



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE REEMPLAZANDO PAJA POR FIBRA DE POLIPROPILENO, FRENTE AL ADOBE ELABORADO EN EL DISTRITO DE SAYLLA-CUSCO**

---

Presentado por:

Bach. Antay Checcori, Alex Sadam

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Dr. Mamani Vargas, Elvis Yuri

CUSCO-PERÚ

2020



## DEDICATORIA

Dedico esta tesis de investigación a Dios, gracias a él, encuentre la fuerza el impulso para seguir adelante y cumplir mis metas.

A mis queridos padres, por la exigencia, su apoyo constante y absoluto durante el tiempo que se realizó este trabajo también por su enseñanza de aprender que el esfuerzo y sacrificio son esenciales para lograr los objetivos y metas.

Estoy agradecido familia por darme su apoyo constante y absoluto en todo el proceso de desarrollo del trabajo de investigación.

Finalmente, al Dr. Mamani Vargas, Elvis Yuri, por apoyarme compartiendo sus conocimientos y ayudándome durante el proceso de los ensayos y elaboración de la tesis.

Antay Checcori, Alex Sadam



## **AGRADECIMIENTO**

Un especial agradecimiento a mi asesor Dr. Mamani Vargas Elvis Yuri, por el tiempo invertido durante la realización de la presente tesis, así como también a mis dictaminantes Mgt. Gil Rodriguez Carmen Celia y Mgt. Alvarez Monterola Walter Roberto y a todos los docentes de la facultad de Ingeniería Civil por compartir y aportar sus conocimientos técnicos y estudio en la temática de la presente investigación, gracias asu apoyo, colaboración y experiencia he podido concluir con este trabajo de investigación..

A la “Universidad Andina del Cusco”, por facilitarme y apoyarme por utilizar el laboratorio de mecánicas de suelos y cumplir este gran sueño.

Finalmente agradezco a mis hermanas, familiares y amigos por darme animo y motivación en el transcurso de la realización de este trabajo de investigación.



## RESUMEN

La presente tesis que titula: “Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco”. Tiene por objetivo principal es evaluar las propiedades físicas mecánicas del adobe, reemplazando paja por fibra polipropileno sikacem al 95%, 100% y 105% en relación con el peso de fibra de paja, con el fin y propósito de obtener un producto final de adobes más estabilizados.

La metodología de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, nivel descriptivo con implicancias correlaciones, método hipotético-deductivo y diseño cuasi experimental, teniendo en cuenta que el método de muestreo que se desarrolló en la investigación fue por conveniencia, puesto que se elaboraron los elementos muestrales, donde la población y la muestra coinciden, siendo en total 96 unidades, 72 unidades de adobe con fibra de polipropileno sikacem y 24 unidades de adobes del distrito de Saylla, con ello se buscó mejorar las propiedades físicas y propiedades mecánicas de las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla, mediante el uso de normas técnicas como NTP E-080, NTP E-070, NTP 399.613, NTP 339.604 , NTP 339.078 y formatos para la recolección de datos, protocolos de observación de campo, guías de observación de laboratorio, posteriormente se procedio a realizar los ensayos de las propiedades físicas como variación dimensional, alabeo y ensayo de las propiedades mecánicas como porcentaje de absorción de agua, erosión acelerada de Swin Burne (SAET), resistencia a compresión y resistencia a flexión, dichos ensayos se realizaron a los 28 días en el laboratorio de materiales de la Universidad Andina del Cusco.

Realizado los ensayos de laboratorio se obtuvo que las unidades de adobes reemplazados paja por fibra polipropileno con 100% y 105% en peso, no mejoran sustancialmente las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe. Concluyéndose que el reemplazo paja por fibra polipropileno en porcentaje en peso respecto al peso de paja, propuesto no es determinante para mejorar las propiedades físico-mecánicas de una unidad de adobe.

**Palabras Claves:** Adobe, Fibra polipropileno, Erosión acelerada de Swinburne (SAET), Resistencia a compresión, Resistencia a flexión, Comparación.



## ABSTRACT

The present thesis entitled: "Comparative evaluation of the physical-mechanical properties of the adobe unit replacing straw with polypropylene fiber, compared to the adobe produced in the Saylla-Cusco district." Its main objective is to evaluate the physical mechanical properties of adobe, replacing straw with polypropylene sikacem fiber at 95%, 100% and 105% in relation to the weight of straw fiber, in order to obtain a final product of adobe more stabilized.

The research methodology had a quantitative approach, a descriptive level with correlation implications, a hypothetical-deductive method and a quasi-experimental design, taking into account that the sampling method that was developed in the research was for convenience, since the sample elements were elaborated , where the population and the sample coincide, being a total of 96 units, 72 units of adobe with sikacem polypropylene fiber and 24 units of adobe from the Saylla district, with this it was sought to improve the physical and mechanical properties of the adobe units prepared in the Saylla district, through the use of technical standards such as NTP E-080, NTP E-070, NTP 399.613, NTP 339.604, NTP 339.078 and formats for the collection of data, field observation protocols, laboratory observation guides, then the physical properties tests such as dimensional variation, warping and testing were carried out of mechanical properties as a percentage of water absorption, accelerated Swin Burne erosion (SAET), compressive strength and flexural strength, these tests were carried out at 28 days in the materials laboratory of the Universidad Andina del Cusco.

After carrying out the laboratory tests, it was obtained that the adobe units replaced straw with polypropylene fiber with 100% and 105% by weight, do not substantially improve the physical-mechanical properties of the adobe units. Concluding that the replacement straw by polypropylene fiber in percentage by weight with respect to the weight of straw, proposed is not decisive to improve the physical-mechanical properties of an adobe unit.

Keywords: Adobe, Polypropylene fiber, Swinburne Accelerated Erosion (SAET), Compressive strength, Flexural strength, Comparison.



## INTRODUCCIÓN

El adobe es un elemento de albañilería muy importante por el uso en construcción de viviendas, especialmente utilizados en las zonas rurales del Perú, la ciudad del Cusco y sus distritos al encontrarse como capital histórica de Sudamérica mantiene edificaciones representativas históricas y su significado que simboliza una cultura existente de siglos pasados. Uno de los materiales más utilizados en las comunidades rurales de la ciudad del Cusco, sin duda el adobe por ser de fácil acceso y económico para la construcción de edificaciones, estas a su vez permiten crear ambientes con beneficios favorables como mitigación de temperatura fría, mitigación del ruido y adaptándose a las comunidades del departamento del Cusco se encuentran en climas fríos.

En esta investigación se evaluaron las propiedades físico-mecánicas del adobe tradicional elaborado en el distrito de Saylla, comparado con las unidades de adobes reemplazados paja por fibra polipropileno, la paja se reemplaza en las siguientes condiciones: En cantidades iguales de porcentaje en peso de paja y fibra polipropileno sikacem, al 95%, 100%, y 105%, en peso de fibra polipropileno, para la dosificación de la mezcla (barro), luego se realiza la fabricación del adobe, con molde (adobera) de dimensiones 30cmx15cmx10cm, el secado de los adobes fabricados, se realizó durante un tiempo de 28 días.

El reemplazo de paja por fibra polipropileno se realizó en diferentes porcentajes en peso; para mejorar las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.

Realizado la fabricación de los adobes reemplazados con fibra polipropileno se tomaron en cuenta: Las Normas Técnicas peruanas, E-0.80, E-0.70, para los criterios técnicos de fabricación de una unidad de adobe, la NTP 331.202. Elementos de suelo crudo para el ensayo de resistencia a la compresión con cubos de adobe, las NTP 399.613, NTP 399.604, NTP 339.078 para el ensayo de resistencia a flexión, ensayo determinación de la variación dimensional, alabeo, absorción de agua y la UNE 41410:2008 para el ensayo de erosión acelerada de Swinburne Acelérate Erosión Test (SAET).



El objetivo principal en la presente investigación es determinar la evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas, de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe tradicional del distrito de Saylla-Cusco, para que la unidad de adobe mejore su magnitud de propiedades físico-mecánicas como variación dimensional, alabeo, absorción de agua, erosión acelerada, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión.

Como objetivos específicos la comparación de la variación de las propiedades físico-mecánicas del adobe reemplazado paja por fibra polipropileno frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla.

La investigación está conformada por lo siguiente:

Capítulo I: Planteamiento del Problema, podemos encontrar la identificación del problema, justificación y la importancia de la investigación, así como las limitaciones de la investigación y los objetivos de la investigación.

Capítulo II: Marco Teórico, antecedentes de la tesis, antecedentes locales, antecedentes nacionales y antecedentes internacionales, bases teóricas pertinentes, hipótesis y definición de variables dependientes e independientes.

Capítulo III: Metodología, encontramos la metodología de la investigación, diseño de la Investigación, Población y Muestra, Instrumentos, Procedimientos de toma y recolección de datos, procedimiento de análisis de datos y cálculo de pruebas de laboratorio.

Capítulo IV: Resultados, donde se presentan los resultados de análisis de datos obtenidos en la investigación, tanto en las pruebas de campo y en los ensayos de laboratorio, estos resultados mostraran las mejoras obtenidas al realizar la estabilización del adobe.

Capítulo V: Discusión de los resultados, donde se compara, se contrasta y discute los resultados obtenidos en la presente investigación, para poder reconocer las debilidades y fortalezas o aportes de la investigación, formular recomendaciones y conclusiones.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Identificación del problema.....	1
1.1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema.....	2
1.2. Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.2.1. Justificación técnica.....	4
1.2.2. Justificación social.....	4
1.2.3. Justificación por viabilidad.....	4
1.2.4. Justificación por relevancia.....	5
1.3. Limitaciones de la investigación.....	5
1.3.1. Limitaciones geográficas.....	5
1.3.2. Limitaciones económicas.....	5
1.3.3. Limitaciones de estudio.....	5
1.3.4. Limitaciones de materiales.....	6
1.4. Objetivos de la investigación.....	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7





CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. Antecedentes de la tesis .....	9
2.1.1. Antecedentes a nivel local.....	9
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	11
2.1.3. Antecedentes a nivel internacional .....	13
2.2. Bases teóricas.....	15
2.2.1. Historia del adobe .....	15
2.2.2. Adobe .....	15
2.2.3. Composición del adobe.....	16
2.2.4. Dimensiones del adobe .....	17
2.2.5. Agua .....	18
2.2.6. Fibras.....	18
2.2.7. Adobe elaborado en el distrito de Saylla .....	21
2.2.8. Clasificación del adobe .....	21
2.2.9. Ventajas del adobe .....	22
2.2.10. Desventajas del adobe.....	22
2.2.11. Proceso y consideraciones para la fabricación de adobes.....	22
2.2.12. Proceso de fabricación del adobe.....	28
2.2.13. Control de calidad .....	33
2.2.14. Límite de Atterberg o límite de consistencia .....	35
2.2.15. Clasificación del suelo .....	38
2.2.16. Ensayo de las propiedades físicas .....	42
2.2.17. Ensayo de las propiedades mecánicas.....	43
2.2.18. Análisis estadístico.....	46
2.3. Hipótesis .....	49
2.3.1. Hipótesis general.....	49
2.3.2. Sub hipótesis .....	49



2.4.	Definición de variables e indicadores .....	50
2.4.1.	Variables independientes .....	50
2.4.2.	Variables dependientes .....	50
2.4.3.	Cuadro de operacionalización de variables.....	51
CAPITULO III: METODOLOGÍA .....		54
3.1.	Metodología de la investigación .....	54
3.1.1.	Enfoque de la investigación .....	54
3.1.2.	Nivel o alcance de la investigación.....	54
3.1.3.	Método de investigación .....	54
3.2.	Diseño de la investigación .....	55
3.2.1.	Diseño metodológico .....	55
3.2.2.	Diseño de ingeniería.....	55
3.2.3.	Población.....	57
3.2.4.	Muestra .....	58
3.2.5.	Criterios de inclusión .....	61
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	61
3.3.1.	Técnicas o métodos.....	61
3.3.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	61
3.3.3.	Instrumentos de ingeniería.....	62
3.4.	Procedimientos de recolección de datos .....	63
3.4.1.	Entrevista de procedimiento de elaboracion del adobe el distrito de Saylla.....	63
3.4.2.	Pruebas de campo del suelo .....	66
3.4.3.	Prueba de laboratorio .....	77
3.4.4.	Límites de Atteberg.....	82
3.4.5.	Pruebas de laboratorio a las unidades de adobe.....	86
3.5.	Procedimiento y análisis de datos .....	107
3.5.1.	Análisis de datos de granulometría .....	107



3.5.2.	Análisis de datos de límites de Atterberg.....	109
3.5.3.	Procedimiento de análisis de pruebas de campo del suelo.....	110
3.5.4.	Procedimiento de análisis de datos del ensayo de las propiedades físicas del adobe 116	
3.5.5.	Análisis comparativo de costos económicos de elaboración de adobe.....	136
CAPITULO IV: RESULTADOS.....		142
4.1.	Resultado de la entrevista de la elaboración del adobe tradicional de Saylla.....	142
4.2.	Resultado de las pruebas de campo al suelo .....	143
4.3.	Resultado de las pruebas de laboratorio al suelo .....	144
4.3.1.	Resultado del ensayo de análisis granulométrico .....	144
4.3.2.	Resultado de ensayo de contenido de humedad.....	145
4.3.3.	Resultado de ensayo límites de Atteberg .....	146
4.4.	Resultado de los ensayos de laboratorio a las unidades de adobe .....	148
4.4.1.	Resultado del ensayo de las propiedades físicas.....	148
4.4.2.	Resultado del ensayo de las propiedades mecánicas .....	151
CAPITULO V: DISCUSIÓN.....		156
5.1.	Contraste de resultados con referentes del marco teórico.....	156
5.2.	Interpretación de los resultados encontrados en la investigación .....	157
5.3.	Comentarios de la demostración de la hipótesis .....	158
Bibliografía.....		169
ANEXOS.....		173



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación de las Partículas de Suelos A.S.D.A.....	17
<b>Tabla 2</b> Propiedades Mecánicas del Polipropileno.....	20
<b>Tabla 3</b> Dosificación de mezcla para elaboración del adobe.....	29
<b>Tabla 4</b> Límites de Consistencia es sus Diferentes Estados.....	35
<b>Tabla 5</b> Simbología en el Sistema de Clasificación (SUCS).....	38
<b>Tabla 6</b> Granulometría y límites de Atteberg .....	39
<b>Tabla 7</b> Distribución en Suelos Gruesos y Determinación.....	39
<b>Tabla 8</b> Clasificación de Suelos Método SUCS .....	41
<b>Tabla 9</b> Cuadro de Operacionalización de Variables .....	52
<b>Tabla 10</b> Cuantificación de la Población.....	57
<b>Tabla 11</b> Cuantificación de Numero de Muestras para Prueba de Laboratorio .....	58
<b>Tabla 12</b> Criterio de Evaluación de Muestra Según Normatividad.....	60
<b>Tabla 13</b> Formato de Entrevista para Determinar las Características de Elaboracion del Adobe Tradiconal del Distrito de Saylla.....	65
<b>Tabla 14</b> Toma de Datos Prueba de Olor .....	67
<b>Tabla 15</b> Toma de Datos Prueba de la Mordedura.....	68
<b>Tabla 16</b> Toma de Datos Prueba de Color .....	69
<b>Tabla 17</b> Toma de Datos Prueba de Tacto.....	70
<b>Tabla 18</b> Toma de Datos Prueba de Brillo .....	71
<b>Tabla 19</b> Toma de Datos Prueba de Sedimentación.....	73
<b>Tabla 20</b> Toma de Datos Prueba de la Cintilla.....	74
<b>Tabla 21</b> Toma de Datos Prueba de la Caída de la Bola .....	75
<b>Tabla 22</b> Toma de Datos Prueba de Resistencia Seca de la Bola.....	76
<b>Tabla 23</b> Muestreo Método del Cuarteo.....	78
<b>Tabla 24</b> Material de Suelo Seco.....	80
<b>Tabla 25</b> Toma de Datos de Ensayo de Granulometría.....	81
<b>Tabla 26</b> Equipos y Materiales para Ensayo de Límite Líquido .....	82
<b>Tabla 27</b> Toma de Datos de Límite Líquido.....	84
<b>Tabla 28</b> Equipo y Materiales para Ensayo de Límite Plástico .....	84
<b>Tabla 29</b> Toma De Datos Del Ensayo De Límite Plástico .....	86
<b>Tabla 30</b> Toma de Datos para Indice Plástico .....	86
<b>Tabla 31</b> Equipos y Materiales para el Ensayo de Variación Dimensional .....	87



<b>Tabla 32</b> Toma de Datos de la Variación Dimensional del Adobe Elaborado en Saylla.....	88
<b>Tabla 33</b> Toma de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso.....	89
<b>Tabla 34</b> Toma de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso.....	89
<b>Tabla 35</b> Toma de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.....	90
<b>Tabla 36</b> Equipos Y Materiales para el Ensayo de Alabeo .....	90
<b>Tabla 37</b> Toma de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Elaborado en el Distrito De Saylla.....	91
<b>Tabla 38</b> Toma de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno.....	92
<b>Tabla 39</b> Toma de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso.....	92
<b>Tabla 40</b> Toma de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.....	93
<b>Tabla 41</b> Equipo y Materiales para Realizar el Ensayo de Absorción .....	93
<b>Tabla 42</b> Toma de Datos del Ensayo de Absorción del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.....	94
<b>Tabla 43</b> Toma de Datos del Ensayo de Absorción del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso.....	94
<b>Tabla 44</b> Toma de Datos del Ensayo de Absorción del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso.....	95
<b>Tabla 45</b> Toma de Datos del Ensayo de Absorción del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.....	95
<b>Tabla 46</b> Equipos y Materiales para Realizar el Ensayo a Erosión Acelerada.....	95
<b>Tabla 47</b> Toma de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.....	97
<b>Tabla 48</b> Toma de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso .....	97
<b>Tabla 49</b> Toma de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso .....	98



<b>Tabla 50</b> Toma de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso .....	98
<b>Tabla 51</b> Equipos y Materiales para Realizar el Ensayo a Resistencia a Flexión .....	100
<b>Tabla 52</b> Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla .....	101
<b>Tabla 53</b> Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso .....	101
<b>Tabla 54</b> Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso .....	102
<b>Tabla 55</b> Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Rreemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso .....	102
<b>Tabla 56</b> Equipos y Materiales para Realizar el Ensayo Resistencia a la Compresión.....	103
<b>Tabla 57</b> Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla .....	104
<b>Tabla 58</b> Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso .....	105
<b>Tabla 59</b> Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso .....	105
<b>Tabla 60</b> Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso .....	106
<b>Tabla 61</b> Análisis de Datos del Ensayo de Granulometría .....	107
<b>Tabla 62</b> Análisis de Datos del Ensayo de Límites de Atteberg .....	109
<b>Tabla 63</b> Calculo para del Límite Líquido .....	109
<b>Tabla 64</b> Análisis de Datos del Ensayo de Límite de Plástico .....	109
<b>Tabla 65</b> Proceso de Cálculo para el Límite Plástico .....	110
<b>Tabla 66</b> Análisis de Datos del Ensayo de Límites de Atteberg .....	110
<b>Tabla 67</b> Análisis y Resultado de la Prueba de Olor .....	111
<b>Tabla 68</b> Análisis y Resultado de la Prueba de Mordedura .....	111
<b>Tabla 69</b> Análisis y Resultado de la Prueba del Color .....	112
<b>Tabla 70</b> Análisis y Resultado de la Prueba del Tacto .....	112
<b>Tabla 71</b> Análisis y Resultado de la Prueba del Brillo.....	113
<b>Tabla 72</b> Análisis y Resultado de la Prueba de Sedimentación .....	114
<b>Tabla 73</b> Análisis y Resultado de la Prueba de la Cintilla .....	114



<b>Tabla 74</b> Análisis y resultado de la Pueba de la caída de la Bola .....	115
<b>Tabla 75</b> Análisis y Resultado de la Prueba Resistencia Seca de la Bola .....	115
<b>Tabla 76</b> Calculo y Procesamiento de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla. ....	117
<b>Tabla 77</b> Calculo y Procesamiento de Datos del Ensayo de Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso. ....	118
<b>Tabla 78</b> Calculo y Procesamiento de Datos del Ensayo de Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazando paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso. ....	119
<b>Tabla 79</b> Calculo y Procesamiento de Datos del Ensayo de Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso. ....	120
<b>Tabla 80</b> Calculo de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla. ....	122
<b>Tabla 81</b> Calculo de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso. ....	122
<b>Tabla 82</b> Calculo de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso. ....	123
<b>Tabla 83</b> Calculo de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso. ....	123
<b>Tabla 84</b> Calculo de Datos del Ensayo Porcentaje de Absorción del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla. ....	124
<b>Tabla 85</b> Calculo de Datos del Ensayo de Porcentaje de Absorción del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso .....	125
<b>Tabla 86</b> Calculo de Datos del Ensayo de Porcentaje de Absorción del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso .....	125
<b>Tabla 87</b> Calculo de Datos del Ensayo de Porcentaje de Absorción del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso .....	126
<b>Tabla 88</b> Propiedad de Profundidad de Oquedad .....	127
<b>Tabla 89</b> Propiedad de Oquedad Aceptación o Rechazo .....	127
<b>Tabla 90</b> Calculo de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla. ....	128
<b>Tabla 91</b> Calculo de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso .....	128



<b>Tabla 92</b> Calculo de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso.....	129
<b>Tabla 93</b> Calculo de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.....	129
<b>Tabla 94</b> Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.....	130
<b>Tabla 95</b> Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso.....	131
<b>Tabla 96</b> Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso.....	131
<b>Tabla 97</b> Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.....	132
<b>Tabla 98</b> Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.....	133
<b>Tabla 99</b> Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso.....	134
<b>Tabla 100</b> .....	135
<b>Tabla 101</b> Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.....	136
<b>Tabla 102</b> Costos de Producción de Adobe Tradicional del Distrito de Saylla.....	138
<b>Tabla 103</b> Costos de Adobe Reemplazado al 95% de Fibra Polipropileno.....	138
<b>Tabla 104</b> Costos de Adobe Reemplazado al 95% de Fibra Polipropileno.....	139
<b>Tabla 105</b> Costos de Adobe Reemplazado al 100% de Fibra Polipropileno.....	139
<b>Tabla 106</b> Costos de Adobe Reemplazado al 105% de Fibra Polipropileno.....	140
<b>Tabla 107</b> Presupuesto de Producción Según la Cantidad de Adobe y Tipo.....	140
<b>Tabla 108</b> Resultados de la Entrevista del Proceso de Elaboracion del Adobe en Saylla.....	142
<b>Tabla 109</b> Análisis Comparativo del Resultado de Prueba de Campo.....	144
<b>Tabla 110</b> Resultado de Prueba de Atteberg.....	148
<b>Tabla 111</b> Promedio de la Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno.....	149
<b>Tabla 112</b> Porcentaje de Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.....	149





<b>Tabla 113</b> Promedio de la Variación de Alabeo de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno.....	150
<b>Tabla 114</b> Porcentaje de Variación de Alabeo de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla .....	150
<b>Tabla 115</b> Resumen Comparativo de los Ensayos de Laboratorio.....	155



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Comportamiento de Un Muro De Adobe .....	2
<b>Figura 2</b> Ubicación de Elaboración de Adobe de la Investigación .....	7
<b>Figura 3</b> Elaboración del Adobe Tradicional .....	16
<b>Figura 4</b> Paja Lugar Espinar.....	19
<b>Figura 5</b> Fibra de Polipropileno Sikacem.....	20
<b>Figura 6</b> Oliendo la Tierra Seleccionada.....	23
<b>Figura 7</b> Prueba de Mordedura.....	24
<b>Figura 8</b> Prueba de Asentamiento o de la Botella .....	26
<b>Figura 9</b> Prueba de la Cinta de Barro .....	27
<b>Figura 10</b> Prueba de la Bolita.....	28
<b>Figura 11</b> Selección de la Tierra .....	30
<b>Figura 12</b> Preparación de Fibra .....	30
<b>Figura 13</b> Preparación de la Mezcla Tierra, Agua y Fibra .....	31
<b>Figura 14</b> Elaboración de la Unidad de Adobe .....	32
<b>Figura 15</b> Secado de las Unidades de Adobe .....	33
<b>Figura 16</b> Copa de Casagrande.....	36
<b>Figura 17</b> Rollo para Límite Plástico .....	37
<b>Figura 18</b> Carta de Casagrande Clasificación de Suelos Finos “SUCS” .....	40
<b>Figura 19</b> Prototipo para Ensayo de Erosión Acelerada .....	44
<b>Figura 20</b> Control de Calidad a Flexión.....	45
<b>Figura 21</b> Control de Calidad a la Compresión.....	46
<b>Figura 22</b> Diseño de Ingeniería .....	56
<b>Figura 23</b> Dimensión de la Adobera .....	57
<b>Figura 24</b> Encuesta a los Fabricantes de Adobe en Saylla .....	64
<b>Figura 25</b> Prueba del Olor en Campo.....	66
<b>Figura 26</b> Prueba de Mordedura.....	68
<b>Figura 27</b> Prueba de Color .....	69
<b>Figura 28</b> Prueba del Tacto .....	70
<b>Figura 29</b> Prueba del Brillo .....	71
<b>Figura 30</b> Prueba de Sedimentación.....	72
<b>Figura 31</b> Prueba de Cintilla .....	74



<b>Figura 32</b> Prueba de la Caída .....	75
<b>Figura 33</b> Prueba de Resistencia Seca de la Bola.....	76
<b>Figura 34</b> Materiales para Muestreo de Suelo.....	77
<b>Figura 35</b> Muestreo del Suelo .....	78
<b>Figura 36</b> Equipos para Contenido de Humedad .....	79
<b>Figura 37</b> Granulometría de Suelo Optimo .....	80
<b>Figura 38</b> Gradación de Material Representativo .....	81
<b>Figura 39</b> Proceso para Obtener límite líquido .....	83
<b>Figura 40</b> Proceso de Obtención Límite Plástico .....	85
<b>Figura 41</b> Equipos para Contenido de Humedad .....	85
<b>Figura 42</b> Método para Obtención de las Dimensiones .....	87
<b>Figura 43</b> Ensayo de Variación Dimensional.....	88
<b>Figura 44</b> Ensayo de Alabeo .....	91
<b>Figura 45</b> Esquema del Ensayo Erosión Acelerada (SAET). Según Normativa y Esquema In Situ del Ensayo.....	96
<b>Figura 46</b> Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) .....	99
<b>Figura 47</b> Corte de Cubos de 10x10x10cm.....	104
<b>Figura 48</b> Ensayo de Resistencia a Compresión .....	106
<b>Figura 49</b> Curva Granulométrica.....	107
<b>Figura 50</b> Resultado del Ensayo de Granulometría.....	145
<b>Figura 51</b> Resultado del Ensayo Porcentaje de Humedad.....	146
<b>Figura 52</b> Resultado del ensayo de límite líquido .....	147
<b>Figura 53</b> Resultado del ensayo de Límite Plástico .....	148
<b>Figura 54</b> Porcentaje de Variación de Absorción de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla .....	151
<b>Figura 55</b> Erosión de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla .....	152
<b>Figura 56</b> Resultado del Ensayo de Resistencia a Flexión.....	153
<b>Figura 57</b> Resultado del Ensayo Resistencia a la Compresión .....	154



## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Identificación del problema

#### 1.1.1. Descripción del problema

En la mayoría de los países y en el Perú, el adobe es uno de los elementos que intervienen en las construcciones de edificaciones, debido a su fácil acceso y bajo costo de producción, es por ello se ha optado de por evaluar las propiedades físico-mecánicas de los adobes tradicionales producidos en el distrito de Saylla- Cusco, encontrándose el problema que presentan bajas propiedades físico-mecánicas, concluyendo que son vulnerables ante fenómenos naturales y que no cumplen con lo mínimo establecido en la norma diseño y construcción con tierra reforzada (E-080), es por ello se modificó el adobe tradicional de Saylla (adobe=tierra+agua+paja), en uno de sus componentes, reemplazando paja por fibra de polipropileno en diferentes porcentajes de peso tomando el peso de paja como el 100% y se reemplazó con fibra polipropileno al 100% en peso, 105% en peso y disminuyendo al 95% en peso, con el fin de mejorar las propiedades físico-mecánicas, como variación dimensional, alabeo, que interviene en el asentado horizontal y vertical, absorción de agua, las construcciones de adobe están propensas a sufrir daños en su estructura por efectos de la humedad, etc. Así como las propiedades mecánicas de erosión acelerada de Swinburne (SAET), resistencia a la compresión y resistencia a flexión, etc.

La presente investigación pretende evaluar los ensayos de laboratorio de materiales, en la Universidad Andina del Cusco, para la fabricación de la unidad de adobe el reemplazo paja por fibra de polipropileno, se realizará en las siguientes condiciones: en cantidades iguales de porcentaje en peso de paja por fibra polipropileno sikacem, al 95%, 100% y 105% de peso de reemplazo de paja por fibra polipropileno, en comparación con el adobe tradicional en el distrito de Saylla-Cusco, a los 28 días de haberse fabricado. Los resultados obtenidos de las propiedades mecánicas como son: la absorción, erosión acelerada de Swinburne (SAET), resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión y las propiedades físicas como el porcentaje variación dimensional y alabeo realizados los resultados se puedan comparar lo evaluado y obtenido.

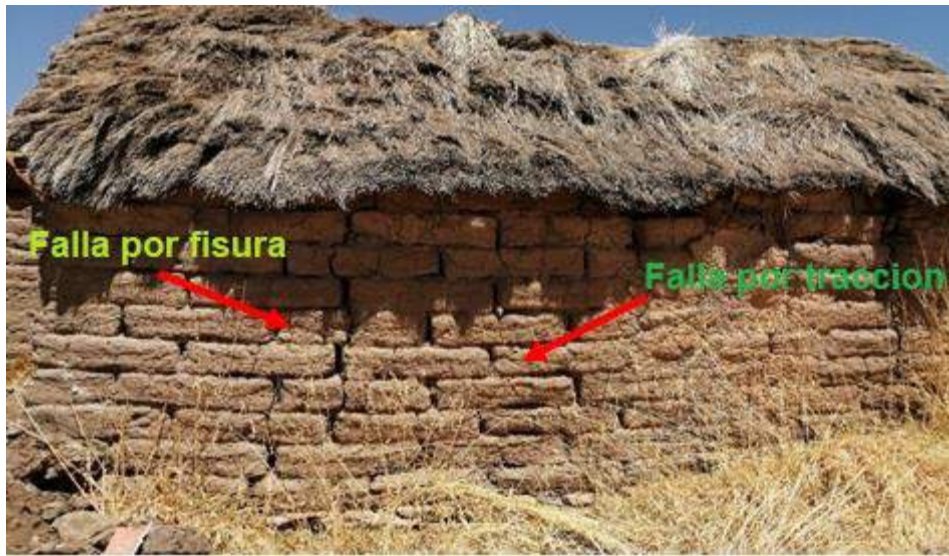
En consecuencia, las unidades de adobe reemplazando paja por fibra polipropileno, es un tema de interés para el estudio en la ingeniería, es así las investigaciones realizadas obtenidas por las diferentes universidades de nuestro país se han enfocado en la mejora constante y un eficiente



comportamiento estructural de las viviendas construidas con adobe que existen en las zonas rurales del Perú y especialmente en el departamento del Cusco, sus distritos y comunidades.

**Figura 1**

*Comportamiento de Un Muro De Adobe*



## **1.1.2. Formulación interrogativa del problema**

### **1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general**

¿Cuál es la evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente a las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?

### **1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos**

#### **Problema específico N° 01**

¿Cuál será la variación dimensional, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?

#### **Problema específico N° 02**

¿Cuál será la variación porcentual del alabeo, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?



### **Problema específico N° 03**

¿Cuánto varía en porcentaje de absorción de volumen de agua, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, comparado con las unidades de adobes elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?

### **Problema específico N° 04**

¿Cuánto variará la resistencia a la erosión acelerada (SAET), de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente a las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?

### **Problema específico N° 05**

¿Cuánto variará la resistencia a flexión, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?

### **Problema específico N° 06**

¿Cuánto variará la resistencia a la compresión de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco?

## **1.2. Justificación e importancia de la investigación**

La investigación se enmarca dentro de los límites de la rama de materiales de construcción y albañilería, por el reemplazo de uno de los componentes de la mezcla (barro), fibra de polipropileno sikacem como elemento de reemplazo de la paja con el fin de obtener mejores valores en las propiedades, físico-mecánicas, propiedades físicas como variación dimensional, alabeo y propiedades mecánicas como absorción de agua, erosión acelerada, resistencia a la compresión, resistencia a flexión y obtener resultados mejorados en los procesos experimentales de laboratorio, comparándose los resultados de los adobes elaborados en Saylla respecto a los adobes reemplazados con fibra de polipropileno, así contribuir con la mejora de las unidades de adobe tradicionales, es la que pretende la presente investigación.



### 1.2.1. Justificación técnica

Las construcciones de vivienda con adobe representan un alto porcentaje, según los censos realizados por él (INEI, 2018) en el Perú existe un 32.6 % de construcciones de adobe o tapia al año 2018.

La presente estudio de investigación se desarrolla en el contexto de la ingeniería civil enfocándose en el área de construcción de albañilería de adobe mejorado, que nos permita mejorar la resistencia a la compresión. Así mismo, conocer el comportamiento frente a las acciones físico-mecánicas a lo cual está expuesto.

### 1.2.2. Justificación social

La población rural y/o personas de bajos recursos económicos serán las que se beneficiarán con este aporte, las unidades de adobe reemplazado paja por fibra polipropileno sikacem elemento de construcción mejore sus propiedades físico-mecánicas, construyendo viviendas seguras y duraderas en el tiempo. Las unidades de adobe. De modo que se aporte mejor calidad y seguridad a sus viviendas de dichas personas, así como también este estudio beneficiara a los estudiantes y profesionales que tengan proyectos de construcción de estructuras con elementos de albañilería de adobe.

### 1.2.3. Justificación por viabilidad

En nuestro medio los materiales e insumos para la elaboración del adobe adicionado con fibra de polipropileno son accesibles en el Distrito de Saylla, asimismo se cuenta con los materiales necesarios para la evaluación de las propiedades físico-mecánicas, así como para determinar la resistencia a la compresión y resistencia a flexión de los testigos de adobe, en el laboratorio de la Universidad Andina del Cusco, para realizar estos ensayos se cuenta con las siguientes normativas y materiales:

- 🍏 Norma técnica Peruana E-0.80
- 🍏 La NTP 399.613 y NTP 399.604 para la determinación de la variación dimensional de unidades (retracción al secado), alabeo, absorción de agua.
- 🍏 La NTP. 339.078 para el ensayo de resistencia a flexión.
- 🍏 La NTP 331.202 Elementos de suelo sin coser, ensayo de resistencia a la compresión con cubos de adobe.
- 🍏 La UNE 41410:2008 para el ensayo de erosión acelerada de Swinburne



(SAET).

- 🍎 Investigaciones similares
- 🍎 Materiales e insumos
- 🍎 Laboratorio y equipos
- 🍎 Bibliografía

#### **1.2.4. Justificación por relevancia**

La importancia es aportar, en la obtención de adobe reemplazado paja por fibra polipropileno sikacem y comparar el comportamiento de las propiedades físico-mecánico a los 28 días frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla, e innovar y buscar porcentajes de reemplazo óptimos, que esto se aplique en futuros proyectos de inversión en las zonas rurales y de bajos recursos.

### **1.3. Limitaciones de la investigación**

#### **1.3.1. Limitaciones geográficas**

- 🍎 Las unidades de adobe se fabricaron en el distrito de Saylla, provincia del Cusco, departamento del Cusco.
- 🍎 La fabricación de las unidades de adobe, cuyos componentes como el suelo y paja fueron propios del distrito de Saylla.
- 🍎 El agua utilizada para la hidratación fue agua de la red pública.

#### **1.3.2. Limitaciones económicas**

- 🍎 El financiamiento, recursos financieros y humanos para la investigación fue propio de los tesisistas, como es el alquiler de terreno, así como la adquisición de elementos como paja, fibra polipropileno sikacem, y contratación de personal para el proceso de elaboración del adobe.
- 🍎 Para los ensayos de la investigación se limitó a la utilización del laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la universidad Andina del Cusco.

#### **1.3.3. Limitaciones de estudio**

- 🍎 El estudio de la investigación se realizó en los años 2019 y 2020.





- Se limitó a las unidades de adobes elaborados en el distrito de Saylla y adobe adicionado con fibra de polipropileno sikacem en porcentajes iguales de paja y fibra polipropileno que representa el 100% en peso y con aumento 105% de fibra polipropileno en peso, y con 95% de fibra polipropileno en peso, condición y características similares al adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.
- La inexistencia de la normalización para la utilización de la fibra de polipropileno para la elaboración de adobes.
- Las unidades de adobe elaborado fueron de 30cmx20cmx10cm, conforme al rango establecido en la norma E-0.80.
- Las unidades de adobe con paja y con reemplazo de fibra polipropileno por paja fueron expuestos al sol durante 28 días.
- Las propiedades físico-mecánicas de los ensayos se evaluaron en concordancia a las normativas del reglamento nacional de edificaciones.
  - Norma técnica Peruana E-0.80 y NTP 0.70.
  - La NTP 399.613 y NTP 399.604 para la determinación de la variación dimensional de unidades (retracción al secado), alabeo, absorción de agua.
  - La NTP 399.613 y NTP. 339.078 para el ensayo de resistencia a flexión.
  - La NTP 331.202 Elementos de suelo sin cocer, ensayo de resistencia a la compresión con cubos de adobe.
  - La UNE 41410:2008 para el ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET).

### 1.3.4. Limitaciones de materiales

- La unidad de adobe reemplazado la paja por fibra polipropileno sikacem- fiber.
- Los materiales para la elaboración de los adobes tradicionales del distrito de Saylla, fueron propios de la zona, cuya ubicación se muestra.



**Figura 2**

*Ubicación de Elaboración de Adobe de la Investigación*



## **1.4. Objetivos de la investigación**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

#### **Objetivo específico N° 01**

Determinar el porcentaje de variación dimensional, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobes elaborados en el distrito de Saylla.



### **Objetivo específico N° 02**

Determinar el porcentaje de alabeo, de las unidades de adobes reemplazados paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades del adobe elaborado en el distrito de Saylla.

### **Objetivo específico N° 03**

Determinar el porcentaje de variación de absorción de volumen de agua, de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.

### **Objetivo específico N° 04**

Determinar en qué porcentaje varía la resistencia a la erosión acelerada, de la unidad de adobe reemplazando paja fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.

### **Objetivo específico N° 05**

Determinar la variación de resistencia a flexión, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno y frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.

