

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABSORCIÓN
DEL ADOBE COMPACTADO CON FIBRA DE PINO;
CAJAMARCA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Lizar Vasquez Vasquez

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2021



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Miguel Angel MOSQUEIRA MORENO , docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Lizar VASQUEZ VASQUEZ

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: RESISTENCIA A COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON FIBRA DE PINO; CAJAMARCA 2019” para aspirar al título profesional de: Ingeniero civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

Ing. Miguel Angel MOSQUEIRA MORENO
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

A mis Padres María Donatila VÁSQUEZ GUEVARA y Diego VÁSQUEZ RUÍZ, quienes con su esfuerzo y su amplio conocimiento de la vida cotidiana guían mis pasos e iluminan de sabiduría con sus consejos, los cuales me incentivan cada día a luchar contra las adversidades de la vida a pesar de lo difícil que es el camino al éxito.

Como no dedicar esta investigación a mis hermanos, quienes cada día me brindaron su apoyo incondicional para seguir luchando sin esperar una recompensa a cambio, dispuestos a brindarme sus brazos para soportar la fatiga, firmes en su apoyo a pesar que en algún momento tenía ganas de rendirse y decir basta, es allí cuando ellos luchaban junto a mí; actos que llenan de ganas para seguir luchando.

Lizar Vásquez Vásquez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos vida, salud, sabiduría, entendimiento, por cuidar cada uno de mis pasos y guiarme hacia el camino del bien de acuerdo a su voluntad.

A mis docentes, en especial a mi asesor quien estuvo comprometido y dispuesto absolver mis dudas, brindándome sus amplios conocimientos obtenidos en su vida profesional.

Lizar Vásquez Vásquez

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS | 2 |
| ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 10 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | 12 |
| ÍNDICE DE GRÁFICO | 13 |
| RESUMEN | 15 |
| ABSTRACT | 16 |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 17 |
| CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA | 35 |
| CAPÍTULO 3. RESULTADOS | 54 |
| CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 62 |
| REFERENCIAS | 66 |
| ANEXOS | 68 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla 1 Viviendas Particulares con Adobe o Tapial predominante en las paredes exteriores, según departamento, 2007 y 2017.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabla 2. Clasificación de suelos expansivos.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabla 3 Clasificación de suelos según AASHTO.....</i> | <i>24</i> |
| <i>Tabla 4. Prototipo de Investigación.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Tabla 5 Resultados de los Ensayos de Suelos de la Cantera Aylambo Bajo.....</i> | <i>54</i> |
| <i>Tabla 6 Resultados de los Ensayos de Suelos de la Cantera Shucapampa.....</i> | <i>55</i> |
| <i>Tabla 7 Resultados de los Ensayos de Suelos de la Cantera de Shucapampa – A.....</i> | <i>56</i> |
| <i>Tabla 8 Resumen del Ensayo: Rotura a Compresión.....</i> | <i>57</i> |
| <i>Tabla 9 Resumen del Ensayo: Rotura de Tracción por Flexión.....</i> | <i>58</i> |
| <i>Tabla 10 Resumen Promedio del Ensayo Absorción.....</i> | <i>60</i> |
| <i>Tabla 11 Resumen General de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe.....</i> | <i>61</i> |
| <i>Tabla 12 Contenido de Humedad Cantera Aylambo Bajo.....</i> | <i>68</i> |
| <i>Tabla 13. Determinación del límite líquido (LL).....</i> | <i>68</i> |
| <i>Tabla 14 Determinación del Límite Plástico.....</i> | <i>69</i> |
| <i>Tabla 15. Resumen Límites de Plasticidad.....</i> | <i>69</i> |
| <i>Tabla 16. Determinación de la curva granulométrica por lavado.....</i> | <i>70</i> |
| <i>Tabla 17. Determinación del Peso Específico.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Tabla 18. Determinación del Contenido de Humedad.....</i> | <i>72</i> |
| <i>Tabla 19. Determinación del Límite líquido.....</i> | <i>72</i> |
| <i>Tabla 20. Determinación del Límite plástico.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Tabla 21. Resumen de Límites de Plasticidad.....</i> | <i>73</i> |
| <i>Tabla 22. Peso Específico de la Cantera de Shucapampa.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Tabla 23. Análisis Granulométrico por Lavado.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Tabla 24. Contenido de Humedad Cantera Shucapampa –A1.....</i> | <i>75</i> |
| <i>Tabla 25. Determinación Límite Líquido.....</i> | <i>76</i> |
| <i>Tabla 26. Determinación Límite Plástico.....</i> | <i>77</i> |
| <i>Tabla 27. Resumen de Límites de Plasticidad.....</i> | <i>77</i> |
| <i>Tabla 28. Análisis Granulométrico por Lavado.....</i> | <i>77</i> |
| <i>Tabla 29. Determinación del Peso específico.....</i> | <i>79</i> |
| <i>Tabla 30. Dosificación de agua y tierra por unidad de adobe.....</i> | <i>79</i> |
| <i>Tabla 31. Determinación mediante proctor modificado de la Máxima densidad seca y óptima Cantidad de Humedad.....</i> | <i>79</i> |
| <i>Tabla 32. Proctor modificado para la muestra patrón al 2.5 % de Paja o Ichu.....</i> | <i>80</i> |
| <i>Tabla 33. Proctor modificado para la muestra al 2.5 % de fibra de pino.....</i> | <i>82</i> |
| <i>Tabla 34 Proctor modificado para la muestra al 5 % de fibra de pino.....</i> | <i>84</i> |
| <i>Tabla 35 Proctor modificado para la muestra al 7 % de fibra de pino.....</i> | <i>86</i> |
| <i>Tabla 36 Resistencia a compresión de bloques de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).....</i> | <i>88</i> |
| <i>Tabla 37 Resistencia a compresión de bloques de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).....</i> | <i>89</i> |
| <i>Tabla 38 Resistencia a compresión de bloques de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).....</i> | <i>90</i> |
| <i>Tabla 39 Resistencia a compresión de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).....</i> | <i>91</i> |
| <i>Tabla 40 Resistencia a compresión de bloques de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).....</i> | <i>92</i> |
| <i>Tabla 41 Resistencia a compresión del adobe tradicional al 2.5 % (muestra patrón).....</i> | <i>93</i> |
| <i>Tabla 42 Resistencia a compresión de adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino.....</i> | <i>94</i> |
| <i>Tabla 43 Resistencia a compresión de adobe compactado al 2.5 % de fibra de pino.....</i> | <i>95</i> |

| | |
|--|-----|
| <i>Tabla 44 Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino</i> | 96 |
| <i>Tabla 45 Resistencia a compresión del adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino</i> | 97 |
| <i>Tabla 46 Resistencia a compresión de adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino</i> | 98 |
| <i>Tabla 47 Resistencia a compresión de adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino</i> | 99 |
| <i>Tabla 48 Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino</i> | 100 |
| <i>Tabla 49 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino</i> | 101 |
| <i>Tabla 50 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino</i> | 102 |
| <i>Tabla 51 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino</i> | 103 |
| <i>Tabla 52 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino</i> | 104 |
| <i>Tabla 53 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino</i> | 105 |
| <i>Tabla 54 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino</i> | 106 |
| <i>Tabla 55 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino</i> | 107 |
| <i>Tabla 56 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino</i> | 108 |
| <i>Tabla 57 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino</i> | 109 |
| <i>Tabla 58 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino</i> | 110 |
| <i>Tabla 59 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino</i> | 111 |
| <i>Tabla 60 Resultado de ensayo a Flexión M1-2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón)</i> | 112 |
| <i>Tabla 61 Resultado de ensayo a Flexión M2 al 2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón)</i> | 113 |
| <i>Tabla 62 Resultado de ensayo a Flexión M3-2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón)</i> | 114 |
| <i>Tabla 63 Resultado de ensayo a Flexión M4-2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón)</i> | 115 |
| <i>Tabla 64 Resultado de ensayo a Flexión M5-2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón)</i> | 116 |
| <i>Tabla 65 Resultado del ensayo a Flexión M6 al 2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón)</i> | 117 |
| <i>Tabla 66 Resultado de ensayo a Flexión M1-2.5 % con Fibra de Pino</i> | 118 |
| <i>Tabla 67 Resultado de ensayo a Flexión M2-2.5 % con Fibra de Pino</i> | 119 |
| <i>Tabla 68 Resultado de ensayo a Flexión M3 al 2.5 % con Fibra de Pino</i> | 120 |
| <i>Tabla 69 Resultado de ensayo a Flexión M4 al 2.5 % con Fibra de Pino</i> | 121 |
| <i>Tabla 70 Resultado de ensayo a Flexión M5-2.5 % con Fibra de Pino</i> | 122 |
| <i>Tabla 71 Resultado de ensayo a Flexión M6-2.5 % con Fibra de Pino</i> | 123 |
| <i>Tabla 72 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M1</i> | 124 |
| <i>Tabla 73 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M2</i> | 125 |
| <i>Tabla 74 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M3</i> | 126 |
| <i>Tabla 75 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M4</i> | 127 |
| <i>Tabla 76 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M5</i> | 128 |
| <i>Tabla 77 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M6</i> | 129 |
| <i>Tabla 78 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % de fibra de pino M1</i> | 130 |
| <i>Tabla 79 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M2</i> | 131 |
| <i>Tabla 80 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M3</i> | 132 |
| <i>Tabla 81 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M4</i> | 133 |
| <i>Tabla 82 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M5</i> | 134 |
| <i>Tabla 83 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M6</i> | 135 |
| <i>Tabla 84 Determinación del porcentaje de absorción del adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R1</i> | 136 |
| <i>Tabla 85 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R2</i> | 137 |
| <i>Tabla 86 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R3</i> | 137 |
| <i>Tabla 87 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R4</i> | 138 |
| <i>Tabla 88 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R5</i> | 138 |
| <i>Tabla 89 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R5</i> | 139 |
| <i>Tabla 90 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con fibra de pino-T1</i> | 139 |
| <i>Tabla 91 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con fibra de pino - T2</i> | 140 |

| | |
|---|-----|
| <i>Tabla 92 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino-T3</i> | 140 |
| <i>Tabla 93 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino-T4</i> | 141 |
| <i>Tabla 94 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino-T5</i> | 141 |
| <i>Tabla 95 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino-T6</i> | 142 |
| <i>Tabla 96 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 5 % con fibra de pino M1.</i> | 142 |
| <i>Tabla 97 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 5 % con fibra de pino M2.</i> | 143 |
| <i>Tabla 98 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al.5 % con Fibra de Pino-M3.</i> | 143 |
| <i>Tabla 99 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al.5 % con Fibra de Pino-M4.</i> | 144 |
| <i>Tabla 100 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al.5 % con Fibra de Pino-M5</i> | 144 |
| <i>Tabla 101 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al.5 % con Fibra de Pino-M6.</i> | 145 |
| <i>Tabla 102 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N1.</i> | 145 |
| <i>Tabla 103 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N2.</i> | 146 |
| <i>Tabla 104 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N3.</i> | 146 |
| <i>Tabla 105 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N4.</i> | 147 |
| <i>Tabla 106 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N5.</i> | 147 |
| <i>Tabla 107 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N5.</i> | 148 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 1 Mapa Mundial Construcción con Tierra. Fuente: Meta2020 Arquitectos</i> | 17 |
| <i>Figura 2 Ciudadela de Chan Chan - Perú. Fuente: Wikipedia (2021).</i> | 18 |
| <i>Figura 3 Carta de plastificación y clasificación de partículas finas fuente Huacha 2014.</i> | 25 |
| <i>Figura 4 Diagrama Triangular de Public Roods Administration Fuente : Huanca (2014)</i> | 25 |
| <i>Figura 5 Diagrama Triangular para la clasificación de suelos. Fuente: Huanca (2014)</i> | 25 |
| <i>Figura 6 Esquema de un equipo apropiado para ensayos de flexión.</i> | 28 |
| <i>Figura 7 Partes del Protocolo para el Ensayo Contenido de Humedad.</i> | 37 |
| <i>Figura 8 Partes del Protocolo para el Ensayo Procto Modificado.</i> | 38 |
| <i>Figura 9 Partes del Protocolo para el Ensayo Comprensión</i> | 39 |
| <i>Figura 10 Plano de Ubicación y localización de la obtención de la fibra de pino.</i> | 43 |
| <i>Figura 11 Recolección del Material cantera Shucapampa</i> | 149 |
| <i>Figura 12 Extracción de la Muestra.</i> | 149 |
| <i>Figura 13 Selección del material.</i> | 150 |
| <i>Figura 14 Extracción del Material.</i> | 150 |
| <i>Figura 15 Selecccion del Material.</i> | 151 |
| <i>Figura 16 Instrumento de laboratorio (Balanza, Fiola más agua utilizado para el peso específico.</i> | 151 |
| <i>Figura 17 Preparación de la Muestra para Peso Específico.</i> | 152 |
| <i>Figura 18 Pesado de la Fiola con material Fino y agua.</i> | 152 |
| <i>Figura 19 Cuarteo de la muestra.</i> | 153 |
| <i>Figura 20 Peso de la tara.</i> | 153 |
| <i>Figura 21 Peso de la tara con Material (Contenido de Humedad).</i> | 154 |
| <i>Figura 22 Selección del Cuarteo.</i> | 154 |
| <i>Figura 23 Colocación de la Muestra a la Tara.</i> | 155 |
| <i>Figura 24 Colocación de la muestra (Casagrande).</i> | 155 |
| <i>Figura 25 Instrumentó Casagrande y muestra (LP).</i> | 156 |
| <i>Figura 26 Colocación de Material al Instrumento Casagrande.</i> | 156 |
| <i>Figura 27 Determinación Limite Plástico.</i> | 157 |
| <i>Figura 28 Malla 40 (Tamizado para LL y LP).</i> | 157 |
| <i>Figura 29 Juego de Mallas para Tamizado por Lavado.</i> | 158 |
| <i>Figura 30 Zarandeo de la muestra seca por Lavado.</i> | 158 |
| <i>Figura 31 Lavado del material por la Malla 200.</i> | 159 |
| <i>Figura 32 Lavado del Material por la Malla 200.</i> | 159 |
| <i>Figura 33 Instrumentó utilizado para el Ensayo de Sinfonaje.</i> | 160 |
| <i>Figura 34 Horno UPN con las Muestras Trabajadas.</i> | 160 |
| <i>Figura 35 Retiro la Muestras colocadas en el Horno.</i> | 161 |
| <i>Figura 36 Identificación del ichu.</i> | 161 |
| <i>Figura 37 Identificación del ichu.</i> | 162 |
| <i>Figura 38 Corte del ichu o paja.</i> | 162 |
| <i>Figura 39 Secado del Ichu o Paja.</i> | 163 |
| <i>Figura 40 Recolectado del Ichu para la Investigación.</i> | 163 |
| <i>Figura 41 Recolección de la Fibra de Pino.</i> | 164 |
| <i>Figura 42 Elaboración de los adobes con y sin fibra de pino.</i> | 165 |
| <i>Figura 43 Elaboración del adobe para compresión, flexión y absorción.</i> | 165 |
| <i>Figura 44 Equipo CINVA RAM empleado para la elaboración de los adobes para la.</i> | 166 |
| <i>Figura 45 Ensayo de flexión y supervisión del asesor y encargado de laboratorio.</i> | 166 |
| <i>Figura 46 Verificación de los adobes para los ensayos correspondientes.</i> | 167 |
| <i>Figura 47 Extracción del agua de los adobes para medir la absorción.</i> | 167 |



| | |
|---|------------|
| <i>Figura 48 Adobe después de las 24 horas que fue sometido al ensayo de absorción.</i> | <i>168</i> |
| <i>Figura 49 Molde más adobe húmedo al porcentaje 2.5 %.....</i> | <i>168</i> |
| <i>Figura 50 Recolección de medidas de los adobes para los ensayos correspondientes.</i> | <i>169</i> |
| <i>Figura 51 Realizando el ensayo a la resistencia a la flexión.</i> | <i>169</i> |
| <i>Figura 52 Observación de la falla de la resistencia a la flexión del adobe.</i> | <i>170</i> |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|----|
| <i>Ecuación 1. Contenido de Humedad. (MTC E 108, 2000)</i> | 44 |
| <i>Ecuación 2. Porcentaje retenido</i> | 45 |
| <i>Ecuación 3. Porcentaje Retenido Acumulado, % pasa y Análisis gravimétrico</i> | 45 |
| <i>Ecuación 4. Porcentaje que pasa</i> | 46 |
| <i>Ecuación 5. Rangos de valores estimados por ASTM</i> | 46 |
| <i>Ecuación 6. Densidad húmeda del espécimen compactado</i> | 49 |
| <i>Ecuación 07. Densidad de humedad del espécimen compactado</i> | 49 |
| <i>Ecuación 8. Esfuerzos mínimos</i> | 51 |

ÍNDICE DE GRÁFICO

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1. Reducción de la retracción de morteros de barro con adicción de fibras | 21 |
| Gráfico 2. Representación del límite líquido de la cantera de Aylambo bajo..... | 69 |
| Gráfico 3. Curva Granulométrico por Lavado de la Cantera Aylambo Bajo..... | 71 |
| Gráfico 4. Representación del Límite Líquido del suelo Shucapampa..... | 73 |
| Gráfico 5 Representación de la granulometría de la cantera de Shucapampa en la Curva Granulométrica. | 75 |
| Gráfico 6. Representación del Límite Líquido del suelo de Shucapampa-A1..... | 76 |
| Gráfico 7 Representación de la granulometría del suelo de Shucapampa-A1 en la curva granulométrica.... | 78 |
| Gráfico 8.Determinación de la densidad máxima y contenido de humedad para la muestra al 2.5% ichu.... | 81 |
| Gráfico 9 Determinación de la densidad máxima y contenido de humedad para la muestra al 2.5% fibra de pino..... | 83 |
| Gráfico 10 Determinación de la densidad máxima y contenido de humedad para la muestra al 5 % fibra de pino..... | 85 |
| Gráfico 11 Determinación de la densidad máxima y contenido de humedad para la muestra al 7 % fibra de pino..... | 87 |
| Gráfico 12 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.... | 88 |
| Gráfico 13 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.... | 89 |
| Gráfico 14 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.... | 91 |
| Gráfico 15 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.... | 92 |
| Gráfico 16 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.... | 93 |
| Gráfico 17 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.... | 94 |
| Gráfico 18 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino..... | 95 |
| Gráfico 19 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino..... | 96 |
| Gráfico 20 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino..... | 97 |
| Gráfico 21 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino..... | 98 |
| Gráfico 22 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino..... | 99 |
| Gráfico 23 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino..... | 100 |
| Gráfico 24 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5 % Fibra de Pino..... | 101 |
| Gráfico 25. Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino..... | 102 |
| Gráfico 26 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino..... | 103 |
| Gráfico 27 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino..... | 104 |
| Gráfico 28 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino..... | 105 |
| Gráfico 29 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino..... | 106 |
| Gráfico 30 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino, demostrando con ello un nivel superior a lo establecido en el RNE | 107 |
| Gráfico 31 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino..... | 108 |
| Gráfico 32 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino..... | 109 |
| Gráfico 33 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 34 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino. | 111 |
| Gráfico 35 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino | 112 |
| Gráfico 36 Determinación curva esfuerzo vs deformación M1 al 2.5 % Icho (Muestra Patrón). | 113 |
| Gráfico 37 Determinación curva esfuerzo vs deformación M2 al 2.5 % Icho (Muestra Patrón). | 114 |
| Gráfico 38 Determinación curva esfuerzo vs deformación M3-2.5 % Icho (Muestra Patrón). | 115 |
| Gráfico 39 Determinación curva esfuerzo vs deformación M4-2.5 % Icho (Muestra Patrón). | 116 |
| Gráfico 40 Determinación curva esfuerzo vs deformación M5-2.5 % Icho (Muestra Patrón). | 117 |
| Gráfico 41 Determinación curva esfuerzo vs deformación M6-2.5 % Icho (Muestra Patrón). | 118 |
| Gráfico 42 Determinación curva esfuerzo vs deformación M1 al 2.5 % con Fibra de Pino. | 119 |
| Gráfico 43 Determinación curva esfuerzo vs deformación M2 al 2.5 % con Fibra de Pino. | 120 |
| Gráfico 44 Determinación curva esfuerzo vs deformación M3-2.5 % con Fibra de Pino. | 121 |
| Gráfico 45 Determinación curva esfuerzo vs deformación M4-2.5 % con Fibra de Pino. | 122 |
| Gráfico 46 Determinación curva esfuerzo vs deformación M5-2.5 % con Fibra de Pino. | 123 |
| Gráfico 47 Determinación curva esfuerzo vs deformación M6-2.5 % con Fibra de Pino. | 124 |
| Gráfico 48 Determinación curva esfuerzo vs deformación M1 al 5 % con Fibra de Pino. | 125 |
| Gráfico 49 Determinación curva esfuerzo vs deformación M2 al 5 % con Fibra de Pino. | 126 |
| Gráfico 50 Determinación curva esfuerzo vs deformación M3 al 5 % con Fibra de Pino. | 127 |
| Gráfico 51 Determinación curva esfuerzo vs deformación M4 al 5 % con Fibra de Pino. | 128 |
| Gráfico 52 Determinación curva esfuerzo vs deformación M5 al 5 % con Fibra de Pino. | 129 |
| Gráfico 53 Determinación curva esfuerzo vs deformación M6 al 5 % con Fibra de Pino. | 130 |
| Gráfico 54 Determinación curva esfuerzo vs deformación M1 al 7 % con Fibra de Pino. | 131 |
| Gráfico 55 Determinación curva esfuerzo vs deformación M2 al 7 % con Fibra de Pino. | 132 |
| Gráfico 56 Determinación curva esfuerzo vs deformación M3 al 7 % con Fibra de Pino. | 133 |
| Gráfico 57 Determinación curva esfuerzo vs deformación M4 al 7 % con Fibra de Pino. | 134 |
| Gráfico 58 Determinación curva esfuerzo vs deformación M5 al 7 % con Fibra de Pino. | 135 |
| Gráfico 59 Determinación curva esfuerzo vs deformación M6 al 7 % con Fibra de Pino. | 136 |

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas y físicas del uso de materiales vegetales como adición en la elaboración de adobe. Se utilizó como muestra patrón la fibra de ichu al 2.5 % como base para las comparaciones respectivas, al uso de tres niveles de fibra de pino (2.5 %, 5 % y 7 %). Se evaluaron los niveles de compresión, flexión y absorción para lo cual se elaboraron 24 adobes con la finalidad de evaluar las propiedades físicas y mecánicas en cada uno de los niveles de uso indicados. Los resultados muestran que los adobes elaborados con fibra de ichu tuvieron mejor compresión (42.75 kg/cm^2), comparado con los adobes en los cuales se utilizó la fibra de pino, que mostraron una resistencia de 35.65 kg/cm^2 , 34.68 kg/cm^2 y 28.95 kg/cm^2 , para los niveles 2.5%, 5% y 7% de fibra de pino respectivamente. Al evaluar la resistencia a la flexión, los adobes elaborados al 2.5 % con fibra de ichu mostraron mayor resistencia a esta propiedad 33.02 kg/cm^2 , siendo mayor a la resistencia de los adobes elaborados con fibra de pino quienes mostraron 27.07 kg/cm^2 , 25.20 kg/cm^2 y 26.00 kg/cm^2 de resistencia en los niveles de uso de fibra de pino 2.5 %, 5% y 7% ; Asimismo al evaluar la propiedad física de absorción del agua, se obtuvieron como resultados para la absorción del adobe elaborado con fibra de Ichu que fue de 2.92 % comparado con 2.74 %, 3.05 % y 2.80 % que fueron los resultados obtenido de absorción de agua para los adobes elaborados con fibra de pino, en los niveles de 2.5 %, 5% y 7% respectivamente. Se concluye que el uso de la fibra de ichu 2.5 % en la elaboración de adobes, muestra que estos tienen mayor resistencia a la compresión y flexión, comparadas con el uso de fibra de pino en la elaboración de adobe en los niveles de 2.5%, 5% y 7%, pero tiene menor absorción comparado con la fibra de pino.

Palabras claves: Adobe, Fibra, Pino, Compresión, Flexión, Absorción.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of evaluating the mechanical and physical properties of the use of plant materials as an addition in the elaboration of adobe. 2.5% ichu fiber was used as a standard sample as the basis for the respective comparisons, using three levels of pine fiber (2.5%, 5% and 7%). The levels of compression, flexion and absorption were evaluated for which 24 adobes were elaborated to evaluate each one of the physical and mechanical properties in each one of the indicated levels of use. The results show that the adobes made with ichu fiber had a better compression (42.75 kg/cm^2), compared to the adobes in which pine fiber was used, which showed a resistance of 35.65 kg/cm^2 , 34.68 kg/cm^2 and 28.95 kg/cm^2 , for the 2.5%, 5% and 7% pine fiber levels respectively. When evaluating the resistance to bending, the adobes made at 2.5% with ichu fiber showed greater resistance to this property 33.02 kg/cm^2 , being greater than the resistance of the adobes made with pine fiber who showed 27.07 kg/cm^2 , 25.20 kg/cm^2 and 26.00 kg/cm^2 of resistance at the 2.5%, 5% and 7% pine fiber use levels; Likewise, when evaluating the physical property of water absorption, the results for the absorption of the adobe made with Ichu fiber were obtained as 2.92% compared to 2.74%, 3.05% and 2.80%, which were the results obtained from water absorption for adobes made with pine fiber, at the levels of 2.5%, 5% and 7% respectively It is concluded that the use of 2.5% ichu fiber in the elaboration of adobes shows that they have greater resistance to compression and bending, compared with the use of pine fiber in the adobe elaboration in the levels of 2.5%, 5% and 7%, but it has lower absorption compared to pine fiber.

Keywords: Adobe, Fiber, Pine, Compression, Bending, Absorption.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En la antigüedad, el adobe ha sido y será un material de construcción predominante para el hombre, por ser de gran utilidad en climas cálidos – secos y temperaturas del mundo. Aún en la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas de tierra y en países en vía de desarrollo esto representa más de la mitad. (Gernot, 2005)

Así mismo, Oscar, (2019), cita a los autores Houben y Guillard (1994), los mismos que indican que al rededor del 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra, aproximadamente el 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo la mayoría de la población rural y por lo menos el 20% de la población urbana y urbano marginal, viven en casas de tierra.

ARCHITECTURE DE TERRE DANS LE MONDE



Figura 1 Mapa Mundial Construcción con Tierra. Fuente: Meta2020 Arquitectos

Según, Wikipedia (2021), nos indica que nuestras culturas peruanas han utilizado el adobe para edificar sus viviendas o campos ceremoniales, siendo necesario mencionar la importancia y la utilidad del adobe, como se evidencia en la costa norte de nuestro Perú la

Ciudadela de Chan Chan, declarada por la UNESCO como Patrimonio Cultural de la Humanidad, lugar que ocupa diez ciudades amurallada haciendo un total de 20 kilómetros cuadrados, convirtiéndole en la construcción en adobe más grande de América y la segunda en el mundo.



Figura 2 Ciudadela de Chan Chan - Perú. Fuente: Wikipedia (2021).

Por otro lado, INEI (2017), refiere que las viviendas construidas a base de adobe y tapial por departamento, Huancavelica es el departamento que tiene el mayor número de viviendas con paredes exteriores de adobe o tapia con 84 mil 835, que equivale al 82,4% del total de viviendas, seguido de Apurímac con 91 mil 752 viviendas (76,1%), y nuestro departamento de Cajamarca en un tercer lugar con 264 mil 310 viviendas (70,3%), entre las principales.

*Tabla 1 Viviendas Particulares con Adobe o Tapial predominante en las paredes exteriores,
según departamento, 2007 y 2017.*

| Departamento | Censo 2007 | | Censo 2017 | | Variación intercensal 2007 - 2017 | | Incremento Anual | Tasa de crecimiento promedio anual |
|------------------------|------------|------|------------|------|---|-------|---------------------|---|
| | Absoluto | % | Absoluto | % | Absoluto | % | | |
| Total | 2229715 | 34,8 | 2148494 | 27,9 | -81221 | -3,2 | -8122 | - 0,4 |
| Amazonas | 49 909 | 56,1 | 53232 | 52 | 3323 | 6,7 | 332 | 0,6 |
| Ancash | 142 584 | 57,4 | 1410794 | 47,9 | -790 | -0,6 | -79 | -0,1 |
| Apurímac | 91 707 | 87,5 | 91752 | 76,1 | 45 | 0,0 | 5 | 0,0 |
| Arequipa | 22 497 | 7,9 | 30835 | 8,1 | 8338 | 37,1 | 834 | 3,2 |
| Ayacucho | 108 648 | 68,7 | 107647 | 62,1 | -1001 | -0,9 | -100 | -0,1 |
| Cajamarca | 249 578 | 76,7 | 264310 | 70,3 | 14732 | 5,9 | 1473 | 0,6 |
| Callao | 6765 | 3,4 | 4505 | 1,8 | -2260 | -33,4 | -226 | -4,0 |
| Cusco | 223 575 | 76,2 | 217794 | 67,3 | -5781 | -2,6 | -578 | -0,3 |
| Huancavelica | 96 258 | 86,5 | 84835 | 82,4 | -11423 | -11,9 | -1142 | -1,3 |
| Huánuco | 107735 | 61,4 | 104930 | 55,3 | -2823 | -2,6 | -282 | -0,3 |
| Ica | 50044 | 29,8 | 29064 | 13,1 | -20960 | -41,9 | -2096 | -5,3 |
| Junín | 125529 | 43,7 | 107473 | 33,2 | -18066 | -14,4 | -1806 | -1,5 |
| La Libertad | 224802 | 61,7 | 228792 | 51,8 | 3990 | 1,8 | 399 | 0,2 |
| Lambayeque | 121605 | 50,4 | 121671 | 42 | 66 | 0,1 | 7 | 0,0 |
| Lima | 171766 | 8,9 | 130745 | 5,4 | -41021 | -23,9 | -4102 | -2,7 |
| Loreto | 1242 | 0,7 | 1334 | 0,7 | 92 | 7,4 | 9 | 0,7 |
| Madre de Dios | 155 | 0,6 | 723 | 1,8 | 568 | 366,5 | 57 | 16,6 |
| Moquegua | 13796 | 29 | 11161 | 19,8 | -2635 | -25,2 | -264 | -2,1 |
| Pasco | 28923 | 44,6 | 21626 | 33,8 | -7297 | -25,2 | -730 | -2,9 |
| Piura | 121128 | 32,5 | 130735 | 27,9 | 9607 | 7,9 | 961 | 0,8 |
| Puno | 229548 | 64,9 | 226775 | 58,6 | -2773 | -1,2 | -277 | -0,1 |
| San Martín | 27720 | 16,5 | 23261 | 11 | -4459 | -16,1 | -446 | -1,7 |
| Tacna | 8865 | 11 | 7650 | 7,8 | -1215 | -13,7 | -122 | -1,5 |
| Tumbe | 4621 | 9,5 | 4766 | 7,8 | 145 | 3,1 | 15 | 0,3 |
| Ucayali | 697 | 0,7 | 1084 | 0,9 | 387 | 55,5 | 39 | 4,5 |
| Provincia de Lima 1 | 80271 | 4,7 | 52272 | 2,4 | -2799 | -34,9 | -2800 | -4,2 |
| Región Lima2/ | 91495 | 44,9 | 78473 | 32,3 | -13022 | -14,2 | -1302 | -1,5 |

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Poblaciones y Viviendas (2007 y 2017).