### **Objetivo específico N° 06**

Determinar hasta cuanto varía la resistencia a la compresión, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.



## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la tesis

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel local

Título (Tesis de pregrado): Evaluación del comportamiento físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del Cusco, 2018.

Autor: Chávez Pareja, Willhome Yogen

Quispe Taracaya, José Luis

Institución: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Ciudad: Cusco - Perú

Año: 2018.

En este estudio de investigación se calcularon las diferentes propiedades Físicas y Mecánicas de la unidad de albañilería de adobe adicionado con botellas de plástico picado, para plantear nuevas tecnologías de construcción y mejoramiento en la calidad de producción de adobe

Por lo tanto para la evaluación del comportamiento Físico – Mecánico de las unidades de adobe se ejecutará los ensayos respectivamente para determinar la capacidad de absorción, resistencia de la unidad de adobe por compresión, resistencia de mortero por compresión, resistencia de pilas por compresión, resistencia de muretes por compresión diagonal, resistencia al esfuerzo de adherencia del mortero, evaluación de la variabilidad dimensional que presentan las unidades de adobe tradicional, y el porcentaje con adición de plástico picado de botellas.

Se hizo el análisis comparativo de los resultados obtenidos de los ensayos físico-mecánicos para ver el progreso que ofrece al estabilizar la unidad de albañilería de adobe con adición de plástico picado de botellas.

La adición de plástico picado de botellas mejora las propiedades mecánicas de la albañilería de adobe, la adición al 5% de plástico picado de botellas aporta un incremento de 2.85% respecto a la resistencia a la compresión axial promedio de pilas de San Jerónimo.

Título (Tesis de pregrado): Influencia de la fibra de maguey (*furcraea andina*) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional, Cusco – 2018.



Autor: Flórez León, Franklin

Limpe Zevallos, Yesica

Institución: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Ciudad: Cusco - Perú

Año: 2018.

En esta investigación primero se estudió las características del suelo, a través de las pruebas de campo, y se obtuvo una muestra de tierra óptima, al conocer esta se procedió a realizar la fabricación de los adobes.

Posteriormente se estudió el comportamiento físico - mecánico de las muestras de unidades, sometidas a ensayos de pilas y muretes de adobe. Para estos ensayos las unidades de adobe fueron elaboradas con incorporación de 0.05%, 0.15% y 0.20% de fibra de maguey, manteniendo constante la masa de suelo con un 20% de agua y 0.20% de paja; de igual forma elaboraron muestras con incorporación de 0.20% y 0.35% de paja, estos porcentajes están dados por la relación del peso seco de las fibras y el peso seco del suelo. Las muestras se tipificaron en 5 grupos así mismo elaboraron 3 especímenes para cada uno, en total se fabricaron 15 especímenes por cada ensayo.

En conclusión que la fibra de maguey aumenta en general, la resistencia de las unidades de adobe y así mejorando las construcciones de mampostería de adobe tradicional. La resistencia a compresión axial en pilas, se obtuvo máximo una resistencia de 9.07 Kg/cm<sup>2</sup>. Mientras para la resistencia a compresión diagonal de muretes se obtuvo un valor máximo de resistencia 0.55 Kg/cm<sup>2</sup>. Siendo estos valores máximos correspondientes a muestras con 0.20% en peso de paja + 0.20% en peso de fibra de maguey respectivamente.

La incorporación de fibra de maguey mejora significativamente las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe, en 0.20% y aporta 11.79% de resistencia a compresión axial.

En conclusión la fibra de maguey debería ser utilizada para la elaboración de las unidades de adobe, puesto que así se mejoraría la resistencia de las edificaciones de mampostería construidas a base de las unidades de adobe.



Título (Tesis de pregrado): Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas del adobe mejorado de 0.40mx0.15mx0.20m con geomalla biaxial e impermeabilizante y el adobe tradicional en el distrito de San Jerónimo en la A.P.V. de tejas y ladrillos en Petroperú

Autor: Sara Chutas, Rosa María

Champi Chávez, Luis Abimael

Institución: Universidad Andina del Cusco

Ciudad: Cusco- Perú

Año: 2016.

En la investigación se procedió inicio con el estudio de las propiedades del suelo y luego se clasificó la paja en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% respecto al peso del suelo y longitudes de 10 cm, 20 cm, 30 cm y 40 cm y obteniendo mejores resultados en propiedades físico-mecánicas al 1.5% en peso y 20 cm de longitud de la paja.

En cuando se le adiciona geomalla biaxial de dimensiones 0.38mx0.18m en cantidades de 1, 2, 3, 4 y 5, presentando mejores propiedades físico-mecánicas la que contiene 2 geomallas.

A esto se le agregó un recubrimiento con impermeabilizante para optimizar sus propiedades a la absorción, para lo cual se utilizó cuatro productos Chema topigol sella muro Sika, Moistek tecno y majestad, obteniendo el mejor resultado a la absorción es majestad.

Conclusiones:

Obtenidos los resultados se realizó la comparación respecto a al adobe tradicional: El adobe mejorado tiene mayor resistencia a la compresión, como mayor resistencia a flexión y mayor resistencia a la absorción frente a los adobes tradicionales elaborados en el distrito de Saylla-Cusco.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

Título (Tesis de pregrado): Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute, Cajamarca 2017.

Autor: Alayo Diaz, David Ricardo

Institución: Universidad privada del Norte

Ciudad: Cajamarca - Perú

Año: 2018.



En la presente investigación se realizó un estudio del adobe incorporando fibras de yute para luego a los 30 días elaborados el adobe someter a los ensayos de resistencia a flexión y compresión, consiste en incorporar la fibra de yute en diferentes porcentajes (0.1%, 0.5% y 1.0%), con respecto a la unidad de adobe patrón, para ello se utilizó se seleccionó el material de la cantera “Cruz Blanca”. Debido a que se determinó las características adecuadas para su elaboración y características óptimas de tierra, ensayados en laboratorio; los que fueron contenido de humedad, análisis granulométricos, los límites de consistencia y proctor modificado, obtenido el material de cantera se porcedió a realizar corte de yute cada 25 mm, posteriormente se porcedió a la fabricación de 6 unidades en la maquina Cinva Ram. Los ensayos y resultados obtenidos fueron óptimos y satisfactorios, puesto la resistencia a compresión satisface la hipótesis planteada parcialmente, se pudo apreciar que a medida que se le va incorporando yute al adobe compactado, la resistencia a compresión va en aumento, mejorándolo hasta más de 10% en comparación con el adobe compactado sin incorporación; pero este aumento se ve interrumpida en la última incorporación de 1% de fibra de yute; a pesar de ello sigue mejorando al adobe en más de 10%. Así también los resultados obtenidos de resistencia a flexión satisfacen la hipótesis propuesta de mejorar hasta más de 10%; los ensayos se realizaron en función de las normas técnicas peruanas.

Los adobes elaborados compactados con la máquina CINVA RAM superan al valor mínimo de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> a compresión que establece la norma E.080 para adobes simples o estabilizados, obteniendo una resistencia de 43.11 kg/cm<sup>2</sup> en compresión; y para 0.1 y 0.50% de adición de fibra de yute fueron 47.79 kg/cm<sup>2</sup> y 54.81 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Título (Tesis de magíster): Estudio de las propiedades mecánicas y físicas del adobe con biopolímeros de fuentes locales.

Autor: Ramírez Caparó, José Eduardo

Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú escuela de posgrado

Ciudad: Lima - Perú

Año: 2016.

La tesis de investigación tiene como objetivo el estudio principal la mejora de las propiedades de resistencia al agua y comportamiento mecánico de las construcciones a base de tierra, para ello se agregaron biopolímeros naturales obtenidos del lugar insitu, de esta manera realizar



modificación de las propiedades del suelo. Para obtener la resistencia a la humedad del agua fue evaluada mediante ensayos de permeabilidad y erosión de los especímenes de tierra.

Se realizaron ensayos de las propiedades mecánicas que determinaron la influencia determinante de los biopolímeros en la resistencia a compresión, tensión y flexión. Para la evaluación de estas propiedades se agregaron las soluciones de biopolímeros a la mezcla de barro durante la fabricación de los especímenes de tierra que luego fueron ensayados.

Realizado los ensayos de laboratorio, se concluye un incrementó considerablemente la resistencia a la erosión generada por el agua y mejorando el efecto impermeabilizante. Así como también respecto a las propiedades mecánicas, se logró una mejora notable de resistencia a compresión, tensión y flexión, lográndose a duplicar la resistencia inicial en algunos ensayos.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel internacional**

Título (Tesis de pregrado): Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio.

Autor: Chuya Sumba, Eva Catalina

Ayala Zumba, María Fernanda

Institución: Universidad de Cuenca.

Ciudad: Cuenca - Ecuador.

Año: 2018.

La presente tesis de investigación muestra un estudio experimental, que se utiliza para determinar el comportamiento del adobe reforzado con fibra de vidrio, realizándose los respectivos ensayos mecánicos como: ensayo a compresión, flexión en unidades de adobe, ensayos de muretes a compresión y compresión diagonal, cuyo objetivo es analizar y comparar el comportamiento de los parámetros mecánicos de la fibra de vidrio como refuerzo en el adobe respecto al adobe tradicional, y mejorando las propiedades mecánicas del adobe tradicional.

Los ensayos de laboratorio muestran que la fibra de vidrio mejora y aumenta significativamente la capacidad resistente del adobe, es decir, se presenta un aumento en la carga de ruptura del adobe reforzado respecto al adobe tradicional; en consecuencia, podemos afirmar que las





propiedades físicas y mecánicas son favorecidas con la adición de fibra de vidrio en el adobe reforzado con dicha fibra.

En conclusión las unidades de adobe reforzado con fibra de vidrio mejoran significativamente la resistencia, mejorando las unidades de adobe más aceptables, la fibra de vidrio resulta es viable y mejora de las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional.

Título (Tesis de pregrado): Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala.

Autor: Sandra Mercedes Llunitasig Chicaiza.

Ana Lissette Siza Salazar.

Institución: Universidad técnica de Ambato.

Ciudad: Ambato-Ecuador.

Año: 2017.

En esta investigación se realizaron resistencia a compresión de las unidades de adobes artesanales elaborados con arcilla extraída del barrio Pusuchisí del cantón Latacunga- Ecuador y para ello se estabilizaron con diferentes materiales como: paja, estiércol de vaca, savia de penca de tuna y sangre de toro; para su ensayo y análisis se realizaron 10 combinaciones con los materiales mencionados. Para evitar la coagulacion tanto de la savia de tuna o sangre de toro se dejó reposar tierra y agua y lego adicionar dichos estabilizadores al momento de la elaboración de adobes.

Las muestras se elaboraron de forma y dimensiones según el proyecto de actualización Norma E.080, además se ensayaron acorde al mismo. Realizado este trabajo experimental se pudo determinar y que la combinación realizada con barro dormido más la adición de estabilizadores como sangre de toro y estiércol de vaca se obtuvieron mayor resistencia a compresión.

En conclusión las unidades de adobe artesanales estabilizados con: sangre de toro alcanzaron una resistencia a compresión de 10.36 kg/cm<sup>2</sup>, los adobes estabilizados con estiércol de vaca alcanzaron una resistencia a compresión de 10.21 kg/cm<sup>2</sup> y mientras los adobes artesanales estabilizados con paja alcanzaron una de resistencia a compresión de 10,08 kg/cm<sup>2</sup>, realizándose todas pruebas de laboratorios a los 28 días fabricados el adobe.



## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Historia del adobe

La primera ciudad construida con adobe fue en Anatolia llamada también Asia menor a mediados del siglo VIII a.c, y en el Perú se dio en el año (1200 a 1470) d.c, construyéndose la ciudadela de Chan Chan, la ciudad de barro más grande de América con la cultura Chimú, la Ciudad Sagrada de Caral, “la más antigua de América”, la Fortaleza de Paramonga o el Complejo de Pachacamac (Arianza, j , 2006)

### 2.2.2. Adobe

El adobe es la unidad sólida de albañilería expuesta al sol durante un periodo de tiempo, esta se incorpora para la construcción edificaciones, cuya fabricación se realiza de una masa de barro con mezcla contiene elementos de arcilla, arena y paja para luego ser moldeada con forma rectangular y secadas con exposición al sol.

El uso de material (adobe) perdura a lo largo de nuestra historia debido a la materia prima accesible, para su fabricación está siempre presente la materia prima en el lugar de construcción con el ahorro consiguiente en su transporte.

Las edificaciones construidas con el adobe son ambientes acogedores y mitigan el ruido y la temperatura externa.

En el Perú según el Instituto nacional de estadística e informática (INEI, 2018) el 32.6% de las construcciones son de material de adobe con paja, asimismo se da la idea de que estas construcciones son más débiles ante fenómenos meteorológicos el adobe es higrófilo, consecuencia el adobe absorbe la humedad atmosférica cuando el aire está saturado es por ello que pierde su fuerza estructural como la resistencia a soportar cargas y resistencia al corte, convirtiéndose la estructura vulnerable a colapso.

“El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad” Norma Tecnica De Edificacion Adobe (NTE.080, 2000, pág. 4).



**Figura 3**

*Elaboración del Adobe Tradicional*



### **2.2.3. Composición del adobe**

La Norma Técnica De Edificación Adobe (NTE.080, 2000, pág. 4). Nos indica la composición que debe tener la unidad de adobe, “arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70% no debiéndose utilizar suelos orgánicos”, el adobe es una mezcla a base de suelo con un contenido balanceado de materiales finos (fundamentalmente arcilla) y de materiales gruesos (fundamentalmente arena), así como de agua y fibras. Esta mezcla permitió a la fabricación del adobe por lo regular llamado “adobe simple”.

Las características de la tierra tienen mayor influencia en la resistencia de los elementos que componen las edificaciones de albañilería de adobe y están relacionadas con el proceso de variación dimensional y alabeo, esto debido al proceso de secado o con la resistencia seca del material.

Arcilla: Es el componente más importante del suelo; de esto dependerá la resistencia seca y causa la contracción por secado del suelo.

Aditivos: fibra de paja con longitud entre 5 cm a 15 cm, controlan la microfisuración del adobe durante la contracción secado al aire libre de los adobes y por ende mejoran la resistencia de la albañilería de adobe.



## 2.2.4. Dimensiones del adobe

Las dimensiones se ajustan de acuerdo a la normativa (Reglamento Nacional de edificaciones, E-080,2017), los adobes tienen forma de paralelepípedo (planta rectangular) cuyas características para su dimensionamiento deben cumplir los siguientes proporciones.

- 🍎 La relación aproximadamente del largo:ancho debe ser 2:1, respectivamente.
- 🍎 La relación aproximadamente entre el largo: altura debe ser 4:1, respectivamente.
- 🍎 La altura en lo posible debe ser mayor a 8 cm.

### 2.2.4.1. Suelo

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre compuesta por tierra, agua, aire y materia orgánico, en donde nacen, crecen, se reproducen los animales y vegetales.

El suelo en su diferentes tipos presentan partículas:

- 🍎 Suelo arcilloso
- 🍎 Suelo limoso
- 🍎 Suelo arenoso

### 2.2.4.2. Características Físicas del suelo

En efecto es importante dar a conocer las características y los componentes de los suelos, esto permitirá conocer mejor el comportamiento de sus propiedades físicas y mecánicas así como también su estructural en cuanto a la resistencia a compresión y flexión del adobe en las edificaciones de mampostería.

**Tabla 1**

*Clasificación de las Partículas de Suelos A.S.D.A*

Estados Unidos		Internacional	
Fracción del Suelo	Diámetro Límites en	Fracción del Suelo	Dímetros Límites en
Arena muy gruesa	2.00-1.00	Arena gruesa	2.00-0.20
Arena gruesa	1.00-0.50	Arena fina	0.20-0.02
Arena media	0.50-0.25	Limos	0.02-0.002
Arena fina	0.25-0.10	Arcilla	<0.002
Arena muy fina	0.10-0.05		
Limos	0.05-0.002		

Fuente: Ibáñez (2008).



### **2.2.5. Agua**

Elemento principal para la vida, es también indispensable para el proceso de hidratación de la tierra y así formar una mezcla trabajable para la fabricación del adobe y con ello se podrá realizar la mezcla de tierra con el agua para obtener el barro, el agua en la mezcla nos permite un fácil manipuleo, y óptima trabajabilidad, que se entiende como el esfuerzo requerido para transportar, colocar, compactar y darle acabado al barro.

### **2.2.6. Fibras**

Las fibras son elementos naturales o artificiales que intervienen, que sirven para reforzar materiales frágiles así como entre ellos mismos.

Existen diferentes fibras según el material: fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras metálicas, fibras sintéticas que son las artificiales y fibras naturales como fibras de paja, fibras de magué, fibras de animales, etc.

Para el proceso de fabricación del adobe, en la composición del barro (mezcla de paja tierra), interviene la paja que es una fibra natural.

La fibra en el adobe son filamentos generalmente de material orgánico como la paja y en la presente investigación, se utilizó en sustitución de la paja, la fibra de polipropileno que es una fibra sintética derivado de los polietilenos.

#### **2.2.6.1. La fibra paja**

Paja llamada también ichu o paja, es propio de la zona quechua, la paja que crece en las zonas andinas del Perú por encima de los 3300 metros sobre el nivel del mar, cumple la función como alimento para los camélidos salvajes y domésticos, podemos encontrar en los departamentos de Cusco, Apurímac, Puno, Arequipa, Junín, Cerro de Pasco y entre otros.



**Figura 4**

*Paja Lugar Espinar*



### **2.2.6.2. Polipropileno**

El polipropileno cuya fórmula es  $H_2C=CH-CH_3$ , se obtiene mediante la polimerización del propileno.

Las aplicaciones de la fibra del polipropileno son principalmente en la fabricación de costales para el envasado de diferentes productos, industria textil (por ejemplo, cuerdas, ropa interior térmica y alfombras), tuberías de polipropileno, así como los pets, etc.

#### **2.2.6.2.1. Tipos de fibra polipropileno**

Principalmente existen dos tipos de fibra polipropileno:

- a) Fibra monofilamento: filamentos continuos de longitudes variables.
- b) Fibra multifilamento: fibras en forma de redes.

(committee ACI 544. 1R-96, 2002).

Las fibras de polipropileno que se utilizarón en esta investigación fuerón la fibra polipropileno (monofilamento, sikacem).

**Figura 5**

*Fibra de Polipropileno Sikacem*



### 2.2.6.2.2. Fibra de polipropileno SikaCem -1 Fiber

Las fibras de polipropileno que producen las empresas se obtienen de la polimerización del polipropileno (o propeno). El SikaCem -1 Fiber, su utilización es en preparación de mezclas de concreto presentando propiedades físicas y propiedades mecánicas como alta resistencia a la alta capacidad de absorber tensiones, fácil coloreado, fácil manejo, excelente aislante eléctrico, etc.

**Tabla 2**

*Propiedades Mecánicas del Polipropileno*

	PP homopolímero	PP copolímero	Comentarios
Modulo elástico en tracción (Gpa)	1.1 a 1.6	0.7 a 1.4	
Alargamiento de rotura en tracción (%)	100 a 600	450 a 900	Junto al polietileno, una de las más altas de todo los termoplásticos
Carga de rotura en tracción (Mpa)	31 a 42	28 a 38	
Módulo de flexión (GPa)	1.19 a 1.75	0.42 a 1.40	
Resistencia al impacto Charpy (KJ/m2)	4 a 20	9 a 40	El PP copolímero posee la mayor resistencia al impacto de todos los termoplásticos
Dureza Shore D	72 a 74	67 a 73	Mas duro que el polietileno, pero menos que el poliestireno o el PET

Fuente: Billmeyer (1975).



### 2.2.7. Adobe elaborado en el distrito de Saylla

El poblador de Saylla elabora su unidad de albañilería de adobe para la autoconstrucción de viviendas o venta de las unidades de adobe con las siguientes características:

- Selección del lugar para extracción de la tierra insitu, eliminando impurezas en forma manual.
- Utilización de fibra natural que sirven como adherencia y evita la fisuración en la elaboración del adobe, generalmente utilizan paja.
- El agua propia de la zona.
- Para la obtención del barro se realiza con una dosificación de la mezcla de tierra, agua y paja se debe echar paja en una proporción 5:2:1 en volumen, realizando el pisado del barro y el volteo de la misma 5 veces como mínimo para obtener una mezcla manejable y trabajable.
- Dicha mezcla se vierte en un molde humedecido de 45cmx20cmx14cm y posteriormente se deja secar durante 7 a 14 días por lo general, pasado estos días es apto para su uso.

### 2.2.8. Clasificación del adobe

Nos referimos a la elaboración de adobes y podemos clasificarlos.

- Sin molde: Para su elaboración no se necesita molde, ya que estos son moldeados a mano, estos adobes generalmente son los tradicionales y los más antiguos.
- Adobe del suelo húmedo natural: Son unidades cortadas del suelo húmedo o pantanosa. Actualmente son utilizadas para realizar cerco de protección, utilizadas en las zonas rurales.
- Adobe con molde: Son adobes donde el principal elemento para su elaboración se utiliza la adobera o también llamada adobera estas pueden adoptar diferentes formas geométricas en su mayoría son de forma paralelepípedo (cuadrangular, rectangular), y las formas triangulares, etc.
- Tapial: Es la preparación de formas de madera encima del cimiento y dentro de ella se vierte la mezcla de barro (tierra + gua + paja), compactando cada 20 cm.
- Adobe estabilizado: Este tipo de adobe es la variación del adobe tradicional en uno los elementos para la fabricación del barro (tierra + agua + variación).





### **2.2.8.1. Características del adobe**

### **2.2.9. Ventajas del adobe**

Las unidades de adobe tienen las siguientes ventajas:

- 🍏 Las casas de adobe son viviendas sostenibles.
- 🍏 La elaboración del adobe tiene características naturales, locales de fácil acceso y económico para el usuario.
- 🍏 Su fabricación es rápida y sencilla.
- 🍏 Las edificaciones de adobe presentan propiedades aislamiento acústico y excelentes propiedades térmicas.
- 🍏 El adobe es un material reciclable y reutilizable.
- 🍏 El adobe es un material ecológico, su proceso no interfiere con el medio ambiente.

### **2.2.10. Desventajas del adobe**

- 🍏 Los adobes se pueden construir de cualquier tierra, pero no todas las tierras aportan buena resistencia.
- 🍏 No es recomendable su uso en edificaciones en zonas de alta humedad, lluvias o movimientos sísmicos.
- 🍏 Las construcciones con adobe a lo mucho de dos pisos, ya que la resistencia a la compresión y flexión son bajas.
- 🍏 Las edificaciones de adobe son muy vulnerables a causa de fenómenos naturales de sismo e inundaciones.
- 🍏 Por ser de espesor grueso sus paredes ocupan mayor área en planta.

### **2.2.11. Proceso y consideraciones para la fabricación de adobes**

#### **2.2.11.1. Pruebas preliminares de campo para selección de tierra**

##### **2.2.11.1.1. Prueba de olor**

Este ensayo consiste en identificar a través del olor la existencia de material orgánico, consiste en tomar un poco de material en estado húmedo y olerlo, si existiese un olor nauseabundo, rancio y olor a húmedo. (Blondeth, 2005).

Si existiese este olor se rechazará la tierra seleccionada, y buscar otro lugar

**Figura 6**

*Oliendo la Tierra Seleccionada*



#### **2.2.11.1.2. Prueba de la mordedura**

La prueba consiste en determinar la existencia de materiales como arenas y limos mediante el rechino del material entre los dientes. Para ello se toma un poco de tierra y se procede a morder, para su clasificación se tienen las siguientes consideraciones.

- 🍏 Si al morder el diente rechina mucho se trata de suelo arenoso.
- 🍏 Si al morder el diente rechina ligeramente y la textura no es del todo desagradable entonces nos encontramos con un suelo limoso.
- 🍏 Si al morder el diente no rechina corresponde a un suelo arcilloso.



**Figura 7**

*Prueba de Mordedura*



### **2.2.11.1.3. Prueba de color**

Esta prueba se realiza con una muestra seca de tierra, puesto que la tierra humedecida puede dar lugar a confusiones.

- 🍏 Si presenta colores más claros y brillantes corresponden a suelos orgánicos.
- 🍏 Si presenta colores oscuros (negros, marrones-verdes), son propios de los suelos orgánicos.
- 🍏 Si los colores son grises entonces estamos en presencia de suelos limosos con carbonato de calcio, y estos suelos son poco cohesivos.



#### 2.2.11.1.4. Prueba de tacto

Esta prueba diferencia las partículas de diferente gradación o textura, por medio del sentido del tacto, para ello es necesario tomar un poco de la muestra de tierra en la palma de nuestra mano. Utilizando el dedo pulgar se aplasta la tierra, asociando con el tamaño de las partículas, de mayor rugosidad a menor rugosidad.

- 🍎 Si la tierra es orgánica entonces es: rugoso, quebradizo, poco pegajoso
- 🍎 Si la tierra es arenosa entonces es: fino, fácil de triturar en polvo, pegajoso
- 🍎 Si la tierra es limosa entonces es: difícil de romper, es lento para deshacerse en el agua, es muy pegajoso y suelo fino.
- 🍎 Si la tierra arcillosa entonces presenta: humedad hace que el suelo se expanda y que aumente de peso y volumen, produciendo agrietamiento y fisuras.

#### 2.2.11.1.5. Prueba del brillo

Este ensayo se realiza para ver la presencia de arcilla en la muestra de tierra a seleccionar, para ello se toma un puñado de la muestra de tierra, se sujeta y hasta desmoronar con ayuda de una masa, posteriormente se añade una cierta cantidad de agua para formar una bola del tamaño de una mano aproximadamente.

Para luego realizar el corte perpendicular con un cuchillo y se observa:

- 🍎 Si se observa superficie brillante corresponde a una gran presencia de arcillas.
- 🍎 Si hay presencia de brillo intermedio o mate corresponde a una mayor presencia de limos y poca arcilla.
- 🍎 Un poco brillante u opaco se considera con un predominio de arenas.

#### 2.2.11.1.6. Prueba de sedimentación

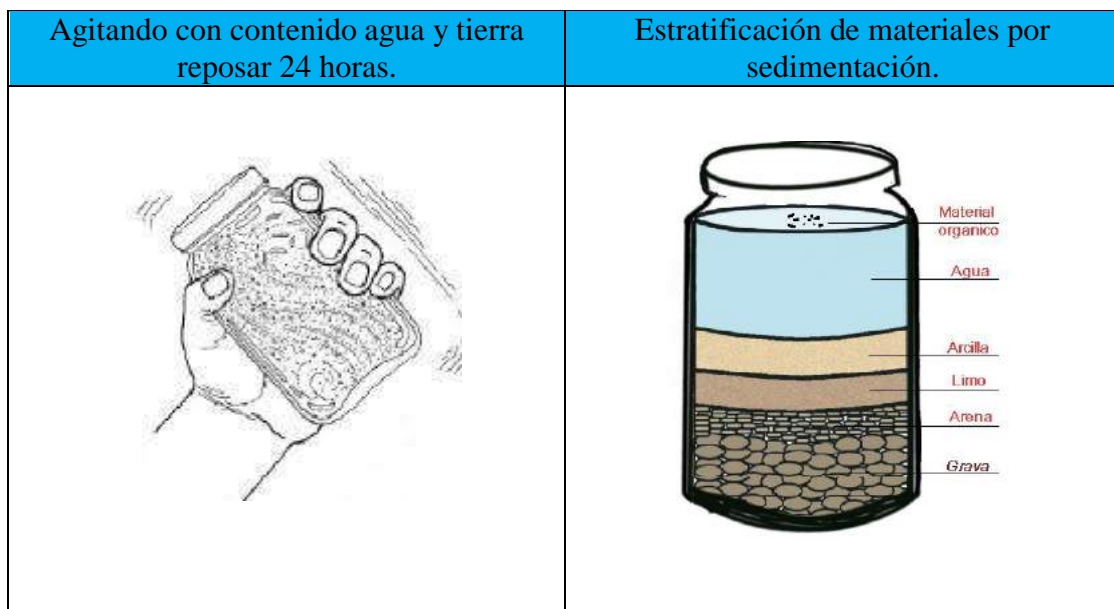
Este ensayo consiste en colocar en una botella con agua cierta cantidad de muestra de tierra luego se agitará y se dejara reposar durante 24 horas, para luego observar los sedimentos de arena y arcilla que se formaron como capas posteriormente toma las medidas del espesor de estas capas para hallar su proporción.

El proceso consiste:

- Agitar la botella durante 5 minutos con contenido de agua y tierra y dejar reposar durante 24 horas.
- Pasado las 24 horas en el fondo de la botella se formará las capas y se podrán distinguir las capas de arcilla, arena, limo y flotar material orgánico.

**Figura 8**

*Prueba de Asentamiento o de la Botella*



fuelle: Adaptado de Manual para autoconstructores (1997-2001)

### 2.2.11.1.7. Prueba de la cintilla

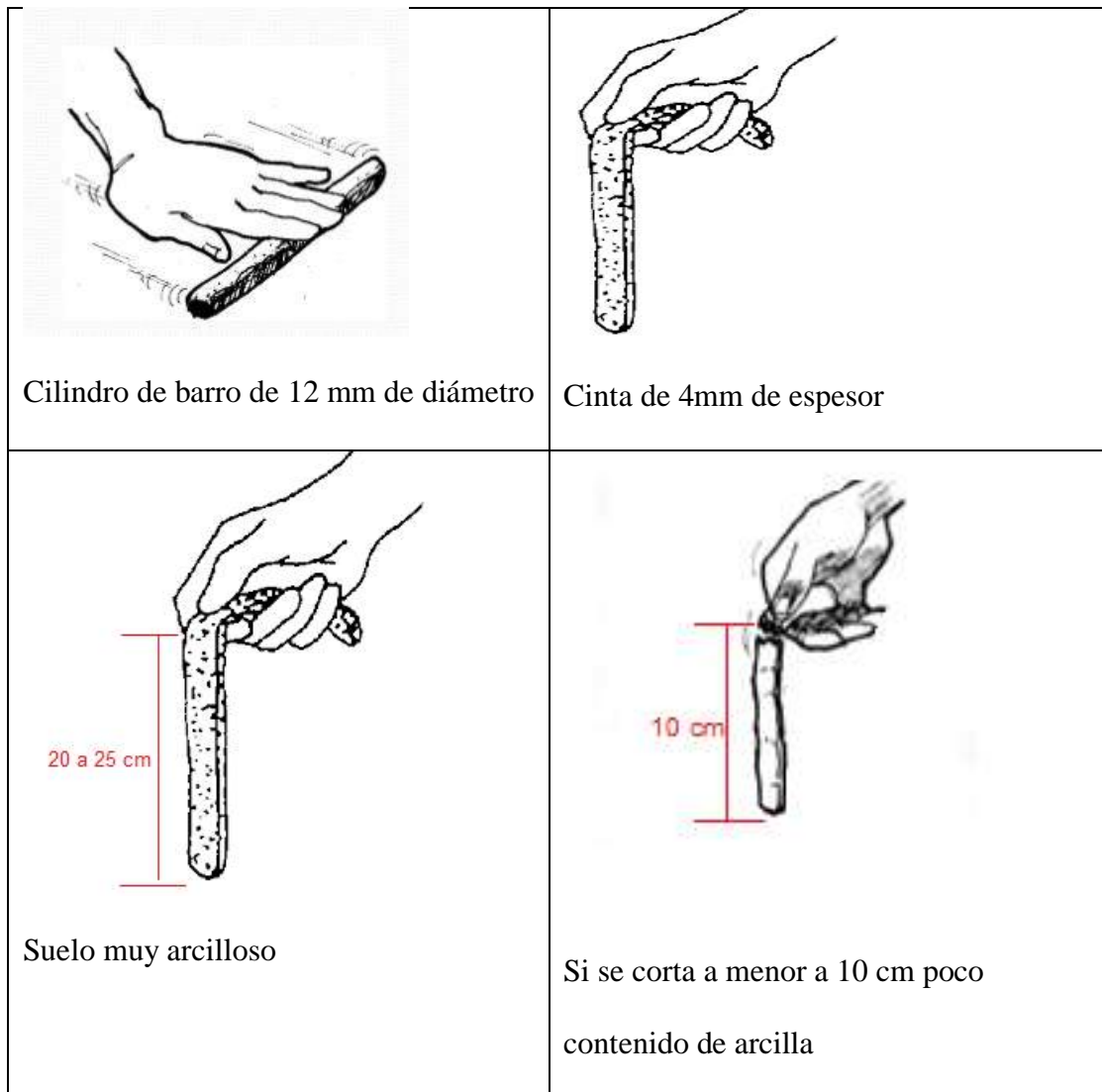
Esta prueba está reglamentada en norma (E-080,2017) diseño y construcción con tierra forzada donde indica.

Este ensayo consiste en evaluar la cantidad de arcilla en un suelo, para ello se realiza la prueba “cinta de barro” (en un tiempo de 10 minutos promedio). Para ello se toma una muestra de barro con una humedad con esto realizaremos un cilindro de 12 mm de diámetro colocando en una mano, se procede a aplanar entre los dedos pulgar e índice, hasta formar una cinta de 4 mm de espesor y posteriormente dejándola colgado lo más que se pueda. Y obteniéndose resultados si la cinta alcanza entre 20 cm y 25 cm de longitud es suelo contiene demasiada arcilla. Si el corte

se produce a los 10 cm o menos, el suelo presenta poco contenido de arcilla Norma (E-080, 2017, pág. 19).

**Figura 9**

*Prueba de la Cinta de Barro*



fuelle: Adaptado de Manual para autoconstructores (1997-2001)

### 2.2.11.1.8. Prueba de la bolita

El ensayo consiste en formar cuatro bolitas con la tierra de la zona, utilizando forma apropiada para emplear el material para elaboración de adobe y para ello se agrega la mínima cantidad de agua a la tierra y luego realizar 4 bolitas, formando con las palmas de las manos en forma circular cada una de las bolitas, hasta que estas estén esféricas.

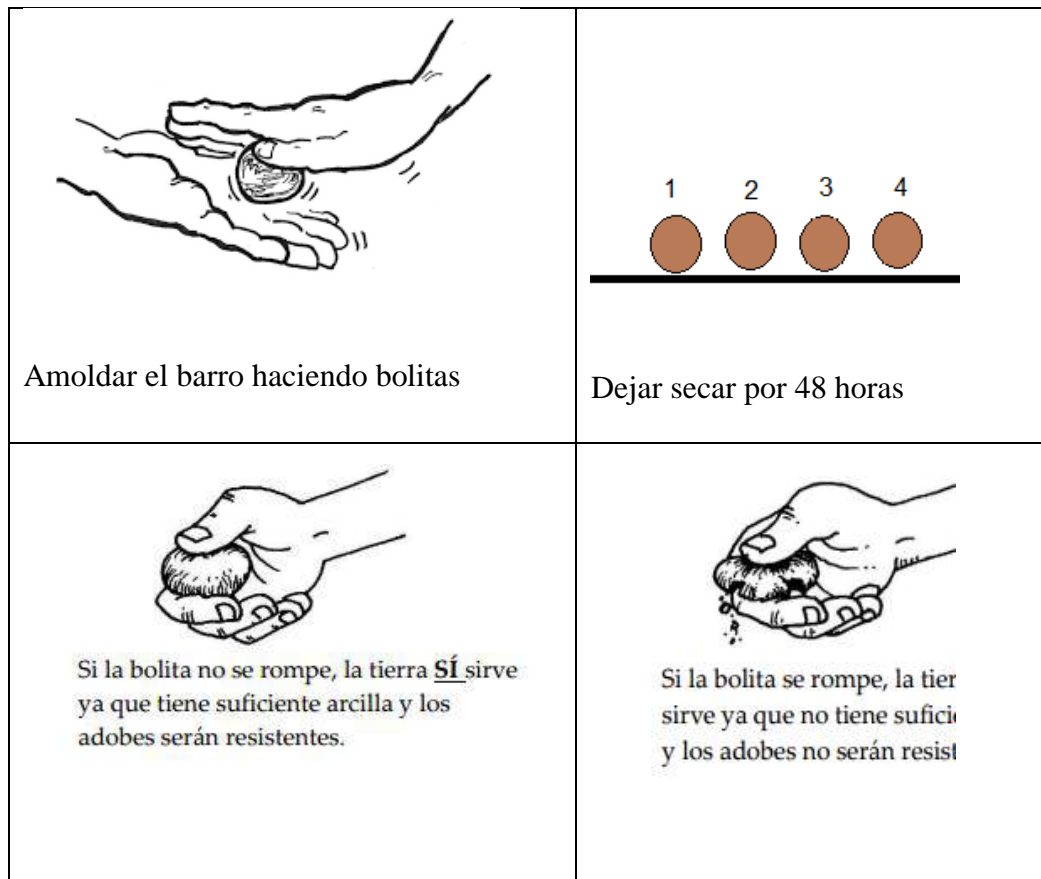


- 🍏 El barro para la prueba debe ser lo suficientemente y necesario para formar las 4 bolitas de 2 cm de diámetro.
- 🍏 Amasar el barro con las manos y formar esferas.
- 🍏 Las esferas se deben dejarse secar por 48 horas, dejando en un lugar adecuado.
- 🍏 Pasado el tiempo de secado se coge para oprimir firmemente cada una de las bolitas con el dedo pulgar y el dedo índice de una mano.

Como resultado, luego de la prueba no se quiebre o no se agriete ninguna de las 4 bolitas, dicho material es óptimo para utilizar como material para la elaboración de adobe.

**Figura 10**

*Prueba de la Bolita*



Fuente: Manual de construccion con adobe reforzado con geomallas ( 2010)

## 2.2.12. Proceso de fabricación del adobe

### A. Dosificación de la mezcla



Para la obtención intervienen varios componentes, adobe=tierra+agua+paja, con una dosificación de la mezcla de tierra, agua y paja que intervienen en una proporción 5:1.5:1 en volumen, realizando y esto en kilogramos se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 3**  
*Dosificación de mezcla para elaboración del adobe*

Componentes del adobe	Adobe patron tradicional de Saylla	Adobe con reemplazo de fibra polipropileno en peso		
		Al 95% en peso	Al 100% en peso	Al 105% en peso
Tierra	90 kg	90 kg	90 kg	90 kg
Agua	27 litros	27 litros	27 litros	27 litros
Paja	1.35 kg			
Polipropileno		1.28 kg	1.35 kg	1.42 kg

#### **B. Proceso de selección de tierra**

El primer material es la selección de la tierra adecuada, para tal fin existen normativas como señaladas en norma (E-080, 2017) (diseño y construcción con tierra reforzada) una cantidad de pruebas de campo como son: prueba de cinta de barro, prueba presencia de arcilla (prueba de la bolita), prueba de contenido de humedad y otras indicadas por otros autores como la prueba de olor, prueba de la mordedura, prueba de color, prueba de tacto, prueba del brillo y prueba de sedimentación o de la botella.

La selección de tierra consiste la eliminación de impurezas y/o elementos extraños.



**Figura 11**

*Selección de la Tierra*



**C. Proceso de cortado de fibra de paja**

Es proceso se realiza el cortado de paja en longitudes de 10 a 15 cm, recordemos este elemento es muy importante, puesto que evita el fisuramiento del adobe y también se consigue la adherencia del barro.

**Figura 12**

*Preparación de Fibra*





#### D. Proceso de preparación de la mezcla(barro)

Consiste en mezclar los elementos de tierra con el agua humedeciendo de poco en poco y luego con la pala se realiza el volteo respectivo cierto número de veces y posteriormente se le agrega la fibra realizándose el mezclado y con los pies se realiza el pisado en toda la extensión donde se elabora la mezcla.

La mezcla obtenida se deja en reposo (dejar dormir el barro), por un lapso de 24 horas.

**Figura 13**

*Preparación de la Mezcla Tierra, Agua y Fibra*



#### E. Proceso de moldeo del adobe

Es parte del proceso de fabricación de los adobes que consiste en dar forma por medio del moldeo, para ello se utiliza la adobera de forma paralelepípedo de dimensiones 30cmx15cmx10cm, lo primero se deberá realizar el volteo de la mezcla por lo menos dos veces y se sigue el siguiente procedimiento:

- 🍏 Se moja un paño húmedo y se pasa por el contorno interno de la adobera.
- 🍏 Luego se amasa el barro y se vierte en la adobera apisonando para que no tenga vacíos el adobe, llenado la adobera se nivela el barro también llamado pulido.
- 🍏 Posteriormente suavemente se saca hacia arriba la adobera, quedando solo el barro moldeado.

Y se repite este ciclo una y otra vez.

**Figura 14**

*Elaboración de la Unidad de Adobe*



### F. Tendal

Es el lugar, limpio nivelado y un área suficientemente extensa para secar las unidades de adobes elaboradas.

### G. Proceso de secado del adobe

El secado por lo general es de 2 a 4 semanas que promedio se realiza para la investigación será de 28 días.

Pasados dos semanas se realiza el volteo (invertida cara de piso con posición hacía arriba) de las unidades de adobe esto para que tenga un mejor cocido por el sol.

**Figura 15**

*Secado de las Unidades de Adobe*



## 2.2.13. Control de calidad

### 2.2.13.1. Ensayos de laboratorio

#### 2.2.13.1.1. Muestreo del suelo

Para el muestreo del suelo se utilizará el método del cuarteo que consiste, en separar en proporciones que sean representativas y que contengan los tamaños de los materiales, adecuados para realizar dichos ensayos.

El objetivo es obtener una muestra uniforme y esta viene a ser la muestra representativa, esta muestra lo usaremos para realizar los ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de Atteberg.

El cuarteo de muestra se realiza basándonos en la Norma técnica peruana (NTP 339.089, 1998).



### 2.2.13.1.2. Contenido de humedad

“El contenido de humedad es la representación de cantidad de agua que existe en una muestra de suelo, que se determina como la relación que existe entre el peso de agua ( $W_w$ ) contenida en la muestra y el peso de fase sólida” de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP 339.127, 1998, pág. 2).

El objetivo del ensayo tiene por finalidad, obtener y determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo obtenido mediante el método del cuarteo, el resultado de contenido de humedad se expresa en porcentaje.

$$W (\%) = \frac{W_h - W_s}{W_s} \times 100$$

Donde:

W (%): contenido de humedad (%).

Wh: peso de la muestra húmeda(gr).

Ws: peso de la muestra seca(gr).

El porcentaje de humedad se obtendrá mediante los ensayos límite líquido y límite plástico en el laboratorio de suelos de la Universidad Andina del Cusco, en concordancia a la Norma técnica peruana (NTP 339.127, 1998).

### 2.2.13.1.3. Análisis granulométrico

El ensayo de granulometría tiene por objetivo determinar la cuantificación de distribución de tamaños de partículas del suelo, por lo cual se realizarán utilizando según la Norma técnica peruana (NTP 339.128, 1999).

La granulometría de un suelo se determina por un análisis de tamices. Se utiliza una muestra representativa del suelo seleccionado es pasada por medio de una columna de tamices ordenados en forma creciente el tamaño de su abertura. Hacer el ensayo granulométrico nos permitirá conocer el tipo de suelo.

Dado que la complejidad de suelos para poder clasificar se realizará utilizando el sistema unificado de clasificación de suelos.



## 2.2.14. Límite de Atterberg o límite de consistencia

### 2.2.14.1. Definición de límite de consistencia

Nos indica el grado de firmeza o consistencia y se caracterizan presentando los cuatro estados de consistencia de un suelo de grano fino: estado sólido (secos), estado semisólido (viscoso), estado plástico y estado semilíquido o viscoso.

- 🍎 Si el límite entre los estados sólido y semisólido se denomina límite de retracción,
- 🍎 Si el límite entre los estados semisólido y plástico, se denomina límite plástico
- 🍎 Si el límite se encuentra los estados plástico y semilíquido, se denomina límite líquido.

**Tabla 4**

*Límites de Consistencia es sus Diferentes Estados.*

	ESTADO	ASPECTO Y COMPORTAMIENTO	LIMITE SEGÚN CONTENIDO DE AGUA
	Líquido	Sopa espesa Líquido viscoso	Límite líquido(LL)
	Plástico	Pasta dental, manteca blanda Se deforma sin agrietarse	
	Semisólido	Queso, Caramelo blando Se deforma pero se agrieta	Límite de retracción(LR)
	Sólido	Caramelo duro, galletas Se resquebraja al deformarse	

#### 2.2.14.1.1. Límite líquido (LL)

Es el contenido de humedad por encima por el cual la mezcla suelo-agua pasa de estado líquido al plástico. Contenido de humedad cambia produciendo un cambio en el volumen del suelo.

Para determinar límite líquido se utiliza la copa de Casagrande.



**Figura 16**

*Copa de Casagrande*



Para la determinación del límite líquido, se realizará los ensayos en el laboratorio de materiales de la Universidad Andina del Cusco, de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP 399.129, 2014).

### **2.2.14.1.2. Límite Plástico (LP)**

Es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua cambia del estado plástico al semisólido. En este estado el suelo es moldeable y fácilmente se puede amasar a una mínima presión. Para el estudio se realiza manualmente los bastoncillos cilíndricos de 3 mm de diámetro.



**Figura 17**

*Rollo para Límite Plástico*



Para la determinación del límite plástico, se realizará los ensayos en el laboratorio de materiales de la Universidad Andina del Cusco, de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP 399.129, 2014).

### **2.2.14.1.3. Índice de plasticidad (IP)**

El índice de plasticidad es el rango de contenido de humedad natural entre el estado semisólido a semilíquido sobre el cual, el suelo se comporta como un material plástico. numéricamente es igual al valor absoluto de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:

$$IP = |LL - LP|$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Para la determinación del índice de plasticidad, se realizará los ensayos en el laboratorio de materiales de la Universidad Andina del Cusco, de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP 399.129, 2014).





## 2.2.15. Clasificación del suelo

Se tiene la gran variedad de suelos que se presentan en la naturaleza, la clasificación de suelos está en función a las propiedades físicas y de su apariencia aplicando los ensayos de granulometría, límites de Atteberg. La mecánica de suelos para la ingeniería los clasifica principalmente en dos sistemas principales:

- 🍏 AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials): usado para la construcción de carreteras.
  - 🍏 SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos): usado principalmente por la geotecnia, para la construcción de estructuras.
- Para nuestra la investigación se utilizará el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

### 2.2.15.1. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Esta norma fue propuesto inicialmente por Casagrande 1942 para la construcción de aeropuertos y esto fue revisado y adoptado por los ingenieros del ejército de Estados Unidos y ampliamente utilizado en la geotecnia con las normativas ASTM.

El sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), presenta dos categorías de clasificación, suelos de grano grueso y suelos de grano fino. Para esto se debe conocer el siguiente cuadro.

**Tabla 5**

*Simbología en el Sistema de Clasificación (SUCS)*

Tipo de suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Gravoso	G	Bien graduado	W
Arenoso	S	Pobrementemente graduado	P
Limoso	M	Limoso	M
Arcilloso	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Baja plasticidad	L
		Alta plasticidad	H

Fuente: Orozco & Arce (2016 ).



Para la clasificación de suelo grueso y fino se toma el peso que pasa en el tamiz NRO. 200 si el peso que pasa es mayor a 50% entonces es suelo fino en caso contrario será suelo grueso.

### 2.2.15.1.1. Suelos de grano grueso

Los suelos de grano grueso significan el porcentaje que pasa en el tamiz Nro. 200, es menor al 50% y se analizan tomando las siguientes tablas que se muestran y según indican los colores:

**Tabla 6**

*Granulometría y límites de Atteberg*

Granulometría	Límites de Atteberg
SW:Cu>6;1≤Cc≤3	Límite líquido (LL)
GW:Cu>4;1≤Cc≤3	Límite plástico (LP)
	Índice plástico (IP)
Granulometría	Límites de Atteberg

Fuente: Orozco & Arce (2016 ).

**Tabla 7**

*Distribución en Suelos Gruesos y Determinación*

Si peso de suelo grueso	Si peso retenido en tamiz No 4	
	Peso No 4 >50%	PesoNo 4 <50%
	Arenas	Gravas
Finos<5%	SP	GP
	SW	GW
5%<Finos<12%	SP-SM	GP-GM
	SP-SC	GP-GC
	SW-SM	GW-GM
	SW-SC	GW-GC
Finos>12%	SM	GM
	SC	GC

Fuente: Cruz (2012).

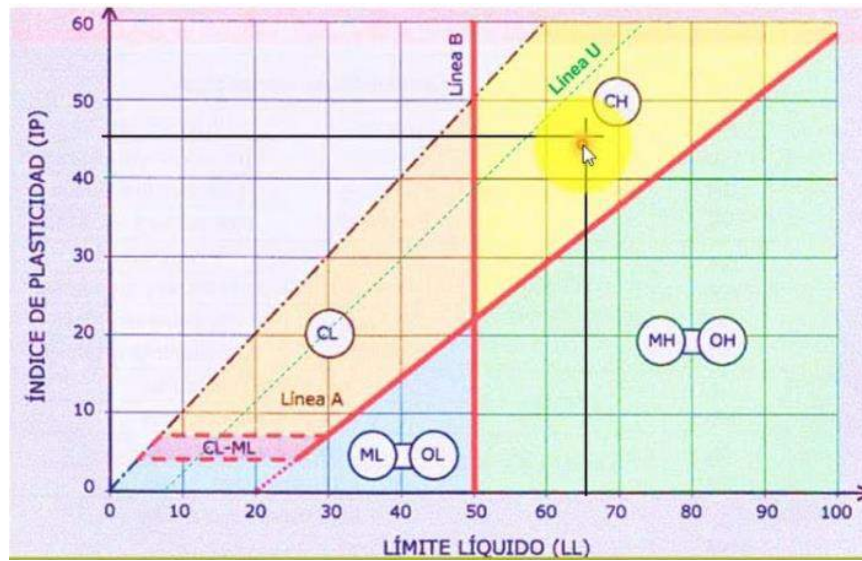
### 2.2.15.1.2. Suelos de grano fino

Los suelos de grano fino significan que el porcentaje que pasa en el tamiz NRO. 200, es mayor al 50% y se calcula teniendo la siguiente figura.



Figura 18

Carta de Casagrande Clasificación de Suelos Finos "SUCS"



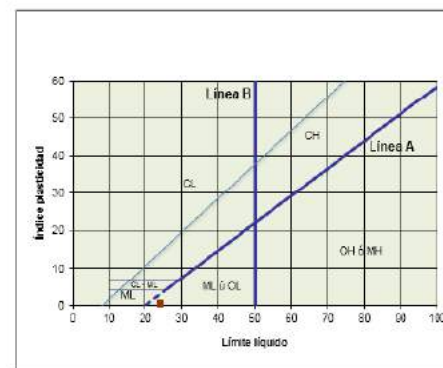
Fuente Blázquez (2000)



Tabla 8

Clasificación de Suelos Método SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Simbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO				
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO.</b> Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava arena, pocos finos o sin finos.	<p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: &lt;5%- &gt;GW, GP, SW, SP, &gt;12%- &gt;GM, GC, SM, SC. 5 al 12%- &gt;casos límite que requieren usar doble símbolo.</p>	Cu=D60/D10>4 Cc=(D30)2/D10xD60 entre 1 y 3		
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.		
			GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.					
	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu=D60/D10>6 Cc=(D30)2/D10xD60 entre 1 y 3		
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.		
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.		
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.				
			<b>SUELOS DE GRANO FINO.</b> Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50			ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
							CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.							
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.						
	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.						
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.						
<b>Suelos muy orgánicos</b>		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.					



Fuente: Quiroz (2019).



## **2.2.16. Ensayo de las propiedades físicas**

### **2.2.16.1. Variación dimensional**

Es el proceso de pérdida de agua por evaporación de la mezcla, produciendo la disminución de volumen quiere decir las dimensiones largoxanchoxaltura, que experimenta el adobe durante su proceso de endurecimiento y secado.

Por efecto de pérdida de volumen genera tensiones internas de tracción que producen las fisuras de retracción hasta que se establezca su consolidación de forma y dureza que es el proceso de secado.

Las dimensiones de la unidad de adobe, según la norma E-070 del RNE, se expresan como: largoxanchoxaltura, en centímetros. El largo y el ancho se refieren a la superficie de asiento, y las dimensiones nominales usualmente para la junta son 2 cm.

Para el control y determinación de variación dimensional de las unidades de albañilería, el procedimiento se realiza según la Norma técnica peruana (NTP 399.604, 2002) y (NTP.399.613, 2003).

### **2.2.16.2. Alabeo**

El alabeo es la forma deformada de la sección transversal entre las caras opuestas de las unidades de adobe que pueden ser cóncavas o convexas, el alabeo conduce a un mayor espesor de la junta y pudiendo disminuir la adherencia con el mortero debido a la formación de vacíos en las zonas horizontales alabeadas, afectando directamente la resistencia y la fuerza por flexión en la unidad.

El resultado del alabeo es de modo similar a la variación dimensional, ambas producen el aumento o disminución en el espesor de las juntas de mortero, esto influye en la resistencia a compresión axial y fuerza cortante en la albañilería. El mayor alabeo (concavidad o convexidad) de las unidades de adobe conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo.

Para determinar el alabeo de las unidades de albañilería, el procedimiento se realiza según indica en la Norma técnica peruana (NTP 399.613, 2003).



### 2.2.16.3. Porcentaje de absorción de volumen de agua

Es la medida de absorción de la unidad de albañilería, habitualmente se toma como medida de la porosidad, considerando las siguientes condiciones:

- La posible permeabilidad e infiltración a través del objeto o unidad de albañilería
- La predisposición a deshacerse son altos, cuando los objetos húmedos son expuestos a congelación y descongelación alternas.
- En forma general, un objeto poroso no será igual de resistente como una unidad más densa a la acción de las cargas, o tan tenaz a la acción del tiempo o a cualquier otro fenómeno de intemperismo.
- Las variaciones de absorción son causadas por diferencias en el material utilizado, método del moldeo de la unidad. La medida de la absorción máxima es la cantidad de agua que contiene una unidad u objeto saturada, es considerada como una medida de su impermeabilidad de acuerdo a (Lulichac, 2015, pág. 27).

Para el calculo del valor de absorción se emplea la expresión:

$$A = \frac{(W_s - W_d) * 100}{W_d}$$

Donde:

A: Absorción (%)

Ws: Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría (Kg).

Wd: Peso del espécimen seco (Kg).

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en la Norma técnica peruana (NTP 399.604, 2002) y (NTP.399.613, 2003).

### 2.2.17. Ensayo de las propiedades mecánicas

#### 2.2.17.1. Resistencia a la erosión acelerada Swinburne (SAET)

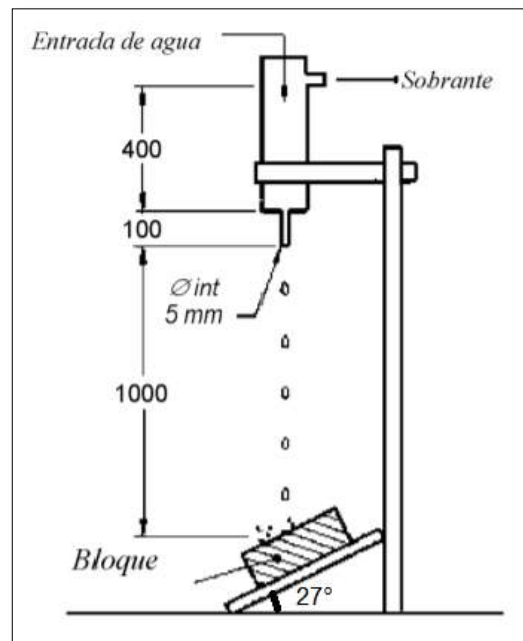
La resistencia acelerada es una característica del comportamiento de la unidad de adobe al impacto continuo de gotas de agua y la verificación de como erosiona en el tiempo, esta prueba simula la exposición del adobe a lluvias fuerte y prolongada.



Para el ensayo, realizándose dicho ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco y se tendrá como guía como para los procesos a seguir como se indica en la norma Española (UNE 4141,2008).

**Figura 19**

*Prototipo para Ensayo de Erosión Acelerada*



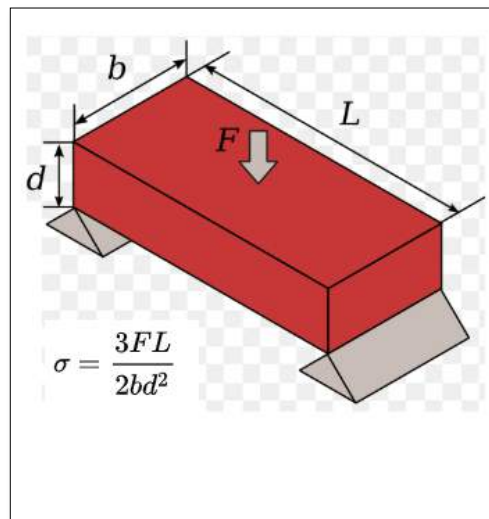
Fuente: Cid Falceto (2012)

### **2.2.17.2. Resistencia a flexión**

El ensayo consiste en aplicar una carga puntual a los tercios de la luz en una probeta de ensayo en forma de viga, hasta que la falla ocurra. El procedimiento para el cálculo de módulo de rotura se realizó, según que la grieta se localice dentro del tercio medio o a una distancia de este, no mayor del 5% de la luz libre de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP. 339.078, 1999).

**Figura 20**

*Control de Calidad a Flexión*



Fuente:Wikipedia (2016)

Donde:

F: carga máxima aplicada al objeto (kg).

L: distancia entre apoyos(cm).

b: ancho promedio del espécimen(cm).

d: espesor promedio del espécimen(cm).

Para la determinación del módulo de rotura de las unidades de adobe se determinará como el promedio de los módulos del espécimen ensayados dichos ensayos se realizará en el laboratorio de materiales de la Universidad Andina del Cusco, de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP. 339.078, 1999).

### **2.2.17.3. Resistencia a compresión**

La resistencia a compresión determina la resistencia a compresión del muro de albañilería (f'm). En general, los valores altos de resistencia a la compresión señalan una buena calidad para todos los fines estructurales.





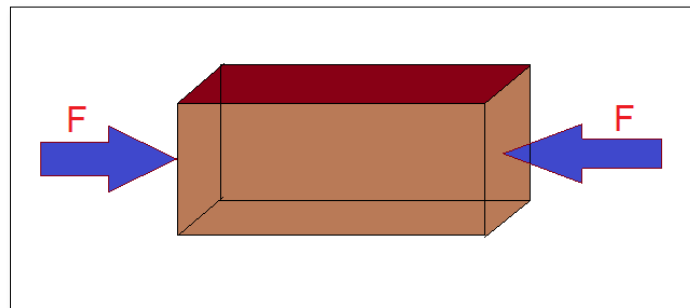
El ensayo para el laboratorio consiste elaborar cubos de 10 cm cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe.

El valor de la fuerza resistente a compresión, se obtendrá en base al esfuerzo aplicado por unidad de área de la sección transversal de los especímenes, para dicho ensayo se consideraran un mínimo de 6 cubos (especímenes).

Los ensayos se realizaran utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de  $f'c$  mínimo aceptable de 12 Kg/cm<sup>2</sup>. (Norma E-080, 2017).

**Figura 21**

*Control de Calidad a la Compresión*



La resistencia a compresión de la unidad de adobe, se obtendrá restando la desviación estándar al valor promedio de los especímenes de adobe.

La determinación de la resistencia a compresión de las unidades de adobe, se realizará los ensayos en el laboratorio de materiales de la Universidad Andina del Cusco, de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP 399.613, 2003) y (NTP. 339.078, 1999).

## **2.2.18. Análisis estadístico**

### **2.2.18.1. Promedio ( $\bar{X}$ )**

Representa el promedio de la resistencia a compresión de todos los especímenes, elaborados de la misma muestra de mezcla de barro (tierra seleccionada+agua+paja) a las mismas condiciones y correspondientes a la misma edad.



$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots \dots x_n}{n}$$

Donde:

$x_1 + x_2 + x_3 + \dots \dots x_n$ : Resultados individuales de las pruebas de resistencia a la compresión.

n=Es el número total de pruebas efectuadas.

### 2.2.18.2. Desviación estándar ( $\delta$ )

Es una medida de separación o que tan dispersos se encuentran los datos respecto al variable promedio o media.

$$\delta = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + \dots \dots \dots + (x_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde:

$\sigma$ : Desviación estándar.

$x_1 + x_2 + x_3 + \dots \dots x_n$ : Resultados individuales de las pruebas de resistencia a la compresión.

$\bar{X}$ : Resistencia promedio.

n: Número de pruebas.

Observación n para un número de muestras menores de 30 datos el denominador será (n-1) como lo es para el presente estudio.

### 2.2.18.3. Coeficiente de variación (V)

Es la medida de la dispersión relativa de un conjunto de datos y esto nos permite medir la proporción de la desviación estándar con respecto al promedio o media.

$$\%V = \frac{\delta}{\bar{X}}$$

Donde:



$\delta$ : Desviación estándar.

$\bar{X}$ : Resistencia promedio.

#### 2.2.18.4. Análisis estadístico con Excel

Para el análisis y procesamiento de datos se tendrá el uso de la hoja de cálculo Excel, con sus respectivas funciones que nos permite obtener los resultados estadísticos y descriptivos, que es muy útil para generar un análisis y cálculo de resultados estadísticos de nuestros datos de una manera sencilla optimizando el tiempo.

La hoja de cálculo Excel tiene una herramienta, como la función desvest en Excel, que permite determinar la desviación estándar ( $\delta$ ) de una muestra. Que representa la medida de la dispersión de los valores respecto a la media o valor promedio.

Teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Desvesta: esta función determina número de elementos de la muestra de la población. Los datos determinados representan toda la población estudiada, para calcular la desviación estándar se utiliza la función desvestpa.

Si el argumento es una matriz o una referencia, solo se usarán los valores de la matriz o de la referencia. Se pasarán por alto las celdas vacías y los valores de texto de la matriz o de la referencia.

La función desvesta ulitiza la fórmula siguiente, para realizar el cálculo de la desviación estándar ( $\delta$ )

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

Donde: la variable “x” representa la media de muestra PROMEDIO (valor No1, valor No 2,...valor No n) y donde : n represents el tamaño de la muestra.



## **2.3. Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis general**

Las unidades de adobes reemplazados paja por la fibra de polipropileno, tienen mayores características físico-mecánicas, frente a las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla.

### **2.3.2. Sub hipótesis**

#### **Sub hipótesis número 1:**

En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, varía hasta 5% de su variación dimensional comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.

#### **Sub hipótesis número 2:**

Las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, presenta igual porcentaje de alabeo comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.

#### **Sub hipótesis número 3:**

En las unidades de adobe reemplazadas paja por fibra de polipropileno, varía hasta un 5% el porcentaje de absorción de volumen de agua comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.

#### **Sub hipótesis número 4:**

En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la erosión acelerada es menor hasta en un 10% en comparación con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.

#### **Sub hipótesis número 5:**

En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la resistencia a flexión es mayor hasta un 5% en comparado con el adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.

#### **Sub hipótesis número 6:**



En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la resistencia a compresión es mayor hasta un 10% frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.

## 2.4. Definición de variables e indicadores

### 2.4.1. Variables independientes

- 🍏 Porcentaje en peso a reemplazar de fibra de polipropileno sikacem.
- 🍏 Fibra de paja.

#### 2.4.1.1. Descripción de variables independientes

- 🍏 Porcentaje reemplazo de paja en peso de (95%, 100% y 105%) por fibra de polipropileno sikacem.
- 🍏 Unidad, fibra de paja componente principal del adobe elaborado en el distrito de Saylla.

#### 2.4.1.2. Indicadores de variables independientes

- 🍏 Porcentaje en peso de fibra de polipropileno (kg).
- 🍏 Fibra de paja (kg).

### 2.4.2. Variables dependientes

- 🍏 Variación dimensional.
- 🍏 Alabeo.
- 🍏 Absorción.
- 🍏 Resistencia a la erosión acelerada.
- 🍏 Resistencia a la flexión.
- 🍏 Resistencia a la compresión.

#### 2.4.2.1. Descripción de variables dependientes

- 🍏 Variación dimensional.

Característica que presenta el adobe de presentar variación, de volumen como es largo, ancho y altura, causado por la pérdida de humedad con el tiempo en su estado endurecido.

- 🍏 Alabeo.



Propiedad por la cual el adobe presenta deformaciones es su forma geométrica en forma cóncava o convexa.

🍎 Absorción.

Propiedad del adobe de absorber un volumen de agua.

🍎 Resistencia a la erosión acelerada.

Característica de soportar gotas de agua en por desprendimiento de energía al sufrir una caída a cierta altura.

🍎 Resistencia a flexión.

Esfuerzo que soporta el adobe puesta en apoyos en cada extremo, como si fueran pequeñas vigas, sometidas a una carga.

🍎 Resistencia a la compresión.

Esfuerzo máximo a las cuales son sometidos los especímenes de adobe a una carga axial.

### 2.4.2.2. Indicadores de variables dependientes

🍎 Porcentaje de variación dimensional (largo, ancho, altura) en milímetros.

🍎 Porcentaje de variación alabeo (cóncavo, convexo) en centímetros.

🍎 Porcentaje de absorción por unidad de volumen del adobe (kg).

🍎 Porcentaje resistencia a la erosión acelerada(mm).

🍎 Esfuerzo a flexión (kg/cm<sup>2</sup>).

🍎 Esfuerzo a la compresión axial (kg/cm<sup>2</sup>).

### 2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables

El cuadro de operación de variables nos proporciona un enfoque donde podemos distinguir como se interrelacionan las variables independientes y con las variables dependientes, así como la utilización de fichas para recopilación y registro de datos realizados de los ensayos realizados de acuerdo a las normas técnicas Peruanas y Españolas.



**Tabla 9**

*Cuadro de Operacionalización de Variables*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DESCRIPCION DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADOR	UND	INSTRUMENTOS
Adobe reemplazado paja por fibra polipropileno	Reemplazo paja por fibra polipropileno mejora de la calidad las propiedades físico-mecánicas de la unidad de adobe.	Fibra de paja	Fibra para elaborar adobe en Saylla	kg	Fichas e observación de laboratorio.
		Reemplazo de paja por fibra polipropileno en porcentaje de peso.	Con 95% de fibra polipropileno sikacem	kg	
			Con 100% de fibra polipropileno sikacem	kg	
			Con 105% de fibra polipropileno sikacem	kg	
VARIABLE DEPENDIENTE					
(FÍSICAS)	DESCRIPCION DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADOR		INSTRUMENTOS
Variacion dimensional	Variacion de las dimensiones de la unidad de adobe.	A los 28 días	Variacion de largo, ancho y altura	mm	Formatos de evaluación.
					NTP (399.613, 2003)
Alabeo	Comprobacion de concavidad y convexidad en sus caras .	A los 28 días	Superficies cóncavas y convexas.	mm	Formatos de evaluación.
					NTP (399.613, 2003)
Absorción	Capacidad de la unidad de adobe a incorporar agua en su interior.	A los 28 días	Peso estado seco y peso humedo	kg	Formatos de evaluación.
					NTP (399.613, 2003)
					Formatos de evaluación.
VARIABLE DEPENDIENTE					



(MECÁNICAS)	DESCRIPCION DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADOR		INSTRUMENTOS
Erosion acelerada	Comportamiento de la unidad de adobe frente a presencia prolongada al efecto erosivo del agua.	A los 28 días	Profundidad oquedad	mm	UNE 41410
					Formatos de evaluación.
Resistencia a flexión	Esfuerzos tangenciales en la unidad de adobe.	Resistencia a la flexión a los 28 días.	Fuerza por unidad area	Fb (kg/cm <sup>2</sup> )	NTP (339.078, 1999)
					NTP (339.604, 2002)
Resistencia a la compresión	Esfuerzo máximo a la carga de aplastamiento expuesto la unidad cubica de 10 cm de adobe.	Resistencia a la compresión a los 28 días.	Fuerza por unidad area	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Formatos de laboratorio
					NTP (399.613, 2003)
					NTP E-070.
					Formatos de laboratorio





## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Metodología de la investigación

#### 3.1.1. Enfoque de la investigación

Es cuantitativa, porque nuestro estudio se basa en datos que son cuantificables que se representan mediante números y estos son procesados, analizados e interpretados a través de métodos estadísticos todo ello se usa para evaluar y comparar las propiedades físico-mecánicas de las unidades elaboradas en el distrito de Saylla y unidades reemplazando paja por fibra polipropileno. (HERNÁNDEZ S, 2014).

Los datos obtenidos son producto de mediciones, son cuantificables mediante números (cantidades) y por tanto se deben analizar con métodos estadísticos.

Las hipótesis se generan previo a la recolección de datos y posteriormente se analizan procesando los datos y comparando los resultados obtenidos.

#### 3.1.2. Nivel o alcance de la investigación

Es de nivel descriptivo, porque se evaluará, medirá, describirá y comparará los niveles de las características físico-mecánicas de las unidades de adobes, reemplazados la paja por fibra de polipropileno frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla. (HERNÁNDEZ S, 2014).

Los estudios descriptivos permite buscar y especificar las propiedades físico-mecánicas. Entendiéndose, que únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente, sobre los conceptos o las variables a que están relacionadas, llegando a su objetivo final.

#### 3.1.3. Método de investigación

El método aplicado es el HIPOTÉTICO - DEDUCTIVO.

Para realizar los análisis nos basamos en la observación y la verificación del fenómeno a estudiar, realizamos la formulación de hipótesis como una causa probable y realizamos la deducción con la verificación o comprobación de los datos que se obtiene por experimentación.



## **3.2. Diseño de la investigación**

### **3.2.1. Diseño metodológico**

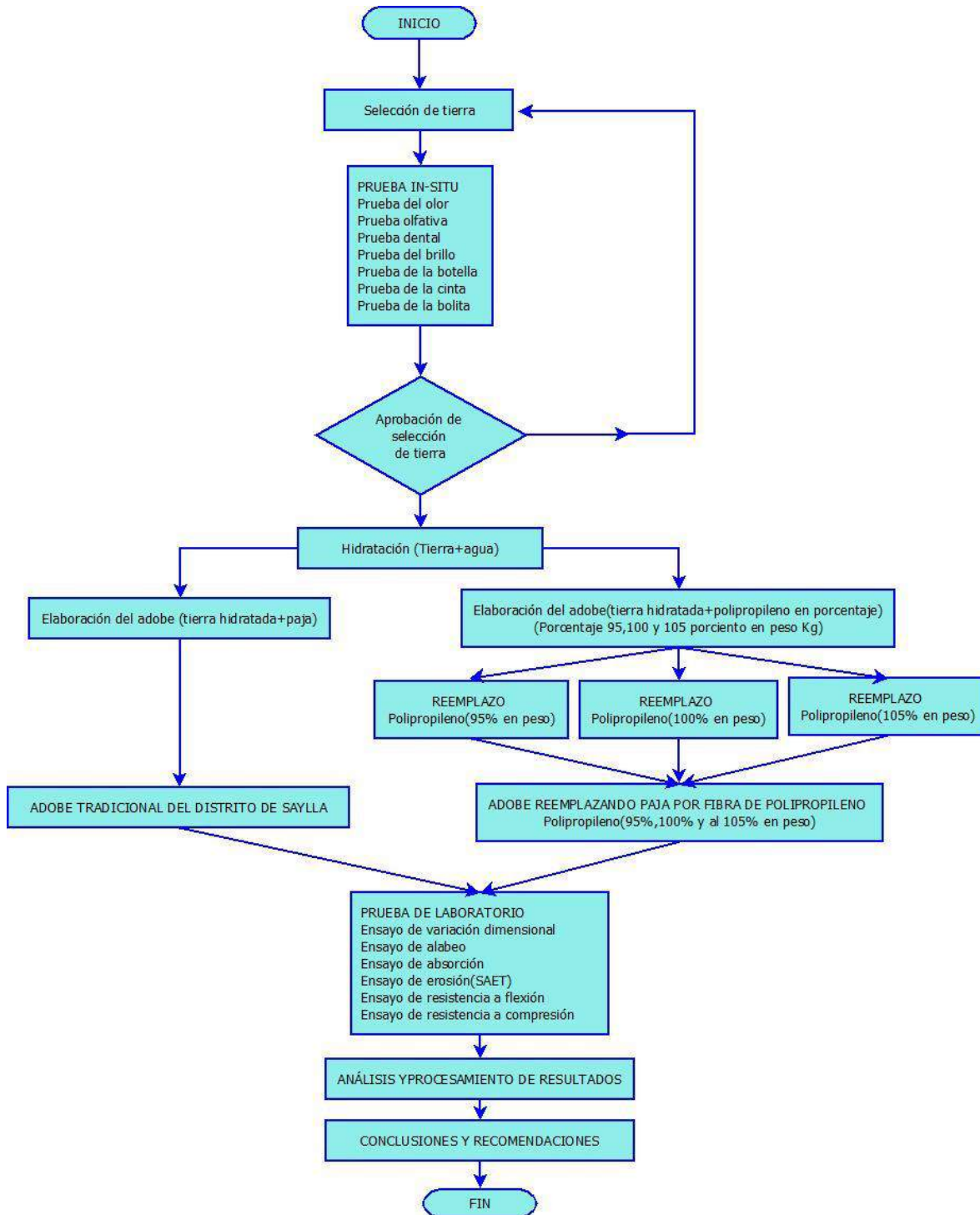
El método empleado es experimental, porque se realizan experimentos para luego, evaluar y comparar las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del adobe reemplazado paja por fibra polipropileno, frente al adobe elaborado del distrito de Saylla. (HERNÁNDEZ S, 2014).

### **3.2.2. Diseño de ingeniería**



Figura 22

Diseño de Ingeniería



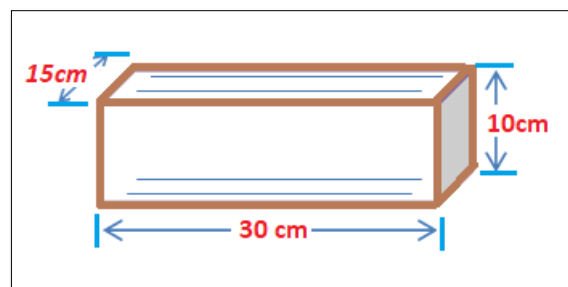
### 3.2.3. Población

#### 3.2.3.1. Descripción de la población

La población de estudio está constituida por 96 adobes, que se elaboran en el distrito de Saylla. Nuestra población son los 96 adobes elaborados en el distrito de Saylla con materiales propios caracterizados del distrito de Saylla y el adobe reemplazado paja por fibra de polipropileno en la misma cantidad de la paja que representa el 100% para ambos y aumentado al 105% en peso y disminuido al 95% en peso de fibra polipropileno, la población tendrá dimensiones largo 30 cm, ancho 15 cm y altura de 10 cm, está dentro de las dimensiones descritas en la Norma E-080.

**Figura 23**

*Dimensión de la Adobera*



#### 3.2.3.2. Cuantificación de la población

La población está constituida por un total de 96 unidades de adobe, de los:

**Tabla 10**

*Cuantificación de la Población*

	Adobes elaborados en Distrito de Saylla	Adobes reemplazados paja por fibra polipropileno sikacem en porcentaje			
		Al 95% en peso	Al 100% en peso.	Al 105% en peso	Total, de adobes
Cantidad de adobes	24	24	24	24	96



### 3.2.4. Muestra

#### 3.2.4.1. Descripción de la muestra

El espécimen está compuesta por los 24 adobes elaborados en el distrito de Saylla y 72 adobes reemplazados paja por fibra de polipropileno, 6 unidades de cada espécimen para realizar las pruebas de laboratorio como son:

- Porcentaje de variación dimensional (mm).
- Porcentaje de variación alabeo (mm).
- Porcentaje de absorción por unidad de volumen del adobe (kg).
- Esfuerzo a flexión (kg/cm<sup>2</sup>).
- Esfuerzo a la compresión axial (kg/cm<sup>2</sup>).

Y de ellos saldrán los resultados del estudio y dando soluciones a las hipótesis propuestas.

#### 3.2.4.2. Cuantificación de la muestra

El espécimen está compuesta por mínimo de 6 unidades de especímenes por ensayo como indica la norma E-080 (diseño y construcción con tierra reforzada,2017) tanto las unidades de adobe tradicional y las unidades de adobe adicionado con fibra de polipropileno, teniéndose un total de 96 especímenes.

Cuantificación de número de muestras para prueba de laboratorio

**Tabla 11**

*Cuantificación de Numero de Muestras para Prueba de Laboratorio*

Prueba laboratorio	Adobes tradicionales	Adobes reemplazados paja por fibra polipropileno sikacem en porcentaje de peso (Kg)			
		95%	100%	105%	Total
Variación dimensional	6	6	6	6	24
Alabeo	6	6	6	6	24



Absorción	6	6	6	6	24
Erosión acelerada de Swinburne (SAET)	6	6	6	6	24
Resistencia a compresión	6	6	6	6	24
Resistencia a la flexión	6	6	6	6	24
Total, adobes	24	24	24	24	96

Las unidades de adobe utilizados en los ensayos de variación dimensional y alabeo se reutilizarán para los ensayos como son: porcentaje de absorción, erosión acelerada de Swinburne (SAET), resistencia a flexión y resistencia a compresión.