El departamento de Cajamarca, no es ajeno a esta realidad, puesto que existen construcciones de adobe muy antiguas, como es el Centro Histórico “Las Casonas” que de una u otra manera ha sido remodelada (Altamirano, 2019).

Altamirano (2019), considera que en las zonas alto andinas de nuestra región Cajamarca la paja o ichu, es usada para controlar las fisuras y agrietamientos que se presentan en el adobe y en el mortero para realizar el empastado de las paredes interior y exteriores de las viviendas.

Por su parte Salas (2012), indica que el adobe es una alternativa para la construcción de viviendas, escuelas y colegios, colaborando así a la conservación del medio ambiente la producción de este material no produce emisiones nocivas como lo es la fabricación de bloques de tierra conocidos como el ladrillo.

Para los autores Vidal y Hormazabal (2016), argumentan que la importancia que cumplen, las fibras vegetales, son parte de las fibras naturales y se pueden extraer de diferentes partes de las plantas, como hojas, tallos, semillas o frutos. En función de la localización de la fibra en la planta, habitualmente se clasifican en dos grandes grupos: fibras blandas y fibras duras.

De igual forma, Minke (2005) afirma que la adición de fibras se añade generalmente con el objetivo de reducir las fisuras de retracción, incrementando siempre la resistencia a compresión, pero es el caso que al añadir fibras finas o pelos en pequeñas cantidades la resistencia en tensión y por consiguiente la resistencia a compresión incrementa levemente.

A partir de lo señalado, el mismo autor agrega que al añadir fibras como pelo de animal o humano, fibras de coco, sisal, agave, bambú y paja cortada, la retracción puede reducirse; esto se debe a que el contenido relativo de arcilla se reduce y que parte del agua

es absorbida por los poros de las fibras, también se reduce la aparición de fisuras, debido a que, con las fibras se incrementa la posesividad de la mezcla. (Minke, 2005).

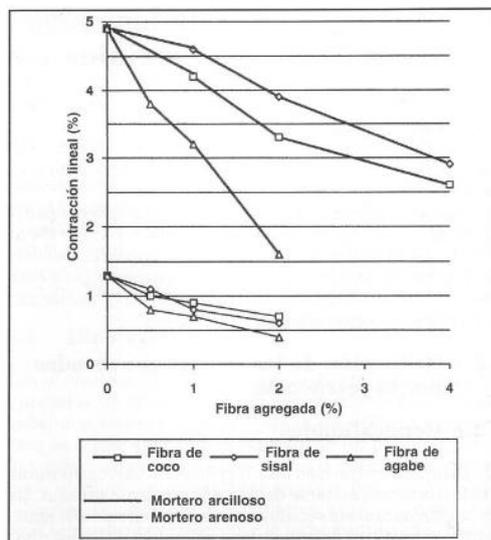


Gráfico 1. Reducción de la retracción de morteros de barro con adición de fibras
Fuente: Minke (2005).

Es necesario hacer mención algunos conceptos que constituirán nuestro marco teórico, el cual nos ayudará a analizar, entender nuestra investigación, como:

- **El adobe:** Es un elemento constructivo bioclimático para entornos secos y desérticos, ya que posee una gran inercia térmica (capacidad calorífica entre 500 y 1000 Kcal/m³°C); por eso ha sido un material habitual de construcción en el desierto. (Wikipedia, 2019).
- **Adobe Estabilizado** se denomina “*Cuando al adobe se incorporan otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.* (MVCS, 2010).

De acuerdo con la norma E- 080, los requisitos generales para unidad o bloque de adobe, indica que, el adobe debe ser macizo y solo se permite tener perforaciones perpendiculares a su cara de asiento (cara mayor) que no representen más de 12 % del área bruta de esta cara. Por ende, puede ser de planta cuadrada o rectangular. (MVCS, 2017)

De igual forma hace mención que las formas y dimensiones debe de cumplirse con los siguientes términos. (MVCS, 2017, pág. 560)

- a* “Para adobes rectangulares, se aproxima al doble del ancho.
- b* La relación entre el largo y la altura, debe ser de 4 a 1.
- c* En lo posible, la altura debe de ser mayor a 8 cm”.
- **El adobe como material de construcción:** Se define como la unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad. (E-080 Adobe, 2017).

De acuerdo con Gernot (2005) afirma que, el adobe tiene muchas ventajas en comparación a los materiales industriales, dentro de ellas es la de: regular la humedad ambiental, almacenar calor, de ser un material reutilizable y de absorber contaminantes.

De igual forma menciona que las desventajas del adobe, es de ser vulnerable ante el agua y de no ser tan recomendables para zonas sísmicas.

Por lo antes mencionado, se recomienda que las construcciones de adobe, se limitan a un solo piso en la zona sísmica 4 y 3 y a dos pisos en las en las zonas sísmicas 2 y 1 (Anexo 1 Norma E 030). Asimismo, no se realizan construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas; tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones, huaycos o suelos con inestabilidad geológica. (MVCS, 2017)

Por otro lado, se debe conocer las características de los suelos apropiadas para la elaboración de adobes, como son los siguientes: Arcilla 10 – 20 %, limo 15- 25 % y arena de 55-70 %, no debiéndose utilizar suelos orgánicos estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adodes estabilizados. (MVCS, 2017).

Tabla 2. Clasificación de suelos expansivos

| <i>Potencial de expansión</i> | <i>Expansión en consolidómetro bajo presión vertical de 7 KPa (0,07Kgf/Cm²)</i> | <i>Índice de plasticidad</i> | <i>Porcentaje de partículas menores que dos micras</i> |
|-------------------------------|--|------------------------------|--|
| <i>%</i> | <i>%</i> | <i>%</i> | <i>%</i> |
| <i>Muy alto</i> | <i>>30</i> | <i>>32</i> | <i>>37</i> |
| <i>Alto</i> | <i>20_30</i> | <i>23_45</i> | <i>18_37</i> |
| <i>Medio</i> | <i>10_20</i> | <i>12_34</i> | <i>12_27</i> |
| <i>Bajo</i> | <i><10</i> | <i><20</i> | <i><17</i> |

Fuente: Norma E. 050 (2017)

Para un mejor manejo de los suelos se tendrá en cuenta la siguiente clasificación:

Según AASHO, considera en dos campos:

- **Suelos Gruesos.** - Son aquellos que pasan por el tamiz Nro. 200 el 35% o menos.
- **Suelos Finos o materiales limos arcillosos.** Son aquellos que pasan por el tamiz N° 200 más del 35%.

Por otro lado, este método divide a los suelos en 7 grupos y 8 subgrupos. Para el manejo de esta clasificación, se explica los pasos a seguir. (Huanca, 2014).

Tabla 3 Clasificación de suelos según AASHTO

| CLASIFICACIÓN GENERAL | SUELOS GRANULARES (MAX. 35 % PASA POR LA MALLA N° 200) | | | | | | | SUELOS LIMO - ARCILLA (MAX. 35% PASA LA MALLA N° 200) | | | |
|---|---|---------|--------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| GRUPOS | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| SUBGRUPOS | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5 |
| | | | | | | | | | | | A-7-6 |
| % QUE PASA TAMIZ N° 10 | | | | | | | | | | | |
| N° 40 | MAX. 50 MAX. 30 | MAX. 50 | MAX. 51 | | | | | | | | |
| N° 200 | MAX. 15 | MAX. 25 | MAX. 10 | MAX. 35 | MAX. 35 | MAX. 35 | MAX. 35 | MAX. 36 | MAX. 36 | MAX. 36 | MAX. 36 |
| Características del material que pasa el Tamiz N° 40 LÍMITE LÍQUIDO ÍNDICE DE PLASTICIDAD | | | | | | | | | | | |
| | MAX. 6 | MAX. 6 | N,P. | MAX. 40 MAX.10 | MAX. 41 MAX.10 | MAX. 40 MAX.11 | MAX. 41 MAX.11 | MAX. 40 MAX.10 | MAX. 41 MAX.10 | MAX. 40 MAX.11 | MAX. 41 MAX.11 |
| ÍNDICE DE GRUPO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| | | | | | | MAX. 4 | MAX. 4 | MAX. 8 | MAX. 12 | MAX. 16 | MAX. 20 |
| PRINCIPALES MATERIALES CONSTITUYENTES | GRAVAS Y ARENAS | | ARENAS FINAS | GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS Y ARCILLOSAS | | | | SUELOS LIMOSOS | | SUELOS ARCILLOSOS | |
| NOTA: | El Grupo (A - 7) es subdividido en (A 7 - 5) O (A - 7 - 6), del límite Plástico: | | | | | | | | | | |
| | Si el L.P. ≥ 30, la clasificación es (A-7-5) | | | | | | | | | | |
| | Si el L.P. < 30, la clasificación es (A - 7 - 6) | | | | | | | | | | |

Fuente: (Huanca, 2014)

De igual forma para el **Sistema Unificado De Clasificación De Suelos (Sucs)**, habla de dos grupos:

- **Suelos de Partículas Gruesas:** Son aquellas en que más del 50% son retenidos en el tamiz N° 200. Este suelo a su vez se subdivide en gravas y arenas. (Huanca, 2014)
- **Suelos de Partículas Finas:** Son aquellos en que más del 50%, pasa el Tamiz N° 200.

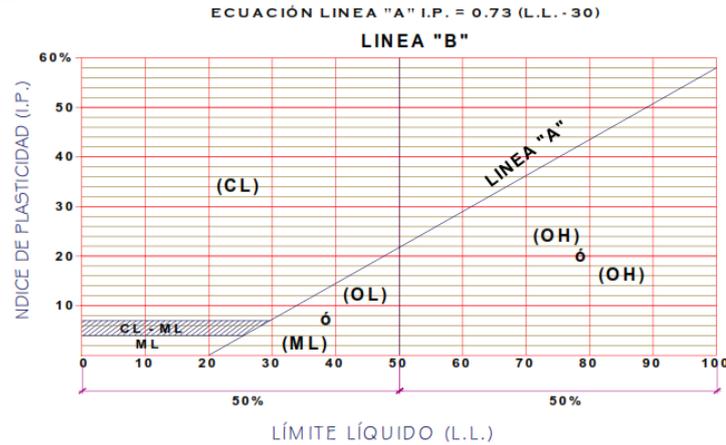


Figura 3 Carta de plastificación y clasificación de partículas finas fuente Huacha 2014.

De igual forma *Public Roads Administration*, afirma que “la presente clasificación sirve para representar las tres fracciones granulométricas: arena, limo y arcilla, el contenido se expresa en porcentaje del peso total en seco”. (Huanca, 2014)

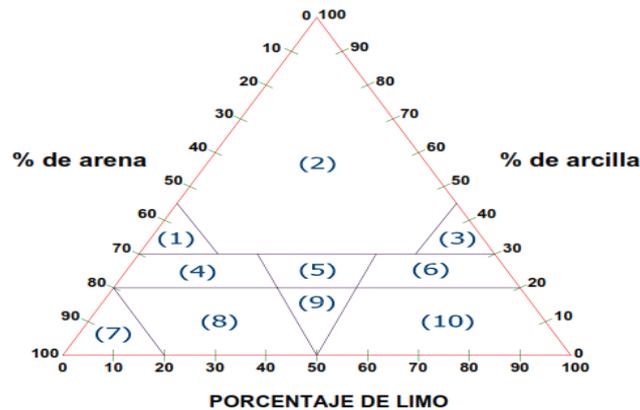


Figura 4 Diagrama Triangular de Public Roods Administration Fuente : Huanca (2014)



FIG. 4 CLAVE PARA EL MANEJO DE LA CLASIFICACIÓN

En el diagrama triangular de la figura aparecen los diez suelos siguientes:

1. Arcilla – Arenosa
2. Arcilla
3. Arcilla - Limosa
4. Suelo arcilloso – Arenoso
5. Suelo Arcilloso
6. Suelo Arcillo – Limoso
7. Arena
8. Suelo Arenoso
9. Limo
10. Suelo Limoso

Figura 5 Diagrama Triangular para la clasificación de suelos. Fuente: Huanca (2014)

Suelos más comunes utilizados por el Ingeniero Civil para su clasificación: Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en los márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenados por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido re transportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3”) hasta 2.0 mm. (Crespo V. , 2004).

Arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro. El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas; las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. (Crespo V. , 2004).

Limos, los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limos inorgánicos como el producidos en canteras, o limos orgánicos como el que suele encontrarse en los ríos. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.05 mm. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar. (Crespo V. , 2004)

Arcillas se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetros menores de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclado con agua. Químicamente es un silicato de aluminio hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. (Crespo V. , 2004).

Por otro lado, es necesario mencionarla que en la presente investigación se realizó el estudio de Mecánica de Suelos, para lo cual se tendrá en cuenta la calidad y el tipo de suelo, los mismos que fueron analizados y procesados en el laboratorio UPN- Cajamarca, realizándose los siguientes ensayos:

Inicialmente, se realiza el contenido de humedad, para la cual se utilizará 500 gr de material, posteriormente se pondrá a secar la muestra en la estufa por 24 horas, para luego ser pesado y procesado en gabinete. Todo indicado es la relación del peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada en la estufa, expresada en tanto por ciento. (MTC E 108, 2000)

De igual forma, se realizó el ensayo de Análisis Granulométrico por Lavado, ensayo que se refiere a la determinación de la cantidad en porciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. (Crespo, 2011).

En el mismo contexto, crespo (2011), define al *Límite Líquido (LL)*, como el contenido de humedad expresado en porcentajes con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico.

Para, Borda (2014), define que el *Límite de plasticidad (LP)*, es la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin demorarse ni agrietarse. Asimismo, lo define como la diferencia numérica entre el Límite Líquido y el Límite Plástico.

Como parte del desarrollo de la investigación es necesario hablar de las propiedades físicas y mecánicas del adobe a estudiar dentro de ellas, se estudió la Resistencia a Comprensión, para la cual se tuvo en cuenta la norma de diseño y construcción con tierra reforzada (2017), aprueba mediante Resolución Ministerial Nro. 121-2017 – Vivienda, en la cual indica que el diseño y construcción con tierra, indica en su artículo 8, numeral 8.1.

- El ensayo a la comprensión se mide en cubos de 0.1 m de arista.

- Los cubos de adobes o muestras de tapial deben cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sean igual o mayor a la resistencia ultima indicada.
- En el caso del tapial, de no existir muestras secas, se recomienda elaborar muestras comprimidas en modales de 0.1x0.1x0.15 m. con 10 golpes de un mazo de 5 kg de peso.

Asimismo, se estudió la Resistencia a flexión, que para “la norma ecuatoriana se determina por medio del módulo de rotura, para la cual se aplicará carga al espécimen continuamente y sin impacto. La carga debe ser aplicada a una velocidad constante hasta el punto de rotura”. (NTE INEN 2554, 2011).

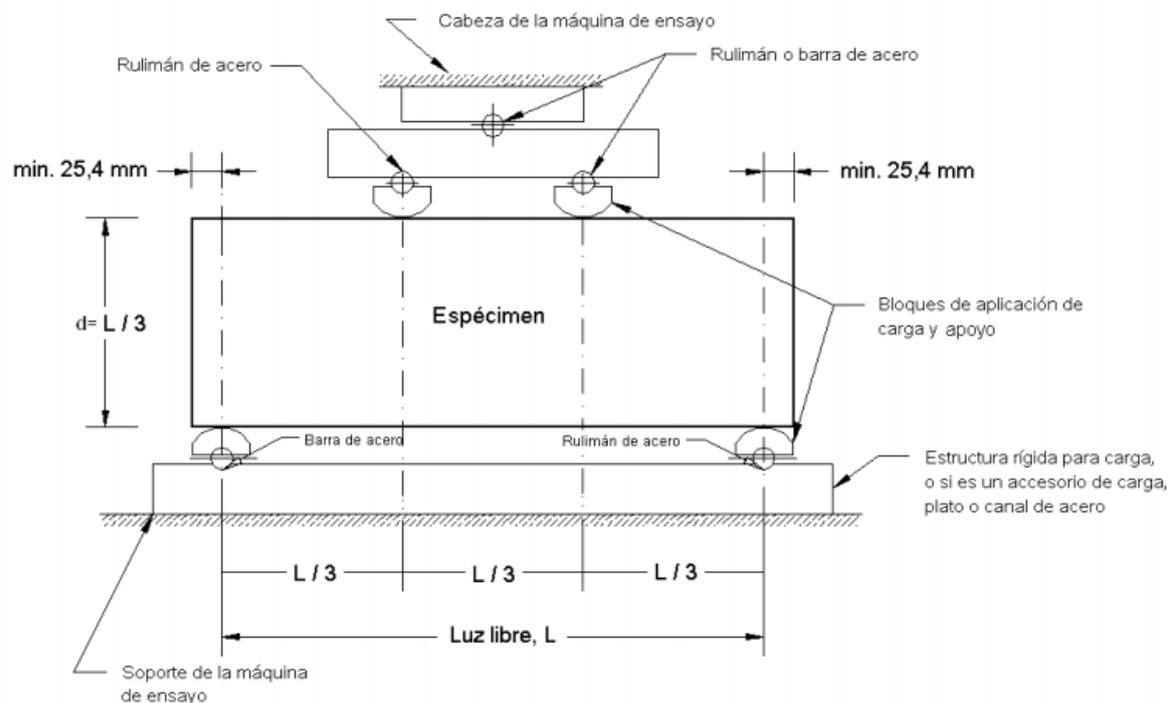


Figura 6 Esquema de un equipo apropiado para ensayos de flexión.

Fuente: NTE 2554 INEN, (2011)

Finalmente, se determinó la Absorción de agua, ensayo que se define como la cantidad de agua que absorbe el adobe a través de sus poros, proceso que se obtiene al saturar

al material total o parcialmente. Cabe indicar, que al realizar dicho procedimiento se reduce su propiedad de resistencia y aumenta la tenacidad. Y se obtiene con la siguiente ecuación.

$$A \% = \frac{100 * (Ws - Wd)}{Wd}$$

Donde:

A= Absorción (%)

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

Wd= Peso seco del espécimen (Kg). (NTP. 399.613, 2003).

Para la siguiente investigación se debe de conocer los siguientes conceptos básicos:

- **El adobe:** Se considera al elemento constructivo bioclimático para entornos secos y desérticos, ya que posee una gran inercia térmica (capacidad calorífica entre 500 y 1000 Kcal/m³°C). Por eso ha sido un material habitual de construcción en el desierto”. (Wikipedia, 2019).
- **Adobe estabilizado:** Viene hacer el adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.), con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia la comprensión y estabilidad ante la presencia de humedad. (E-080 Adobe, 2017).
- **Viruta:** Es la Fibra delgada que se obtiene del cepillado de la madera, que se extrae mediante un cepillo u otras herramientas industriales, no obstante, tiene infinidad de aplicaciones y uso, como en el presente caso materia de investigación, se utilizó en diferentes porcentajes como adición en los bloques de adobe. (Wikipedia, 2021).
- **Resistencia a Comprensión:** Se entiende como la capacidad para soportar una carga y se analiza mediante el esfuerzo que experimenta el material ante una determinada carga, que es programada gradualmente, hasta someterse la máxima carga que pueda soportar, se emplea fundamentalmente para determinar si el material cumple con los requerimientos de la resistencia especificada. (MVSC, 2017).

- **Resistencia a flexión:** Para los autores Gallegos y Casabonne (2005), consideran que el ensayo de tracción por flexión se efectúa en la máquina de compresión sobre una unidad entera a la cual se apoya con una luz no mayor de 18 cm y se carga al centro hasta que el espécimen falle.
- **Absorción:** Implica una alteración de las características del adobe como por ejemplo la reducción de la resistencia y la dureza, la absorción del agua se obtiene pesando el adobe seco, para luego ser pesado dentro de las 24 horas de haberse sumergido al agua (Barrios, 2016).

En muchos países se han venido desarrollando investigaciones de adobe compactado con diferentes fibras y materiales tales como se evidencia en los siguientes antecedentes internacionales. Al respecto los autores Olivares & Roux (2002), En su investigación denominada Informes de la Construcción, Vol. 53, Nro. 478, marzo- abril 2002: llegan a las conclusiones acerca del refuerzo de ladrillos de adobe, estabilizados con cemento portland al 6%, con diferentes porcentajes de fibra de coco. Concluyen que:

- Después de haber realizado las pruebas físicas a la fibra de coco, obtuvo como resultados en la prueba de compresión en estado húmedo, que los adobes elaborados con la ayuda de una prensa hidráulica tuvieron incrementos del 188,9 % a la primera grieta y de un 191,1% a la ruptura total, superando a los fabricados con prensa manual.
- Asimismo, en la prueba de absorción y permeabilidad indica que habría obtenido una reducción de 23,12% los adobes o ladrillos fabricados con la prensa hidráulica y en cuanto a la permeabilidad se consiguió una reducción del 47,09%.

A partir de lo señalado, se considera como Antecedentes Nacionales, al trabajo de investigación del autor Beatriz (2017), quien denominó a su investigación “Adobe estabilizado con extracto de cabuya (*Furcraea andina*)” (opción de título de Ingeniera Civil,

Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura). En la cual desarrolla pruebas de un bloque de adobe estabilizado con extracto de cabuya: llega a estas conclusiones:

- El extracto de Cabuya es un polímero vegetal que sí contribuye significativamente a la estabilización del adobe, mejorando sus propiedades de resistencia al agua, obtenido una resistencia a la compresión de hasta el 9.6% y una resistencia al módulo de rotura que llega hasta un 133.7%.

De igual forma Carlos & Vanessa (2017) “Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto” (trabajo de titulación previa a la obtención del título de Ingenieros civiles, en la Universidad Andina del cusco).

Investigación que tuvo como principal objetivo “Determinar el estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto”, después de haber realizado su ensayo correspondiente y ser procesados llegan a las siguientes conclusiones:

- El adobe estabilizado con asfalto al 5 % son un 52.35 % más resistentes a la compresión que las unidades de adobe tradicional, y las unidades de adobe estabilizado al 10% son un 81.15% más resistentes a la compresión que la unidad de adobe tradicional.

Finalmente, como antecedentes locales, se consideró a investigaciones como por ejemplo del autor Ortiz (2019), en su investigación científica: “Efectos de la Incorporación de cuatro porcentajes (2.5 %, 5 %, 7.5 % y 10 %) de estiércol de caballo en la resistencia a la compresión y flexión del adobe”, publicado en el repositorio UPN, quien elaboro adobes incorporando estiércol de caballo en determinados porcentajes, dichos adobes fueron elaborados con material del distrito Baños del Inca-Caserío El Cerrillo, elaborándose 100 adobes, de los cuales se usaron 20 unidades para el ensayo de compresión y flexión, asimismo se utilizó el método SUCS para la clasificación de suelos, material y protocolos

facilitados por el laboratorio UPN, concluyendo que la *“muestra patrón variaron en 36.05 kg/cm² y 38.12 kg/cm², el valor promedio es 36.80 kg/cm² con una desviación estándar de 0.6, los adobes con incorporación 2.5 %, varía entre 31.56 kg/cm² y 33.14 kg/cm², su valor promedio es 32.61, con una desviación estándar de 0.46, al 5 %, varía entre 24.11 kg/cm² y 30.67 kg/cm², su valor promedio es 27.57 kg/cm², con una desviación estándar de 0.59, con 7.5 % varía entre 29.29 kg/cm² y 24.40 kg/cm², su valor promedio es 23.44 kg/cm², con una desviación estándar de 0.69, y con 10 % varía entre 19.29 kg/cm² y 19.94 kg/cm², su valor promedio es 19.57 kg/cm², con una desviación estándar de 0.24”*

De igual forma, Salazar (2019), en su investigación científica: Resistencia a la compresión Axial del adobe compactado con adición de fibra de maguey, Cajamarca 2017”, publicado en el repositorio UPN, quien elaboro adobes adicionando fibra de maguey en 2.5 %, 5%, 7.5 % y 1 %, dichos adobes fueron elaborados con material de la localidad de Aylombo (Cajamarca), luego los ensayos fueron realizadas en el Laboratorio de la Universidad Privada del Norte, para el presente trabajo de investigación experimental se utilizó una maquina compresora, maquina CINVA-RAM para la elaboración de los adobes, protocolos de cálculo y materiales necesario la ejecución del presente investigación, la misma que lo divide en tres etapas la presente investigación, en el cual se tuvo en cuenta su elaboración, secado. Para el análisis se elaboraron 10 muestras por cada adicción. Luego se realizaron los ensayos a la compresión en el cual concluye que la *“adición de fibra de maguey en la resistencia a la compresión del adobe compactado con los porcentajes de 0.05 %, 0.75 % y 1% obtuvieron una resistencia de 23.93 kg/cm², 23.49 kg/cm² y 21.88 kg/cm² y la resistencia del adobe patrón es de 21.71 kg/cm², reducido hasta un 10.39 %. Asimismo, se puede indicar que su mejor resultado se obtuvo con la adición de 2.5 % de fibra de maguey, de 24.75 kg/cm², superando al adobe patrón cuya resistencia alcanzo a los 19.82 kg/cm²”*.

Así mismo, se consideró a Mantilla (2018), en su investigación científica: Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho, publicado en el repositorio UNC.Edu.pe; investigación que evalúa sus propiedades físicas y mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho en un porcentaje de adición 2%, 3% y 5 %, el adobe patrón ha sido incorporado 2 % de paja, así como realizó ensayos a la resistencia a la compresión y flexión, muestras extraído de la cantera de Baños del Inca- Santa Bárbara Alta, muestra estudiada es de 245 adobes que contiene los porcentajes antes descrito y tiene las siguiente dimensiones: largo. 30 cm, Ancho 15 cm y espesor 8 cm, el caucho incorporado tiene un diámetro de 5 cm. Concluyendo que al *“incorporar 3 % de viruta la resistencia a compresión aumento hasta un 36 % en comparación con el adobe tradicional, es decir en 30.25 kg/cm², al incorporar el 2 % de caucho se incrementó su resistencia en 27.57 kg/cm², que en comparación con el adobe tradicional representaría un incremento del 24 % de su resistencia. Al incorporar el 3 % de viruta se incrementó su resistencia a la flexión en 8.35 kg/cm², esto representa un incremento en el 4 % del adobe tradicional, y con caucho en la misma proporción se obtuvo una resistencia a la flexión del 8.25 kg/cm², representando un incremento del 3 % en comparación con el adobe tradicional”*.

Para la investigación se cree por conveniente la siguiente justificación, la misma que se basa en evaluar la resistencia, flexión y absorción del adobe incorporado fibra de pino al 2.5 %, 5 % y 7 %, con la cual se busca mejorar las propiedades Físicos - Mecánicas del adobe tradicional, por la razón que el adobe cumple una infinidad de propósitos en la construcción, dentro de ellas, los más relevante el de ser útil y estético.

Asimismo, se puede indicar que es un material que permite construir viviendas a bajo costo, con menor impacto ambiental y que se ajusta a las necesidades y las posibilidades de la población, por lo tanto, esta investigación tiene como finalidad, la búsqueda de

alternativas que mejoren las características y propiedades del adobe al incorporar fibra de pino, las mismas que deberán de cumplir con los lineamientos de la norma E.080.

Con respecto a la fibra de pino, se ha obtenido después de haber realizado un proceso de selección, al momento de ser cepillado, fibra que en muchas de las veces esta no es aprovechada e incluso ignorada por sus propietarios, dejándolo a la intemperie para su descomposición y desintegración en el medio ambiente, pero en la presente investigación fue adquirida para realizar un estudio comparativo de la resistencia, flexión y absorción con el adobe tradicional, materia prima que al ser reutilizada se estaría realizando el manejo racional de los recursos naturales, con lo que se espera llegar a conclusiones valiosas y efectuar un aporte a la población a cajamarquina.

A partir de lo señala, se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿En cuánto varía la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado al incorporar fibra de pino en tres porcentajes 2,5 %, 5 % y 7 % ?

Asimismo, se puede indicar que la investigación tiene como objetivo principal determinar la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado al incorporar fibra de pino en los porcentajes 2.5 %, 5 % y 7 %. A la vez, se busca determinar la compresión de adobes compactado con fibra de pino en su adición del 2.5 %, 5 % y 7 %. Determinar la absorción, de adobes compactado con fibra de pino en su adición del 2.5 %, 5 % y 7 % y Determinar la flexión, de adobes compactado con fibra de pino en su adición del 2.5 %, 5 % y 7 %.

Por otro lado, en concordancia con lo expresado anteriormente, la hipótesis que se planteó para la presente investigación y se obtuvo que la resistencia a las propiedades Físicas y mecánicas de compresión, flexión y absorción del adobe compactado con fibra de pino, a niveles de 2.5 %, 5 % y 7 %, llegando a más 5%.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.

Teniendo en consideración el enfoque de la investigación es Cuantitativo, porque se basa a cantidades y estadísticas, así como, se busca verificar la hipótesis planteada y los posibles resultados que se obtenga de la investigación. (Borja, 2016).