### 3.2.4.3. Método de muestreo

La investigación utiliza el método de muestreo por conveniencia (no probabilístico), para la selección de las muestras no se utilizan fórmulas estadísticas debido a que los investigadores fabrican sus elementos muestrales donde el número de población es igual al número de la muestra. (HERNÁNDEZ S, 2014).

### 3.2.4.4. Criterio de evaluación de muestra

Para la evaluación de la muestra se tendrá las siguientes normas según corresponde:

Criterio de evaluación de muestra según normatividad



**Tabla 12**

*Criterio de Evaluación de Muestra Según Normatividad*

Prueba laboratorio	N° de adobes	Normativa para la evaluación de la muestra
Proceso de selección de la tierra		E-080 diseño y construcción con tierra reforzada
Proceso de elaboración		E-080 diseño y construcción con tierra reforzada
Límites de Atterberg		NTP 399.129 Suelos métodos de ensayo para determinar límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad
Variación dimensional	6	NTP 399.604 unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería
Alabeo	6	NTP 399.613 unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería
Absorción	6	NTP 399.613 unidades de albañilería
Ensayo de erosión acelerada	6	UNE 41410
Resistencia a la flexión	6	NTP 339.078
Resistencia a compresión	6	NTP 399.613 unidades de albañilería

Fuente: Basado en RNE (2002).



### 3.2.5. Criterios de inclusión

- 🍎 El muestreo de las unidades de adobe se elaboraron según la Norma E-0.80.
- 🍎 Las unidades de adobe muestrales se elaboraron con una adobera de dimensiones 30cmx15cmx10cm.
- 🍎 Los elementos muestrales se elaboraron con paja propia de la zona.
- 🍎 Los elementos muestrales, en la elaboración de la mezcla agua+tierra+paja, se reemplazó la paja por fibra de polipropileno sikacem al 95%,100% y105% respecto al peso del adobe patrón tradicional elaborado en el distrito de saylla
- 🍎 La hidratación de la tierra para elaborar los elementos muestrales se elaboraron con agua potable de la red pública.
- 🍎 Los elementos muestrales para el ensayo será a los 28 días después de su moldeado.
- 🍎 Las evaluaciones de las propiedades físicas a las unidades de adobes tradicionales elaborados en el distrito de Saylla y a las unidades de adobes reemplazadas pajas por fibra polipropileno fueron de: variación dimensional y alabeo fue a los 28 días de su moldeado.
- 🍎 Las evaluaciones de las propiedades mecánicas a las unidades de adobes elaborados en el distrito de Saylla y las unidades de adobes reemplazadas pajas por fibra polipropileno fueron de: porcentaje de absorción, erosión acelerada de Swinburne (SAET), resistencia a flexión y resistencia a compresión fue a los 28 días expuestas al sol.

## 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.3.1. Técnicas o métodos

Los métodos que se utilizaron en la investigación son:

- 🍎 Observación directa e indirecta: Se registran los datos por la observación directa y utilización de los sentidos como es en el caso de la selección de suelo apto para la elaboración de adobe.
- 🍎 Análisis de guías de laboratorio: Registrado los datos se analiza en forma analítica e interpretativa para extraer resultadas y formular las conclusiones.

### 3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Entrevista





- 🍎 Características del suelo y elaboración de Adobes para estos se tienen las. Guías o fichas de observación para obtener información campo y análisis del suelo óptimo:
- 🍎 Prueba de Olor.
- 🍎 Prueba de la Mordedura.
- 🍎 Prueba del Color.
- 🍎 Prueba del Tacto.
- 🍎 Prueba del Brillo.
- 🍎 Prueba de Sedimentación.
- 🍎 Prueba de la Cintilla.
- 🍎 Prueba de la caída de la bola.
- 🍎 Prueba de la resistencia seca de la bola.

Fichas y guías de observación en Laboratorio para el suelo.

- 🍎 Ensayo muestra representativa.
- 🍎 Ensayo de Análisis granulométrico.
- 🍎 Ensayo de Contenido de humedad.
- 🍎 Ensayo de Límites de Atterberg.

- Fichas y guías para obtener los ensayos físico mecánico en laboratorio..

- 🍎 Ensayo variación dimensional.
- 🍎 Ensayo de Alabeo.
- 🍎 Ensayo de Absorción de agua.
- 🍎 Resistencia a la erosión acelerada
- 🍎 Resistencia a flexión
- 🍎 Ensayo de Resistencia a la compresión.

### **3.3.3. Instrumentos de ingeniería**

Para la realización de la investigación en sus diferentes procesos se utilizaron los siguientes equipos y materiales que conforman los instrumentos de ingeniería.

- 🍎 Equipo de compresión
- 🍎 Equipo de casa grande
- 🍎 Tamizador eléctrico
- 🍎 Balanza electrónica



- 🍏 Horno eléctrico
- 🍏 Serie de tamices
- 🍏 Regla metálica
- 🍏 Vernier
- 🍏 Varilla de 3 mm
- 🍏 Bandejas
- 🍏 Taras
- 🍏 Adoberas
- 🍏 Zaranda de 5 mm

### **3.4. Procedimientos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Entrevista de procedimiento de elaboración del adobe el distrito de Saylla.**

##### **a) Procedimiento**

La encuesta se realizó a los pobladores y a los fabricantes del distrito de Saylla-Cusco. En la encuesta se realizó de tipo entrevista personal, interacción de encuestador y encuestado, el formato de encuesta detalla el proceso de elaboración de las unidades de adobe, para ello se realiza la lectura de la pregunta y posteriormente marcado de la respuesta y en zona donde corresponde a otros se tome datos la opinión no considerada en el formato de la encuesta.

La información que nos proporcionen será utilizada para mejorar nuestro conocimiento como se elaboran los adobes en el distrito de Saylla.



**Figura 24**

*Encuesta a los Fabricantes de Adobe en Saylla*



b) Toma de datos

La siguiente encuesta tiene como finalidad obtener información, de las personas que se dedican a la elaboración de adobes en el distrito de Saylla, acerca del proceso de elaboración de las unidades de adobe. Su aporte es vital para el desarrollo de esta investigación.

Encuesta a los pobladores y fabricantes para evaluar el proceso de elaboración las unidades de adobes del distrito de Saylla.

El formato de la encuesta se obtuvo para determinar el proceso de fabricación de los adobes, por parte de las personas que se dedican a la elaboración de las unidades de adobe en el distrito de Saylla.



**Tabla 13**

*Formato de Entrevista para Determinar las Características de Elaboracion del Adobe*

*Tradicional del Distrito de Saylla*

<b>TESIS:"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ADOBE REEMPLAZANDO PAJA POR FIBRA DE POLIPROPILENO, FRENTE AL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAYLLA – CUSCO -</b>	
<b>Responsables: Alex S. Antay Checcori</b>	
<b>Encuesta :</b> Proceso de elaboracion del adobe en el Distrito de Saylla.	<b>Encuesta N°:</b>
<b>Nombre del encuestado:</b>	<b>Fecha:</b> / /2019
<b>I.- ¿Cómo se obtiene la tierra para la elaboración del adobe de Saylla?</b>	
1).- Excavación propia de la zona	
2).- Traen de diferentes lugares del Cusco	
3).- Producto de desmontes	
4).- Lo traen de cantera	
<b>II.- ¿Cuál es el criterio para la selección de tierra óptima, para la elaboración del adobe de Saylla?</b>	
1).- Prueba de olor	
2).- Prueba de sabor	
3).- Prueba de color	
4).- Prueba de la cinta	
5).- Prueba de la botella o sedimentación	
6).- Otros	
<b>III.- ¿Cómo se obtiene la paja para la elaboración del adobe de Saylla?</b>	
1).- Es propio de la zona y se corta cada más de 10 cm.	
2).- Es propio de la zona y se corta cada menos de 10 cm.	
3).- Lo traen de otros distritos de Cusco y se corte más de 10cm	
4).- Lo traen de otros distritos de Cusco y se corte menos de 10cm	
<b>IV.- ¿Cuál es el tipo de agua se utiliza para la elaboración del adobe de Saylla?</b>	
1).- Agua potable	
2).- Agua subterránea	
3).- Agua del rio Huatanay	
4).- Aguas servidas	
5).- Aguas de cisterna	
<b>V.- ¿Qué tiempo se hace dormir el barro para la elaboración del adobe de Saylla?</b>	
1).- Instantáneo	
2).- Un día para otro 12 horas	
3).- Un día y una noche 24 horas	
4).- Mas de 24 horas	
<b>VI.- ¿Qué cantidad o relacion de paja se opondre al barro para la elaboración del adobe de Saylla?</b>	
1).- Un saco por una carretilla de tierra	
2).- Un saco por dos carretillas de tierra	
3).- Un saco por tres carretillas de tierra	
4).- Un saco por cuatro carretillas de tierra	
5).- Un saco por cinco carretillas de tierra	
6).- Al tanteo	
<b>VII.- ¿De qué medidas son los adobes elaborados en el distrito de Saylla?</b>	
1).- 45x20x15 cm	
2).- 50x30x20 cm	
3).- 40x20x14 cm	
4).- 30x20x15 cm	
5).- Otros	
<b>VIII.- ¿Cuánto tiempo de haber elaborado el adobe realiza el volteo?</b>	
1).- Una semana	
2).- Dos semanas	
3).- Tres semanas	
4).- Cuatro semanas	
5).- No lo realiza	
<b>IX.- ¿ Cuantas semanas realiza el secado de los adobes elaborados en el distrito de Saylla?</b>	
1).- Una semana	
2).- Dos semanas	
3).- Tres semanas	
4).- Cuatro semanas	
<b>X.- ¿Cuál es el precio de la unidad del adobe elaborado en el distrito de Saylla?</b>	
1).- 0.50 soles la unidad	
2).- 0.55 soles la unidad	
3).- 0.60 soles la unidad	
4).- 1 sol la unidad	
5).- otro	
<b>XI.- Realiza pruebas de control de calidad de los adobes elaborados en el distrito de Saylla</b>	
1).- Si realiza	
2).- No realiza	
3).- otro	



### 3.4.2. Pruebas de campo del suelo

Para realizar los ensayos de campo de la tierra a seleccionar, se tomó 3 muestras, de 3 lugares diferentes con las que son elaborados los adobes tradicionales del distrito de Saylla. Se obtienen datos In situ de los lugares donde se eligió para la elaboración del adobe en el distrito de Saylla y así como también para realizar los adobes reemplazando paja por fibra polipropileno.

Para ello se tomó una muestra representativa de cada uno de los suelos a seleccionarse por medio del cuarteo.

#### 3.4.2.1. Prueba del olor

##### a) Procedimiento

- De las muestras seleccionadas se tomó un puñado de mezcla y se procedió a olerlo y según esto se anotó en la ficha de recolección de datos.

**Figura 25**

*Prueba del Olor en Campo*



##### b) Toma de datos



**Tabla 14**

*Toma de Datos Prueba de Olor*

<b>Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"</b>			
<b>Responsables:</b> Alex S. Antay Checcori			
<b>Lugar:</b> Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos			<b>Ensayo N°:</b> 01
<b>Ensayo de Laboratorio:</b> Prueba de olor			<b>Fecha:</b> 04/10/2019
<b>PRESENCIA DE OLOR RANCIO U OLOR A MOHO</b>			
<b>Especimen</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Resultado del suelo</b>
Muestra N° 01		X	
Muestra N° 02		X	
Muestra N° 03	X		

### 3.4.2.2. Prueba de la Mordedura.

#### a) Procedimiento

- 🍏 Para realizar esta prueba se tomó un poco de las 3 muestras representativas de suelo a seleccionarse y se pone en la boca procediéndose a morder y posteriormente se realizó la toma de datos.

**Figura 26**

*Prueba de Mordedura*



**b) Toma de datos**

**Tabla 15**

*Toma de Datos Prueba de la Mordedura*

Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"				
<b>Responsables:</b> Alex S. Antay Checcori				
<b>Lugar:</b> Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos				<b>Ensayo N°:</b> 02
<b>Ensayo de Laboratorio:</b> Prueba de la Mordedura				<b>Fecha:</b> 04/10/2019
Prueba de la mordedura				
Espécimen	Suelo arenoso	Suelo limoso	Suelo arcilloso	Resultado del suelo
	Si rechina mucho y sensación desagradable.	Si rechina ligeramente y la textura no es tan desagradable.	Si no rechina.	
Muestra N° 01	X			
Muestra N° 02	X			
Muestra N° 3			X	

**3.4.2.3. Prueba del Color.**

**a) Procedimiento**

- Para esto se tomó una pequeña muestra seca y se realizó análisis de los colores recordando que, si el color es brillante o claro entonces pertenecen a suelos orgánicos, si la muestra presenta colores oscuros grises se trata de suelo limoso y poco cohesivo y se realizó la recolección de datos.

**Figura 27**

*Prueba de Color*



**b) Toma de datos**

**Tabla 16**

*Toma de Datos Prueba de Color*

<b>Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"</b>				
<b>Responsables:</b> Alex S. Antay Checcori				
<b>Lugar:</b> Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos			<b>Ensayo N°:</b> 03	
<b>Ensayo de Laboratorio:</b> Prueba de Color			<b>Fecha:</b> 04/10/2019	
<b>Prueba de color</b>				
Especimen	Suelo inorganico	Suelo organico	Suelo poco cohesivo	Resultado del suelo
	Los colores claros y brillantes.	Los colores oscuros (negros, marrones y verdes).	Los colores grises de suelo limosos con carbonato de calcio.	
Muestra N° 01	X			Apto
Muestra N° 02		X		No apto
Muestra N° 03		X		No apto



### 3.4.2.4. Prueba del Tacto.

#### a) Procedimiento

Se toma una porción con la mano y se procedió a palpar y con el tacto se determinó si el suelo presenta diferentes granulometrías, asociando con el tacto la rugosidad y luego se procedió con la toma de datos.

**Figura 28**

*Prueba del Tacto*



#### b) Toma de datos

**Tabla 17**

*Toma de Datos Prueba de Tacto*

Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"					
Responsables: Alex S. Antay Checcori					
Lugar: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos					Ensayo N°: 04
Ensayo de Laboratorio: Prueba del Tacto					Fecha: 05/10/2019
Prueba de Tacto					
Especimen	Tamaño		Rugosidad		Resultado del suelo
	Mayores	Menores	Mayores	Menores	
Muestra N° 01	X		X		
Muestra N° 02	X		X		
Muestra N° 03	X		X		

### 3.4.2.5. Prueba del Brillo.

#### a) Procedimiento

- Para realizar esta prueba se tomó un puñado de tierra a seleccionarse formando bolas el tamaño de la mano, se realizó el corte con un cuchillo observándose el corte respectivo y observando dicho corte si presenta brillo entonces corresponderá a un suelo arcilloso, con contenido de limo y arena.

**Figura 29**

*Prueba del Brillo*



#### b) Toma de datos

**Tabla 18**

*Toma de Datos Prueba de Brillo*

Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"				
Responsables: Alex S. Antay Checcori				
Lugar: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos			Ensayo N°: 05	
Ensayo de Laboratorio: Prueba del Brillo			Fecha: 06/10/2019	
Prueba de brillo				
Especimen	Presencia de arcillas	Limos y poca arcilla	Predominio de arenas	Resultado de suelo
	Superficie brillante.	Brillo intermedio o mate	Un poco brillante u opaco	
Muestra N° 01			X	
Muestra N° 02		X		
Muestra N° 03	X			

### 3.4.2.6. Prueba de Sedimentación.

#### a) Procedimiento

- Para esta prueba se pesó en cantidades iguales de peso la muestra a seleccionarse y luego se vertió en el vaso echando agua en cantidades iguales y se agitó, posteriormente dejándolo reposar en recipientes de vaso de plástico durante 24 horas.
- Pasado las 24 horas se observó la gradación que presentaron y su respectiva toma de datos.

**Figura 30**

*Prueba de Sedimentación*





b) Toma de datos

Tabla 19

*Toma de Datos Prueba de Sedimentación*

<b>Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"</b>					
<b>Responsables:</b> Alex S. Antay Checcori					
<b>Lugar:</b> Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos				<b>Ensayo N°:</b> 06	
<b>Ensayo de Laboratorio:</b> Prueba de Sedimentación				<b>Fecha:</b> 06/10/2019	
<b>Prueba de sedimentación</b>					
Especimen	Arenas	Limos	Arcillas	Material orgánico	Resultado del suelo
	Superficie brillante.	Brillo intermedio o mate			
Muestra N° 01	65	24	11	0	
Muestra N° 02	52	20	28	0	
Muestra N° 03	50	23	20	2	

### 3.4.2.7. Prueba de la Cintilla.

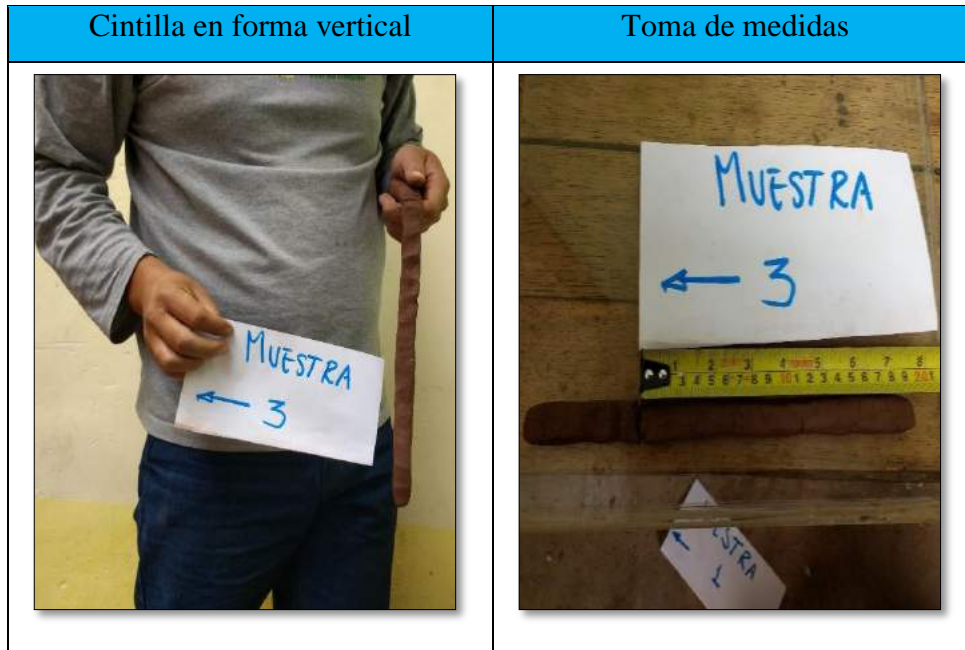
a) Procedimiento

Para determinar la plasticidad de la muestra de suelo a seleccionarse y que material predomina se realizó lo siguiente:

- 🍏 Se tomó de cada muestra cierta cantidad y se realizó a la medida del peso de cada muestra en cantidades iguales, luego también se humedeció con agua en cantidades iguales.
- 🍏 Se realizó con cierta cantidad el enrollado obtenido varillas y esto posteriormente se aplastó obteniendo cintillas de 20 cm de longitud.
- 🍏 Por último, se sostuvo con la mano en forma vertical con caída hacia abajo y se rompa por efecto de la gravedad.
- 🍏 Midiendo luego la distancia a la cual se rompen cada cinta y se procedió a la recolección de datos.

**Figura 31**

*Prueba de Cintilla*



**b) Toma de datos**

**Tabla 20**

*Toma de Datos Prueba de la Cintilla*

<b>Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"</b>				
<b>Responsables:</b> Alex S. Antay Checcori				
<b>Lugar:</b> Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos			<b>Ensayo N°:</b> 07	
<b>Ensayo de Laboratorio:</b> Prueba de la Cintilla			<b>Fecha:</b> 06/10/2019	
Prueba de la cintilla				
Especimen	Suelo arcilloso ≤ a 15 cm	Suelo aceptable 15 cm y 20 cm	Suelo arenoso ≤ a 5 cm	Resultado
Muestra N° 01		X		
Muestra N° 02	X			
Muestra N° 03		x		

**3.4.2.8. Prueba de la caída de la bola.**

**a) Procedimiento**

- Para esta prueba de cada muestra se realizó el pesado de cada muestra y se vertió en cantidades iguales agua y realizando 4 bolas de cada muestra y soltarlo desde una altura de 1.10 metros en una zona firme.

**Figura 32**

*Prueba de la Caída*



**b) Toma de datos**

**Tabla 21**

*Toma de Datos Prueba de la Caída de la Bola*

<b>Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"</b>				
<b>Responsables:</b> Alex S. Antay Checcori				
<b>Lugar:</b> Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos				
<b>Ensayo de Laboratorio:</b> Prueba de la Caída de la Bola				<b>Ensayo N°:</b> 08
<b>Norma:</b> E-080				<b>Fecha:</b> 06/10/2019
<b>Prueba de la caída de la bola</b>				
ESPÉCIMEN	FALTA DE AGUA	DEMASIADA AGUA	CANTIDAD OPTIMA DE AGUA	RESULTADO
	Si la bola se desmorona en trozos pequeños.	Si la bola se desmorona	Si la bola se desmorona en trozos grandes	
Muestra N° 01		X		
Muestra N° 02		X		
Muestra N° 03		X		

### 3.4.2.9. Prueba de la resistencia seca de la bola.

#### a) Procedimiento

- 🍏 De la muestra a seleccionarse de cada muestra se realizó el pesado de cada muestra y se vertió en cantidades iguales agua cuatro bolitas de cada muestra de un diámetro de 4 cm y se dejó secar por 48 horas.
- 🍏 Transcurrido las 48 horas se tomó cada una de las bolitas y se presiona con el dedo pulgar y con el dedo índice y se realizó la toma de datos según corresponde.

**Figura 33**

*Prueba de Resistencia Seca de la Bola*



#### b) Toma de datos

**Tabla 22**

*Toma de Datos Prueba de Resistencia Seca de la Bola*

<b>Tesis: "Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla – Cusco - 2020"</b>			
<b>Responsables:</b> Alex S. Antay Checcori			
<b>Lugar:</b> Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos			<b>Ensayo N°:</b> 09
<b>Ensayo de Laboratorio:</b> Prueba de la resistencia seca de la bola			<b>Fecha:</b> 06/10/2019
<b>Prueba de la resistencia seca de la bola</b>			
ESPÉCIMEN	TIENE ARCILLA	NO TIENE ARCILLA	RESULTADO
	La bola no se rompe (apto)	La bola se rompe (no apto)	
Muestra N° 01	X		
Muestra N° 02		X	
Muestra N° 03	X		



### 3.4.3. Prueba de laboratorio

#### 3.4.3.1. Muestreo del suelo

##### a) Equipos y Materiales.

- 🍏 Espátula: aproximadamente de dimensiones 20 cm de largo y 10 cm de ancho
- 🍏 Brocha 4"
- 🍏 Bandeja de metal de 60 cm de largo por 40 cm de ancho

**Figura 34**

*Materiales para Muestreo de Suelo*



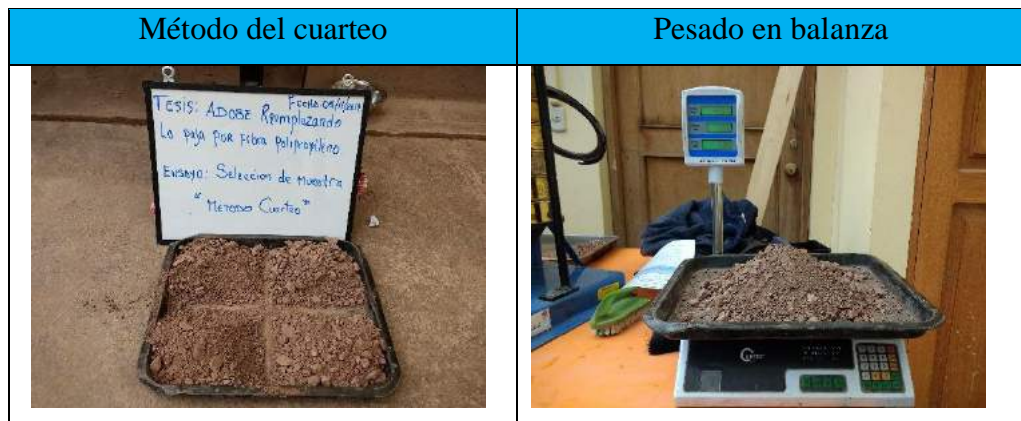
##### b) Procedimiento

- 🍏 Se realizó el cuarteo que tiene por objetivo obtener muestra representativa de suelo, que consiste en el acomodo de material de la muestra de tierra seleccionada, expandiendo con la espátula en forma circular y homogénea.
- 🍏 Posteriormente diametralmente se divide en cuatro partes y considerando las dos partes opuestas simétricas y rechazando las otras dos opuestas.
- 🍏 Finalmente se unen las que quedaron como elegidas y realizando su pesado en la balanza.



**Figura 35**

*Muestreo del Suelo*



**c) Toma de datos**

**Tabla 23**

*Muestreo Método del Cuarteo*

Peso de la muestra representativa
4.660 kg

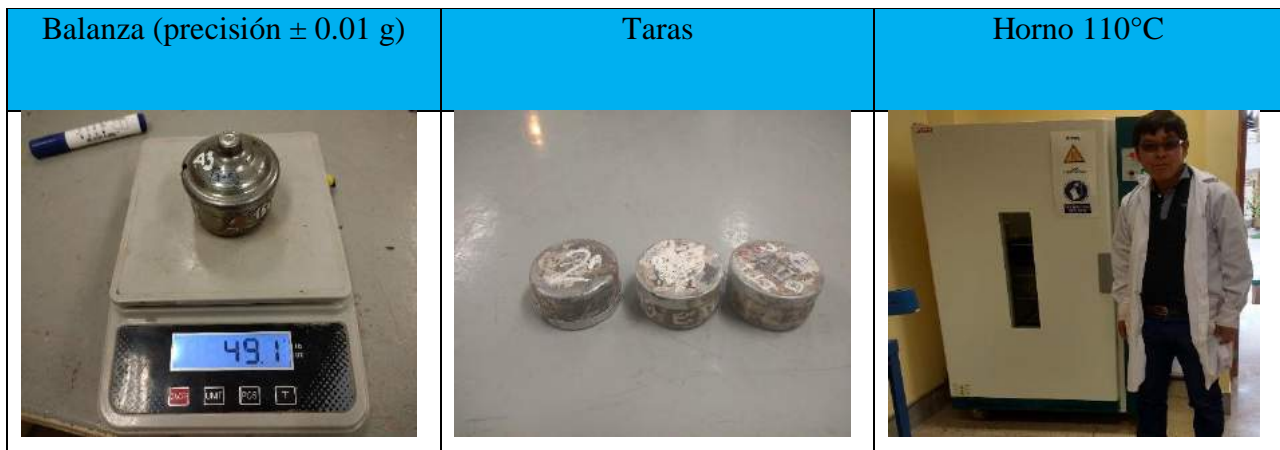
**3.4.3.2. Contenido de humedad**

**a) Equipos y materiales**

- 🍏 Balance (precisión  $\pm 0.01$  g): unidad métrica para calcular el peso en gramos
- 🍏 Horno de secado: controlado termostáticamente a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ$  C
- 🍏 Tara

**Figura 36**

*Equipos para Contenido de Humedad*



#### b) Procedimientos

- Se realiza el pesado de las taras vacías en la balanza de  $\pm 0.01$  gramos de precisión.
- La muestra de tierra seleccionada por cuarteo vierte en las taras y toma las medidas de peso en la balanza.
- Se ponen en el horno por un tiempo de 24 horas, pasados estas horas se procede a retirar las taras para luego pesarlas y realizar el registro de peso seco para su posterior procesamiento.
- Determinar el contenido de humedad  $W_n$ , del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo indicada en la Norma técnica peruana NTP 339.127.

### 3.4.3.3. Ensayo de granulometría

#### a) Equipos y materiales

- Balanza (precisión  $\pm 0.10$  g) y balanza (precisión  $\pm 0.01$  g)
- Horno de secado: controlado termostáticamente a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ$  C
- Tamizador eléctrico (vibrador): realiza movimientos radiales continuos, esto la distribución y separación de los materiales
- Tamices de tamaños variados: instrumento empleado en la separación de suelo por tamaños 3/4", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200



- 🍏 Bandeja de metal de 60 cm de largo por 40 cm de ancho
- 🍏 Cepillo: sirve para extraer todo el material de los tamices

**Figura 37**

*Granulometría de Suelo Optimo*



**Tabla 24**

*Material de Suelo Seco*

Peso material + bandeja	Peso material
1555 kg	786 gramos

**b) Procedimiento**

- 🍏 El ensayo granulométrico se realizó según la Norma técnica peruana (NTP 339.128, 1999)
- 🍏 Se lavó la muestra representativa con el uso del tamiz Nro. 200 (0.074mm) hasta que el agua del lavado sea transparente, posteriormente se llevó al horno eléctrico por un tiempo de 24 horas.
- 🍏 Se coloca los tamices en orden decreciente de abertura en el tamizador electrico.
- 🍏 Teniendo las muestras de suelo completamente seca se pesó y se dio inicio al tamizado mecánico por un tiempo de 3 minutos,
- 🍏 Finalmente el material el peso retenido en cada tamiz se realizó el registro de datos.

**Figura 38**

*Gradación de Material Representativo*



c) Toma de datos

**Tabla 25**

*Toma de Datos de Ensayo de Granulometría*

Fecha: 05/11/2019		
Peso inicial de la muestra seca: 655.32 gramos		
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604		
Tamiz	Abertura	Peso retenido
	(mm)	(gr.)
3/4"	19.000	0
3/8"	9.500	10.32
#4	4.760	115
#8	2.380	210
#16	1.190	115
#30	0.590	115
#50	0.297	20
#100	0.149	10
#200	0.074	10
Fondo		50
Total Retenido:		655.32



### 3.4.4. Límites de Atteberg

#### 3.4.4.1. Límite líquido

##### a) Equipos y materiales

**Tabla 26**

*Equipos y Materiales para Ensayo de Límite Líquido*

<b>Equipos</b>	<b>Materiales</b>
Copa de Casagrande: instrumento de medición para determinar el límite líquido	Tierra
Espátula	Agua
Balanza de precisión $\pm 0.01$ g.	
Tamiz #40	
Recipiente	
Horno graduable $110 \pm 5^\circ\text{C}$	
Ranurador	
Taras	

##### b) Procedimiento

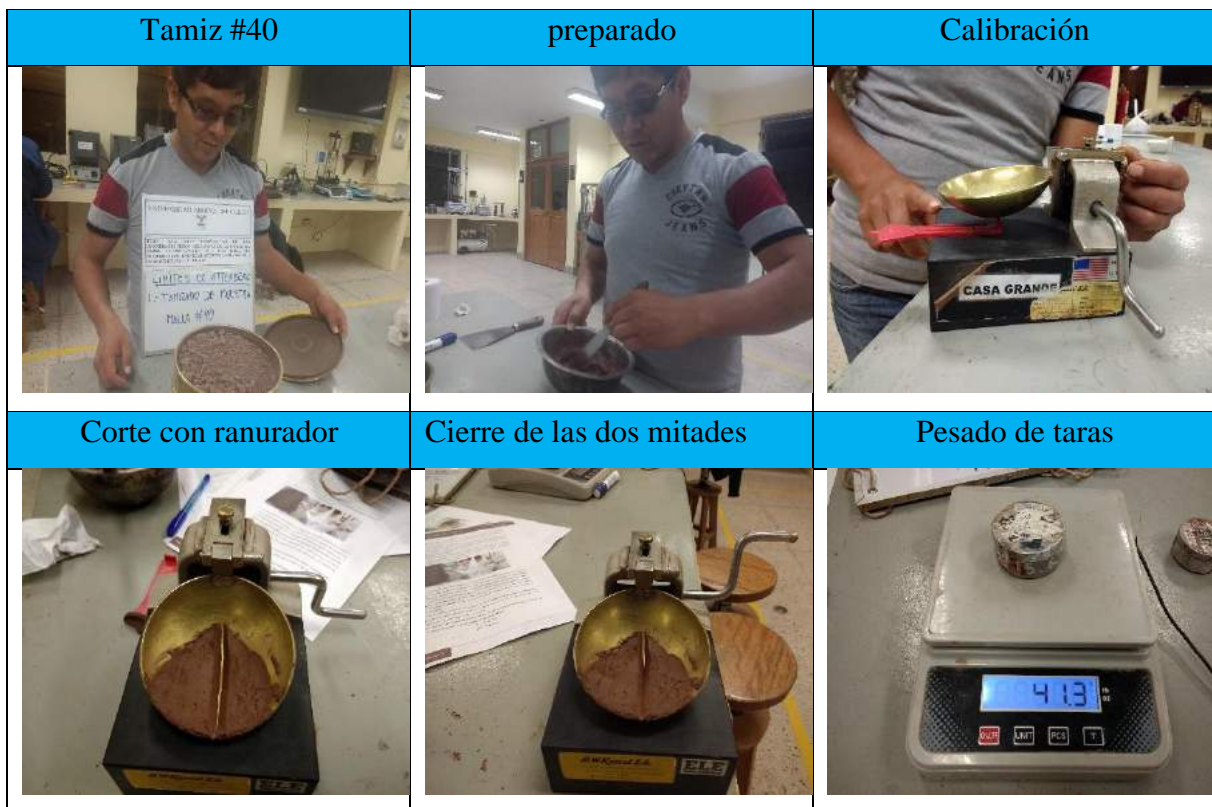
- 🍏 El ensayo de límite líquido se realizó según la Norma técnica peruana (NTP 399.129, 1999).
- 🍏 De la muestra de material representativo se hizo pasar por el tamiz #40.
- 🍏 Se mezcló el suelo tamizado con agua hasta obtener una mezcla homogénea óptima y trabajable.
- 🍏 Se realizó la calibración copa de Casagrande a 10 mm, se limpia y seca antes de realizar el ensayo.
- 🍏 En la copa de Casagrande se colocó entre 50 a 70 gramos aproximadamente el material preparado y se realizó el pulido con la espátula con la finalidad de eliminar las burbujas de aire, hasta que el plano de este quede paralelo a la base del instrumento.
- 🍏 Con el ranurador se hizo una incisión a la mitad de la masa hasta que se visualice el fondo de la cápsula de la copa de Casagrande.
- 🍏 Se hizo girar la manivela, dejando golpear la cazuela y contando a razón de 2 golpes por segundo hasta que las dos mitades del suelo se unan, entre 25 a 30 golpes.
- 🍏 Se registró el número de golpes, a la cual se cierra las dos mitades del suelo.



- 🍏 Se tomó el peso de una tara vacía.
- 🍏 Se tomó una porción de la masa del suelo y se introduce en la tara pesada con anterioridad y se realiza el nuevo pesado conjuntamente tara más la porción de suelo.
- 🍏 Se introdujo la tara con su contenido en el horno y se deja secar completamente, para luego tomar las medidas de peso seco de la muestra.
- 🍏 Este proceso se realizó con tres porciones del suelo con diferente contenido de humedad cada una de ellas.

**Figura 39**

*Proceso para Obtener límite líquido*





c) Toma de datos

**Tabla 27**

*Toma de Datos de Límite Líquido*

Ensayo de Laboratorio: Límite líquido.			Ensayo No: 01	
Norma: NTP 399.129			Fecha: 29/10 /2019	
	Descripción	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
1	Peso tara (gr.)	16.00	15.90	15.80
2	Peso de tara +Peso muestra húmeda (gr.)	41.30	35.60	33.30
3	Peso de tara + Peso muestra seca(gr.)	34.70	30.50	28.80
4	Numero de golpes	26.00	24.00	21.00

### 3.4.4.2. Límite plástico

a) Equipos y materiales

**Tabla 28**

*Equipo y Materiales para Ensayo de Límite Plástico*

Equipos	Materiales
Balanza de precisión $\pm 0.01$ g.	Tierra
Horno graduable $110\pm 5^{\circ}\text{C}$	Agua
Taras respectivamente pesadas	
Placa de vidrio esmerilizado	
Varilla 3 mm	
Espátula	

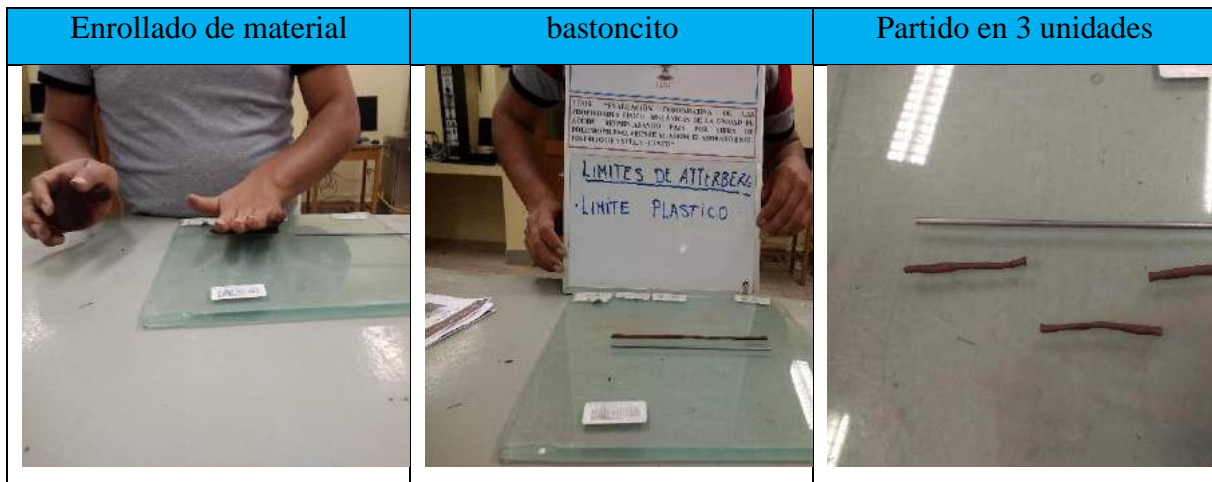
b) Procedimiento

- 🍎 El ensayo de límite plástico se realizó según la Norma técnica peruana (NTP 399.129,1999).
- 🍎 Se utilizó material sobrante del límite líquido, se toma una porción de esta y se amasa hasta formar bastoncito de 3 mm de diámetro sobre la placa de vidrio esmerilizado, con la yema de los dedos.
- 🍎 Nuevamente se repite el procedimiento hasta que se llegue a formar bastoncito que midan de 0.5 a 1 cm de largo.
- 🍎 Repetir los anteriores pasos hasta obtener tres bastoncitos.
- 🍎 Posteriormente se colocó los bastoncitos en las taras ya pesadas con anterioridad y se vuelve a pesar conjuntamente la tara más la porción de bastoncito.

- Se procedió a llevar al horno las muestras por 24 horas.
- Al siguiente día se retiró del horno las muestras, para luego pesarlas y realizar la toma de datos.