Según el fin que se persigue el diseño de estudio es Aplicada, porque se busca conocer una realidad problemática, analizar datos y parámetros para el diseño y elaboración de bloques de adobe. (Borja, 2016).

Por su parte, Borja (2016), afirma que una investigación es transversal, cuando se analiza datos recopiladas en un determinado tiempo, población o muestra predefinido.

Finalmente, se realizan comparaciones del adobe tradicional con el adobe de fibra de pino, teniendo en cuenta el porcentaje en peso del material en estudio, donde un parte de las variables se mantienen constantes, mientras que las otras variables se miden como sujeto del experimento, atendiendo a estas consideraciones sería una investigación Experimental, como lo plantea el autor. (Borja, 2016).

El siguiente aspecto, trata de las variables de operacionalización, por lo que se considera como variables independientes la Incorporación de la fibra de pino y como variables dependientes se estima la Resistencia a la compresión, Resistencia a la flexión y Absorción de agua.

En cuanto a, la población se consideró el total de probetas compactadas con fibra de pino, en los porcentajes de 2.5 %, 5 % y 7 % y para la muestra se tiene en consideración lo citado en la norma de diseño y construcción con tierra reforzada, en la cual indica un mínimo de 6 cubos para ensayo a compresión y la ASTM C-67, nos expresa que mínimo 5 mitades de unidades para nuestra desviación estándar.

A partir de lo señalado, en nuestra investigación se elaboró 10 unidades por cada porcentaje, de las cuales se ensayaron 8 unidades haciendo un total de 100, de los cuales se eligió los cuatro mejores resultados por cada ensayo y porcentaje.

Tabla 4. Prototipo de Investigación

| Prueba o Ensayo | Patrón | 2.5% | 5% | 7% |
|-----------------|--------|------|-----|----|
| Comprensión | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Tensión | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Absorción | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Subtotal | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Total | | | 100 | |

Finalmente, la unidad de estudio será cada bloque de adobe, fabricado y elaborado con fibra de pino (2.5 %, 5 % y 7 %), para la investigación, siendo sus dimensiones:

- Ancho: 15 cm.
- Largo: 30 cm
- Alto: 10 cm

Por otro parte, se planteó las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos. Primeramente, se tiene como técnicas de Recolección de Datos: La Información cuantitativa de estudios similares que permitan la evaluación comparativa.

Consecutivamente se plante los Instrumentos de recolección de datos: Ficha de recolección de datos, como datos de Contenido de Humedad, Límites de Plasticidad (Limite Líquido y Límite Plástico), Análisis Granulométrico Mediante Tamizado por lavado, Peso específico, Análisis Granulométrico por sifonaje, Compactación Proctor Modificado, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción.

| LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------|--|---|------------------|---|---------|-----------------------|---|---|---|----|
| PROTOCOLO | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: | CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | CÓDIGO DEL DOCUMENTO: | | | | |
| NORMA: | MTC E 108 / ASTM D2216 | | | | | | | CUI-01/RNC | | | | |
| PROYECTO: | ENCABEZADO | | | | | | | | | | | |
| CANTERA: | MUESTRA: | TIPO S | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: | COLOR DE MATERIAL: | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE MUESTREO: | RESPONSABLE: | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE ENSAYO: | REVISADO POR: | | | | | | | | | | | |
| Temperatura de Secado | | | | | Método | | | | | | | |
| 110 °C | | | | | Horno 110 ± 5 °C | | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | | | |
| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A | Identificación del recipiente o Tara | - | | | | | | | | | | |
| B | Peso del Recipiente | gr | | | | | | | | | | |
| C | Recipiente Material Natural | gr | TABLA DE DATOS | | | | | | | | | |
| D | Recipiente Material Geco | gr | | | | | | | | | | |
| E | Peso del material húmedo (W _{mh}) = C - B | gr | | | | | | | | | | |
| F | Peso del material Geco (W _g) = D - B | gr | | | | | | | | | | |
| W% | Porcentaje de humedad (E - F / F) * 100 | % | | | | | | | | | | |
| O | Promedio Porcentaje Humedad | % | | | | | | | | | | |
| | | | $(W\%) = \frac{W_{mh} - W_g}{W_g} * 100$ | | | | | | | | | |
| Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino. | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE DEL ENSAYO | | | COORDINADOR DE LABORATORIO | | | | ASESOR | | | | | |
| PIE DE PÁGINA | | | | | | | | | | | | |
| NOMBRE: | | | NOMBRE: | | | | NOMBRE: | | | | | |
| FECHA: | | | FECHA: | | | | FECHA: | | | | | |

Figura 7 Partes del Protocolo para el Ensayo Contenido de Humedad.

Principalmente, se realiza la descripción del Protocolo de Contenido de Humedad:

- **Encabezado:** Contiene el nombre del ensayo a realizar, referencia de la norma datos generales del material.
- **Tabla de datos:** Contiene las celdas para anotar resultados obtenidos por el ensayo, los mismos que serán posteriormente procesados.
- **Pie de página:** Contiene las firmas y nombres del responsable, coordinador de laboratorio y Asesor.

| LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA | | | | | | |
|---|---|-----------------------|--------------------|---------|-----------------------|---|
| PROTOCOLO | | | | | | |
| ENSAYO: | COMPA | ENCABEZADO | | | NÚMERO DEL DOCUMENTO: | |
| NORMA: | MTCE | | | | -UPNC: | |
| PROYECTO: | | | | | | |
| CALICATA: | ESTRATO: | TIPO DE MATERIAL: | | | | |
| UBICACIÓN: | | | COLOR DE MATERIAL: | | | |
| FECHA DE MUESTREO: | | | RESPONSABLE: | | | |
| FECHA DE ENSAYO: | | | REVISADO POR: | | | |
| COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR | | | | | | |
| ID | DESCRIPCIÓN | UNO | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A | Peso Móvil | 27 | | | | |
| B | Peso Muestra Húmeda + Móvil | 27 | | | | |
| C | Peso Muestra Húmeda (A-B) | 27 | | | | |
| D | Volumen Muestra húmeda (Dh-C/D) | | | | | |
| F | Densidad húmeda: Dh | | | | | |
| G | HUMEDAD | | | | | |
| H | Peso Recipiente | | | | | |
| I | Peso Muestra húmeda + Recipiente | 27 | | | | |
| J | Peso Muestra Seca + Recipiente | 27 | | | | |
| K | Peso del Agua (J-I) | 27 | | | | |
| L | Peso Muestra seca (J-I) | 27 | | | | |
| M | Contenido de Humedad (WH = (J/I) * 100) | % | | | | |
| N | DENSIDAD SECA | | | | | |
| O | Densidad Seca Máxima: Ds | (gr/cm ³) | | | | |
| CURVA DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
| | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | | |
| RESPONSABLE DEL ENSAYO | | PIE DE PÁGINA | | | DOCENTE | |
| NOMBRE: | | NOMBRE: | | NOMBRE: | | |
| FECHA: | | FECHA: | | FECHA: | | |

Figura 8 Partes del Protocolo para el Ensayo Proctor Modificado.

De igual forma, se ejecuta la descripción del Protocolo para el Ensayo Proctor Modificado:

- **Encabezado:** Contiene el nombre del ensayo a realizar, referencia de la norma datos generales del material.
- **Tabla de datos:** Contiene las celdas para anotar resultados obtenidos para el ensayo, los mismos que serán posteriormente procesados.
- **Curva Granulométrica:** Es el resultado de los datos obtenido y Procesados.
- **Pie de página:** Contiene las firmas y nombres del responsable, coordinador de laboratorio y Asesor.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA: **ENCABEZADO**

Responsable: Lizar
Tesis: "Resistencia a la compresión de bloques de adobe compactado con fibra de pino de 2.5%"
Asesor: Ing. Cristian LOPEZ VILLANUEVA
Coordinador de Laboratorio: Ing. Victor CUZCO MINCHAN

Ensayo: Resistencia a la Flexión de Bloques de Tierra Comprimida

| Dimensiones | | Promedio | |
|------------------------|---------------------|----------|--|
| Longitud | 29.50, 29.45, 29.35 | 28.43 | |
| Ancho | 15.24, 15.20, 15.25 | 15.23 | |
| Altura | 10.58, 10.20, 10.25 | 10.20 | |
| Distancia entre Apoyos | 22.50 | | |

| ID | Carga Aplicada (Kg) | Deflexión (mm) | Deformación (mm) | Deformación unitaria (mm/m) |
|----|---------------------|----------------|------------------|-----------------------------|
| A | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| B | 200 | 0.120 | 22.50 | 0.012 |
| C | 400 | 0.270 | 22.50 | 0.027 |
| D | 600 | 0.570 | 22.50 | 0.057 |
| E | 800 | 0.900 | 22.50 | 0.090 |
| F | 1000 | 1.700 | 22.50 | 0.171 |
| G | 1050 | 1.950 | 22.50 | 0.195 |

TABLA DE DATOS

Esfuerzo vs Deformación al M5-2.5 % Fibra de Pino

ESFUERZO VS DEFORMACIÓN

Responsable del ensayo: [Firma]
Asesor: [Firma]
Fecha: 02-03-19

PIE DE PÁGINA

Figura 9 Partes del Protocolo para el Ensayo Compresión

Consecuentemente, se realizó la Descripción del Protocolo para el Ensayo a compresión:

- **Encabezado:** Contiene el nombre del ensayo a realizar, referencia de la norma y datos generales del material a Usar.
- **Tabla de datos:** Contiene resultados obtenidos en el ensayo, los mismos que serán posteriormente procesados en gabinete.
- **Pie de página:** Contiene las firmas y nombres del responsable, coordinador de laboratorio y Asesor.

De la misma manera, las Técnicas e instrumentos de análisis de datos: Normas establecidas para niveles de resistencia de abobes, Contenido de Humedad (MTC E /ASTM D2216/NTP 339.127), Límite de Plasticidad (NTP E339.130/MTC E111/ASTM D4318), Análisis Granulométrico mediante tamizado por lavado (ASTM D421), Compactación Proctor Modificado (MTC E115/ASTM D1557/NTP 339.141, Compresión ASTM D2166/MTC E121/NTP 339.167, Flexión ASTM D2166/MTC E121/NTP339.167, Absorción de agua NTO 339/613 y Para el tratamiento de datos se utilizó el programa Excel.

Una vez analizado las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, se procede a describir la selección de la cantera, para la cual se realizó la visita a diferentes canteras de nuestra ciudad Cajamarca, a fin de verificar la calidad de suelo visualmente para la recolección de la muestra, optando por la cantera del caserío de Shucapampa (Ref. cuadra 18 Av. Alfonso Ugarte), por la razón, que son canteras que la procedencia de sus suelos ya han sido utilizados en la construcción en adobe. Asimismo, por reunir las condiciones y características de un suelo óptimo visualmente al realizar algunos ensayos de campo, los cuales serán comprobados con los ensayos en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte-Cajamarca. De la misma forma, se optó por la fibra de pino por sus propiedades de densidad, resistencia y rigidez.

Como parte de la metodología, en el procedimiento para la elaboración del adobe materia de estudio, se tuvo como criterio clasificar el presente trabajo en etapas.

Etapas I: Ubicación de la cantera y recolección del material (Tierra y Fibra de Pino).

Etapas II: Ensayos en laboratorio para la clasificación del material.

Etapas III: Fabricación de los bloques de adobe.

- Separación de partículas (tamizado).

- Obtención y dosificación de la adición (fibra de pino).
- Mezclado.
- Encofrado y desencofrado.
- Secado y almacenamiento.

Etapa IV: Verificación de propiedades.

- Ensayo a compresión, flexión y absorción de adobe patrón y con adición de fibra de pino.

Etapa V: Trabajo en gabinete (verificar su variabilidad de las propiedades del adobe).

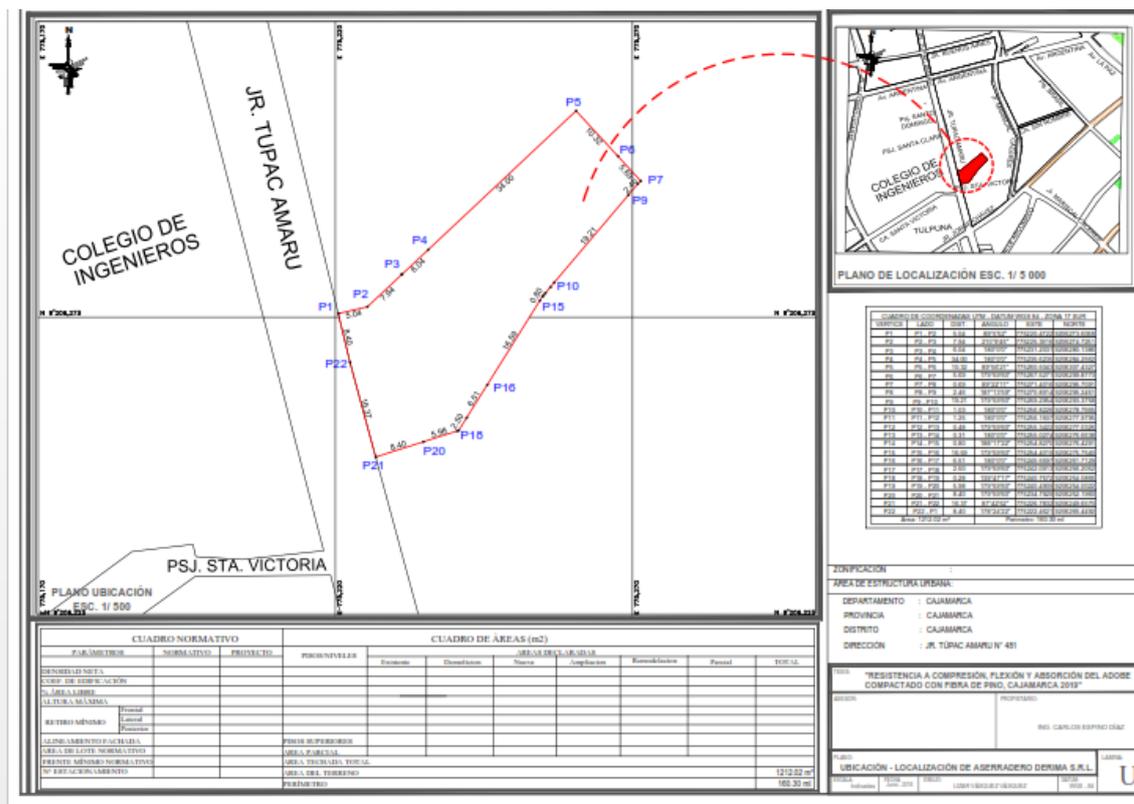
Una vez contextualizada nuestras etapas y procedimiento, como primer punto se considera la Obtención del material (Tierra), para lo cual se ha tenido en cuenta la normatividad vigente, para posteriormente, realizar la visita a diferentes canteras de la ciudad de Cajamarca, a fin de verificar la calidad de suelo visualmente y realizar la recolección de la muestra, y ser procesada en el laboratorio, luego observar, si dicha muestra reúne las condiciones y características de un suelo óptimo. Cantera que se Ubica en el caserío de Shucapampa, departamento, provincia y distrito de Cajamarca, con coordenadas UTM: DEC: -7.172882, -78.50698, GMS: 7°10' 22" S; 78° 30'25" W y UTM: 17S 775338 9206391.