**Figura 40**

*Proceso de Obtención Límite Plástico*



**Figura 41**

*Equipos para Contenido de Humedad*



Fuente:Elaboracion propia

c) Toma de datos





**Tabla 29**

*Toma De Datos Del Ensayo De Límite Plástico*

Ensayo de Laboratorio: Límite plástico.			Ensayo N°: 02	
Norma: NTP 399.129			Fecha: 29/10 /2019	
	Descripcion	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
1	Peso tara (gr.)	49.60	49.20	16.20
2	Peso de tara +Peso muestra humeda (gr.)	50.60	50.70	17.20
3	Peso de tara + Peso muestra seca(gr.)	50.40	50.40	17.10

### 3.4.4.3. Índice plástico

a) Equipos y materiales

No es necesario equipos ni materiales para determinar índice de plasticidad.

b) Procedimiento

- Índice de plasticidad se realizó de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP 399.129, 1999).
- El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y límite plástico.

$$I. P = L. L. - L. P.$$

Donde:

L.L.: Límite líquido

L.P.: Límite Plástico

c) Toma de datos

**Tabla 30**

*Toma de Datos para Indice Plástico*

Límite líquido (LL)	34.79%
Límite plástico (LP):	20.37%

### 3.4.5. Pruebas de laboratorio a las unidades de adobe

#### 3.4.5.1. Ensayo de variación dimensional

a) Equipos y materiales

- Vernier con precisión 0.02 mm: instrumento que sirve para medir desde centímetros hasta fracciones de milímetros.



- 🍏 Regla metálica (60 cm)

**Tabla 31**

*Equipos y Materiales para el Ensayo de Variación Dimensional*

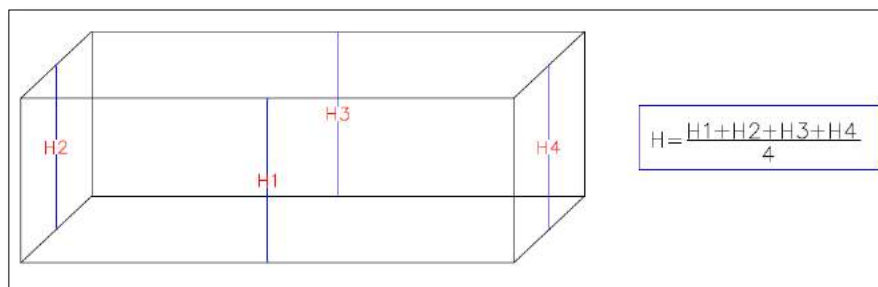
Equipos	Materiales	Cantidad
🍏 Vernier	Adobe elaborado en Saylla	6 unds
🍏 Regla metálica (60 cm)	Adobe con polipropileno al 95%	6 unds
	Adobe con polipropileno al 100%	6 unds
	Adobe con polipropileno al 105%	6 unds

b) Procedimiento

- 🍏 Ensayo de variación dimensional se realizó de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP 399.613, 2003) y (NTP 399.604, 2002).
- 🍏 El ensayo retracción por secado o variación dimensional se realizó una vez que haya pasado el proceso de secado que es 28 días.
- 🍏 Se midió el largo, ancho y altura de las dimensiones de la unidad de adobe.
- 🍏 “La variación dimensional (en porcentaje) de cada arista de la unidad de albañilería se obtendrá como el cociente entre la desviación estándar y el valor promedio de la muestra, multiplicado por 100 (coeficiente de variación)” según (San Bartolomé, 2001).
- 🍏 Para nuestro estudio se tomó 6 unidades de cada muestra de los 4 tipos de adobe.

**Figura 42**

*Método para Obtención de las Dimensiones*



Determinación el promedio de alturas

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} * 100$$

Donde:

$\delta$  = desviación estándar

$\bar{X}$  : = dimencion promedio

**Figura 43**

*Ensayo de Variación Dimensional*



c) Toma de datos

**Tabla 32**

*Toma de Datos de la Variación Dimensional del Adobe Elaborado en Saylla*

Ensayo de Laboratorio: Variación dimensional								Fecha Elaboración		Ensayo N°:01		
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604								06/10/2019		Fecha: 06/11/2019		
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
1	29.60	29.80	29.50	29.65	14.50	14.60	14.70	14.65	9.70	9.75	9.75	9.45
2	29.75	29.85	29.80	29.70	14.80	14.85	14.85	14.75	9.75	9.76	9.75	9.78
3	29.80	29.60	29.80	29.70	14.65	14.60	14.40	14.50	9.76	9.75	9.74	9.73
4	29.80	29.90	29.70	29.75	14.64	14.65	14.70	14.70	9.75	9.76	9.55	9.69
5	29.85	29.80	29.80	29.60	14.71	14.74	14.75	14.70	9.74	9.74	9.50	9.72
6	29.75	29.80	29.70	29.55	14.68	14.64	14.69	14.72	9.75	9.78	9.50	9.40



**Tabla 33**

*Toma de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Reemplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 95% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Variación dimensional									Fecha		Ensayo N°:01	
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604									Elaboración		Fecha: 6/11/2019	
Variación dimensional del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
1	29.80	29.80	29.70	29.85	14.30	14.70	14.60	14.40	9.65	9.72	9.75	9.60
2	29.70	29.60	29.75	29.60	14.70	14.50	14.50	14.60	9.70	9.45	9.40	9.60
3	29.80	29.64	29.70	29.60	14.80	14.50	14.30	14.30	9.40	9.70	9.30	9.75
4	29.75	29.65	29.70	29.65	14.40	14.60	14.50	14.90	9.55	9.70	9.30	9.50
5	29.60	29.70	29.80	29.75	14.31	14.40	14.50	14.60	9.65	9.80	9.35	9.70
6	29.80	29.80	29.82	29.50	14.60	14.40	14.60	14.70	9.45	9.70	9.30	9.45

**Tabla 34**

*Toma de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Reemplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 100% en Peso.*

Ensayo de Laboratorio: Variación dimensional									Fecha Elaboración		Ensayo N°:01	
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604									06/10/2019		Fecha: 06/11/2019	
Variación dimensional del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
1	29.40	29.50	29.75	29.60	14.00	14.60	14.50	14.30	9.60	9.70	9.75	9.45
2	29.70	29.68	29.75	29.70	14.70	14.50	14.45	14.75	9.72	9.42	9.35	9.50
3	29.78	29.64	29.50	29.60	14.65	14.30	14.20	14.30	9.60	9.69	9.50	9.40
4	29.74	29.60	29.74	29.65	14.40	14.60	14.50	14.80	9.65	9.65	9.50	9.55
5	29.62	29.70	29.80	29.74	14.31	14.44	14.35	14.60	9.64	9.74	9.30	9.72
6	29.81	29.80	29.82	29.40	14.60	14.40	14.50	14.70	9.50	9.60	9.20	9.30



**Tabla 35**

*Toma de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Remplazado Paja por Fibra  
Polipropileno al 105% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Variación dimensional									Fecha Elaboración		Ensayo N°:01	
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604									06/10/2019		Fecha: 06/11/2019	
Variación dimensional del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso												
Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
1	29.60	29.25	29.40	29.30	14.30	14.60	14.20	14.30	9.45	9.50	9.40	9.45
2	29.40	29.40	29.50	29.60	14.45	14.62	14.50	14.35	9.30	9.45	9.50	9.50
3	29.40	29.65	29.70	29.64	14.10	14.20	14.20	14.50	9.42	9.45	9.62	9.30
4	29.50	29.60	29.70	29.60	14.40	14.50	14.40	14.30	9.65	9.60	9.30	9.20
5	29.40	29.30	29.60	29.75	14.35	14.40	14.35	14.65	9.60	9.40	9.30	9.50
6	29.80	29.70	29.80	29.50	14.70	14.40	14.50	14.50	9.50	9.60	9.40	9.40

### 3.4.5.2. Ensayo de alabeo

a) Equipos y materiales

**Tabla 36**

*Equipos Y Materiales para el Ensayo de Alabeo*

Equipos	Materiales	Cantidad
🍏 Nivel	Adobe elaborado en Saylla	6 unds
🍏 Regla metálica	Adobe con polipropileno al 95%	6 unds
🍏 Cuña	Adobe con polipropileno al 100%	6 unds
	Adobe con polipropileno al 105%	6 unds

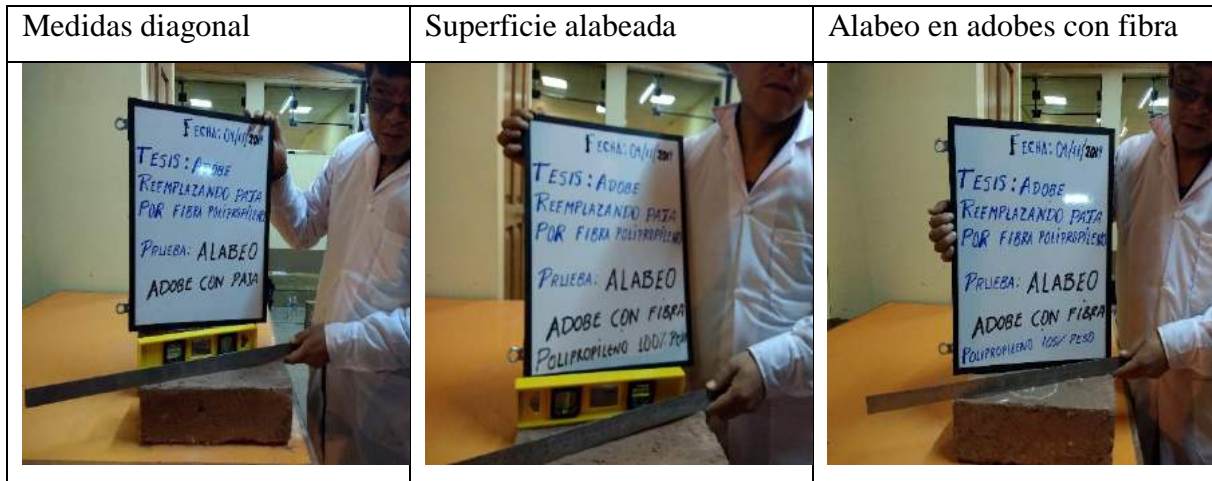
Equipos y materiales para el ensayo de alabeo

b) Procedimiento

- 🍏 Ensayo de alabeo se realizó de acuerdo a la Norma técnica peruana (NTP 399.613, 2003) y (NTP 399.604,2002).
- 🍏 Se procedió a colocar la unidad de adobe sobre una superficie plana.
- 🍏 Se procedió a medir con la regla metálica en forma diagonal y con la cuña de macera se obtuvo la concavidad y convexidad de cada unidad de adobe.

**Figura 44**

*Ensayo de Alabeo*



c) Toma de datos

**Tabla 37**

*Toma de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Elaborado en el Distrito De Saylla.*

Ensayo de Laboratorio:					Fecha elaboración
Alabeo del adobe elaborado en el distrito de Saylla					:06/10/2019
					Ensayo No: 02
Especimen	Cara superior		Cara inferior		Fecha: 06/11/2019
	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	ALABEO
1	0.00	1.50	0.90	1.00	
2	2.00	0.00	1.20	2.10	
3	0.50	0.90	1.10	1.50	
4	0.70	0.90	2.00	1.30	
5	0.80	0.20	1.80	1.30	
6	0.80	1.00	1.00	1.00	



**Tabla 38**

*Toma de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso.*

Ensayo de Laboratorio:					Fecha elaboración
Alabeo del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso.					:06/10/2019
					Ensayo No: 02
Espécimen	Cara superior		Cara inferior		Fecha: 06/11/2019
	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	ALABEO
1	0.90	0.50	1.00	0.00	
2	0.70	1.00	1.00	1.00	
3	1.00	1.50	1.40	1.00	
4	0.00	0.90	1.00	0.90	
5	0.80	0.90	0.70	0.80	
6	1.00	1.10	1.00	1.20	

**Tabla 39**

*Toma de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso*

Ensayo de Laboratorio:					Fecha elaboración
Alabeo del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso.					:06/10/2019
					Ensayo No: 02
Espécimen	Cara superior		Cara inferior		Fecha: 06/11/2019
	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	ALABEO
1	0.70	0.50	0.00	1.00	
2	1.00	1.00	1.20	0.90	
3	0.80	0.90	0.80	0.90	
4	0.90	0.00	0.80	0.90	
5	1.20	1.00	2.00	0.80	
6	1.00	1.50	1.30	1.80	



**Tabla 40**

*Toma de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso*

Ensayo de Laboratorio:					Fecha elaboración
Alabeo del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso.					:06/10/2019
					Ensayo No: 02
Especimen	Cara superior		Cara inferior		Fecha: 06/11/2019
	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	ALABEO
1	2.50	1.00	1.00	1.20	
2	1.20	1.50	1.40	1.50	
3	1.20	1.20	0.70	0.70	
4	0.00	1.20	1.00	0.90	
5	0.90	1.00	0.90	1.20	
6	0.80	1.00	1.10	2.00	

### 3.4.5.3. Ensayo de absorción

a) Equipos y materiales

**Tabla 41**

*Equipo y Materiales para Realizar el Ensayo de Absorción*

Equipos	Materiales	Cantidad
🍏 Balanza (precisión $\pm 0.1g$ )	Adobe elaborado en Saylla	3 unds
🍏 Horno Eléctrico $110\pm 5^{\circ}C$	Adobe con polipropileno al 95%	3 unds
🍏 Tina de plástico	Adobe con polipropileno al 100%	3 unds
🍏 Franela	Adobe con polipropileno al 105%	3unds

b) Procedimiento

- 🍏 El ensayo de absorción se realizó tomando como referencia la Norma técnica peruana (NTP 399.613, 2003) y (NTP 399.604,2002), donde indica la capacidad de absorción que tienen las unidades de albañilería, sumergidas en agua durante 24 horas, y establece que como mínimo se ensaye 3 unidades.





- Se realizó el pesado de las unidades de adobe en estado seco antes de sumergirlo durante 24 horas y pasado las 24 horas se saca, secando con una franela, se procedió a medir los pesos de las unidades de adobe saturadas de agua.

c) Toma de datos

**Tabla 42**

*Toma de Datos del Ensayo de Absorción del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla*

Ensayo de Laboratorio: Absorción					Ensayo N°: 03	
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604					Fecha: 07 / 11 /2019	
Porcentaje de absorción del adobe elaborado en el distrito de Saylla						
Espécimen	Largo	Ancho	Altura	Peso seco(Kg)	Peso húmedo(Kg)	Absorc(%)
1	29.50	14.40	9.40	7.45	7.98	7.11%
2	29.45	14.60	9.70	7.60	8.20	7.89%
3	29.60	14.55	9.60	7.55	8.15	7.95%

**Tabla 43**

*Toma de Datos del Ensayo de Absorción del Adobe Reemplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 95% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Absorción					Ensayo N°: 03	
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604					Fecha: 7 /11 /2019	
Porcentaje de absorción del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso.						
Espécimen	Largo	Ancho	Altura	Peso seco(Kg)	Peso húmedo(Kg)	Absorc(%)
1	29.80	14.70	9.60	7.58	8.15	7.52%
2	29.50	14.60	9.70	7.60	8.25	8.55%
3	29.75	14.70	9.80	7.65	8.20	7.19%



**Tabla 44**

*Toma de Datos del Ensayo de Absorción del Adobe Reemplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 100% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Absorción					Ensayo N°: 03	
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604					Fecha: 07 / 11 /2019	
Porcentaje de absorción del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso.						
Espécimen	Largo	Ancho	Altura	Peso seco(Kg)	Peso húmedo(Kg)	Absorc(%)
1	29.50	14.40	9.50	7.40	8.05	8.78%
2	29.75	14.50	9.60	7.50	8.10	8.00%
3	29.00	14.65	9.60	7.60	8.30	9.21%

**Tabla 45**

*Toma de Datos del Ensayo de Absorción del Adobe Reemplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 105% en Peso.*

Ensayo de Laboratorio: Absorción					Ensayo N°: 03	
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604					Fecha: 07 /11 /2019	
Porcentaje de absorción del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso.						
Espécimen	Largo	Ancho	Altura	Peso seco (Kg)	Peso húmedo(Kg)	Absorc(%)
1	29.50	14.30	9.60	7.52	8.10	7.71%
2	29.30	14.55	9.45	7.30	8.00	9.59%
3	29.65	14.00	9.30	7.65	8.25	7.84%

### 3.4.5.4. Ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET)

a) Equipos y materiales

**Tabla 46**

*Equipos y Materiales para Realizar el Ensayo a Erosión Acelerada*

Equipos	Materiales	Cantidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>🍏 Equipo Saet : propio de la UAC.</li> </ul>	Adobe elaborado en Saylla	6 unds
	Adobe con polipropileno al 95%	6 unds
<ul style="list-style-type: none"> <li>🍏 Regla 30 cm</li> </ul>	Adobe con polipropileno al 100%	6 unds
<ul style="list-style-type: none"> <li>🍏 Varilla 3mm</li> </ul>	Adobe con polipropileno al 105%	6 unds

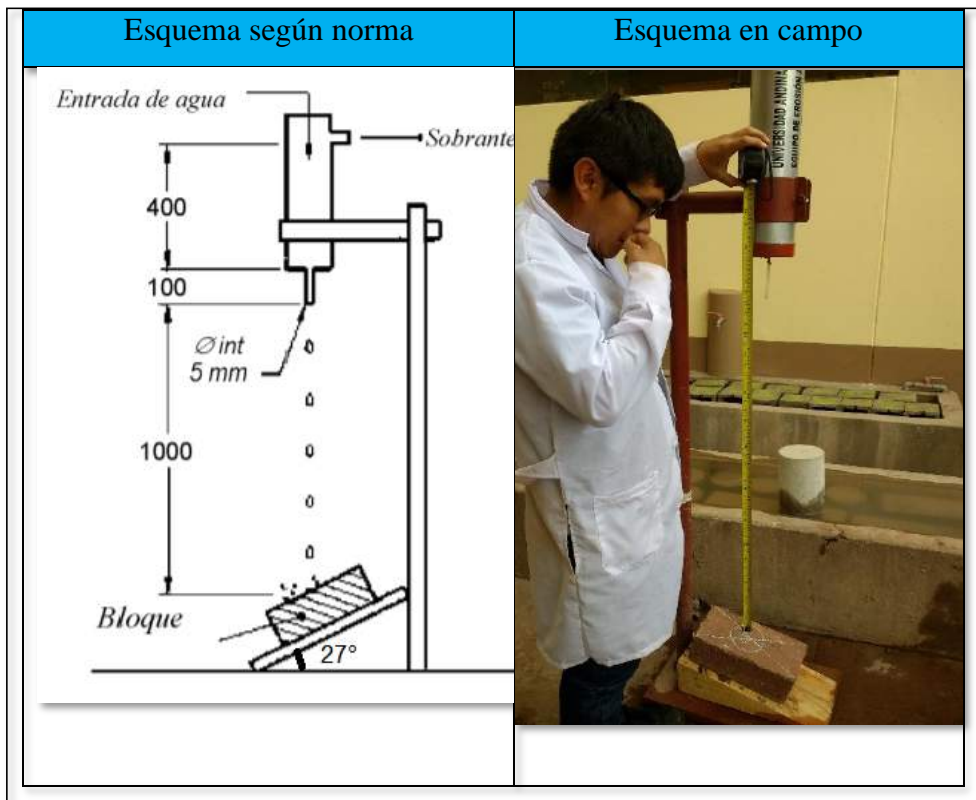
Equipos y materiales para ensayo de erosión acelerada.

b) Procedimiento

- El ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET), se realizó en cumplimiento a la Norma Española UNE (41410, 2008) “Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques”.
- Donde indica que se debe ensayar al menos dos bloques de manera aleatoria con 28 días de edad las unidades de adobe.

**Figura 45**

*Esquema del Ensayo Erosión Acelerada (SAET). Según Normativa y Esquema In Situ del Ensayo*



c) Toma de datos e imágenes.



**Tabla 47**

*Toma de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla*

<b>Ensayo de Laboratorio: Erosión acelerada</b>			Ensayo N°: 04
<b>Norma: UNE 41410:2008</b>			Fecha: 8/11 /2019
<b>Erosión acelerada del adobe elaborado en el distrito de Saylla</b>			
Espécimen	Tiempo(min)	Oquedad máxima(mm)	Oquedad(mm)
1	10	10	13
2	10	10	15
3	10	10	12
4	10	10	13
5	10	10	15

**Tabla 48**

*Toma de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso*

<b>Ensayo de Laboratorio: Erosión acelerada</b>			Ensayo N°: 04
<b>Norma: UNE 41410:2008</b>			Fecha: 8/11/2019
<b>Erosión acelerada del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso</b>			
Espécimen	Tiempo(min)	Oquedad máxima(mm)	Oquedad(mm)
1	10	10	10
2	10	10	11
3	10	10	8
4	10	10	9
5	10	10	10



**Tabla 49**

*Toma de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Remplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 100% en Peso*

<b>Ensayo de Laboratorio: Erosión acelerada</b>			Ensayo N°: 04
<b>Norma: UNE 41410:2008</b>			Fecha: 8 /11 /2019
<b>Erosión acelerada del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso</b>			
<b>Espécimen</b>	<b>Tiempo(min)</b>	<b>Oquedad máxima(mm)</b>	<b>Oquedad(mm)</b>
1	10	10	10
2	10	10	9
3	10	10	9.5
4	10	10	11
5	10	10	9

**Tabla 50**

*Toma de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Remplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 105% en Peso*

<b>Ensayo de Laboratorio: Erosión acelerada</b>			Ensayo N°: 04
<b>Norma: UNE 41410:2008</b>			Fecha: 8/11/2019
<b>Erosión acelerada del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso</b>			
<b>Espécimen</b>	<b>Tiempo(min)</b>	<b>Oquedad máxima(mm)</b>	<b>Oquedad(mm)</b>
1	10	10	8
2	10	10	7
3	10	10	10
4	10	10	8
5	10	10	8

**Figura 46**

*Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET)*



### 3.4.5.5. Ensayo de resistencia flexión

#### a) Equipos y materiales

- 🍏 Equipo de compresión: Se utiliza para realizar pruebas en materiales de construcción con ensayos de flexión y compresión.
- 🍏 Neopreno : Se utiliza como accesorio para fallar los cilindros de concreto.
- 🍏 Vernier con precisión 0.02 mm: instrumento que sirve para medir desde centímetros hasta fracciones de milímetros.



**Tabla 51**

*Equipos y Materiales para Realizar el Ensayo a Resistencia a Flexión*

Equipos	Materiales	Cantidad
🍏 Equipo de compresión.	Adobe elaborado en Saylla	6 unds
	Adobe con polipropileno al 95%	6 unds
🍏 Neopreno	Adobe con polipropileno al 100%	6 unds
	Adobe con polipropileno al 105%	6 unds

b) Procedimiento

- 🍏 El ensayo de resistencia a flexión se realizó en conformidad a la Norma técnica peruana NTP 399.613, NTP 331.202, y E-0.80 donde nos pide que los especímenes sean unidades enteras.
- 🍏 Se realizó el pulido de las superficies opuestas, para que las carga se distribuyan uniformemente y realizar el marcado con tiza donde incidirán las cargas.
- 🍏 Se tomó las medidas de las dimensiones de cada especimen de adobe, para el cálculo de la superficie en contacto con la máquina de compresión.
- 🍏 La unidad de adobe se somete a la acción de una carga concentrada (en el centro de la unidad) y que va creciendo, a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min y no debe superar 1.3mm por minuto.

c) Toma de datos



**Tabla 52**

*Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a flexión				Ensayo N°: 05	
Norma: NTP. 339.078				Fecha: 9 /11 /2019	
Resistencia a la flexión del adobe elaborado en el distrito de Saylla					
Espécimen	Dimensiones(cm)			long de apoyos (L)	Carga máxima P (Kgf)
	Largo	Ancho(b)	Altura(h)		
1	29.6	14.5	9.5	17	380
2	29.4	14.6	9.4	17	340
3	29.3	14.6	9.5	17	360
4	29.2	14.7	9.2	17	360
5	29.4	14.4	9.4	17	380
6	29.5	14.3	9.2	17	360

*Tabla 53*

*Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazado Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a flexión				Ensayo N°: 05	
Norma: NTP. 339.078				Fecha: 9 /11 /2019	
Resistencia a la flexión del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso					
Espécimen	Dimensiones(cm)			long de apoyos (L)	Carga máxima P (Kgf)
	Largo	Ancho(b)	Altura(h)		
1	29.3	14.4	9.6	17	360
2	29.3	14.3	9.5	17	370
3	29.45	14.3	9.5	17	386
4	29.4	14.7	9.2	17	320
5	29.3	14.4	9.4	17	340
6	29.5	14.2	9.3	17	360





**Tabla 54**

*Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Remplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 100% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a flexión				Ensayo N°: 05	
Norma: NTP. 339.078				Fecha: 9 /11 /2019	
Resistencia a la flexión del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso					
Especimen	Dimensiones(cm)			long de apoyos (L)	Carga máxima P (Kgf)
	Largo	Ancho(b)	Altura(h)		
1	29.4	14.5	9.4	17	390
2	29.4	14.4	9.2	17	380
3	29.2	14.6	9.2	17	380
4	29.2	14.4	9.2	17	370
5	29.4	14.6	9.3	17	390
6	29.6	14.2	9.2	17	390

**Tabla 55**

*Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Rreemplazado Paja por Fibra*

*Polipropileno al 105% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a flexión				Ensayo N°: 05	
Norma: NTP. 339.078				Fecha: 9 /11 /2019	
Resistencia a la flexión del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso					
Especimen	Dimensiones(cm)			long de apoyos (L)	Carga máxima P (Kgf)
	Largo	Ancho(b)	Altura(h)		
1	29.2	14.4	9.5	17	398
2	29.4	14.2	9.4	17	415
3	29.4	14.2	9.4	17	410
4	29.3	14.3	9.2	17	370
5	29.3	14.3	9.4	17	400
6	29.45	14.3	9.3	17	380

### 3.4.5.6. Ensayo resistencia a compresión

a) Equipos y materiales para el ensayo a resistencia a compresión

- 🍏 Equipo de compresión: Se utiliza para realizar pruebas en materiales de construcción con ensayos de tracción y compresión.
- 🍏 Neopreno : Se utiliza como accesorio para fallar los cilindros de concreto.



- Vernier con precisión 0.02 mm: instrumento que sirve para medir desde centímetros hasta fracciones de milímetros.

**Tabla 56**

*Equipos y Materiales para Realizar el Ensayo Resistencia a la Compresión*

Equipos	Materiales	Cantidad
• Equipo de compresión.	Adobe elaborado en Saylla	6 unds
	Adobe con polipropileno al 95%	6 unds
• Neopreno	Adobe con polipropileno al 100%	6 unds
	Adobe con polipropileno al 105%	6 unds

b) Procedimiento

- El ensayo de resistencia a compresión se realizó en conformidad a la Norma técnica peruana NTP 399.613, NTP 331.202, y E-0.80 donde nos pide al menos con 6 especímenes de muestra de 10 cm de arista.
- Para obtener las muestras se tomó en forma aleatoria y luego con ayuda de amoladora se realizaron los cortes a partir de las unidades de adobe de cada tipo.
- Posteriormente se realizó el pulido de las superficies opuestas que estarán en contacto con el equipo de compresión.
- Se tomó las medidas de las dimensiones de cada cubo de adobe para el cálculo de la superficie en contacto con la máquina de compresión.

**Figura 47**

*Corte de Cubos de 10x10x10cm*



c) Toma de datos e imágenes

**Tabla 57**

*Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a la Compresión			Ensayo N°: 06	
Norma: NTP 399.613			Fecha: 11/11/2019	
Resistencia a la compresión del adobe elaborado en el distrito de Saylla				
Especímen	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)
	Largo	Ancho		
1	9.50	9.30	88.35	840.00
	9.20	9.40	86.48	830.00
2	9.40	9.80	92.12	790.00
	9.60	9.50	91.20	840.00
3	9.70	9.70	94.09	860.00
	9.50	9.60	91.20	790.00
4	9.60	9.50	91.20	820.00
	9.60	9.40	90.24	830.00
5	9.50	9.50	90.25	800.00
	9.50	9.50	90.25	780.00
6	9.45	9.30	87.89	810.00
	9.80	9.20	90.16	820.00



**Tabla 58**

*Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazado Paja por  
Fibra Polipropileno al 95% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a la Compresión			Ensayo N°: 06	
Norma: NTP 399.613			Fecha: 11/11/2019	
Resistencia a la compresión del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso				
Especimen	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)
	Largo	Ancho		
1	9.50	9.40	89.30	820.00
	9.50	9.40	89.30	810.00
2	9.60	9.60	92.16	790.00
	9.60	9.40	90.24	760.00
3	9.60	9.60	92.16	790.00
	9.50	9.60	91.20	750.00
4	9.50	9.50	90.25	720.00
	9.70	9.60	93.12	730.00
5	9.70	9.50	92.15	745.00
	9.60	9.50	91.20	780.00
6	9.40	9.30	87.42	815.00
	9.00	9.30	83.70	820.00

**Tabla 59**

*Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazado Paja por  
Fibra Polipropileno al 100% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a la Compresión			Ensayo N°: 06	
Norma: NTP 399.613			Fecha: 11/11/2019	
Resistencia a la compresión del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso				
Especimen	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)
	Largo	Ancho		
1	9.40	9.40	88.36	950.00
	9.50	9.60	91.20	940.00
2	9.40	9.70	91.18	970.00
	9.70	9.70	94.09	950.00
3	9.70	9.80	95.06	990.00
	9.60	9.50	91.20	1010.00
4	9.40	9.60	90.24	890.00
	9.50	9.40	89.30	930.00
5	9.50	9.50	90.25	940.00
	9.40	9.40	88.36	960.00
6	9.80	9.60	94.08	970.00
	9.40	9.30	87.42	970.00

**Tabla 60**

*Toma de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Remplazado Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a la Compresión			Ensayo N°: 06	
Norma: NTP 399.613			Fecha: 11/11/2019	
Resistencia a la compresión del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso				
Especímen	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)
	Largo	Ancho		
1	9.40	9.60	90.24	980.00
	9.20	9.30	85.56	1020.00
2	9.30	9.50	88.35	1040.00
	9.60	9.40	90.24	1110.00
3	9.50	9.40	89.30	1010.00
	9.50	9.30	88.35	980.00
4	9.40	9.40	88.36	1020.00
	9.40	9.40	88.36	990.00
5	9.45	9.55	90.25	1030.00
	9.50	9.50	90.25	1140.00
6	9.45	9.20	86.94	1160.00
	9.75	9.30	90.68	1080.00

**Figura 48**

*Ensayo de Resistencia a Compresión*





### 3.5. Procedimiento y análisis de datos

#### 3.5.1. Análisis de datos de granulometría

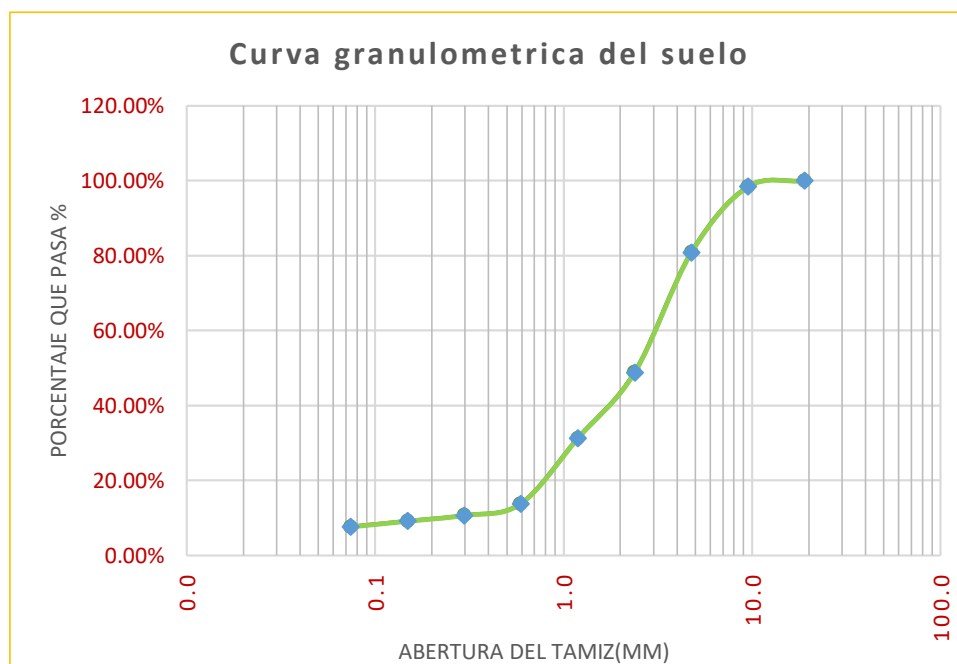
Tabla 61

*Análisis de Datos del Ensayo de Granulometría*

Granulometría						
Peso inicial de la muestra:					Ensayo No: 03	
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604					Fecha: 05/11/2019	
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr.)	Porcentaje de peso retenido (%)	Porcentaje de peso acumulado (%)	Peso que pasa (gr)	Porcentaje que pasa (%)
3/4"	19.000	0	0.00%	0.00%	655.32	100.00%
3/8"	9.500	10.32	1.57%	1.57%	645	98.43%
#4	4.760	115	17.55%	19.12%	530	80.88%
#8	2.380	210	32.05%	51.17%	320	48.83%
#16	1.190	115	17.55%	68.72%	205	31.28%
#30	0.590	115	17.55%	86.27%	90	13.73%
#50	0.297	20	3.05%	89.32%	70	10.68%
#100	0.149	10	1.53%	90.84%	60	9.16%
#200	0.074	10	1.53%	92.37%	50	7.63%
Fondo		50	7.63%	100.00%		0.00%
Total Retenido:		655.32				

Figura 49

*Curva Granulométrica*





Cálculo de coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura.

Para ello realizamos los cálculos de  $D_{10}$ ,  $D_{30}$  y  $D_{60}$ , para realizar los calculo realizaremos la interpolación.

- 🍏 En la tabla 61: Análisis granulométrico, buscamos donde se ubica el 10% en el porcentaje que pasa para poder hallar  $D_{10}$ .

$$\frac{\log D_{10} - \log 0.297}{10 - 10.68} = \frac{\log 0.297 - \log 0.149}{10.68 - 9.16}$$

Desarrollando obtenemos:  $D_{10} = 0.218$ .

- 🍏 Para la obtención de  $D_{30}$ , procedemos a localizar el 30% que pasa. En la tabla 61

$$\frac{\log D_{30} - \log 1.190}{30 - 31.28} = \frac{\log 1.190 - \log 0.590}{31.28 - 13.73}$$

- 🍏 Desarrollando obtenemos:  $D_{30} = 1.131$ .

$$\frac{\log D_{60} - \log 4.760}{60 - 80.88} = \frac{\log 4.760 - \log 2.380}{80.88 - 48.83}$$

Desarrollando obtenemos:  $D_{60} = 3.03$ .

Teniendo  $D_{10}$ ,  $D_{30}$  y  $D_{60}$ , procedemos a calcular el coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura.

- 🍏 Coeficiente de uniformidad

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{3.03}{0.218}$$

$$C_u = 13.90$$

- 🍏 Coeficiente de curvatura

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$C_c = \frac{(1.131)^2}{3.03 \times 0.218}$$

$$C_c = 1.94$$



### 3.5.2. Análisis de datos de límites de Atterberg

a) Análisis de datos de límite líquido (LL)

**Tabla 62**

*Análisis de Datos del Ensayo de Límites de Atteberg*

Ensayo de Laboratorio: Límite líquido.				Ensayo No: 01
Norma: NTP 399.129				Fecha: 29/10 /2019
	Descripción	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
1	Peso tara (gr.)	16.00	15.90	15.80
2	Peso de tara +Peso muestra húmeda (gr.)	41.30	35.60	33.30
3	Peso de tara + Peso muestra seca(gr.)	34.70	30.50	28.80
4	Numero de golpes	21.00	24.00	26.00
5	Peso de agua (gr.) (2)-(3)	6.60	5.10	4.50
6	Peso de muestra seca (gr.) (3)-(1)	18.70	14.60	13.00
7	Porcentaje de humedad (%) (5)/(6)	35.29%	34.93%	34.62%

**Tabla 63**

*Calculo para del Límite Líquido*

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
41.30– 34.70	35.6– 30.5	33.3– 28.80
6.60	5.10	4.50
34.7–16 =18.70	30.5– 15.90 =14.6	28.8– 15.8 =13
LL= (6.6) /18.70	LL= (5.1) /14.6	LL= (0.10) /13
LL=35.29%.	LL=34.93%.	LL=34.62%.

b) Análisis de datos de límite plástico (LP)

**Tabla 64**

*Análisis de Datos del Ensayo de Límite de Plástico*

Ensayo de Laboratorio: Límite plástico.				Ensayo No: 02
Norma: NTP 399.129				Fecha: 29/10 /2019
	Descripción	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
1	Peso tara (gr.)	49.6	49.20	16.20
2	Peso de tara +Peso muestra húmeda (gr.)	50.6	50.70	17.20
3	Peso de tara + Peso muestra seca(gr.)	50.4	50.40	17.10
5	Peso de agua (gr.) (2)-(3)	0.20	0.30	0.10
6	Peso de muestra seca (gr.) (3)-(1)	0.80	1.20	0.90
7	Porcentaje de humedad (%) (5)/(6)	25.00%	25.00%	11.11%





Determinación del límite plástico, de cada muestra:

**Tabla 65**

*Proceso de Cálculo para el Límite Plástico*

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
$ 50.6 - 50.4 $	$ 50.7 - 50.4 $	$ 17.20 - 17.10 $
$ 0.20 $	$ 0.30 $	$ 0.10 $
$ 50.4 - 49.6  = 0.80$	$ 50.4 - 49.20  = 1.20$	$ 17.1 - 16.2  = 0.90$
$LP = (0.20) / 0.80$	$LP = (0.30) / 1.20$	$LP = (0.10) / 0.90$
$LP = 25.0\%$	$LP = 25.0\%$	$LP = 11.11\%$

El límite plástico es el promedio de los contenidos de humedad, a continuación, la determinación del límite plástico:

$$LP = (25 + 25 + 11.11) / 3$$

$$LP = 20.37\%$$

c) Análisis de datos de índice plástico (IP)

**Tabla 66**

Análisis de Datos del Ensayo de Límites de Atterberg

$$I. P. = L. L. - L. P.$$

Donde:

L. P: Índice de Plasticidad

L. L: Límite Líquido

L. P: Límite Plástico

### 3.5.3. Procedimiento de análisis de pruebas de campo del suelo

#### 3.5.3.1. Análisis de la prueba del olor

a) Cálculo y procesamiento de la prueba

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el sentido del olfato para determinar el olor.

b) Tabla de resultado de procesamiento de datos



**Tabla 67**

*Análisis y Resultado de la Prueba de Olor*

PRESENCIA DE OLOR RANCIO U OLOR A MOHO			
Espécimen	SI	NO	Resultado del suelo
Muestra N° 01		X	Apto
Muestra N° 02		X	Apto
Muestra N° 03	X		No apto

**c) Análisis de la prueba**

De la Tabla 67: Análisis de la prueba del Olor, se determinó que la muestra 1, muestra 2 son aptos para la elaboración de adobes, mientras la muestra 3 no es apto.