Acceso a la cantera.

La obtención del material para la elaboración de los adobes fue de propiedad de la señora Almilcar DIAZ, de donde se realizó el recojo de las muestras (tierra), se puede emplear un medio de transporte terrestre (auto, moto taxi, motocicleta, etc.), siendo la vía de acceso la Av. Alfonso Ugarte, hasta llegar a la cuadra 18 de la antes citada dirección, encontrándose a una distancia de 5 m Aproximadamente de la vía principal.

Clasificación de suelos.

Teniendo como referencia nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones E-080, en el Art. 02, inciso 2.4, indica que no se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, no arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica. (RNE, 2017, pág. 560).



De la misma forma, el proceso para la selección de la fibra de pino, se empleó una cepilladora eléctrica, la misma que fue programada a que extraiga la fibra a menos de un 1 mm de espesor, a fin de que permita la trabajabilidad y el buen desarrollo de la presente investigación. Cabe indicar que la madera tiene como nombre Derivados de la Madera, ubicada en el Jr. Túpac Amaru Nro. 481 del Departamento, Provincia y Distrito de Cajamarca, con Coordenadas UTM: DEC: -7.173984, -78.507965, GMS: 7°10' 22" S; 78° 30'28" W y UTM: 17S 775229 9206269.

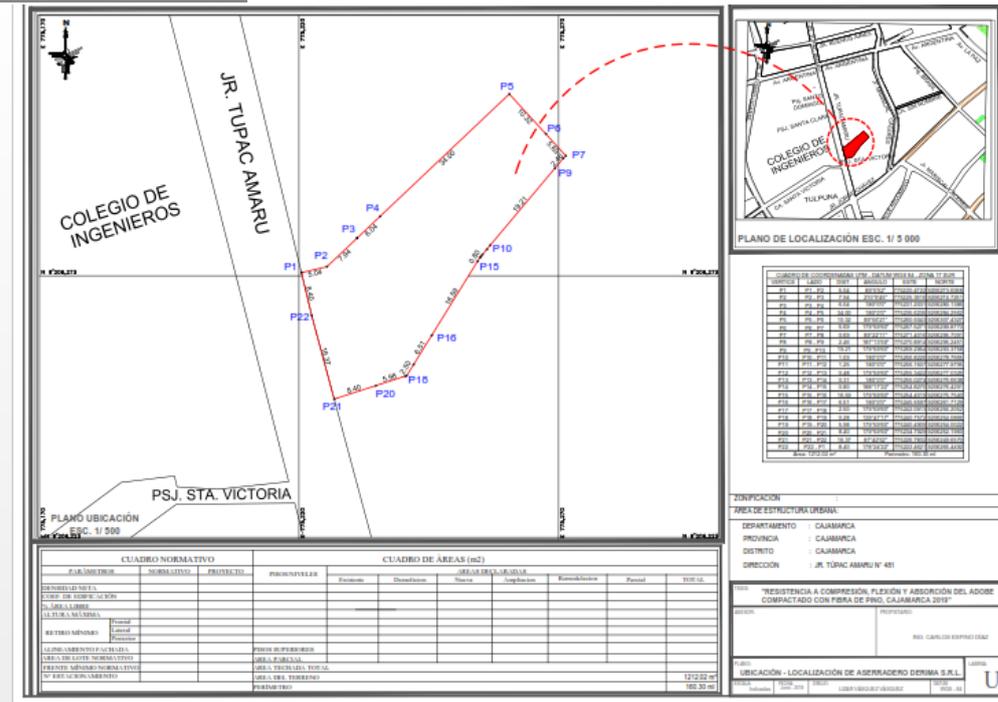


Figura 10 Plano de Ubicación y localización de la obtención de la fibra de pino.

Por tal razón se procedió a realizar los análisis en laboratorio Universidad Privada del Norte-Cajamarca, a fin de determinar la clasificación de suelos para la elaboración de adobe con adición de fibra de pino.

Como segundo punto, se desarrolló los Ensayos de laboratorio, para los cuales se utilizó 45 kg Aproximado de tierra de la cantera del caserío de Aylambo Bajo-Cajamarca, Pruebas que se realizaron en el laboratorio de la Universidad Privada del norte Cajamarca, conforme se detalla. Para ello, se tuvo en cuentas las siguientes técnicas de recolección de datos: Observación directa, Protocolos de recolección o llenado de datos, de todos los ensayos realizados en la presente investigación, como:

- **Ensayo de Contenido de Humedad:** Como Referencia la norma MTC108 (2000). Para la cual se utilizara, Muestra alterada extraída del estrato en estudio o agregados fino o grueso: 500 gr. Utilizándose, como equipos balanza con aproximación de 0.01 gr, Estufa con control de temperaturas o Horno de Temperatura: $100 \pm 10^\circ\text{C}$, finalmente Recipientes o taras debidamente identificadas.

Consecuentemente, se siguió el siguiente procedimiento, como punto uno, se procede a la Identificación del recipiente (A), al mismo tiempo se Pesa el recipiente o tara (B). para luego Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara (C). Luego, de haber realizado los procedimientos antes descritos, se procede a realizar el Secado de la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C, transcurrido dicho tiempo se vuelve a Pesar la muestra seca en el recipiente o tara (D).

Posteriormente, se determina el peso de la masa húmeda (E) = C – B, el peso del suelo seco (F) = D – B. Finalmente se determina el contenido de humedad con la siguiente ecuación (G) = (E-F / F) * 100%

$$W\% = \frac{Mcws - Mcs}{Mcs - Mc} * 100 = \frac{Mw}{Ms} * 100$$

Ecuación 1. Contenido de Humedad. (MTC E 108, 2000)

Dónde:

W = Es el contenido de humedad (%)

Mcws = Es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

Mcs = Es el peso del contenedor más el suelo seco en el horno, en gramos

Mc = Es el peso del contenedor en gramos

Mw = Es el peso del agua en gramos

Ms = Es el peso de las partículas sólidas en gramos.

(MTC E 108, 2000)

- **Ensayo de Análisis Granulométrico por Lavado.** Referencia: ASTM D421, AASHTO T88, MTC E107 (1999). Utilizándose, Muestra Seca, que ha sido procesada y recopila (malla Nro. 200), en una cantidad de 500 gr. Siendo necesario resaltar, como parte de los equipos a utilizar en el análisis granulométrico es juego de tamices de malla

cuadrada con tapa y base, balanza digital, bandejas, cepillos, brochas y la muestra representativa del suelo.

En el desarrollo del ensayo, como primer paso a seguir en el procedimiento, es pesar la muestra seca (W_s), luego colocar la muestra en un recipiente, añadir agua y dejar durante unas horas dependiendo del suelo.

Como segundo paso, se procedió a realizar el cuarteo de la muestra en 4 partes iguales y se toman dos partes para luego ser mezclada, esto se va realizando el mismo procedimiento hasta obtener el peso necesario.

Luego, se realiza el tamizado de la muestra, se procede a ordenar los tamices, colocándolos desde la malla más pequeña a la más grande, quedando ésta en la parte superior, cubierta con una tapa, y en la parte inferior se coloca una charola. Para postteriormente colocar la muestra por la parte superior, sobre los tamices ya ordenados y se procede a zarandear durante 15 minutos, intentando no perder el material.

Posteriormente, se pesa el material retenido en cada tamiz, colocándolo en platos (de los que se deprecia el peso), y se anotan los resultados de los pesos en los protocolos de ensayo. Finalmente, recopilado los datos, procedemos a realizar los cálculos para obtener el porcentaje retenido.

Ecuación 2. Porcentaje retenido

$$\%RP = \frac{PRP}{W_t} \text{Ecuación 1} * 100$$

Luego, se determinar el porcentaje retenido acumulado y porcentaje que pasa; y con ello obtener el análisis gravimétrico con su respectivo gráfico.

Ecuación 3. Porcentaje Retenido Acumulado, % pasa y Análisis gravimétrico

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RP1 - \%RP2 + \%RP3$$

Una vez determinado el porcentaje que pasa por cada una; y con ello se obtiene el análisis gravimétrico con su respectivo gráfico.

Ecuación 4. Porcentaje que pasa.
$$\% \text{ Pasa} = 100\% - \% \text{ R. A}$$

Posteriormente se dibujó la curva gráfica, con los resultados obtenidos se pasan a un gráfico en Excel a escala logarítmica, en donde se colocan en el eje de las ordenadas los porcentajes en peso de partículas, y en el eje de las abscisas, los tamaños de los granos en milímetros.

Ecuación 5. Rangos de valores estimados por ASTM

Grava > 2; Arena 2 – 0.075; limo 0.075 – 0.005; arcilla < 0.005

- **Límite de plasticidad:** Se realiza teniendo en cuenta la clasificación de suelos, para la realización de los especímenes y que cumpla con las especificaciones indicadas en la Norma. NTP E339.130/MTC E111/ ASTM D4318.
- **Ensayo Limite Líquido.** Se utilizará material seco, el cual pasa por la malla Nro. 40. teniendo como referencia la norma antes descrita, se utilizará una Malla Nro. 40, un equipo llamado copa de Casagrande, como también un granulador o acanalador, espátula, mortero de porcelana, dentro de ellos también se utilizaría taras identificadas, piceta de agua, vernier graduado, balanza aprox. 0.01 g y horno de secado.

Como parte principal del procedimiento el ensayo se inicia con el tamizado de la muestra de suelo. Para luego, en un mortero de porcelana se mezcló el suelo con agua (piceta), mediante una espátula hasta obtener una pasta que nos permita ser manejable (uniforme).

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se utiliza una porción de la pasta y se coloca en la Copa de Casagrande, nivelando mediante la espátula hasta obtener el espesor de 1cm, una vez nivelado con la espátula, se procede a realizar por el centro una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quedó dividida en 02 partes iguales.

Luego, se elevó y bajó la copa mediante la manivela hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura, hasta alcanzar la medida de 12mm (medido con el Vernier graduado), no olvidar el registro del número de golpes.

Posteriormente, con la espátula se retiró la porción de suelo que se puso en contacto en la parte inferior de la ranura y se colocó en una tara debidamente señalada o identificada, muestra que nos permitirá determinar su contenido de humedad, muestra que será pesada en la balanza, antes de ser ubicado en el horno por un periodo de 24 horas.

Consecuentemente, con el material restante en la copa de Casagrande, se colocó en la cápsula de porcelana agregando (suelo seco), para realizar una segunda prueba y tener un resultado inferior al primer ensayo.

Como parte del ensayo, se revisa los pesos de las muestras secas, luego de haberlas dejado 24 horas en el horno, realizamos los cálculos de humedad en ambas muestras para posteriormente realizar el gráfico y la curva de fluidez en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se representa el número de golpes y en el eje de ordenadas el contenido de humedad en escala natural.

Finalmente determinamos la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor representa el límite líquido del suelo.

- **Ensayo límite plasticidad.** Ensayo que se realizó en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte Cajamarca, con el fin de determinar el contenido de humedad. Tenido en consideración la norma ASTM D4318 /MTCE111. Para el ensayo se utilizará una porción de mezcla, del límite líquido. Como parte de los equipos a utilizar en el ensayo de límite de plasticidad se puede describir los siguientes: balanza con aproximadamente de 0.01 gr, estufa, espátula, cápsula de porcelana, así como una placa de vidrio y taras debidamente identificadas.

Con la finalidad de obtener resultado óptimo se considera el siguiente procedimiento, como regla principal para este ensayo es observar que todos los equipos y materiales se encuentre en óptimas condiciones.

Luego de realizar, una revisión visual de los materiales, con la muestra de fino ya tamizado y que fue empleado para el límite líquido, se toma aproximadamente 20g, se incluye agua destilada en un recipiente de porcelana, y se comienza amasar.

Una vez hecha la masa o pasta, procedemos a realizar rodillos o cilindros de 3 mm de diámetro aproximadamente, para la cual utilizamos un vidrio grueso esmerilado, hasta que los rodillos empiezan a rajarse y tiende a desmoronarse, para asegurarse con la obtención de los resultados óptimos y minimizar los errores, por ende, se realiza este procedimiento hasta obtener tres muestras.

Finalmente, obtenida las muestras, se coloca los rollitos en taras, se procede a pesar, para luego ser puestos en el horno, en cual se dejará por 24 horas, para luego obtener los datos necesarios. Cabe indicar, que el límite plástico es el promedio de ambas determinaciones.

- **Proctor modificado.** Ensayo que se tienen en consideración la norma ASTM D1557, AASHTO T180, MTC 115 (2000). Como parte de los materiales a usar en el ensayo es necesario muestra seca aproximadamente 20 kg y Papel filtro y como parte de los materiales a usar es una balanza con precisión de 1 gr, Estufa con control de temperatura, Probeta, recipiente, espátula y taras identificadas. Así como, el Equipo Proctor modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión) y Pisón Proctor modificado.

Como parte del procedimiento se recomienda tener seleccionado un aproximado 15 kg de muestra seca para realizar el ensayo, teniendo en cuenta al método a utilizar (método A, B o C), para posteriormente preparar 5 muestras, muestras que tendrán aproximadamente

de 3 kg para luego incluir al material una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en 1 % entre ellas.

Como paso siguiente es ensamblar el molde cilíndrico con la placa de base y determinar el peso solo del molde, luego colocar el collar de extensión y el papel filtro, en caso contrario se utilizará hoja de cuaderno o papel A4, para colocar la muestra que se va a compactar, respetando el método A, B o C. Luego se procede a colocar el material en el Proctor modificado en 5 capas y cada capa a 25 o 56 golpes (tener en cuenta método), al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula.

Posteriormente, se extrae la muestra representativa de la parte superior e inferior, colocándose en taras identificadas, para luego colocarse en la estufa por un periodo de 24 horas, transcurrida dicho procedimiento, se realizará el trabajo en gabinete, con la finalidad de determinar la densidad húmeda (D_h), contenido de humedad de cada muestra compactada ($w\%$).

Ecuación 6. Densidad húmeda del espécimen compactado

$$P_m = \frac{(M_t - M_{md})}{100 * V}$$

Dónde:

P_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m^3)

M_t = masa del espécimen húmedo y molde (kg)

M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m^3)

Ecuación 07. Densidad de humedad del espécimen compactado.

$$P_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}} \qquad D_s = \frac{D_h}{1 + \frac{W\%}{100}}$$

Dónde:

Pd: Densidad seca del espécimen
Compactado (Mg/m³).

Dónde:

Dh; Densidad Húmeda

W: Contenido de agua (%)

Ds: densidad seca

Fuente: Norma MTC E 115, 2000.

W%: Húmeda promedia

Luego se procede a realizar el dibujo de la curva de compactación en la muestra compactada (Ds), resultados que serán ubicado tanto en el eje de las abscisas como de las ordenadas. Finalmente se determina la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Como tercera etapa, se ha considerado la fabricación o elaboración del material (adobe), a partir de lo señalado, se tendrá en consideración para la elaboración de unidades o bloques de adobe, se deberá de remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños. (Norma E-080, 2017, pág. 560).