**3.5.3.2. Análisis de la prueba de la mordedura**

**a) Calculo y procesamiento de la prueba**

Para dicho proceso se determinó de cada muestra de suelo el rechinado con los dientes y así como también la sensación que presenta la muestra.

**b) Tabla de resultado de procesamiento de datos**

**Tabla 68**

*Análisis y Resultado de la Prueba de Mordedura*

PRUEBA DE LA MORDEDURA				
Espécimen	Suelo arenoso	Suelo limoso	Suelo arcilloso	Resultado del suelo
	Si rechina mucho y sensación desagradable.	Si rechina ligeramente y la textura no es tan desagradable.	Si no rechina.	
Muestra N° 01	X			Apto
Muestra N° 02	X			Apto
Muestra N° 3			X	No Apto

**c) Análisis de la prueba**

Según la Tabla 68: Análisis de la prueba de mordedura, se obtuvo que la muestra 1 y la muestra 2 tienen sensación desagradable y presenta rechinado mientras la muestra 3 no presenta rechinado.



### 3.5.3.3. Análisis de la prueba del color

a) **Calculo y procesamiento de la prueba**

Se identificó las muestras los colores a través de la observación determinándose como se muestra en la tabla.

b) **Tabla de resultado de procesamiento de datos**

**Tabla 69**

*Análisis y Resultado de la Prueba del Color*

PRUEBA DEL COLOR				
Espécimen	Suelo inorgánico	Suelo orgánico	Suelo poco cohesivo	Resultado del suelo
	Los colores claros y brillantes.	Los colores oscuros (negros, marrones y verdes).	El color gris de suelo limosos con carbonato de calcio.	
Muestra N° 01	X			Apto
Muestra N° 02		X		No apto
Muestra N° 03		X		No apto

c) **Análisis de la prueba**

Tabla 69: Análisis de la prueba del color, se determinó que en la prueba de la muestra 1 es apta y muestras 2 y muestra 3 no son aptas.

### 3.5.3.4. Análisis de la prueba del tacto

a) **Calculo y procesamiento de la prueba**

Para la determinación se utilizó el sentido del tacto, que consiste en tomar un poco de la muestra y palpar dicha muestra verificándose el tamaño.

b) **Tabla de resultado de procesamiento de datos**

**Tabla 70**

*Análisis y Resultado de la Prueba del Tacto*

PRUEBA DEL TACTO					
Espécimen	Tamaño		Rugosidad		Resultado del suelo
	Mayores	Menores	Mayores	Menores	
Muestra N° 01	X		X		Apto
Muestra N° 02	X		X		Apto
Muestra N° 03	X		X		Apto



**c) Análisis de la prueba**

Según la Tabla 70: Análisis de la prueba del tacto, se determinó que el tamaño y rugosidad presentan mayores las tres muestras seleccionadas.

**3.5.3.5. Análisis de la prueba del brillo**

**a) Calculo y procesamiento de la prueba**

Para el procesamiento y cálculo del brillo de la prueba se utilizó el sentido de la vista, en el corte realizado.

**b) Tabla de resultado de procesamiento de datos**

**Tabla 71**

*Análisis y Resultado de la Prueba del Brillo*

PRUEBA DEL BRILLO				
Espécimen	Presencia de arcillas	Limos y poca arcilla	Predominio de arenas	Resultado de suelo
	Superficie brillante.	Brillo intermedio o mate	Un poco brillante u opaco	
Muestra N° 01			X	Apto
Muestra N° 02		X		No apto
Muestra N° 03	X			No apto

**c) Análisis de la prueba**

Tabla 71: Análisis y resultado de la prueba del brillo, se determinó que la muestra Nro. 01 presenta superficies brillantes lo cual es apta y mientras la muestra 02 y 03 presenta brillo intermedio y brillo opaco las cuales consideramos no aptas.

**3.5.3.6. Análisis de la prueba de la sedimentación**

**a) Calculo y procesamiento de la prueba**

Para realizar el cálculo de dicha prueba, se realizo el proceso de medir las estratigrafías que se forman en el recipiente que contiene la mezcla de la muestra con el agua y la estratigrafía se produce en el proceso de sedimentación debido a las diferentes densidades de lo que integran la muestra.

**b) Tabla de resultado de procesamiento de datos**



**Tabla 72**

*Análisis y Resultado de la Prueba de Sedimentación*

PRUEBA DE SEDIMENTACIÓN					
Espécimen	Arenas	Limos	Arcillas	Material orgánico	Resultado del suelo
	Superficie brillante.	Brillo intermedio o mate			
Muestra N° 01	65	24	11	0	Apto
Muestra N° 02	52	20	28	5	No apto
Muestra N° 03	50	23	25	2	No apto

**c) Análisis de la prueba**

Tabla 72: Análisis y resultado de la prueba de sedimentación, muestra la determinación y composición según el porcentaje de volumen que ocupa la sedimentación formando la estratigrafía de las muestras: muestra Nro. 1 es apta mientras la muestra Nro. 2 y muestra Nro. 3, no son aptas para la elaboración del adobe.

**3.5.3.7. Análisis de la prueba de la cintilla**

**a) Calculo y procesamiento de la prueba**

Para realizar dicho cálculo se midió las longitudes de las cintas que colgaron verticalmente sostenidos por la mano en consideración que la salida de la mano es el cero.

**b) Tabla de resultado de procesamiento de datos**

**Tabla 73**

*Análisis y Resultado de la Prueba de la Cintilla*

PRUEBA DE LA CINTILLA				
Especimen	Suelo arcilloso	Suelo aceptable	Suelo arenoso	Resultado
	≤ a 15 cm	15 cm y 20 cm	≤ a 5 cm	
Muestra N° 01		X		Apto
Muestra N° 02	X			Apto
Muestra N° 03		x		No apto

**c) Análisis de la prueba**

Tabla 73: Análisis y resultado de la prueba de la cintilla, se determinó que las muestra Nro. 1 y muestra Nro. 2 son aptas para la elaboración del adobe.



### 3.5.3.8. Análisis de la prueba de la caída de la bola

a) **Calculo y procesamiento de la prueba**

Para el cálculo se determinó una altura de 1.00 metro y de esta altura se soltaron las bolitas verificándose después de la caída los trozos pequeños.

b) **Tabla de resultado de procesamiento de datos**

**Tabla 74**

*Análisis y resultado de la Pueba de la caída de la Bola*

PRUEBA DE LA CAÍDA DE LA BOLA				
ESPÉCIMEN	FALTA DE AGUA	DEMASIADA AGUA	CANTIDAD OPTIMA DE AGUA	RESULTADO
	Si la bola se desmorona en trozos pequeños.	Si la bola se desmorona	Si la bola se desmorona en trozos grandes	
Muestra N° 01		X		Apto
Muestra N° 02		X		Apto
Muestra N° 03		X		Apto

c) **Análisis de la prueba**

Tabla 74: Análisis y resultado de la prueba de la caída de la bola, se determinó que la muestra Nro. 1, muestra Nro. 2 y muestra Nro. 3 son aptas para la elaboracion de adobe.

### 3.5.3.9. Análisis de la resistencia seca de la bola

a) **Calculo y procesamiento de la prueba**

Para el cálculo también se dejó caer de una altura de 1.00 metro de altura verificándose en cuanto fragmentos se rompe la bola secada 24 horas.

b) **Tabla de resultado de procesamiento de datos**

**Tabla 75**

*Análisis y Resultado de la Prueba Resistencia Seca de la Bola*

PRUEBA DE LA RESISTENCIA SECA DE LA BOLA			
ESPÉCIMEN	TIENE ARCILLA	NO TIENE ARCILLA	RESULTADO
	La bola no se rompe (apto)	La bola se rompe (no apto)	
Muestra N° 01	X		Apto
Muestra N° 02		X	No Apto
Muestra N° 03	X		Apto



c) **Análisis de la prueba**

Tabla 75: Análisis y resultado de la prueba resistencia seca de la bola, se determinó que la muestra Nro. 1 y la muestra Nro. 3 son aptas para la elaboración de adobe y la muestra Nro. 3 no es apta.

### 3.5.4. Procedimiento de análisis de datos del ensayo de las propiedades físicas del adobe

#### 3.5.4.1. Análisis de datos del ensayo de variación dimensional

a) **Calculo y procesamiento de la prueba**

Para los determinar los cálculos se tuvieron en cuenta los siguientes pasos:

- Se realizó el cálculo del promedio de las dimensiones (largo, ancho y altura) de la unidad de adobe.
- Se realizó el cálculo de la desviación estándar de cada una de las medidas realizadas, para ello se utilizó la siguiente fórmula indicada en el marco teórico correspondiente a variación estándar.

$$\delta = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + \dots + (x_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

El cálculo de la desviación estándar de una muestra de largo, ancho y altura, Excel tiene la fórmula DESVEST.M, esta se usa para el cálculo de la desviación estándar de una muestra y sustituye a la anterior fórmula.

Determinada la variación estándar se calcula la variación haciendo uso de la siguiente fórmula estadística.

$$\%V = \frac{\delta}{\bar{X}}$$

Teniendo en cuenta los datos se realizó la generación de tablas para cada uno de los 4 tipos de reemplazo de paja por fibra polipropileno que son:95%, 100% y 105% en peso.



b) Tabla de resultado de procesamiento de datos

Tabla 76

*Calculo y Procesamiento de Datos del Ensayo de Variación Dimensional del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.*

Ensayo de Laboratorio: Variación dimensional												Fecha Elaboración			Ensayo N°:04						
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604												06/10/2019			Fecha: 06/11/2019						
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla																					
Muestra	Largo (cm)				Resultados			Ancho (cm)				Resultados			Altura (cm)				Resultados		
	L1	L2	L3	L4	Prom.	$\delta$	V%	A1	A2	A3	A4	Prom.	$\delta$	V%	H1	H2	H3	H4	Prom.	$\delta$	V%
1	29.60	29.80	29.50	29.65	29.64	0.22	0.73	14.50	14.60	14.70	14.65	14.61	0.15	1.01	9.70	9.75	9.75	9.45	9.66	0.25	2.57
2	29.75	29.85	29.80	29.70	29.78	0.11	0.38	14.80	14.85	14.85	14.75	14.81	0.08	0.56	9.75	9.76	9.75	9.78	9.76	0.02	0.25
3	29.80	29.60	29.80	29.70	29.73	0.17	0.56	14.65	14.60	14.40	14.50	14.54	0.19	1.32	9.76	9.75	9.74	9.73	9.75	0.02	0.23
4	29.80	29.90	29.70	29.75	29.79	0.15	0.50	14.64	14.65	14.70	14.70	14.67	0.06	0.38	9.75	9.76	9.55	9.69	9.69	0.17	1.73
5	29.85	29.80	29.80	29.60	29.76	0.19	0.65	14.71	14.74	14.75	14.70	14.73	0.04	0.28	9.74	9.74	9.50	9.72	9.68	0.20	2.10
6	29.75	29.80	29.70	29.55	29.70	0.19	0.63	14.68	14.64	14.69	14.72	14.68	0.06	0.39	9.75	9.78	9.50	9.40	9.61	0.32	3.37
	Promedio (cm.)				29.73			Promedio (cm.)				14.67			Promedio (cm.)				9.69		
	Desviación estándar( $\delta$ )				0.17			Desviación estándar( $\delta$ )				0.10			Desviación estándar( $\delta$ )				0.16		
	Variación (V%)				0.57%			Variación (V%)				0.66%			Variación (V%)				1.71%		





**Tabla 77**

*Calculo y Procesamiento de Datos del Ensayo de Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso.*

Ensayo de Laboratorio: Variación dimensional												Fecha Elaboración			Ensayo N°:07						
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604												06/10/2019			Fecha: 06/11/2019						
Variación dimensional del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso																					
Muestra	Largo (cm)				Resultados			Ancho (cm)				Resultados			Altura (cm)				Resultados		
	L1	L2	L3	L4	Prom.	$\delta$	V%	A1	A2	A3	A4	Prom.	$\sigma$	V%	H1	H2	H3	H4	Prom.	$\sigma$	V%
1	29.80	29.80	29.70	29.85	29.79	0.11	0.37	14.30	14.70	14.60	14.40	14.50	0.32	2.18	9.65	9.72	9.75	9.60	9.68	0.12	1.21
2	29.70	29.60	29.75	29.60	29.66	0.13	0.44	14.70	14.50	14.50	14.60	14.58	0.17	1.14	9.70	9.45	9.40	9.60	9.54	0.24	2.50
3	29.80	29.64	29.70	29.60	29.69	0.15	0.51	14.80	14.50	14.30	14.30	14.48	0.41	2.83	9.40	9.70	9.30	9.75	9.54	0.38	4.02
4	29.75	29.65	29.70	29.65	29.69	0.08	0.28	14.40	14.60	14.50	14.90	14.60	0.37	2.56	9.55	9.70	9.30	9.50	9.51	0.29	3.01
5	29.60	29.70	29.80	29.75	29.71	0.15	0.50	14.31	14.40	14.50	14.60	14.45	0.22	1.50	9.65	9.80	9.35	9.70	9.63	0.34	3.48
6	29.80	29.80	29.82	29.50	29.73	0.27	0.89	14.60	14.40	14.60	14.70	14.58	0.22	1.50	9.45	9.70	9.30	9.45	9.48	0.29	3.03
	Promedio (cm.)			29.71				Promedio (cm.)				14.53			Promedio (cm.)				9.56		
	Desviación estándar( $\delta$ )			0.15				Desviación estándar( $\delta$ )				0.28			Desviación estándar( $\delta$ )				0.27		
	Variación (V%)			0.50%				Variación (V%)				1.95%			Variación (V%)				2.88%		



**Tabla 78**

*Calculo y Procesamiento de Datos del Ensayo de Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazando paja por Fibra Polipropileno al 100% en Peso.*

Ensayo de Laboratorio: Variación dimensional												Fecha Elaboración			Ensayo N°:05							
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604												06/10/2019			Fecha: 06/11/2019							
Variación dimensional del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso																						
Muestra	Largo (cm)				Resultados			Ancho (cm)				Resultados			Altura (cm)				Resultados			
	L1	L2	L3	L4	Prom.	$\delta$	V%	A1	A2	A3	A4	Prom.	$\delta$	V%	H1	H2	H3	H4	Prom.	$\delta$	V%	
1	29.40	29.50	29.75	29.60	29.56	0.26	0.87	14.00	14.60	14.50	14.30	14.35	0.46	3.19	9.60	9.70	9.75	9.45	9.63	0.23	2.38	
2	29.70	29.68	29.75	29.70	29.71	0.05	0.17	14.70	14.50	14.45	14.75	14.60	0.25	1.75	9.72	9.42	9.35	9.50	9.50	0.28	2.93	
3	29.78	29.64	29.50	29.60	29.63	0.20	0.68	14.65	14.30	14.20	14.30	14.36	0.34	2.38	9.60	9.69	9.50	9.40	9.55	0.22	2.27	
4	29.74	29.60	29.74	29.65	29.68	0.12	0.41	14.40	14.60	14.50	14.80	14.58	0.30	2.03	9.65	9.65	9.50	9.55	9.59	0.13	1.35	
5	29.62	29.70	29.80	29.74	29.72	0.13	0.44	14.31	14.44	14.35	14.60	14.43	0.22	1.55	9.64	9.74	9.30	9.72	9.60	0.35	3.69	
6	29.81	29.80	29.82	29.40	29.71	0.36	1.20	14.60	14.40	14.50	14.70	14.55	0.22	1.54	9.50	9.60	9.20	9.30	9.40	0.32	3.36	
	Promedio (cm.)			29.67				Promedio (cm.)				14.48			Promedio (cm.)				9.54			
	Desviación estándar( $\delta$ )			0.19				Desviación estándar( $\delta$ )				0.30			Desviación estándar( $\delta$ )				0.25			
	Variación (V%)			0.63%				Variación (V%)				2.07%			Variación (V%)				2.67%			



**Tabla 79**

Calculo y Procesamiento de Datos del Ensayo de Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.

Ensayo de Laboratorio: Variación dimensional												Fecha Elaboración				Ensayo N°:06							
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604												06/10/2019				Fecha: 06/11/2019							
Variación dimensional del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso																							
Muestra	Largo (cm)				Resultados			Ancho (cm)				Resultados			Altura (cm)				Resultados				
	L1	L2	L3	L4	Prom.	$\delta$	V%	A1	A2	A3	A4	Prom.	$\delta$	V%	H1	H2	H3	H4	Prom.	$\delta$	V%		
1	29.60	29.25	29.40	29.30	29.39	0.27	0.91	14.30	14.60	14.20	14.30	14.35	0.30	2.09	9.45	9.50	9.40	9.45	9.45	0.07	0.75		
2	29.40	29.40	29.50	29.60	29.48	0.17	0.56	14.45	14.62	14.50	14.35	14.48	0.19	1.34	9.30	9.45	9.40	9.50	9.41	0.15	1.57		
3	29.40	29.65	29.70	29.64	29.60	0.23	0.79	14.10	14.20	14.20	14.50	14.25	0.30	2.11	9.42	9.45	9.50	9.30	9.42	0.15	1.56		
4	29.50	29.60	29.70	29.60	29.60	0.14	0.48	14.40	14.50	14.40	14.30	14.40	0.14	0.98	9.65	9.60	9.62	9.20	9.52	0.37	3.87		
5	29.40	29.30	29.60	29.75	29.51	0.35	1.18	14.35	14.40	14.35	14.65	14.44	0.25	1.72	9.60	9.40	9.30	9.50	9.45	0.22	2.37		
6	29.80	29.70	29.80	29.50	29.70	0.24	0.82	14.70	14.40	14.50	14.50	14.53	0.22	1.50	9.50	9.60	9.30	9.40	9.45	0.22	2.37		
Promedio (cm.)				29.55				Promedio (cm.)				14.41				Promedio (cm.)				9.45			
Desviación estándar( $\delta$ )				0.23				Desviación estándar( $\delta$ )				0.23				Desviación estándar( $\delta$ )				0.20			
Variación (V%)				0.79%				Variación (V%)				1.62%				Variación (V%)				2.08%			

Viendo la Tabla 80: Podemos observar:

- La variación dimensional en el largo corresponde al adobe elaborado reemplazando fibra polipropileno al 105 % con una variación de 0.45 cm.
- La variación dimensional en el ancho corresponde al adobe elaborado reemplazando fibra polipropileno al 105 % con una variación de 0.59 cm.
- La variación dimensional en la altura corresponde al adobe elaborado reemplazando fibra polipropileno al 105 % con una variación de 0.55 cm.



c) Esto influye en el asentado de las unidades de adobe en especial de las juntas horizontales y verticales que debe tener un máximo de 2 cm, las variaciones de las dimensiones están dentro de los parámetros de la norma de albañilería E-070.

d) **Análisis de la prueba**

El reemplazo de paja por fibra polipropileno en diferentes porcentajes en el ensayo hizo que se logre mejorar en lo mínimo la deformación por variación dimensional en los adobes reemplazados comparados con el adobe elaborado en el distrito de Saylla.

### 3.5.4.2. Análisis de datos del ensayo de alabeo

a) **Calculo y procesamiento de la prueba**

- 🍏 Para el cálculo del ensayo de alabeo se tomó los datos de concavidad y convexidad dichas medidas que se obtuvieron en forma diagonal de cada cara del adobe, para posteriormente se realizó el cálculo del promedio de concavidad y convexidad.
- 🍏 Se realizó el cálculo de la desviación estándar de cada una de las medidas realizadas, para ello se utilizó la siguiente fórmula indicada en el marco teórico correspondiente a variación estándar.

$$\delta = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{X})^2 + (x_2 - \bar{X})^2 + \dots + (x_n - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

El cálculo de la desviación estándar de los datos de alabeo se realizó en Excel la función utilizada fue DESVEST.M, esta se usa para el cálculo de la desviación estándar de los datos de una muestra y sustituye a la anterior fórmula.

- 🍏 Determinada la variación estándar se calcula la variación haciendo uso de la siguiente fórmula estadística.

$$\%V = \frac{\delta}{\bar{X}}$$

Teniendo en cuenta los datos se realizó la generación de tablas para cada uno de los 4 tipos de reemplazo de paja por fibra polipropileno que son :95%, 100%, 105%, en peso.



b) Tabla de resultado de procesamiento de datos

**Tabla 80**

*Calculo de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.*

Ensayo de Laboratorio:				
Alabeo del adobe elaborado en el distrito de Saylla				
Especimen	Cara superior		Cara inferior	
	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)
1	0.00	1.50	0.90	1.00
2	2.00	0.00	1.20	2.10
3	0.50	0.90	1.10	1.50
4	0.70	0.90	2.00	1.30
5	0.80	0.20	1.80	1.30
6	0.80	1.00	1.00	1.00
<b>Promedio</b>	0.80	0.75	1.33	1.37
<b>Desviación estándar</b>	0.66	0.55	0.45	0.41
<b>Variación(V%)</b>	0.83	0.74	0.34	0.30

**Tabla 81**

*Calculo de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Reemplazando Paja por Fibra*

*Polipropileno al 95% en Peso*

Ensayo de Laboratorio:				
Alabeo del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso.				
Especimen	Cara superior		Cara inferior	
	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)
1	0.90	0.50	1.00	0.00
2	0.70	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.50	1.40	1.00
4	0.00	0.90	1.00	0.90
5	0.80	0.90	0.70	0.80
6	1.00	1.10	1.00	1.20
<b>Promedio</b>	0.73	0.98	1.02	0.82
<b>Desviación estándar</b>	0.38	0.33	0.22	0.42
<b>Variación(V%)</b>	0.52	0.33	0.22	0.52



**Tabla 82**

*Calculo de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Reemplazando Paja por Fibra*

*Polipropileno al 100% en Peso.*

<b>Ensayo de Laboratorio:</b>				
<b>Alabeo del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso.</b>				
Especimen	Cara superior		Cara inferior	
	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)
1	0.70	0.50	0.00	1.00
2	1.00	1.00	1.20	0.90
3	0.80	0.90	0.80	0.90
4	0.90	0.00	0.80	0.90
5	1.20	1.00	2.00	0.80
6	1.00	1.50	1.30	1.80
<b>Promedio</b>	0.93	0.82	1.02	1.05
<b>Desviación estándar</b>	0.18	0.51	0.66	0.37
<b>Variación(V%)</b>	0.19	0.63	0.65	0.36

**Tabla 83**

*Calculo de Datos del Ensayo de Alabeo del Adobe Reemplazando Paja por Fibra*

*Polipropileno al 105% en Peso.*

<b>Ensayo de Laboratorio:</b>				
<b>Alabeo del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso.</b>				
Especimen	Cara superior		Cara inferior	
	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Convexo (mm.)
1	2.50	1.00	1.00	1.20
2	1.20	1.50	1.40	1.50
3	1.20	1.20	0.70	0.70
4	0.00	1.20	1.00	0.90
5	0.90	1.00	0.90	1.20
6	0.80	1.00	1.10	2.00
<b>Promedio</b>	1.10	1.15	1.02	1.25
<b>Desviación estándar</b>	0.81	0.20	0.23	0.46
<b>Variación(V%)</b>	0.74	0.17	0.23	0.37

**c) Análisis de la prueba**

El reemplazo de paja por fibra de polipropileno hizo que empeore la deformación por alabeo en los adobes reemplazados con fibra polipropileno en comparación con el adobe elaborado en



el distrito de Saylla. Procedimiento de análisis de datos del ensayo de las propiedades mecánicas del adobe.

Se puede observar en la tabla 80: Resultado del ensayo de alabeo, el que presenta mayor alabeo es el adobe elaborado en el distrito de Saylla con un alabeo convexo de 1.37 cm como mayor y en cuanto al adobe elaborado reemplazado fibra polipropileno corresponde al reemplazado en un 105% en peso.

### 3.5.4.3. Análisis de datos del ensayo de absorción

#### a) Cálculo y procesamiento de la prueba

- 🍏 Para el cálculo de datos del porcentaje de absorción de agua se tomó en cuenta las formulas indicadas en el marco teórico y esto en correspondencia de la Norma técnica peruana (NTP 399.613, 2003) y (NTP 399.604,2002).
- 🍏 Se realizó el promedio de las 3 unidades de adobes para luego determinar la variación estándar y como último determinar el coeficiente de variación.
- 🍏 El cálculo de la desviación estándar de los datos de absorción se calculó con el Excel con la fórmula DESVEST.M.

#### b) Tabla de resultado de procesamiento de datos

**Tabla 84**

*Calculo de Datos del Ensayo Porcentaje de Absorción del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla*

Ensayo de Laboratorio: Absorción							
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604							
Porcentaje de absorcion del adobe elaborado en el distrito de Saylla							
Espécimen	Largo	Ancho	Altura	Peso seco(Kg)	Peso húmedo(Kg)	Absorc(%)	
1	29.50	14.40	9.40	7.45	7.98	7.11%	
2	29.45	14.60	9.70	7.60	8.20	7.89%	
3	29.60	14.55	9.60	7.55	8.15	7.95%	

Promedio	7.65%
$\delta$	0.47%
V(%)	6.10%



**Tabla 85**

*Calculo de Datos del Ensayo de Porcentaje de Absorción del Adobe Reemplazando Paja por  
Fibra Polipropileno al 95% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Absorción							
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604							
Porcentaje de absorcion del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso.							
Espécimen	Largo	Ancho	Altura	Peso seco(Kg)	Peso húmedo(Kg)	Absorc(%)	
1	29.80	14.70	9.60	7.58	8.15	7.52%	
2	29.50	14.60	9.70	7.60	8.25	8.55%	
3	29.75	14.70	9.80	7.65	8.20	7.19%	

Promedio	7.75%
$\delta$	0.72%
V(%)	9.31%

**Tabla 86**

*Calculo de Datos del Ensayo de Porcentaje de Absorción del Adobe Reemplazando Paja por  
Fibra Polipropileno al 100% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Absorción							
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604							
Porcentaje de absorcion del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso.							
Espécimen	Largo	Ancho	Altura	Peso seco(Kg)	Peso húmedo(Kg)	Absorc(%)	
1	29.50	14.40	9.50	7.40	8.05	8.78%	
2	29.75	14.50	9.60	7.50	8.10	8.00%	
3	29.00	14.65	9.60	7.60	8.30	9.21%	

Promedio	8.38%
$\delta$	1.38%
V(%)	16.43%





**Tabla 87**

*Calculo de Datos del Ensayo de Porcentaje de Absorción del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Absorción							
Norma: NTP 399.613 Y NTP 399.604							
Porcentaje de absorcion del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso.							
Espécimen	Largo	Ancho	Altura	Peso seco(Kg)	Peso húmedo(Kg)	Absorc(%)	
1	29.50	14.30	9.60	7.52	8.10	7.71%	
2	29.30	14.55	9.45	7.30	8.00	9.59%	
3	29.65	14.00	9.30	7.65	8.25	7.84%	
Promedio					8.66%		
δ					1.38%		
V(%)					15.97%		

**c) Análisis de la prueba**

El cálculo y procesado de datos en el ensayo de porcentaje de absorción de agua, hizo que el adobe logre resistir integro las 24 horas sumergido en el agua, mientras que el adobe elaborado en el distrito de Saylla se desintegre en un 50% de su volumen.

**3.5.4.4. Análisis de datos del ensayo erosión acelerada (SAET).**

**a) Cálculo y procesamiento de la prueba**

- 🍏 Para el procesamiento de datos de la erosión acelerada de Swinburne (SAET) se procedió el nivel de oquedad que presentaron las unidades de adobe sometidas al goteo constante durante 10 minutos.
- 🍏 Calculado los datos se procedió a comparar de acuerdo con la tabla 87: propiedad de profundidad de oquedad, si esta tiene una resistencia a la erosión nula, baja, media o alta.
- 🍏 El cálculo de la desviación estándar de los datos de erosión acelerada se calculó con el Excel con la fórmula DESVEST.M.



**Tabla 88**

*Propiedad de Profundidad de Oquedad*

Propiedad	Criterio	Resistencia
D (Profundidad de la oquedad en mm)	$D > 20$	Baja a Nula
	$10 \geq D > 20$	Baja
	$5 > D > 10$	Media
	$0 > D > 5$	Alta

- Posteriormente se determinó el promedio de oquedad, y realizar el cálculo de variación estándar así como determinar el coeficiente de variación para luego comparar con la tabla 91: Propiedad de oquedad aceptación o rechazo, obteniéndose los resultados respectivos.

**Tabla 89**

*Propiedad de Oquedad Aceptación o Rechazo*

Propiedad	Criterio	Resultados
D (Profundidad de la oquedad en mm)	$0 \leq D \leq 10$	Bloque Apto
	$D > 10$	Bloque no Apto

- b) **Tabla de resultado de procesamiento de datos**



**Tabla 90**

*Calculo de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.*

Ensayo de Laboratorio: Erosión acelerada de Swinburne (SAET)					
Norma: UNE 41410:2008					
Erosión acelerada del adobe elaborado en el distrito de Saylla					
Espécimen	Tiempo(min)	Oquedad máxima(mm)	Oquedad(mm)	Nivel de resistencia	Resultados
1	10	10	13	baja	No apto
2	10	10	15	baja	No apto
3	10	10	12	baja	No apto
4	10	10	13	baja	No apto
5	10	10	15	baja	No apto

Promedio	13.60	No apto
$\Delta$	1.34	
V(%)	9.87%	

**Tabla 91**

*Calculo de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 95% en Peso*

Ensayo de Laboratorio: Erosión acelerada de Swinburne (SAET)					
Norma: UNE 41410:2008					
Erosión acelerada del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso					
Espécimen	Tiempo(min)	Oquedad máxima(mm)	Oquedad(mm)	Nivel de resistencia	Resultados
1	10	10	10	baja	Apto
2	10	10	11	baja	No apto
3	10	10	8	baja	Apto
4	10	10	9	baja	Apto
5	10	10	10	baja	Apto

Promedio	9.70	Apto
$\Delta$	1.14	
V(%)	11.88%	



**Tabla 92**

*Calculo de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Reemplazando Paja por Fibra*

*Polipropileno al 100% en Peso*

<b>Ensayo de Laboratorio: Erosión acelerada de Swinburne (SAET)</b>					
<b>Norma: UNE 41410:2008</b>					
<b>Erosión acelerada del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso</b>					
<b>Espécimen</b>	<b>Tiempo(min)</b>	<b>Oquedad máxima(mm)</b>	<b>Oquedad(mm)</b>	<b>Nivel de resistencia</b>	<b>Resultados</b>
1	10	10	10	baja	Apto
2	10	10	9	baja	Apto
3	10	10	9.5	baja	Apto
4	10	10	11	baja	No apto
5	10	10	9	baja	Apto

<b>Promedio</b>	9.60	Apto
<b>Δ</b>	0.84	
<b>V(%)</b>	8.63%	

**Tabla 93**

*Calculo de Datos del Ensayo de Erosión Acelerada del Adobe Reemplazando Paja por Fibra*

*Polipropileno al 105% en Peso*

<b>Ensayo de Laboratorio: Erosión acelerada de Swinburne (SAET)</b>					
<b>Norma: UNE 41410:2008</b>					
<b>Erosión acelerada del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso</b>					
<b>Espécimen</b>	<b>Tiempo(min)</b>	<b>Oquedad máxima(mm)</b>	<b>Oquedad(mm)</b>	<b>Nivel de resistencia</b>	<b>Resultados</b>
1	10	10	8	baja	Apto
2	10	10	7	baja	Apto
3	10	10	10	baja	Apto
4	10	10	8	baja	Apto
5	10	10	8	baja	Apto

<b>Promedio</b>	8.20	Apto
<b>Δ</b>	1.10	
<b>V(%)</b>	13.36%	

**c) Análisis de la prueba**

El adobe reemplazado paja por fibra polipropileno son más resistentes a la erosión acelerada en comparación con el adobe elaborado en el distrito de Saylla.



Con variación estándar  $\pm 1.14$  para el adobe reemplazado al 95% en peso de fibra polipropileno y con respecto al adobe elaborado con una variación estándar  $\pm 1.34$ .

### 3.5.4.5. Análisis de datos del ensayo a flexión

#### a) Cálculo y procesamiento de la prueba

- Para realizar el análisis de datos de resistencia a la flexión de las unidades de adobes, tendremos en cuenta lo establecido en la Norma técnica peruana (NTP 339.078, 1999).
- El cálculo de la desviación estándar de los datos de resistencia a flexión se calculó con el Excel con la fórmula DESVEST.M.

#### b) Tabla de resultado de procesamiento de datos

**Tabla 94**

*Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a flexión						
Norma: NTP 339.078						
Resistencia a la flexión del adobe elaborado en el distrito de Saylla						
Especimen	Dimensiones(cm)			long de apoyos (L)	Carga máxima P (Kgf)	F'o (Kg/Cm2)
	Largo	Ancho(b)	Altura(h)			
1	29.6	14.5	9.5	17	380	7.40
2	29.4	14.6	9.4	17	340	6.72
3	29.3	14.6	9.5	17	360	6.97
4	29.2	14.7	9.2	17	360	7.38
5	29.4	14.4	9.4	17	380	7.62
6	29.5	14.3	9.2	17	360	7.58

Promedio	7.28
$\delta$	0.36
V(%)	4.92%



**Tabla 95**

*Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazando Paja por  
Fibra Polipropileno al 95% en Peso.*

<b>Ensayo de Laboratorio: Resistencia a flexión</b>						
<b>Norma: NTP 339.078</b>						
<b>Resistencia a la flexión del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso</b>						
Especimen	Dimensiones(cm)			long de apoyos (L)	Carga máxima P (Kgf)	F'o (Kg/Cm2)
	Largo	Ancho(b)	Altura(h)			
1	29.3	14.4	9.6	17	360	6.92
2	29.3	14.3	9.5	17	370	7.31
3	29.45	14.3	9.5	17	386	7.63
4	29.4	14.7	9.2	17	320	6.56
5	29.3	14.4	9.4	17	340	6.81
6	29.5	14.2	9.3	17	360	7.47

<b>Promedio</b>	7.12
<b>δ</b>	0.42
<b>V(%)</b>	5.86%

**Tabla 96**

*Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazando Paja por  
Fibra Polipropileno al 100% en Peso*

<b>Ensayo de Laboratorio: Resistencia a flexión</b>						
<b>Norma: NTP 339.078</b>						
<b>Resistencia a la flexión del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso</b>						
Especimen	Dimensiones(cm)			long de apoyos (L)	Carga máxima P (Kgf)	F'o (Kg/Cm2)
	Largo	Ancho(b)	Altura(h)			
1	29.4	14.5	9.4	17	390	7.76
2	29.4	14.4	9.2	17	380	7.95
3	29.2	14.6	9.2	17	380	7.84
4	29.2	14.4	9.2	17	370	7.74
5	29.4	14.6	9.3	17	390	7.88
6	29.6	14.2	9.2	17	390	8.27

<b>Promedio</b>	7.91
<b>δ</b>	0.20
<b>V(%)</b>	2.47%



**Tabla 97**

*Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Flexión del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.*

Ensayo de Laboratorio: Resistencia a flexión						
Norma: NTP 339.078						
Resistencia a la flexión del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso						
Espécimen	Dimensiones(cm)			long de apoyos (L)	Carga máxima P (Kgf)	F'o (Kg/Cm2)
	Largo	Ancho(b)	Altura(h)			
1	29.2	14.4	9.5	17	398	7.81
2	29.4	14.2	9.4	17	415	8.43
3	29.4	14.2	9.4	17	410	8.33
4	29.3	14.3	9.2	17	370	7.80
5	29.3	14.3	9.4	17	400	8.07
6	29.45	14.3	9.3	17	380	7.83

Promedio	8.05
$\delta$	0.28
V(%)	3.50%

### c) Análisis de la prueba

Se puede observar que de los cálculos obtenidos en las tablas: 94, tabla 95, tabla 96 y tabla 97, se obtiene un promedio y variación estándar, tenemos en el adobe elaborado en el distrito de Saylla  $7.28 \pm 0.36$  y para el adobe reemplazado por fibra polipropileno es  $8.05 \pm 0.28$  correspondiendo a la fibra polipropileno reemplazado al 105% en peso.

### 3.5.4.6. Análisis de datos del ensayo a resistencia a compresión

#### a) Calculo y procesamiento de la prueba

- 🍏 Para el cálculo de la resistencia a la compresión de las unidades de adobes tendremos en cuenta lo establecido en la norma E-080 del adobe:  $f_o = 12 \text{kgf/cm}^2$ .
- 🍏 El cálculo de la desviación estándar de los datos de resistencia a compresión se calculó con el Excel con la fórmula DESVEST.M.