Por lo antes mencionado, se procederá con la separación de partículas (tamizado), la muestra seca y seleccionada, se procede al tamizado, a fin de evitar elementos extraños que nos hace referencia nuestra norma, los cuales podrían limitar el correcto desempeño o no cumpla con la granulometría, para la elaboración del bloque de adobe.

Así mismo, se hablará de la obtención y dosificación fibra de pino, como primer paso, determinar la cantidad de agua a emplearse en cada adobe, para luego, determinar su peso seco, peso específico con respecto a su volumen y ensayos realizados en laboratorio.

Seguidamente, se calculó la cantidad de fibra a emplearse en cada adobe respecto a su peso seco para los porcentajes 2.5 %, 5 % y 7 %, la fibra empleada tenía una dimensión menor a 3 cm y un espesor menor a 1 mm.

La NTP, indica que se debe mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas, para facilitar su mezcla, luego se cola la adición de las fibras, teniendo en cuenta los porcentajes, hechos mención en nuestra investigación, para obtener una mezcla homogénea de tierra, agua y fibra.

Consecuentemente, se realizará el encofrado y desencofrado, por esta razón, se empleó la maquina CINVA RAM, facilitado por el laboratorio de la Universidad Privada del Norte Cajamarca, evitando en lo posible el relleno con material defectuoso.

Finalmente, se realiza el secado y almacenamiento de los especímenes elaboración, los mismos que fueron colocados en un ambiente seco y almacenados por un periodo de 28 días.

Como parte de la investigación tiene como objetivo la Verificación de propiedades, dentro de ellas se realizar el Ensayo a comprensión, que se consideró las especificaciones técnicas de la norma E-080, artículo 8, así como también en el inciso 8.1, contemplan lo siguiente: Para fines de diseño se considera los siguientes esfuerzos mínimos: Resistencia a la comprensión de la unidad:

Ecuación 8. Esfuerzos mínimos

$$f_0 = 12 \text{ kg/cm}^2$$

Consecuentemente, considera que el ensayo a la comprensión de los especímenes, fue empleada la maquina a comprensión-Laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte-Cajamarca, para posteriormente realizar el procesamiento de datos en gabinete y así obtener los resultados finales que tendrá como propósito nuestra investigación.

Los especímenes, ensayado se siguió el siguiente procedimiento. Inicialmente, se utilizó una plancha de acero soldada en la mitad de la maquina CINVA RAM, a fin de obtener los adobes a la mitad, luego se utilizó la tierra y el icho o paja en gramos por cada adobe, que será muestra patrón. (6 especímenes).

De igual forma, se elaboró a la mitad y compactado con adición de fibra de pino: 6 especímenes por cada dosificación (2.5 %, 5 % y 7 %). Utilizándose como materiales una moladora para concreto, que nos permitirá cortar el acero, el mismo que será ubicada a la mitad de la maquina CINVA RAM. Asimismo, se utilizó un vernier y el equipo de compresión facilitado por UPN- Cajamarca.

En el procedimiento principalmente es contar con nuestro equipo de protección personal, luego Colocar la muestra (adobe cortado a la mitad) en la máquina para ensayo a compresión-Equipo facilitado por la Universidad.

Como segundo paso es tener el espécimen en la máquina, el encargado de laboratorio aplica deformación a una velocidad de 1000um/m, y se procede a tomar lectura de las deformaciones. Finalmente se someterá la máxima carga que pueda soportar.

De igual forma se busca determinar la flexión, para lo cual se utilizó la prensa hidráulica (para determinar la flexión de los adobes utilizados para nuestro patrón y con la adición de fibra de pino), prensa facilitada por la Universidad Privada del Norte.

Los especímenes ensayados, fueron: Adobe compactado al 2.5 % de icho o paja (muestra patrón), 6 unidades. De igual forma 6 unidades de adobe compactado con la adición de fibra de pino al (2.5 %, 5 % y al 7 %) y como parte del equipo a utilizar en el ensayo a flexión, tenemos los siguientes, vernier, equipo de flexión, equipo de compresión y dos aceros de 20 cm, de un diámetro de 3/8”.

Siguiéndose, el siguiente procedimiento, paso uno, colocar la muestra en la máquina para ensayo a flexión-equipo facilitado por la Universidad. Luego de tener la muestra en la máquina, se aplica deformación a una velocidad de 1000um/m, y se procede a tomar lectura

de las deformaciones. Finalmente, se someterá la máxima carga que pueda soportar el espécimen en ensayo.

Como Aspectos Éticos, muestra investigación cumple con los requisitos de la conducta responsable del autor, en el cual se ha respetado la autoría de los autores en referencia, a fin de evitar el plagio o copia, de sus investigaciones, libros, sitios Web, revistas etc., las mismas que se han utilizado en la presente investigación.

Por otro lado, nuestra investigación no ocasiona daños al medio ambiente; por la razón que el material a estudiar sería un material orgánico (fibra de pino), el mismo que no causará ningún impacto ambiental.

Asimismo, se puede hacer mención que se seleccionó la mejor fibra de pino, fue sacado de la maderera “derivados de la madera”, para el cual se utilizó una maquina acepilladora, con la finalidad de que la fibra de pino sea lo más fino posible, a fin de que se logre una mezcla homogénea su con la tierra.

Por otro lado, se indica que los resultados presentados han sido realizados respetando los protocolos y las normas vigentes, así como supervisados por el responsable del laboratorio UPN y asesor de la Investigación, de lo cual se da fe de la veracidad y el respeto de los principios éticos y morales.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

A continuación, se muestra los resultados, para los cuales se tuvo en consideración las normas: Contenido de Humedad MTC 108/ASTM D2216/ NTP 339.127; Límite de plasticidad NTP E 339/MTC E11 / ASTM D4318; Análisis Granulométrico mediante tamizado por lavado ASTM D421; Análisis granulométrico por sifonaje ASTM D421; Peso Específico y Compactación Proctor modificado MTC E115/ ASTM D1557 / NTP 339.14 y los resultados de las tres canteras analizadas son los siguientes. Como respuesta a los ensayos de suelo, se presenta los cuadros resumen para cada cantera.

Tabla 5 Resultados de los Ensayos de Suelos de la Cantera Aylambo Bajo

| Nro. | Nombre del Ensayo | Resultado | Unidad de Medida | Anotación de la cantera Aylambo Bajo |
|------|--------------------------------|-----------------|------------------|---|
| 1 | Contenido de Humedad | 3,71 | % | El porcentaje promedio del contenido de Humedad del suelo de la cantera de Aylambo Bajo. |
| 2 | Granulometría por Lavado | 357.80 71.56 | gr % | Pérdida por Lavado % pasa el Tamiz # 200 |
| 3 | Límites de Consistencia | | | |
| 3.1 | Límite Líquido (LL) | 38,07 | % | Contenido de Humedad a 25 golpes |
| 3.2 | Límite Plástico (LP) | 26,27 | % | Promedio de Contenido de Humedad del Límite Plástico |
| 3.4 | Índice de Plasticidad (LL-LP) | 11,80 | % | Contenido de Humedad |
| 4 | Clasificación SUCS | | ML OL | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras. Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad |

Tabla 6 Resultados de los Ensayos de Suelos de la Cantera Shucapampa

| <i>Nro.</i> | <i>Nombre del Ensayo</i> | <i>Resultado</i> | <i>Unidad de Medida</i> | <i>Anotación de la Cantera Shucapampa</i> |
|-------------|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---|
| 1 | <i>Contenido de Humedad</i> | <i>3,71</i> | <i>%</i> | <i>El porcentaje promedio del contenido de Humedad del suelo de la cantera de Shucapampa.</i> |
| 2 | <i>Granulometría por Lavado</i> | <i>313.20</i> <i>62.64</i> | <i>gr</i> <i>%</i> | <i>Pérdida por Lavado</i> <i>% pasa el Tamiz # 200</i> |
| 3 | <i>Límites de Consistencia</i> | | | |
| 3.1 | <i>Límite Líquido (LL)</i> | <i>37.56</i> | <i>%</i> | <i>Contenido de Humedad a 25 golpes</i> |
| 3.2 | <i>Límite Plástico (LP)</i> | <i>22.75</i> | <i>%</i> | <i>Promedio de Contenido de Humedad del Límite Plástico</i> |
| 3.4 | <i>Índice de Plasticidad (LL-LP)</i> | <i>14.81</i> | <i>%</i> | <i>Contenido de Humedad</i> |
| 4 | <i>Clasificación SUCS</i> | | <i>ML</i> <i>OL</i> | <i>Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.</i> <i>Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad</i> |

Nota: Suelo no recomendable para la elaboración de adobe, por presentar elevado limos y arcillas.

Tabla 7 Resultados de los Ensayos de Suelos de la Cantera de Shucapampa – A

| Nro. | Nombre del Ensayo | Resultado | Unidad de Medida | Anotación Shucapampa - A |
|-------------------------|--|----------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | Contenido de Humedad | 3,71 | % | El porcentaje promedio del contenido de Humedad del suelo de la cantera de Shucapampa -A. |
| 2 | Granulometría por Lavado | 214.14 | gr | Pérdida por Lavado |
| | | 42.83 | % | % pasa el Tamiz # 200 |
| 3 | Límites de Consistencia | | | |
| 3.1 | Límite Líquido (LL) | 25.77 | % | Contenido de Humedad a 25 golpes |
| 3.2 | Límite Plástico (LP) | 15.41 | % | Promedio de Contenido de Humedad del Límite Plástico |
| 3.4 | Índice de Plasticidad (LL-LP) | 10.36 | % | Contenido de Humedad |
| 4 | Clasificación SUCS | | SC | Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla |
| 5 | Proctor para la Cantera Shucapampa -A | | | |
| Fibra de Pino 7% | Fibra de Pino 5 % | Fibra de Pino 2.5 % | Muestra Patrón (Ichu) 2.5 % | Descripción / Unidad de Medida |
| 12.10 | 11.10 | 10.05 | 11.25 | Contenido de Humedad Óptimo (%) |
| 1.68 | 1.752 | 1.954 | 1.96 | Densidad Seca Óptima (gr/cm ³) |

Nota. Teniendo como referencia los siguientes datos recogidos de la norma E-080, lo expresa en los siguientes términos: Arcilla 10 – 20 %, limo 15- 25 % y arena de 55-70 %, basándose en dichos rangos el suelo de la cantera Shucapampa – A, es apropiada para la elaboración de adobe, por presentar arenas arcillosas, mezclas de arena - arcillas.

De igual forma, se presenta el cuadro resumen para el ensayo de Rotura de compresión en las unidades de adobe.

Tabla 8 Resumen del Ensayo: Rotura a Compresión

| Nro. Espécimen | Muestra Patrón (Ichu o Paja) 2.5 % | | Fibra de Pino 2.5 % | | Fibra de Pino 5 % | | Fibra de Pino 7 % | |
|--|------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | kgf | kg/cm ² | kgf | kg/cm ² | kgf | kg/cm ² | kgf | kg/cm ² |
| 1 | 5200 | 23,60 | 6612 | 29,8 | 4845 | 21,9 | 6394 | 29,3 |
| 2 | 4986 | 22,80 | 8046 | 35,7 | 6958 | 31,7 | 4274 | 19,0 |
| 3 | 9881 | 43,70 | 8284 | 36,7 | 7850 | 36,1 | 6737 | 29,5 |
| 4 | 6971 | 30,80 | 6844 | 30,6 | 7627 | 35 | 6037 | 27,1 |
| 5 | 8843 | 55,40 | 8154 | 36,7 | 7627 | 34,3 | 5210 | 23,4 |
| 6 | 9349 | 41,10 | 7498 | 33,5 | 7820 | 35,9 | 6730 | 29,9 |
| Promedio | 8761 | 42,75 | 7996 | 35,65 | 77564 | 34,68 | 6475 | 28,95 |
| Desviación Estándar | 1266,36 | 10,11 | 345,64 | 1,51 | 415,75 | 2,04 | 332,70 | 1,26 |
| Representa | 100% | 100% | 91,26 | 83,39 | 86,33 | 81,11 | 73,90 | 67,72 |
| Variación en % (Respecto al patrón) | | | - 8,74 | -16,61 | -13,67 | -18,89 | -26,10 | -32,28 |
| | | | - | - | - | - | - | - |

Nota. Teniendo como referencia el artículo 8 de la norma Diseño y Construcción con tierra reforzada inciso 8.1, numeral c, basándose en dicha expresión, para la investigación se optó por escoger los cuatro mejores resultados para cada porcentaje.

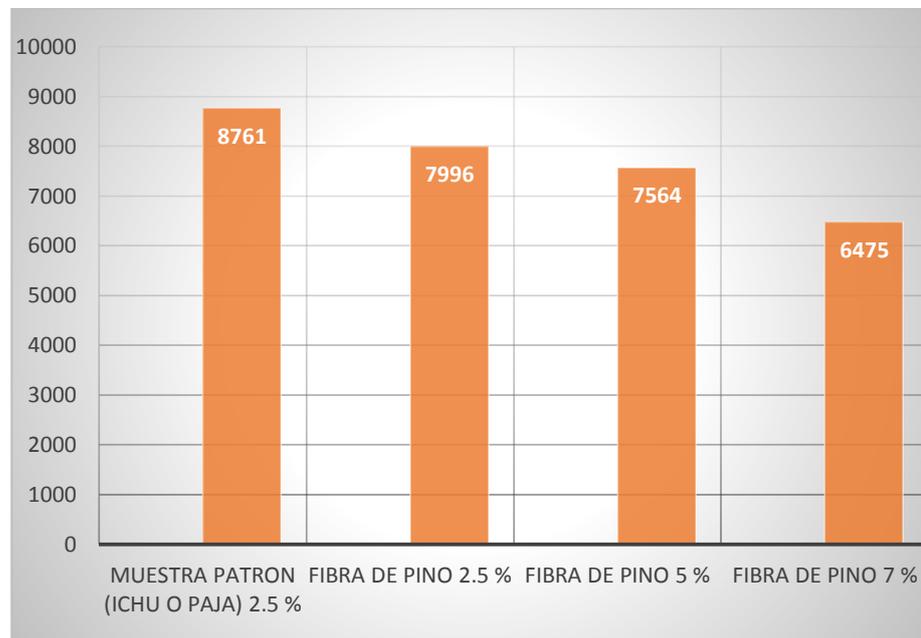


Gráfico 1 Resumen Promedio del Ensayo a Compresión

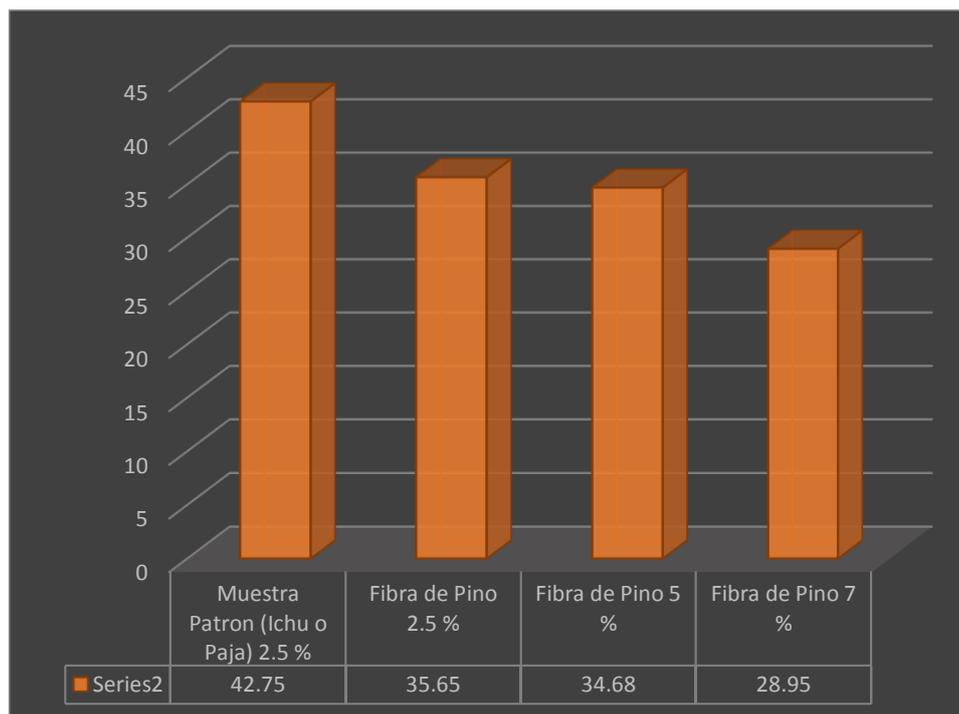


Gráfico 2 Resumen Promedio del Ensayo a Compresión (Kg/cm²).