#### b) Tabla de resultado de procesamiento de datos



**Tabla 98**

*Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Elaborado en el  
Distrito de Saylla.*

<b>Ensayo de Laboratorio: Resistencia a la Compresión</b>					
<b>Norma: NTP 399.613</b>					
<b>Resistencia a la compresión del adobe elaborado en el distrito de Saylla</b>					
Especimen	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)	F'o (Kg/Cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho			
1	9.50	9.30	88.35	840.00	9.51
	9.20	9.40	86.48	830.00	9.60
2	9.40	9.80	92.12	790.00	8.58
	9.60	9.50	91.20	840.00	9.21
3	9.70	9.70	94.09	860.00	9.14
	9.50	9.60	91.20	790.00	8.66
4	9.60	9.50	91.20	820.00	8.99
	9.60	9.40	90.24	830.00	9.20
5	9.50	9.50	90.25	800.00	8.86
	9.50	9.50	90.25	780.00	8.64
6	9.45	9.30	87.89	810.00	9.22
	9.80	9.20	90.16	820.00	9.09

<b>Promedio</b>	9.06
<b>δ</b>	0.33
<b>V(%)</b>	3.60%





**Tabla 99**

*Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazando Paja por*

*Fibra Polipropileno al 95% en Peso*

<b>Ensayo de Laboratorio: Resistencia a la Compresión</b>					
<b>Norma: NTP 399.613</b>					
<b>Resistencia a la compresión del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso</b>					
Especímen	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)	F'o (Kg/Cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho			
1	9.50	9.40	89.30	820.00	9.18
	9.50	9.40	89.30	810.00	9.07
2	9.60	9.60	92.16	790.00	8.57
	9.60	9.40	90.24	760.00	8.42
3	9.60	9.60	92.16	790.00	8.57
	9.50	9.60	91.20	750.00	8.22
4	9.50	9.50	90.25	720.00	7.98
	9.70	9.60	93.12	730.00	7.84
5	9.70	9.50	92.15	745.00	8.08
	9.60	9.50	91.20	780.00	8.55
6	9.40	9.30	87.42	815.00	9.32
	9.00	9.30	83.70	820.00	9.80

<b>Promedio</b>	8.63
<b>δ</b>	0.60
<b>V(%)</b>	6.90%



**Tabla 100**

*Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazando Paja por  
Fibra Polipropileno al 100% en Peso.*

<b>Ensayo de Laboratorio: Resistencia a la Compresión</b>					
<b>Norma: NTP 399.613</b>					
<b>Resistencia a la compresión del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso</b>					
Especimen	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)	F'o (Kg/Cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho			
1	9.40	9.40	88.36	950.00	10.75
	9.50	9.60	91.20	940.00	10.31
2	9.40	9.70	91.18	970.00	10.64
	9.70	9.70	94.09	950.00	10.10
3	9.70	9.80	95.06	990.00	10.41
	9.60	9.50	91.20	1010.00	11.07
4	9.40	9.60	90.24	890.00	9.86
	9.50	9.40	89.30	930.00	10.41
5	9.50	9.50	90.25	940.00	10.42
	9.40	9.40	88.36	960.00	10.86
6	9.80	9.60	94.08	970.00	10.31
	9.40	9.30	87.42	970.00	11.10

<b>Promedio</b>	10.52
<b><math>\delta</math></b>	0.38
<b>V(%)</b>	3.58%



**Tabla 101**

*Calculo de Datos del Ensayo de Resistencia a Compresión del Adobe Reemplazando Paja por Fibra Polipropileno al 105% en Peso.*

<b>Ensayo de Laboratorio: Resistencia a la Compresión</b>					
<b>Norma: NTP 399.613</b>					
<b>Resistencia a la compresión del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso</b>					
Especimen	Dimensiones		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)	F'o (Kg/Cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho			
1	9.40	9.60	90.24	980.00	10.86
	9.20	9.30	85.56	1020.00	11.92
2	9.30	9.50	88.35	1040.00	11.77
	9.60	9.40	90.24	1110.00	12.30
3	9.50	9.40	89.30	1010.00	11.31
	9.50	9.30	88.35	980.00	11.09
4	9.40	9.40	88.36	1020.00	11.54
	9.40	9.40	88.36	990.00	11.20
5	9.45	9.55	90.25	1030.00	11.41
	9.50	9.50	90.25	1140.00	12.63
6	9.45	9.20	86.94	1160.00	13.34
	9.75	9.30	90.68	1080.00	11.91

<b>Promedio</b>	11.78
<b>δ</b>	0.71
<b>V(%)</b>	6.03%

**c) Análisis de la prueba**

Se puede observar el resultado de los cálculos obtenidos en las tablas 98, tabla 99, tabla 100 y tabla 101, se obtiene un promedio y variación estándar para el adobe elaborado en el distrito de Saylla  $9.06 \pm 0.33$  y para el adobe reemplazado por fibra polipropileno es  $11.78 \pm 0.71$  correspondiendo a la fibra polipropileno reemplazado al 105% en peso.

**3.5.5. Análisis comparativo de costos económicos de elaboracion de adobe**

Para la elaboración de los adobes se muestran los costos de inversión de mano de obra, materiales y equipos, con diferente porcentaje en peso (95%,100% y 105%) de reemplazos de paja por fibra polipropileno, así como la elaboración del adobe tradicional a continuación se muestra en la siguiente tabla.



### 3.5.5.1. Metodología de análisis de datos para los costos económicos

#### Costos

Los costos son aquellos recursos, que interviene en el gasto económico ocasionado por la producción de algún bien o servicio.

Este concepto incluye la compra de insumos, el pago de la mano de obra, costo en la producción y administración.

- Mano de obra: Es el costo de la mano de obra está definido por el tipo de recurso empleado (operario, oficial y peón), por 8 horas trabajados.
- Materiales: Los costos de materiales son las unidades necesarias para producir una unidad de adobe y está en función a los siguientes elementos:
  - Precio de adquisición materiales
  - Transporte
- Equipos y maquinarias: Los costos de equipos y maquinarias son medios auxiliares pueden que se pueden adquirir varios tipos, por ejemplo:
  - Alquiler de maquinaria o equipo

Los costos unitarios de producción son la base para la evaluación de las partidas que intervienen en el presupuesto de fabricación, el análisis de precios unitarios facilita la integración del costo financiero de resultados y costos de producción en obra.

Para la determinación de cotos unitarios de producción se tomó información de los costos de producción y la cantidad producida por día de los productores de adobes elaborados en el distrito de Saylla.

Y siguiendo el estudio de (Valenzuela, 2014), la fórmula para determinar los cotos unitarios de producción es:

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Cantidad producida}}$$



**Tabla 102**

*Costos de Producción de Adobe Tradicional del Distrito de Saylla.*

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0102007 ANALISIS DE COSTO DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA						Fecha presupuesto	11/03/2020
Subpresupuesto	001 COSTOS DE PRODUCCION DE ADOBE REEMPLAZADO PAJA POR FIBRA POLIPRO							
Partida	01.01 ADOBE ELABORADO EN EL DISTRITO DE SAYLLA 30cm x 15cm x 10 cm							
Rendimiento	und/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : und			<b>0.68</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0333	13.39	0.45		
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.0167	9.47	0.16		
							<b>0.61</b>	
<b>Materiales</b>								
02040300010044	FIBRA DE PAJA	kg		0.0207	0.50	0.01		
0207050003	TIERRA	m3		0.0064	5.00	0.03		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0018	5.00	0.01		
							<b>0.05</b>	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.61	0.02		
							<b>0.02</b>	

**Tabla 103**

*Costos de Adobe Reemplazado al 95% de Fibra Polipropileno*

Partida	02.01 ADOBE REEMPLAZADO CON FIBRA POLIPROPILENO AL 95% EN PESO 30cm x 15cm x 10 cm						
Rendimiento	und/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : und			<b>1.56</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0333	13.39	0.45	
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.0167	9.47	0.16	
							<b>0.61</b>
<b>Materiales</b>							
02040300010045	FIBRA DE POLIPROPILENO	kg		0.0197	45.00	0.89	
0207050003	TIERRA	m3		0.0064	5.00	0.03	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0018	5.00	0.01	
							<b>0.93</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.61	0.02	
							<b>0.02</b>



**Tabla 104**

*Costos de Adobe Reemplazado al 95% de Fibra Polipropileno*

Partida	02.01	ADOBE REEMPLAZADO CON FIBRA POLIPROPILENO AL 95% EN PESO 30cm x 15cm x 10 cm					
Rendimiento	und/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : und			1.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0333	13.39	0.45	
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.0167	9.47	0.16	
							<b>0.61</b>
<b>Materiales</b>							
02040300010045	FIBRA DE POLIPROPILENO	kg		0.0197	45.00	0.89	
0207050003	TIERRA	m3		0.0064	5.00	0.03	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0018	5.00	0.01	
							<b>0.93</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.61	0.02	
							<b>0.02</b>

**Tabla 105**

*Costos de Adobe Reemplazado al 100% de Fibra Polipropileno.*

Partida	02.02	ADOBE REEMPLAZADO CON FIBRA POLIPROPILENO AL 100% EN PESO 30cm x 15cm x 10 cm					
Rendimiento	und/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : und			1.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0333	13.39	0.45	
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.0167	9.47	0.16	
							<b>0.61</b>
<b>Materiales</b>							
02040300010045	FIBRA DE POLIPROPILENO	kg		0.0207	45.00	0.93	
0207050003	TIERRA	m3		0.0064	5.00	0.03	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0018	5.00	0.01	
							<b>0.97</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.61	0.02	
							<b>0.02</b>



**Tabla 106**

*Costos de Adobe Reemplazado al 105% de Fibra Polipropileno.*

Partida	ADOBE REEMPLAZADO CON FIBRA POLIPROPILENO AL 105% EN PESO 30cm x 15cm x 10 cm						
Rendimiento	und/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por: und		1.65	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0333	13.39	0.45	
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.0167	9.47	0.16	
						<b>0.61</b>	
<b>Materiales</b>							
02040300010045	FIBRA DE POLIPROPILENO	kg		0.0217	45.00	0.98	
0207050003	TIERRA	m3		0.0064	5.00	0.03	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0018	5.00	0.01	
						<b>1.02</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.61	0.02	
						<b>0.02</b>	

Los costos unitarios para la producción de una unidad de adobe tradicional de Saylla es de S/. 0.68 (Tabla 102), para el adobe reemplazado por fibra polipropileno al 95% en peso el costo de fabricación por unidad es de S/.1.56 (Tabla 103), reemplazado al 100% su costo de producción por unidad de adobe es S/.1.60 (Tabla 104) y reemplazado al 105% su costo de producción por unidad de adobe es S/.1.65 (Tabla 105).

**Tabla 107**

*Presupuesto de Producción Según la Cantidad de Adobe y Tipo*

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	0102008	ANALISIS DE COSTO DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA			
Subpresupuesto	001	COSTOS DE PRODUCCION DE ADOBE REEMPLAZADO PAJA POR FIBRA POLIPROPILENO			
Cliente	TESISTA			Costo al	11/03/2020
Lugar	CUSCO - CUSCO - SAYLLA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ELABORACION DE UNIDAD DE LADRILLO EN EL DISTRITO DE SAYLLA				16.32
<b>MATERIALES PROPIOS</b>					
01.01	ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAYLLA 30cm x 15cm x 10 cm	und	24.00	0.68	16.32
02	ELABORACION DE UNIDAD DE LADRILLO REEMPLAZANDO PAJA POR FIBRA POLIPROPILENO EN DIFERENTES PORCENTAJES EN PESO				115.44
02.01	ADOBE REEMPLAZADO CON FIBRA POLIPROPILENO AL 95% EN PESO 30cm x 15cm x 10 cm	und	24.00	1.56	37.44
02.02	ADOBE REEMPLAZADO CON FIBRA POLIPROPILENO AL 100% EN PESO 30cm x 15cm x 10 cm	und	24.00	1.60	38.40
02.03	ADOBE REEMPLAZADO CON FIBRA POLIPROPILENO AL 105% EN PESO 30cm x 15cm x 10 cm	und	24.00	1.65	39.60
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>131.76</b>
SON : CIENTO TRENTIUNO Y 76/100 NUEVOS SOLES					



Se puede observar los resultados de los costos de producción en la tabla 106: presupuesto de producción según la cantidad de adobe son las siguientes:

- Costo de producción de 24 unidades de adobe elaborados en el distrito de Saylla tiene un costo de producción de S/. 16.32.
- Costo de producción de 24 unidades de adobe reemplazados paja por fibra polipropileno al 95% en peso, tiene un costo de producción de S/. 37.44.
- Costo de producción de 24 unidades de adobes reemplazados paja por fibra polipropileno al 100% en peso, tiene un costo de producción de S/. 38.40.
- Costo de producción de 24 unidades de adobes reemplazados paja por fibra polipropileno al 95% en peso, tiene un costo de producción de S/. 39.60.

Obteniendo el costo directo total producido por las 96 unidades de adobe S/. 131.76.





## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Resultado de la entrevista de la elaboracion del adobe tradicional de Saylla

De las 8 personas entrevistadas se obtuvieron resultados de la entrevista, respecto al proceso de elaboración de la unidad de adobe, como se menciona en la siguiente tabla:

Tabla 108

*Resultados de la Entrevista del Proceso de Elaboracion del Adobe en Saylla*

Resultados de la entrevista del proceso de elaboración del adobes elaborados en el distrito de Saylla				
<b>I.- ¿Cómo se obtiene la tierra para la elaboración del adobe de Saylla?</b>			<b>Resultados</b>	<b>%</b>
1).-	Excavación propia de la zona		2	25.00%
2).-	Traen de diferentes lugares del Cusco		5	62.50%
3).-	Producto de desmontes		1	12.50%
4).-	Lo traen de cantera		0	0.00%
<b>II.- ¿Cuál es el criterio para la selección de tierra óptima, para la elaboración del adobe de Saylla?</b>			<b>Resultados</b>	<b>%</b>
1).-	Prueba de olor		0	0.00%
2).-	Prueba de sabor		0	0.00%
3).-	Prueba de color		6	75.00%
4).-	Prueba de la cinta		0	0.00%
5).-	Prueba de la botella o sedimentación		0	0.00%
6).-	Otros		2	25.00%
<b>III.- ¿Cómo se obtiene la paja para la elaboración del adobe de Saylla?</b>			<b>Resultados</b>	<b>%</b>
1).-	Es propio de la zona y se corta cada más de 10 cm.		0	0.00%
2).-	Es propio de la zona y se corta cada menos de 10 cm.		5	62.50%
3).-	Lo traen de otros distritos de Cusco y se corte más de 10cm		3	37.50%
4).-	Lo traen de otros distritos de Cusco y se corte menos de 10cm		0	0.00%
<b>IV.- ¿Cuál es el tipo de agua se utiliza para la elaboración del adobe de Saylla?</b>			<b>Resultados</b>	<b>%</b>
1).-	Agua potable		5	62.50%
2).-	Agua subterránea		2	25.00%
3).-	Agua del rio Huatanay		1	12.50%
4).-	Aguas servidas		0	0.00%
5).-	Aguas de cisterna		0	0.00%
<b>V.- ¿Qué tiempo se hace dormir el barro para la elaboración del adobe de Saylla?</b>			<b>Resultados</b>	<b>%</b>
1).-	Instantáneo		0	0.00%
2).-	Un día para otro 12 horas		7	87.50%
3).-	Un día y una noche 24 horas		1	12.50%
4).-	Mas de 24 horas		0	0.00%
<b>VI.- ¿Qué cantidad o relacion de paja se opone al barro para la elaboración del adobe de Saylla?</b>			<b>Resultados</b>	<b>%</b>
1).-	Un saco de paja por una carretilla de tierra		0	0.00%
2).-	Un saco de paja por dos carretillas de tierra		0	0.00%
3).-	Un saco de paja por tres carretillas de tierra		1	12.50%
4).-	Un saco de paja por cuatro carretillas de tierra		1	12.50%
5).-	Un saco de paja por cinco carretillas de tierra		5	62.50%
6).-	Al tanteo		1	12.50%



VII.- ¿De qué medidas son los adobes elaborados en el distrito de Saylla?							Resultados	%
1).-	45x20x15 cm						8	100.00%
2).-	50x30x20 cm						0	0.00%
3).-	40x20x14 cm						0	0.00%
4).-	30x20x15 cm						0	0.00%
5).-	Otros						0	0.00%
VIII.- ¿Cuánto tiempo de haber elaborado el adobe realiza el volteo?							Resultados	%
1).-	Una semana						7	87.50%
2).-	Dos semanas						1	12.50%
3).-	Tres semanas						0	0.00%
4).-	Cuatro semanas						0	0.00%
5).-	No lo realiza						0	0.00%
IX.- ¿ Cuantas semanas realiza el secado de los adobes elaborados en el distrito de Saylla?							Resultados	%
1).-	Una semana						2	25.00%
2).-	Dos semanas						6	75.00%
3).-	Tres semanas						0	0.00%
4).-	Cuatro semanas						0	0.00%
X.- ¿Cuál es el precio de la unidad del adobe elaborado en el distrito de Saylla?							Resultados	%
1).-	0.50 soles la unidad						0	0.00%
2).-	0.55 soles la unidad						1	12.50%
3).-	0.60 soles la unidad						7	87.50%
4).-	1 sol la unidad						0	0.00%
5).-	otro						0	0.00%
XI.- Realiza pruebas de control de calidad de los adobes elaborados en el distrito de Saylla							Resultados	%
1).-	Si realiza						0	0.00%
2).-	No realiza						8	100.00%
3).-	otro						0	0.00%

## 4.2. Resultado de las pruebas de campo al suelo

El resultado muestra de las tres muestras de suelo sometido a las diferentes pruebas de selección del suelo insitu, el suelo 1 cumple satisfactoriamente con los ensayos respectivos.



**Tabla 109**

*Análisis Comparativo del Resultado de Prueba de Campo*

<b>Resultado de la prueba de campo de selección de suelo</b>				
<b>Ensayo Numero</b>	<b>Descripción</b>	<b>Muestra N°01</b>	<b>Muestra N°02</b>	<b>Muestra N 03</b>
1	Prueba del olor	Apto	Apto	No apto
2	Prueba de la mordedura	Apto	No Apto	No apto
3	Prueba del color	Apto	No Apto	No apto
4	Prueba del tacto	Apto	Apto	Apto
5	Prueba del brillo	Apto	No Apto	No apto
6	prueba de la sedimentación	Apto	No Apto	No Apto
7	Prueba de la cintilla	Apto	Apto	No apto
8	Prueba de la caída de la bola	Apto	Apto	Apto
9	Prueba de resistencia seca de la bola	Apto	No Apto	Apto
	<b>RESULTADO</b>	<b>Apto</b>	<b>No Apto</b>	<b>No apto</b>

Para la elaboración de nuestras unidades de adobe se toman en cuenta el suelo que corresponde a la muestra 1, es apto en todo los ensayos, de manera que con este suelo se realizó la elaboración de los adobes para luego llevarlo a los ensayos de laboratorio.

### **4.3. Resultado de las pruebas de laboratorio al suelo**

#### **4.3.1. Resultado del ensayo de análisis granulométrico**

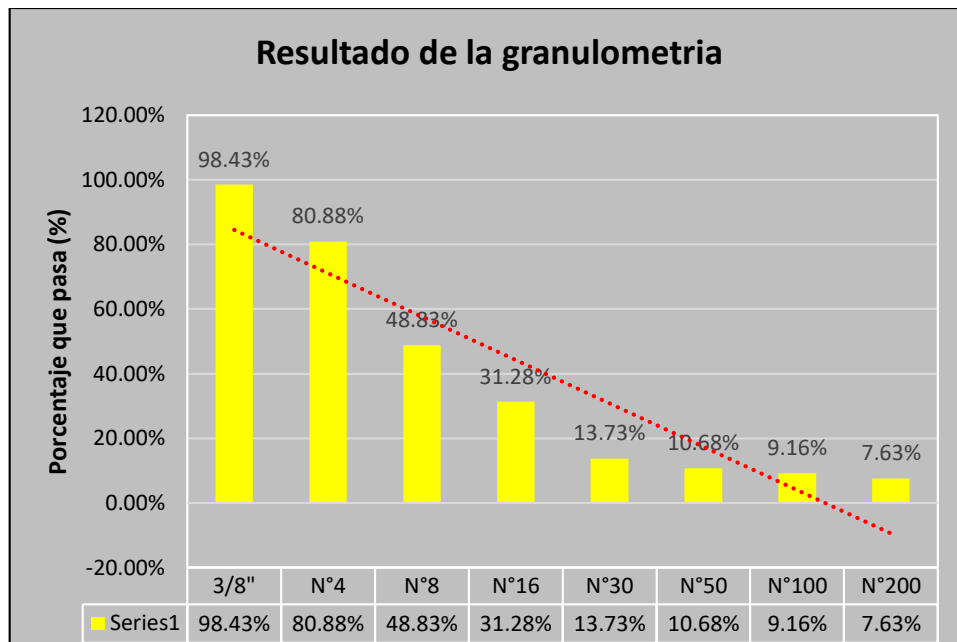
Realizados el proceso de tamizado obtenemos un resultado del análisis granulométrico del suelo se obtuvo una tendencia al tamiz Nro. 8, que es la más cercana a la línea de tendencia.

Realizados



Figura 50

Resultado del Ensayo de Granulometría



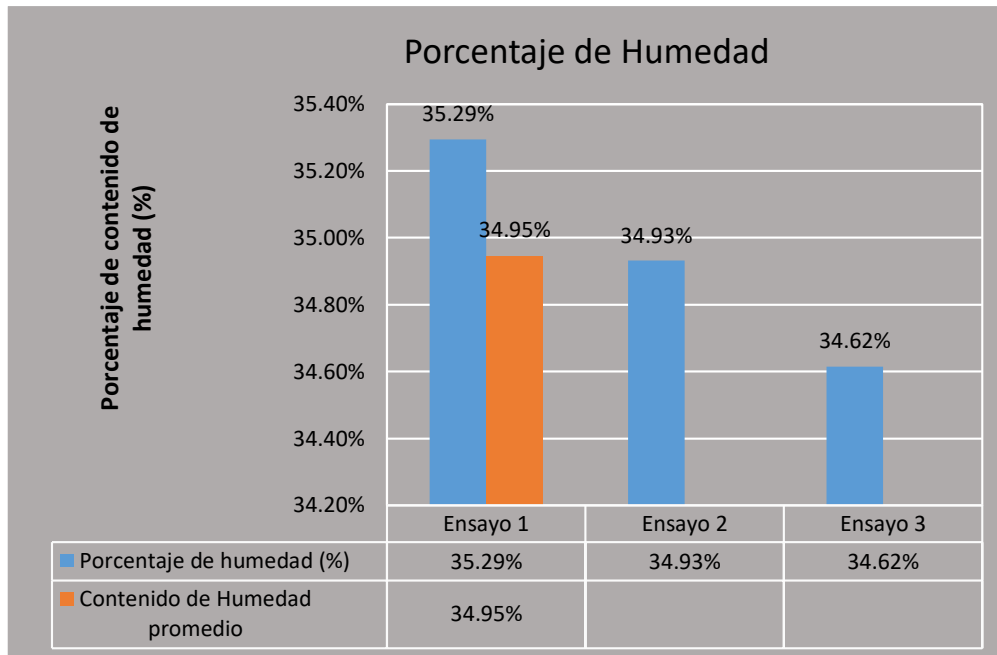
De la Tabla 61: Análisis de datos del ensayo de granulometría, el resultado de análisis de granulometría que la cantidad que pasa la malla número 200 es 7.63% menor al 50% por lo tanto podemos decir que este suelo es grueso, por lo tanto analizamos el porcentaje que pasa por la malla número 4 podemos observar que es 80.88% es menor que 50% lo cual nos indica que estamos en presencia de arenas, ahora analizamos el porcentaje que pasa por el tamiz número 200 es 7.63% se encuentra en el intervalo comprendido  $5\% < 7.63\% < 12\%$ , como consecuencia tenemos los valores de coeficiente de uniformidad y coeficiente de curvatura respectivamente:  $C_u = 13.89$  y  $C_c = 1.94$ , observamos que el coeficiente de uniformidad  $C_u = 13.89 > 6$ , así como el coeficiente de curvatura  $1 \leq C_c = 1.94 \leq 3$ , entonces podemos determinar que el suelo SW(arena bien graduada) y GW(grava bien graduada).

#### 4.3.2. Resultado de ensayo de contenido de humedad



**Figura 51**

*Resultado del Ensayo Porcentaje de Humedad*



- 🍏 Muestra 01: 35.29%
- 🍏 Muestra 02: 34.93%
- 🍏 Muestra 03: 34.62%

Se puede observar el promedio de las muestras de cada uno de las muestras ensayadas, viendo que el promedio tiene un 34.95% de contenido de humedad. Siendo este el resultado que aceptaremos para la presente investigación.

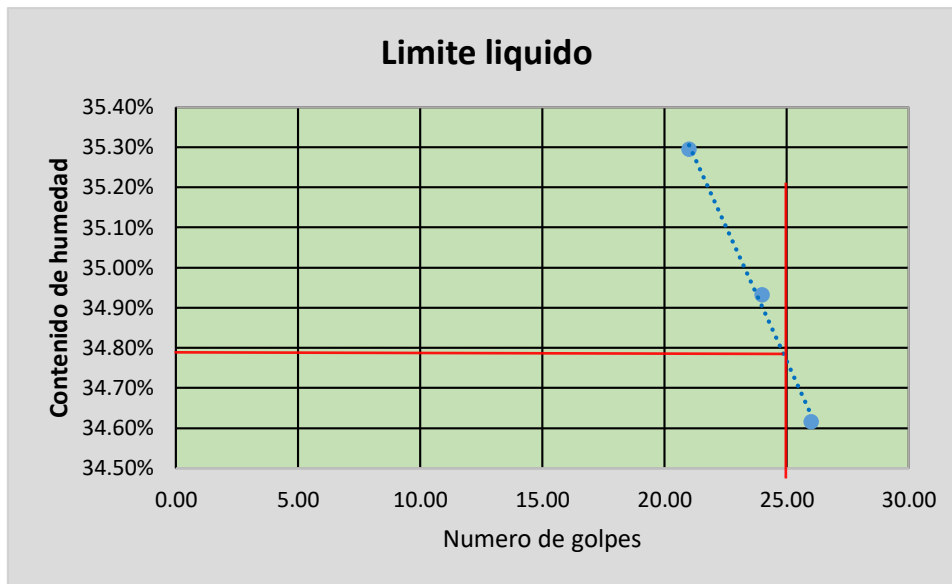
### 4.3.3. Resultado de ensayo límites de Atteberg

- a) **Límite Líquido:** Obtenidos resultados se graficó una línea de tendencia línea esto para trazar a 25 golpes una recta vertical y una línea horizontal para determinar cuánto era el límite líquido de la muestra concluyeron que el límite líquido es:



**Figura 52**

*Resultado del ensayo de límite líquido*

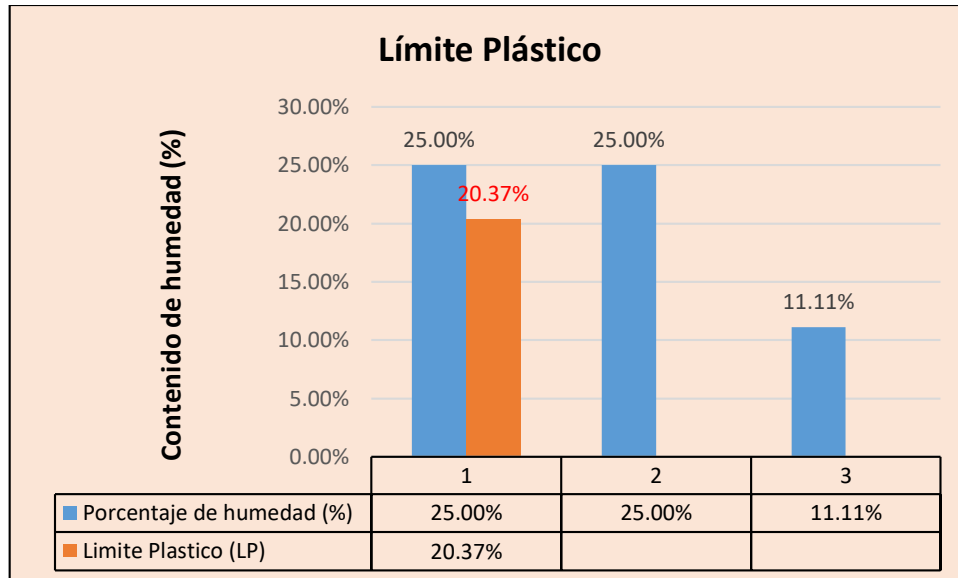


Límite líquido (LI)	34.79%
---------------------	--------

- a) **Límite líquido:** Viene a ser el promedio del porcentaje de contenido de humedad de cada suelo.

**Figura 53**

*Resultado del ensayo de Límite Plástico*



**b) Resultado de atteberg**

**Tabla 110**

*Resultado de Prueba de Atteberg*

<b>Límite líquido (LL)</b>	<b>34.79%</b>
<b>Límite plástico (LP):</b>	<b>20.37%</b>
<b>Índice plástico (IP):</b>	<b>14.42%</b>

El suelo se clasifica como SC (Arena arcillosa), según el sistema SUCS, ya que el índice plástico (IP) es mayor al valor de 7. Según los resultados obtenidos en el ensayo de Límites de Atterberg podemos decir que el suelo es apto para la fabricación de adobes.

El objetivo del ensayo fue determinar el contenido de humedad y cohesión de las muestras de suelo.

#### **4.4. Resultado de los ensayos de laboratorio a las unidades de adobe**

##### **4.4.1. Resultado del ensayo de las propiedades físicas**

##### **4.4.1.1. Resultado del ensayo a variación dimensional**



**Tabla 111**

*Promedio de la Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra*

*Polipropileno*

Promedio de variación dimensional de las unidades de adobe según su reemplazo	Largo(cm)	Ancho(cm)	Altura(cm)
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla	0.27 ±0.10	0.33 ±0.06	0.31 ±0.10
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso	0.29 ±0.09	0.47 ±0.16	0.44 ±0.16
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso	0.33 ±0.11	0.52 ±0.17	0.46 ±0.15
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso	0.45 ±0.13	0.59 ±0.13	0.55 ±0.12

**Tabla 112**

*Porcentaje de Variación Dimensional de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra*

*Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla*

Porcentaje de variación dimensional de las unidades de adobe según su reemplazo con respecto al adobe 30x20x10cm	Largo(cm)		Ancho(cm)		Altura(cm)	
	30	Variación	15	Variación	10	Variación
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla	0.27	0.90%	0.33	1.63%	0.31	3.10%
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso	0.29	0.96%	0.47	2.35%	0.44	4.39%
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso	0.33	1.11%	0.52	2.61%	0.46	4.57%
Variación dimensional del adobe elaborado en el distrito de Saylla del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso	0.45	1.52%	0.59	2.96%	0.55	5.50%

De la tabla 111: Porcentaje de variación dimensional de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, se puede observar que la mayor variación porcentual de 5.50% en la altura y que corresponde al adobe elaborado reemplazando paja por fibra polipropileno al 105%.





Por lo tanto a mayor variación dimensional, mayor espesor de la junta vertical y horizontal, mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión del muro de albañilería.

#### 4.4.1.2. Resultado del ensayo de alabeo

**Tabla 113**

*Promedio de la Variación de Alabeo de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra*

*Polipropileno*

Promedio de alabeo de las unidades de adobe según su reemplazo	Absorcion(kg)
Absorción del adobe elaborado en el distrito de Saylla	7.65% ±0.47
Absorción del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso	7.75% ±0.72
Absorción del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso	8.66% ±1.38
Absorción del adobe reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso	8.38% ±1.38

**Tabla 114**

*Porcentaje de Variación de Alabeo de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra*

*Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla*

Reemplazo según porcentaje en peso	Cara superior(mm)				Cara Inferior(mm)			
	Cónc	Variac	Conv	Variac	Cónc	Variac	Conv	Variac
Alabeo del adobe elaborado en el distrito de Saylla	0.80	100%	0.75	100%	1.33	100%	1.37	100%
Reemplazando paja por fibra polipropileno al 95% en peso	0.73	8%	0.98	31%	1.02	24%	0.82	53%
Reemplazando paja por fibra polipropileno al 100% en peso	0.93	17%	0.82	9%	1.02	24%	1.05	23%
Reemplazando paja por fibra polipropileno al 105% en peso	1.10	38%	1.15	53%	1.02	24%	1.25	79%

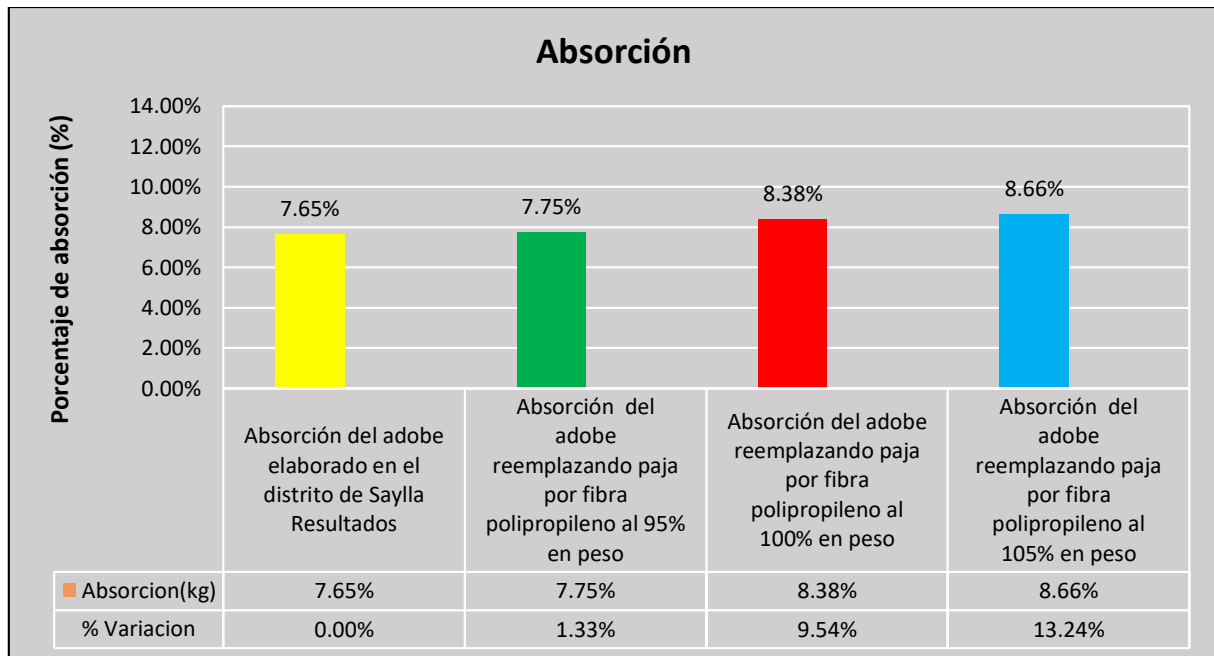
Se puede observar en la Tabla 113: Porcentaje de Variación de Alabeo de la Unidad de Adobe Reemplazada Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla, donde se puede observar que el mayor porcentaje de absorción representan los adobes elaborados reemplazando paja por fibra polipropileno, superando así al adobe elaborado en el distrito de Saylla.

## 4.4.2. Resultado del ensayo de las propiedades mecánicas

### 4.4.2.1. Resultado del ensayo porcentaje de absorción de agua.

Figura 54

*Porcentaje de Variación de Absorción de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla*



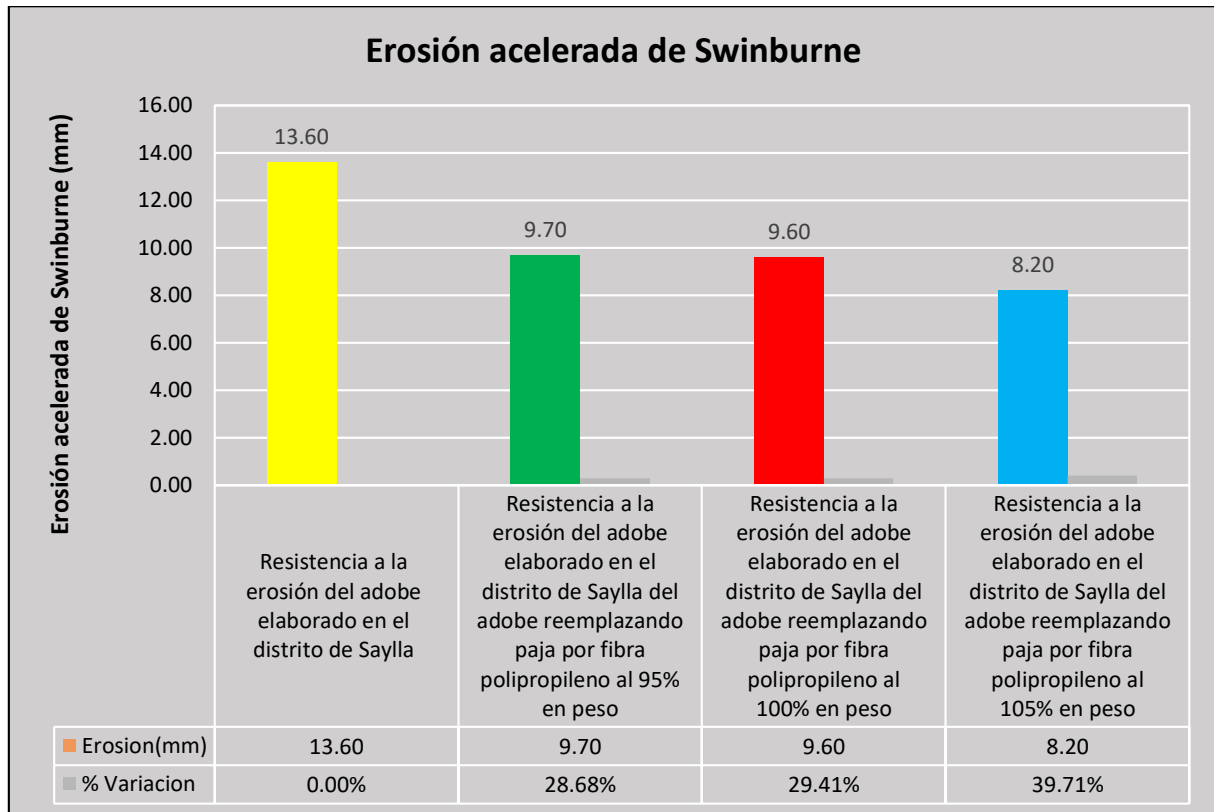
Se puede observar en la Figura 54: Porcentaje de variación de absorción de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno con respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, donde se puede observar que el mayor porcentaje de absorción representan los adobes elaborados reemplazando paja por fibra polipropileno, superando así al adobe elaborado en el distrito de Saylla.



#### 4.4.2.2. Ensayo de erosión acelera de Swinburne (SAET)

Figura 55

*Erosión de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla*



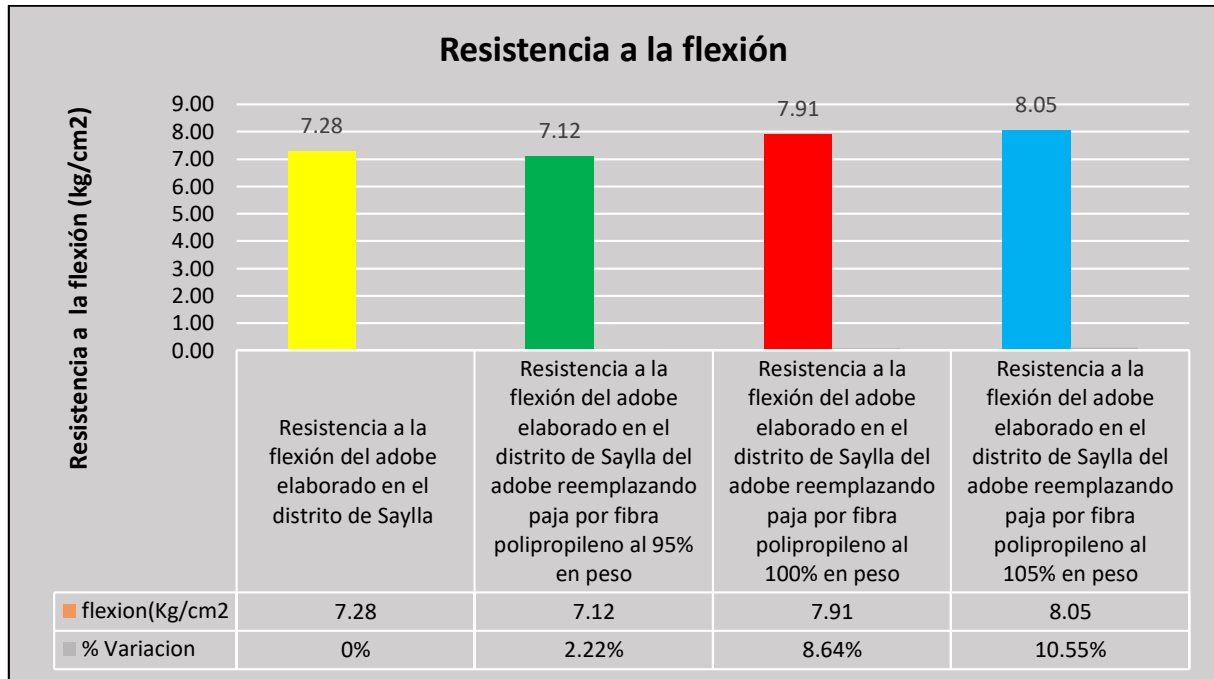
Se puede observar en la Figura 55: Erosión de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, el que presenta mayor erosión es el adobe reemplazando fibra en un 95% en pes, esto indica que a menor porcentaje de reemplazo de paja por fibra polipropileno, mayor oquedad y a mayor reemplazo de fibra de polipropileno menor será la oquedad.



### 4.4.2.3. Resultado del ensayo resistencia a la flexión

Figura 56

*Resultado del Ensayo de Resistencia a Flexión*



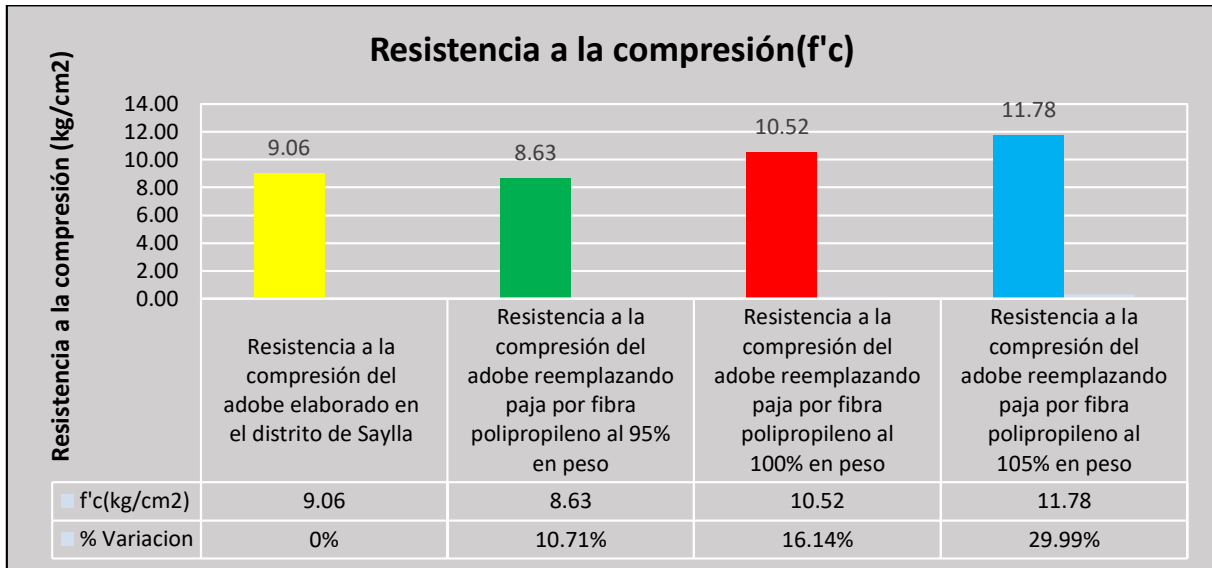
Se puede observar en la figura 56: Resultado del ensayo de resistencia a la flexión, el adobe elaborado tradicional elaborado en el distrito de Saylla presenta 7.28 kg/cm<sup>2</sup> y mientras que el adobe elaborado reemplazando fibra polipropileno al 105% presenta una resistencia a flexión de 8.05 kg/cm<sup>2</sup>, así superando en 0.77 kg/cm<sup>2</sup>.



#### 4.4.2.4. Resultado del ensayo resistencia a la compresión

Figura 57

*Resultado del Ensayo Resistencia a la Compresión*



Se observa en la figura 57: Resultado del ensayo resistencia a la Compresión de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, se puede determinar que el adobe elaborado en el distrito de Saylla tiene una resistencia a compresión de 9.06 kg/cm<sup>2</sup> y mientras que en el adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno presenta una resistencia a compresión de 11.78 kg/cm<sup>2</sup>, que corresponde al reemplazado al 105% en peso de fibra polipropileno, con un porcentaje de variación de 29.99% respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla.



**Tabla 115**  
*Resumen Comparativo de los Ensayos de Laboratorio*

Ensayos de laboratorio y normas		Adobe patron tradicional de Saylla	Adobe con reemplazo de fibra polipropileno en peso			Normas
			Al 95% en peso	Al 100% en peso	Al 105% en peso	
Variación dimensional	Largo(30cm)	0.27cm	0.29cm	0.33cm	0.45cm	NTP (399.613-2003) (399.604-2002)
	Ancho(15cm)	0.33cm	0.47cm	0.52cm	0.59cm	
	Altura(10cm)	0.31cm	0.44cm	0.46cm	0.55cm	
Alabeo	Cara superior	0.80mm	0.73mm	0.93mm	1.10mm	NTP (399.613-2003) (399.604-2002)
	Cara inferior	1.33mm	1.02mm	1.02mm	1.02mm	
Absorción		7.65%	7.75%	8.38%	8.66%	NTP (399.613-2003) (399.604-2002)
Erosión acelerada		13.60 mm	9.70mm	9.60 mm	8.20 mm	UNE 41410
Resistencia a flexión		7.28kg/cm <sup>2</sup>	7.12kg/cm <sup>2</sup>	7.91kg/cm <sup>2</sup>	8.05gk/cm <sup>2</sup>	NTP ( 339.078,1999)
Resistencia a la compresión		9.06kg/cm <sup>2</sup>	8.63kg/cm <sup>2</sup>	10.52kg/cm <sup>2</sup>	11.78kg/cm <sup>2</sup>	NTP (399.613, 2003)



## CAPITULO V: DISCUSIÓN

### 5.1. Contraste de resultados con referentes del marco teórico

#### Discusión 01

Según la investigación, Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente a las unidades de adobe tradicional del distrito de Saylla-Cusco, Existen unidades de adobes reemplazados paja por fibra de polipropileno a mayor cantidad de aumento en porcentaje de peso, aumenta en un porcentaje mínimo la resistencia a flexión y a compresión, entonces, ¿En la investigación se puede demostrar que a mayor cantidad de fibra polipropileno, se generará mayor resistencia a flexión y a compresión?

Se logró comprobar en laboratorio esta afirmación, como se muestra en la figura 56: Resultado del ensayo de Resistencia a flexión y la figura 57: Resultado del ensayo resistencia a la compresión.

#### Discusión 02

**¿Lugar de procedencia de material para la elaboración de los adobes en el distrito de Saylla?**

El lugar de procedencia está ubicado en el distrito de Saylla, provincia del Cusco ubicado con coordenadas geográficas latitud  $13^{\circ}33'49.50''S$  y longitud  $71^{\circ}50'3.73''O$  a una altura 3160 metros sobre el nivel del mar, para la extracción de fibra de paja se extrae directamente del cerro de Condebamba alta y la tierra seleccionada es del propio Saylla y agua es de la vía pública.

#### Discusión 03

¿El tipo de suelo utilizado será apto para la fabricación de los adobes y qué criterios se tomó para su selección?

El tipo de suelo apto para elaborar los adobes, previamente se realizaron estudios y pruebas de campo como se puede apreciar el ítem 3.5.5 Pruebas de Campo al Suelo y el ítem 3.5.6 Pruebas de Laboratorio al Suelo, con lo cual se determinó que material y que adobera cumplía con los requisitos mínimos para la fabricación de adobes según la Norma E-080.



## 5.2. Interpretación de los resultados encontrados en la investigación

### Discusión 01

En la selección de los suelos al realizar las pruebas de campo y laboratorio para la fabricación de los adobes no todos los suelos fueron aptos para la elaboración de adobes, puesto que en su mayoría los fabricantes de adobes utilizan material producto de desmontes de construcción de la ciudad del Cusco como se puede demostrar en la Tabla 108: Análisis comparativo del resultado de prueba de campo.

### Discusión 02

¿Qué resultados se obtiene del análisis comparativo del adobe reemplazado paja por fibra polipropileno respecto del adobe elaborado en el distrito de Saylla?

Respecto al análisis comparativo de variación dimensional: según la Tabla 111: Porcentaje de variación dimensional de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, se pudo observar:

- 🍏 Que los adobes tradicionales del distrito de Saylla, comparados con los adobes reemplazados la paja por fibra de polipropileno la variación dimensional fue mayor en un 1.52% en el largo, en un 2.96% en el ancho y 5.50% en el alto.
- 🍏 Respecto al análisis comparativo de alabeo: según la Tabla 113: Porcentaje de variación de alabeo de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, se pudo apreciar que los adobes reemplazados por fibra de polipropileno presentaron un porcentaje de absorción de 13% habiendo observado que comparados con los adobes elaborados en el distrito de Saylla.
- 🍏 Respecto al análisis comparativo de absorción de agua: según la figura 54: Porcentaje de variación de absorción de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, se pudo apreciar que los adobes reemplazados por fibra de polipropileno presentaron un porcentaje de absorción mínima habiendo observado que comparados con los adobes tradicionales del distrito de Saylla.
- 🍏 El análisis comparativo del ensayo de Erosión acelerada Swinburne (SAET): según se pudo observar en la figura 55: Erosión de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, los adobes elaborados en el distrito de Saylla erosionaron más rápido frente al goteo continuo durante 10





minutos habiendo sido perforados con 13.60 mm de medida de oquedad, mientras que los adobes reemplazados paja por fibra polipropileno lograron resistir el goteo continuo sin presentar mayor oquedad.

- El análisis comparativo del ensayo de resistencia a flexión, según la figura 56: Resultado del ensayo de resistencia a la flexión de la unidad de adobe reemplazada paja por fibra polipropileno respecto al adobe tradicional del distrito de Saylla, los adobes reemplazados paja por fibra polipropileno fueron superiores.
- El análisis comparativo del ensayo de resistencia a la compresión según la figura 57: Resultado del ensayo resistencia a la Compresión de la unidad de adobe reemplazadas paja por fibra polipropileno respecto al adobe tradicional del distrito de Saylla, los adobes reemplazados paja por fibra de polipropileno fueron superiores, pero no lograron resultados que cumplan con lo establecido en la Norma E-0.80, así como tampoco los adobes tradicionales elaborados del distrito de Saylla, no se logro alcanzar el mínimo de 12 kg/cm<sup>2</sup> valor establecido en la Norma.

### 5.3. Comentarios de la demostración de la hipótesis

¿Qué aspectos resaltantes aparecieron en los ensayos de la investigación?

#### Discusión 01

Ensayo de resistencia a la compresión, se cortó el adobe de 30cmx15cmx10cm en cubos de 10 centímetros de arista obteniendo así 04 cubos, de los cuales se ensayaron los 02 mejores cubos, este procedimiento se realizó según lo estipulado en la Norma E-0.80 posterior a ello se procedió a ensayarlos. Se observó que la resistencia a la compresión de los adobes reemplazados paja por fibra polipropileno fue mayor que los adobes elaborados en el distrito de Saylla, ensayados a los 28 días, a su vez se observó que la resistencia a medida que se ensayaban los adobes con mayor adición de fibra polipropileno aumentaban la resistencia a la compresión.

#### Discusión 02

Ensayo de resistencia a la erosión Swinburne (SAET), Este ensayo está basado en la Norma Española UNE 41410:2008 la cual consiste en colocar el adobe a un 27° grados de inclinación para así graduar un goteo continuo de tal forma que este incida en el centro de gravedad de los adobes por un período de 10 minutos desde 1.50 m de altura del espécimen. Al realizar este ensayo se pudo observar que a medida que se ensayaban los adobes, cuanto mayor era la proporción de adición de fibra polipropileno en el adobe mayor era la resistencia a la erosión



con una oquedad mínima, se observó también que los adobes elaborados en Saylla, tuvieron mayor oquedad y mayor variación estándar, como podemos apreciar en la Figura 55: Erosión de la Unidad de Adobe Reemplazada Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Tradicional del Distrito de Saylla.

## **Aporte de la investigación**

¿Cuáles son los aportes que se lograron con la investigación?

## **Discusión 01**

Se logró evaluar las propiedades físico-mecánicas de los adobes tradicionales elaborados en el distrito de Saylla así como de los adobes reemplazados paja por fibra polipropileno a los 28 días.

### **¿Por qué se realizó la investigación reemplazando paja por fibra de polipropileno?**

Se realizó con la finalidad de obtener mayores propiedades física-mecánicas de la unidad de albañilería adobe elaborando con el reemplazo paja por fibra de polipropileno.

### **¿A qué se debe que los adobes elaborados el distrito de Saylla y los adobes elaborados reemplazando paja por fibra polipropileno no alcanzaron los valores mínimos de resistencia a compresión que establece la norma E-080?**

Se debe tener en cuenta que la norma E-080, establece un patrón en los componentes de material para la elaboración del adobe, en la presente investigación no se realizaron con las proporciones de materiales establecidos en la norma, se elaboró en función real a lo que se produce en el distrito de Saylla, es la causa principal para no alcanzar el valor mínimo de 12 kg/cm<sup>2</sup>, que establece la norma E-080.

### **¿Qué ocurrencias hubo durante la recolección de datos en las encuestas de campo?**

Están ubicadas principalmente hacia la margen derecha del curso del río Huatanay y paralelas a la carretera interoceánica, la falta de disponibilidad del tiempo por parte de los fabricantes de adobe, el suelo elegido para la elaboración del adobe se encontró material inorgánico con porcentaje como bolsas de plástico, partículas de teja, cables, restos de material sintético, así como material inorgánico como restos raíces y restos de madera.



**¿Se puede decir que la fibra de polipropileno es un buen reemplazante de fibra de paja?**

La fibra de polipropileno es un buen reemplazante, ya que mejora las propiedades físicas mecánicas del adobe, pero también se puede observar que los costos de producción por unidad de adobe son mayores que para producir una unidad de adobe de fibra polipropileno el costo es el triple que para producir el adobe con fibra de paja.



## Glosario

**ABSORCIÓN:** Capacidad de un objeto de incorporar otro objeto dentro de él.

**ABSORCIÓN DE AGUA:** Objeto que incorpora agua durante 24 horas de inmersión continua en la investigación la capacidad de absorción de agua por parte de la unidad de adobe.

**ADOBE:** Bloque macizo sin coser, que contiene paja u otro material para mejorar su estabilidad.

**ADOBE ELABORADO EN EL DISTRITO DE SAYLLA:** Unidad de bloque macizo sin coser elaborado en el distrito de Saylla, sin tener como guía la línea base de la norma técnica E-080.

**BARRO:** Mezcla de tierra, agua y fibra paja, donde la paja es reemplazado por otra fibra como la fibra de polipropileno.

**COMPARACIÓN:** Es la adjudicación de una o más características en común, para establecer sus relaciones, diferencias o semejanzas.

**CONSISTENCIA:** Capacidad en menor a mayor grado de moldearse el barro para la elaboración del adobe.

**CONTENIDO DE HUMEDAD:** Es la relación entre el peso de agua respecto al peso de los sólidos de un suelo.

**DOSIFICACIÓN:** Proporciones de materiales apropiadas que compone una mezcla (Barro), con el fin de obtener una unidad de adobe con características superior a lo normal.

**E-80:** Norma técnica peruana de diseño y construcción con tierra reforzada.

**EROSIÓN:** Capacidad de un material de resistir erosión ante un agente externo.

**EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE(SAET):** Comportamiento de las unidades de albañilería a la erosión de su superficie ocasionada por el contacto continuo de gotas de agua en una de las caras de las unidades del adobe, por un periodo de 10 minutos a una altura de 1.50 metro y con una inclinación de 27°.

**FIBRA:** Elemento natural(paja) o elemento artificial (fibra polipropileno) que tiene la función de dar consistencia al combinarse.

**FICHA TÉCNICA:** Documento que sirve para registrar datos de acuerdo a norma.

**FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:** Elemento de registro de datos para su posterior análisis.



**GRANULOMETRÍA:** Ensayo de granulometría nos permite realizar la gradación mediante tamices que se separan según el rango de tamaños de las partículas de un suelo, y se expresan en porcentajes.

**GRAVAS:** Partículas con tamaño superior a los 2.00 milímetros.

**ADOBERA:** Molde de madera sin fondo elemento que sirve para dar forma al barro y obtener un sólido de forma paralelepípedo llamado adobe.

**HIDRATACIÓN:** Humedecer una mezcla.

**INEI:** Instituto nacional de estadística e informática.

**ÍNDICE DE PLASTICIDAD:** Es el resultado de la diferencia del límite líquido respecto al límite plástico.

**LÍMITES DE ATTERBERG:** Método que sirve para la determinación los estados de un suelo que pasa de líquido a plástico.

**LÍMITE LÍQUIDO:** Contenido de humedad de un suelo, expresado en porcentaje.

**LÍMITE PLÁSTICO:** humedad adecuada de suelo para poder formar barritas de 3.3 mm de diámetro, rodando la barrita entre la palma de la mano y una superficie lisa de vidrio.

**MOLDEADO DE ADOBE:** Proceso de elaboración del adobe que consiste en rellenar el molde o adobera con el barro.

**NTP:** Norma técnica peruana donde se indica los cómo se deben realizar los ensayos de laboratorio.

**OQUEDAD:** Superficie hueca en el interior de un cuerpo sólido.

**PAJA:** Fibra natural cuya función es dar consistencia en una mezcla.

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ( $f^c$ ):** Esfuerzo máximo que soporta una unidad de adobe frente a una carga axial.

**RESISTENCIA FLEXIÓN ( $f_b$ ):** Es una medida de la resistencia a la tracción, por fallo tensional.

**SAET:** Swinburne Accelerated Erosión Test (Prueba de erosión acelerada de Swinburne).

**SUCS:** Sistema unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System)

**TENDAL:** Superficie plana con cobertura ligera donde se expone el adobe al sol indirectamente.

**UNE:** Norma española

**VARIACIÓN:** Cambio o alteración que hace que algo o alguien sea diferente

**VARIACIÓN DIMENSIONAL:** Es la variación de las 3 dimensiones (largo, ancho y altura) de una unidad de adobe.





## CONCLUSIONES

### PRIMERA CONCLUSIÓN:

Con respecto a la hipótesis general que menciona: “Las unidades de adobes reemplazados paja por la fibra de polipropileno, tienen mayores características físico-mecánicas, frente a las unidades de adobe tradicional del distrito de Saylla”, determinado las tablas Tabla 114 :Resumen Comparativo de los Ensayos de Laboratorio y realizado la evaluación comparativa. El reemplazo paja por fibra polipropileno a las unidades de adobes mejoró mínimamente en las magnitudes de las propiedades físicas-mecánicas como: variación dimensional, alabeo, absorción de agua, y en las magnitudes de las propiedades mecánicas como: erosión acelerada de Swinburne de las unidades, resistencia a flexión y resistencia a compresión, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla.

Además que la tierra óptima seleccionada para la elaboración de la unidad de adobe, cumple con lo establecido con la norma E-0.80 diseño y construcción con tierra reforzada, “arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70% no debiéndose utilizar suelos orgánicos”. Donde en la tabla Nro. 19: prueba de sedimentación, donde la muestra Nro. 1 es la tierra seleccionada óptima para la elaboración del adobe, tiene un contenido de 52% de arenas, 20 % de limos y 28% de arcillas.

### SEGUNDA CONCLUSIÓN:

Se valida parcialmente la Sub hipótesis Nro. 1 que menciona: “En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, varía hasta 5% de su variación dimensional comparado con las unidades de adobe tradicional del distrito de Saylla”, como se pudo determinar según Tabla 111: Porcentaje de variación dimensional de la unidad de adobe reemplazadas paja por fibra polipropileno respecto al adobe tradicional del distrito de Saylla.

Varía en un porcentaje 5.50% en sus dimensiones, esto debido a la contracción por exposición directa hacia el sol.

### TERCERA CONCLUSIÓN:

Se logró demostrar la Sub hipótesis Nro. 2 que menciona: “Las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, presenta igual porcentaje de alabeo comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla”, Ya que según la tabla 113: Porcentaje de Variación de Alabeo de la Unidad de Adobe Reemplazadas Paja por Fibra Polipropileno Respecto al Adobe Elaborado en el Distrito de Saylla.



Supera lo dicho en la hipótesis varia hasta un 21% en el alabeo, por tan lo supuesto en la hipótesis no se cumple.

#### **CUARTA CONCLUSIÓN:**

Se logró demostrar la Sub hipótesis Nro. 3 que menciona: “En las unidades de adobe reemplazadas paja por fibra de polipropileno, varia hasta un 5% el porcentaje de absorción de volumen de agua comparado con las unidades de adobe tradicional del distrito de Saylla”, Ya que según la Figura 57: Porcentaje de variación de absorción de las unidades de adobe reemplazadas paja por fibra polipropileno respecto a las unidades de adobe tradicional del distrito de Saylla.

Supera lo dicho en la hipótesis la unidad de adobe reemplazando paja en 105% en peso, supera hasta un 13.24% al adobe tradicional elaborado en el distrito de Saylla.

#### **QUINTA CONCLUSIÓN:**

Se logró demostrar la Sub hipótesis Nro. 4 que menciona: “En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la erosión acelerada es menor hasta en un 10% en comparación con la unidad de adobe tradicional del distrito de Saylla”, Ya que según la figura 55: Erosión de la unidad de adobe reemplazadas paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla.

Las unidades de adobes reemplazados paja por fibra polipropileno superan en más de 10%, con esto se afirma los adobes reemplazados por fibra polipropileno tienen mayor resistencia a la erosión acelerada.

#### **SEXTA CONCLUSIÓN:**

Se logró demostrar la Sub hipótesis Nro.5 que menciona: “En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la resistencia a flexión es mayor hasta un 5% en comparado con el adobe tradicional del distrito de Saylla-Cusco”, Ya que según la figura 56: Resultado del ensayo de resistencia a la flexión de la unidad de adobe reemplazadas paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla.





El porcentaje de variación expuesto en la sub hipótesis es superado con un porcentaje 10.55%, del adobe reemplazado paja por fibra polipropileno frente al adobe tradicional en el distrito de Saylla.

#### **SÉPTIMA CONCLUSIÓN:**

Se logró demostrar la Sub hipótesis Nro. 6 que menciona: “En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la resistencia a compresión es mayor hasta un 10% frente a las unidades de adobe tradicional del distrito de Saylla”, Ya que según la figura 57: Resultado del ensayo resistencia a la Compresión de la unidad de adobe reemplazadas paja por fibra polipropileno respecto al adobe elaborado en el distrito de Saylla, las unidades de adobes reemplazadas paja con fibra de polipropileno hasta un porcentaje de 29.99% de resistencia a la compresión correspondiente al reemplazado al 105% en peso.

#### **OCTAVA CONCLUSIÓN:**

Como conclusión final el uso de fibras de polipropileno en reemplazo de la paja, no mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe tradicionales elaboradas en el distrito de Saylla, así mismo en relación con el costo de producción, de las unidades de adobe con fibra polipropileno en porcentaje superan desde 229.41% hasta 242.65% a medida que se aumenta el porcentaje de peso de fibra polipropileno respecto a los adobes elaborados en el distrito de Saylla.



## **RECOMENDACIÓN**

### **PRIMERA RECOMENDACIÓN:**

Se recomienda que para el reemplazo paja por fibra polipropileno en un peso de mayor peso para obtener mejores propiedades calidad físico mecánicas, en este caso es recomendable reemplazar fibra de polipropileno en 105% en peso ya permitirá obtener mejores propiedades mecánicas como mejor resistencia a la absorción, erosión acelerada y resistencia a la compresión.

### **SEGUNDA RECOMENDACIÓN:**

Se recomienda realizar el reemplazo paja por fibra polipropileno en el caso de no encontrar fibra de paja en la naturaleza, ya que la comparación de las propiedades físico-mecánicas no varía en un porcentaje mayor.

### **TERCERA RECOMENDACIÓN:**

Se recomienda realizar el control de calidad en la selección del suelo que será empleado en la fabricación de adobes, donde estos deben de cumplir los ensayos mínimos de campo para la selección del suelo.

### **CUARTA RECOMENDACIÓN:**

Se recomienda que los lugares con demasiada erosión debido a la humedad y absorción de agua se recomienda reemplazar paja por fibra de polipropileno, puesto que tendrán mayores resistencias que los adobes elaborados en el distrito de Saylla.

### **QUINTA RECOMENDACIÓN:**

Se recomienda que, al realizar el moldeado de las unidades de adobes, el barro haya pasado por el proceso de dormido de un día para otro para que evitar mayor aire atrapado disminuya, y que el barro sea trabajable para él moldeo, también se recomienda que la adobera esta lo suficientemente humedecida cada vez que se desmolda el adobe para no genere mayor incremento de variación dimensional.

### **SEXTA RECOMENDACIÓN:**

Realizar otros tipos de ensayos que no fueron considerados en esta investigación, para



que se pueda obtener nueva información acerca de otras propiedades físico-mecánicas en estos tipos de adobes con fibra polipropileno.

### **SÉPTIMA RECOMENDACIÓN**

Realizar una investigación en donde se reemplace paja por otro tipo de fibras, aumentar el peso de fibra polipropileno implica que se generan mayores costos en su elaboración, y esto no está dentro de la capacidad adquisitiva de los pobladores que usan la unidad de adobe en sus edificaciones.

### **OCTAVA RECOMENDACIÓN**

Se recomienda realizar ensayos en muretes elaborados con los adobes reemplazados paja por fibra polipropileno al 105% en peso, para estos ser usados en las construcciones de albañilería.

Referencias

Anexos

Matriz de consistencia

Ficha técnica de fibra polipropileno sikacem

Panel fotográfico



## Bibliografía

- 41410, N. E. (2008). *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques definiciones, especificaciones y metodos de ensayo*. España.
- ACI. (1968). *ACI-214 Guide to Evaluation of Strenght Test Results of Concrete*. USA: American Concrete Institute.
- Alayo Diaz, D. (2016). *Resistencia a la flexión y compresión axial del adobe compactado con adición de fibras de yute*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/14067>
- Altiplano, A. H. (1997-2001). *Manual para autoconstructores*. La Paz: [presentación de positivas]. Obtenido de <https://es.slideshare.net/audiapnunez77/laka-uta>
- Aranda Jiménez, Y.G. & Suarez Domínguez, E. J. (2013). Efecto de la impermeabilidad del mucilago de nopal en bloques de tierra comprimidos. Guanajuato.
- Arianza, j., Contreras, I.,Garcia, j., caspir, v., Stefkova, j. & valenta, v. (2006). *Cuaderno de actividades de historia y geografía i secciones bilingües con lengua española en la república checa*. Praga.
- Armas Aguilar, C. H. (2016). *Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico*. [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipan Chiclayo-Perú] [repositorio.uss.edu.pe](http://repositorio.uss.edu.pe). Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/2712/TESIS%20CESAR%20ARMA%20S%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arteaga Medina, K., Medina, O. & Gutiérrez Junco, O. (2012). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad De Ingeniería*, 20(31), 58-59.
- ASTM. (1995). *ASTM C 1116 Tipo I -II ASTM C 1399*.
- Billmeyer, F. (1975). *Ciencia de los Polímeros*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Blondet, M., Vargas, J., Torrealva, D., & Rubiño, A. (2010). *Manual de construccion con adobe reforzado con geomallas*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chuya Sumba, E. C.& Ayala Zumba, M. F. (2018). *Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca, Ecuador]. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30095/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION.pdf>
- Cid Falceto, J. (2012). *Durabilidad de los bloques de tierra comprimida.Evaluacion y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y adsorción*. [Tesis



- de doctorado, Universidad politécnica de madrid]. Obtenido de [http://oa.upm.es/14647/2/JAIME\\_JESUS\\_CID\\_FALCETO.pdf](http://oa.upm.es/14647/2/JAIME_JESUS_CID_FALCETO.pdf)
- Cruz Velasco, L. (s.f.). *Clasificación de suelos:granulometri* . [presentación de diapositivas]. Obtenido de <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-peruana-de-ciencias-aplicadas/mecanica-de-suelos/apuntes/mecanica-de-suelos-i-eslage-28-29-30/6006913/view>
- De la Peña Estrada, D. (1997). *Adobe, características y sus principales usos en la construcción*. Instituto tecnológico de la construcción. México.
- E-0.70, N. T. (2006). *Albañilería - Ministerio de vivienda construcción y saneamiento*. Lima: El Peruano.
- Flórez León, F. &. (2018). *Influencia de la fibra de maguey (furcraea andina) en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional* . [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco] [repositorio.unsaac.edu.pe](http://repositorio.unsaac.edu.pe). Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/3670?show=full>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigacion Sexta Edicion*. Mexico.
- Hussein Jose, S. T. (2019). *Efectos de las fibras de polipropileno sobre las propiedades físico mecánico de un concreto convencional para pavimentos rígidos utilizando cemento Qhuna, Trujillo-La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad privada del Norte] [repositorio.upn.edu.pe](http://repositorio.upn.edu.pe). Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/15007?locale-attribute=en>
- Ibañez, J. J. (2008). *EL PERFIL DEL SUELO*. Madrid.
- ISO. (1998). *UNE-EN ISO 10545-5 Determinación de la resistencia al impacto por medición del coeficiente de restitución*. España.
- Llumitasig Chicaiza, S. M.& Siza Salazar, A.L. (2017). *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala*. [Tesis de pregrado, Universidad técnica de Ambato] [repositorio.uta.edu.ec](http://repositorio.uta.edu.ec). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26585>
- Lulichac, F. (2015). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de unidades de albañilería en la Provincia de Cajamarca*. . Cajamarca-Perú.
- Mendoza, C. J., Aire, C., & Dávila, P. (2011). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido* (Vol. 2(2)). Mexico.
- Minke, G. (2005). *Manual de construcción en tierra*. Uruguay: Fin del siglo.



- Morales, R. R. (2000). *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima.
- Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C. . (1993). *Manual para construcción de viviendas de adobe*. Lima, Perú.
- MTC-E-108. (2016). *Determinación del contenido de humedad de un suelo*. Lima: Ministerio de transportes y comunicaciones.
- MTC-E-110. (2016). *Determinación del límite líquido de los suelos - Manual de ensayos de*. Lima: Ministerio de transportes y comunicaciones.
- Quiroz Ñontol, E. S. (2019). *Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana*. Perú.
- Ramírez Caparó, J. (2016). *Estudio de las propiedades mecánicas y físicas del adobe con biopolímeros de fuentes locales*. [tesis de magister, Pontificia Universidad Católica del Perú escuela de posgrado] tesis.pucp.edu.pe. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12054/RAMIREZ\\_CAPARO\\_ESTUDIO\\_PROPIEDADES\\_MECANICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12054/RAMIREZ_CAPARO_ESTUDIO_PROPIEDADES_MECANICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- RNE. (2002). *NTP 399.604 Unidades de albañilería: métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de unidades de albañilería de concreto*. Lima.
- RNE. (2003). *NTP 399.613 Unidades de albañilería: métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Lima.
- RNE. (2004). *NTP 339.078 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Lima.
- RNE. (2005). *NTP 399.613 Unidades de albañilería: métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Lima.
- RNE. (2017). *Norma E-080 Diseño y construcción con tierra reforzada*. Lima.
- San Bartolomé Ramos, A. (2001). *Construcciones y de albañilería*. Lima: PUCP.
- Sara Chutas, R. M. & Champi Chávez, L. A. (2016). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y físicas del adobe mejorado de 0.40m x 0.15m x 0.20m con geomalla biaxial e impermeabilizante y el adobe tradicional en el distrito de San Jerónimo en la A.P.V de tejas y ladrillos en Petroperú*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. repositorio.uandina.edu.pe. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/350>
- Tapia Paredes, T. J & Huancachoque U. J. (2016). *Evaluación del comportamiento físico mecánico del adobe elaborado según la norma e.080, adicionado con mucilago de*



*gigantón, utilizando insumos de la región del cusco, comparado con el adobe tradicional artesanal elaborado en el sector adoberos distrito. de San Jerónimo-Cusco [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. repositorio.uandina.edu.pe. Obtenido de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/704>*

Vizconde, H. (junio 2013). *Diseño de Mezclas metodo ACI*. [presentación de diapositivas]. Obtenido de Slideshare.<https://es.slideshare.net/HebertPoemape/diseo-de-mezclas-23718139>

Wikipedia. (2016). *Nicoguaró*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia\\_flexional](https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_flexional)



## ANEXOS





**3. MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TITULO : "EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA UNIDAD DE ADOBE REEMPLAZANDO PAJA POR FIBRA DE POLIPROPILENO, FRENTE AL ADOBE ELABORADO EN EL DISTRITO DE SAYLLA-CUSCO"**

1.- PROBLEMA	2.- OBJETIVO	3.- HIPÓTESIS	4.- VARIABLES	5.- INDICADORES	6.- INSTRUMENTOS METODOLOGICOS	7.- METODOLOGIA
1.1.- PROBLEMA GENERAL:	2.1.- OBJETIVO GENERAL:	3.1.- HIPÓTESIS GENERAL:	4.1.- VARIABLES INDEPENDIENTES:	5.1.-INDICADORES DE VARIABLES INDEPENDIENTES	6.1.-INSTRUMENTOS METODOLOGICOS	7.1.-METODOLOGIA
PG: ¿Cuál es la evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco?	OG: Determinar la evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco..	HG: Las unidades de adobe reemplazado paja por la fibra de polipropileno, tienen mayores características físico-mecánicas, frente a las unidades de adobe elaborada en el distrito de Saylla.	1.- Porcentaje reemplazo de paja en peso de (0%,5% y - 5%) por fibra de polipropileno sikacem. 2.- Paja	1.- Peso del 0%(cantidad igual) de fibra polipropileno sikacem. 2.- Peso del 5% de fibra polipropileno sikacem. 3.- Peso del 5% de fibra polipropileno sikacem.	1.-Peso(Kg). 2.- Tipo de fibra. 3.-Longitud de fibras de polipropileno sikacem(longitud 19mm,diametro 23 micrones). 4.Muestra: total 120 * E-080	1.Tipo de estudio: el estudio a realizar es descriptivo 2:Diseño de estudio: de estudio es experimentación 3:Población : Todo lo del distrito de Saylla. 4:especimenes de adobe ensayos de laboratorio unidades de reemplazo con porcentaje en peso (5% ,0% y 5%)de fibra polipropileno. 5.- Nivel de la investigación es con un nivel descriptivo 6.-Método de investigación hipotético - deductivo consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones a problema planteado y comprobar con los resultados obtenidos experimentales 7.-Diseño metodológico presente investigación presenta un diseño metodológico cuasi-experimental, porque realizan experimentos metodológicos y técnicos.
1.2- PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3.2- SUB-HIPÓTESIS	4.2- VARIABLES DEPENDIENTES	5.2.-INDICADORES DE VARIABLES DEPENDIENTES	5.2. INST. MET. DE VARIABLES DEPENDIENTES	
PE1. ¿Cuál será la variación porcentual del alabeo, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?	OE1. Determinar el porcentaje de variación dimensional, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobe elaborados en el distrito de Saylla.	SH1.En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, varía hasta 5% de su variación dimensional comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.	Propiedades Fisicas	* Variacion dimensional. * Longitud(largo, ancho, altura) en mm(milímetros)	NTP (399.613, 2003)	
PE2. ¿Cuánto varía en porcentaje de absorción de volumen de agua, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, comparado con las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?	OE2.Determinar el porcentaje de alabeo, de las unidades de adobe reemplazado paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades del adobe elaborado en el distrito de Saylla.	SH2.Las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, presenta igual porcentaje de alabeo comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.		* Alabeo. * Longitud(concavo, convexo) en milímetros.	NTP (399.613, 2003)	
PE3. ¿Cuánto varía en porcentaje de absorción de volumen de agua, de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco?	OE3.Determinar el porcentaje de variación de absorción de volumen de agua, de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.	SH3. En las unidades de adobe reemplazadas paja por fibra de polipropileno, varía hasta un 5% el porcentaje de absorción de volumen de agua comparado con las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.		* Absorción. * Porcentaje de absorcion(en milímetros)	NTP (399.613, 2003)	
PE4. ¿Cuánto varía la resistencia a la erosión acelerada (SAET), de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente a las unidades de adobe elaboradas en el distrito de Saylla-Cusco?	OE4. Determinar en qué porcentaje varía la resistencia a la erosión acelerada, de la unidad de adobe reemplazando paja fibra de polipropileno comparado con la unidad de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.	SH4.: En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la erosión acelerada es menor hasta en un 10% en comparación con la unidades de adobe adobe elaborado en el distrito de Saylla.	Propiedades mecanicas	* erosión acelerada de Swinburne (SAET). *Oquedad(en mm)	Norma española UNE 41410	
PE5. ¿Cuánto varía la resistencia a flexión, de la unidad adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno comparado con el adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco?	OE5.En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la resistencia a flexión es mayor hasta un 5% en comparado con el adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.	SH5.El adobe elaborado reemplazando paja por fibra de polipropileno varía hasta un 10% de resistencia a flexión comparado con el adobe elaborado del distrito de Saylla-Cusco.		* Resistencia a flexión. * Esfuerzo(Kg/cm2)	NTP (399.613, 2003) NTP (339.604, 2002) NTP E-070	
PE6. ¿Cuánto varía la resistencia a la compresión de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.	OE6. Determinar hasta cuanto varía la resistencia a la compresión, de las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco.	SH6.En las unidades de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, la resistencia a compresión es mayor hasta un 10% frente a las unidades de adobe elaborado en el distrito de Saylla.		* Resistencia a la compresión. * Esfuerzo (Kg /cm2)	NTP (399.613, 2003) NTP (339.604, 2002) NTP E-070	