Consecuentemente, se presenta el cuadro Resumen del ensayo de tracción por flexión en las unidades de adobe.

Tabla 9 Resumen del Ensayo: Rotura de Tracción por Flexión.

| Nro. Espécimen | Muestra Patrón 2.5 % | | Fibra de Pino 2.5 % | | Fibra de Pino 5 % | | Fibra de Pino 7 % | |
|--|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | kgf | kg/cm ² | kgf | kg/cm ² | kgf | kg/cm ² | kgf | kg/cm ² |
| 1 | 1348 | 30,23 | 1135 | 26,47 | 1378 | 23,27 | 1205 | 25,22 |
| 2 | 1348 | 31,99 | 1059 | 23,13 | 1053 | 22,34 | 1124 | 23,72 |
| 3 | 1171 | 25,81 | 1057 | 28,95 | 1323 | 28,31 | 1290 | 26,16 |
| 4 | 1255 | 33,03 | 1203 | 26,59 | 1118 | 25,66 | 1324 | 28,67 |
| 5 | 1443 | 32,59 | 1052 | 23,26 | 977 | 21,66 | 999 | 21,39 |
| 6 | 1310 | 34,48 | 1188 | 26,26 | 1026 | 23,55 | 1105 | 23,93 |
| Promedio | 1339.00 | 33.02 | 1145.75 | 27.07 | 1211.25 | 25.20 | 1231.00 | 26.00 |
| Desviación Estándar | 79.15 | 1.06 | 65.97 | 1.26 | 166.64 | 2.33 | 97.78 | 2.00 |
| Representa | 100% | 100% | 85.57 | 81.97 | 90.46 | 76.30 | 91.93 | 78.72 |
| Variación en % (Respecto al patrón) | | | -14.43 | -18.03 | -9.54 | -23.70 | -8.07 | -21.28 |

Nota. De igual manera se a considero los cuatro mejores resultados, los resultados de las columnas de color rojo no se han considerado para el promedio, desviación estándar, por la razón de ser los de menor resistencia.

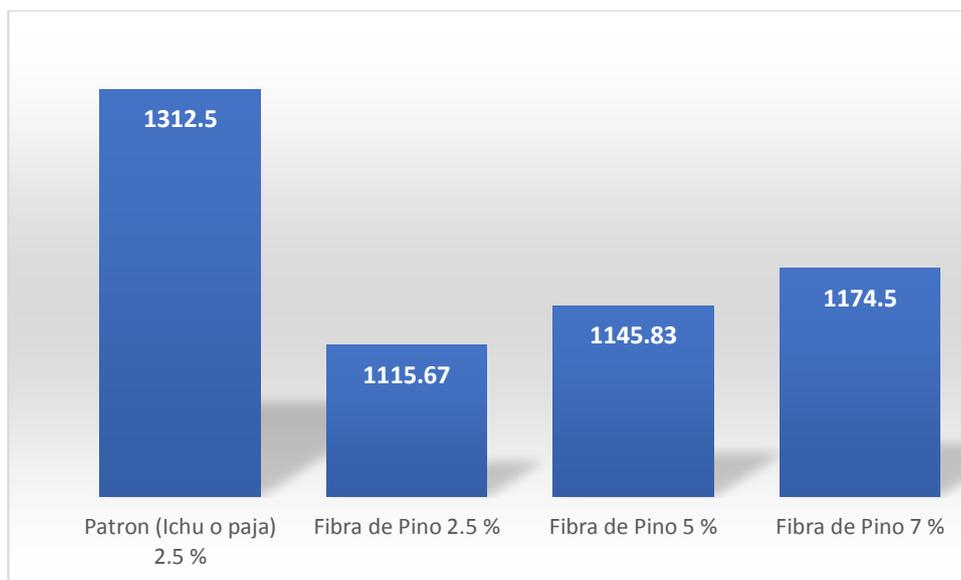


Gráfico 3 Resumen de Carga Promedio del Ensayo a Flexión (Kgf).

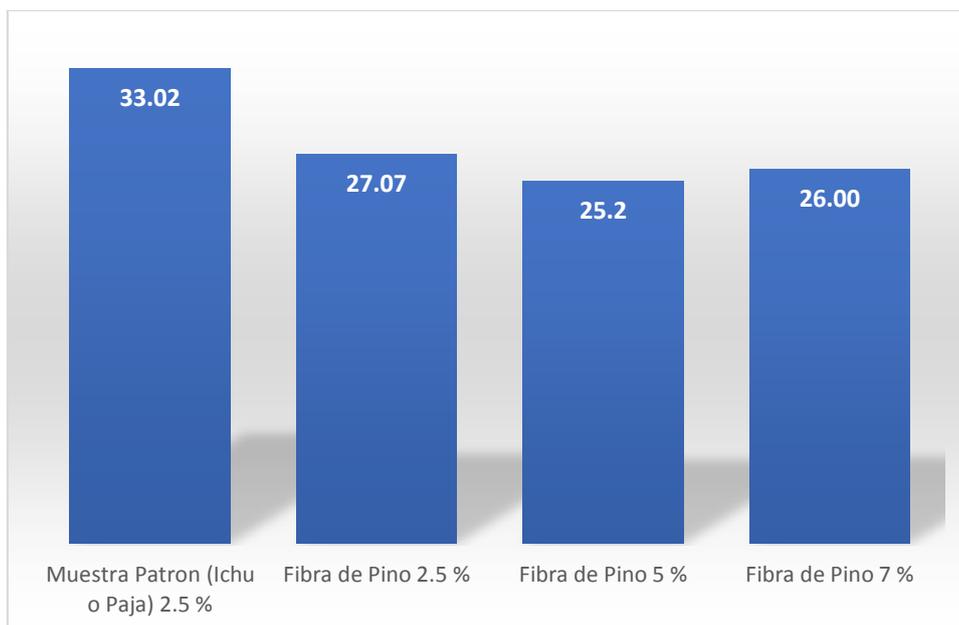


Gráfico 4 Resumen del ensayo a Flexión por espécimen (Kg/cm²)

Finalmente, se presenta el cuadro resumen del ensayo de absorción.

Tabla 10 Resumen Promedio del Ensayo Absorción

| Nro. Especimen | Muestra Patrón 2.5 % | Fibra de Pino 2.5 % | Fibra de Pino 5 % | Fibra de Pino 7 % |
|--|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2,945 | 2,69 | 2,71 | 2,90 |
| 2 | 3,055 | 2,69 | 3,03 | 2,67 |
| 3 | 2,78 | 2,78 | 2,68 | 2,98 |
| 4 | 2,91 | 2,647 | 3,184 | 2,56 |
| 5 | 3,05 | 2,785 | 2,98 | 2,65 |
| 6 | 2,805 | 2,68 | 3,00 | 1,61 |
| Promedio | 2,92 | 2,74 | 3,05 | 2,80 |
| Representa | 100% | 92,32 | 102,86 | 94,47 |
| Variación en % (Respecto al patrón) | | -7,68 | 2,86 | -5,53 |
| | | - | + | - |

Nota. Los resultados de color rojo, no se ha considerado para el promedio, por la razón que se aptado por los cuatro mejores resultados.

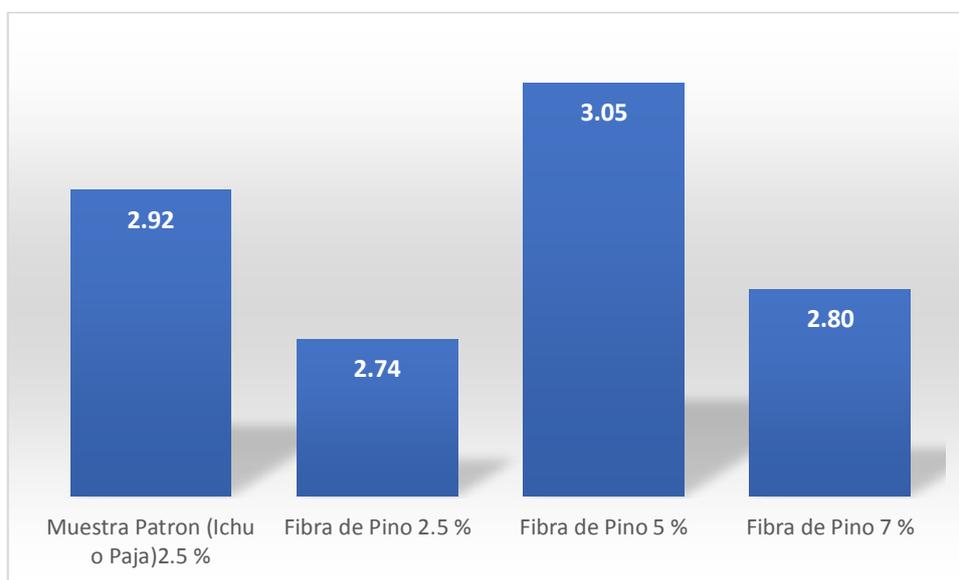


Gráfico 5 Resumen Promedio del Ensayo Absorción (%)

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se presenta el resumen general de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe.

Tabla 11 Resumen General de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Adobe

| <i>Ensayo</i> | <i>N</i> | <i>Ichu Muestra Patrón 2.5 %</i> | <i>Fibra de Pino 2.5 %</i> | <i>Fibra de Pino 5 %</i> | <i>Fibra de Pino 7 %</i> |
|-------------------|-----------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Compresión</i> | <i>24</i> | <i>42.75 kg/cm²</i> | <i>35.65 kg/cm²</i> | <i>34.68 kg/cm²</i> | <i>28.95 kg/cm²</i> |
| <i>Flexión</i> | <i>24</i> | <i>33.02 kg/cm²</i> | <i>27.07 kg/cm²</i> | <i>25.20 kg/cm²</i> | <i>26.00 kg/cm</i> |
| <i>Absorción</i> | <i>24</i> | <i>2.92 %</i> | <i>2.74 %</i> | <i>3.05 %</i> | <i>2.80 %</i> |

Nota: Los resultados que se observan en la presente tabla son del promedio de los cuatro mejores resultados por cada uno de los ensayos, los mismos que serán comparados con otros resultados.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Como parte de las limitaciones encontradas en el desarrollo de la investigación, se hace alusión a estudios en donde indican que los recursos tradicionales que se utilizan para la construcción rural vienen siendo cada vez más escasos porque son explotados y no renovados, lo cual genera el uso de fibras naturales, no evaluadas en sus propiedades físicas y mecánicas, las mismas que pueden presentar riesgos para los habitantes de dichas construcciones.

De igual forma, la escasa información que existe en la Norma E-080, sobre el ensayo a la Flexión, por esta razón, la disponibilidad de recursos alternativos y disponibles podría asegurar la continuidad del uso del adobe para las construcciones rurales, así como su aseguramiento a los riesgos físicos para los habitantes.

En cuanto, a la interpretación de resultados comparativos (discusión), se toma como referencia la tabla Nro. 11, la misma que contiene los resultados obtenidos respecto a las propiedades mecánicas y físicas del uso de fibra de pino y fibra de ichu en la elaboración de adobes para construcción se consideró como muestra patrón a la fibra de ichu al 2.5 % , base sobre la cual se harían las comparaciones del uso de fibra de pino en proporciones 2.5 % , 5 % y 7%, respecto a la compresión se obtuvo un nivel de 42.75 kg/cm² utilizando 2.5 % de fibra de ichu, el cual fue comparado con los niveles de fibra de pino en 2.5 % , 5 % y 7% obteniendo resultados de 35.65 kg/cm² , 34.68 kg/cm² y 28.95 kg/cm² , para los niveles indicados, demostrando que la fibra de ichu tiene una mayor resistencia al uso de los niveles 2.5 % , 5 % y 7%; resultados superiores a los reportados por Ortiz, 2019, quien investigó el uso del estiércol de caballo en proporciones de 2.5% 5% y 7.5% y 10 % , obteniendo 36.8 kg/cm² , 32.61 kg/cm² , 27.57kg/cm² y 23,44kg/cm² ; probablemente esta diferencia mayor

de nuestro estudio se deba a que la partícula de la fibra tanto como ichu y fibra de pino fueron más grandes comparados con las partículas de fibra del estiércol de caballo que son pequeñas.

Al comparar la muestra patrón de fibra de ichu con las muestras de uso de niveles de fibra de pino en nuestro estudio, se observó que la fibra de ichu genera mayor resistencia a compresión, superando 16.61 % cuando se utiliza 2.5% de fibra de pino, 18.89 % cuando se utiliza 5 % de fibra de pino y 32.28 % cuando se utiliza 7 % de fibra de pino, dando lugar a tendencia creciente de disminución de la compresión en la medida que se incrementa el porcentaje de fibra de pino.

Asimismo, comparando los resultados de Salazar, (2019), quien utilizó la fibra de maguey en proporciones de 2.5 %, 5 %, 7.5 % y 1 % en la elaboración de adobes quien obtuvo una compresión de 23.93 kg/cm² , 23.49 kg/cm² y 21.88 kg/cm² y con una muestra patrón de 21.71 kg/cm² , resultados que indican una compresión menor a los obtenidos en nuestro estudio.

Del mismo modo, el estudio de mantilla (2018) reporta resultado de 30.25 kg/cm² y 27.57 kg/cm² en la elaboración de adobes utilizando 3 % de viruta y 2 % de caucho, resultados que son similares a los resultados obtenidos en nuestra investigación. La pequeña diferencia observa probablemente se deba a que en nuestro estudio se utilizó mayor porcentaje de fibra de pino.

Al evaluar la propiedad mecánica de la flexión de los adobes elaborados se obtuvo como respuesta 33.02 kg/cm² , 27.07 kg/cm² , 25.20 kg/cm² y 26.00 kg/cm² , tanto para la muestra patrón que fue la fibra de ichu como para los de fibra de pino en los niveles 2.5 %, 5 % y 7%. Realizando la evaluación comparativa se observó que la mayor flexión está dada por la muestra patrón superando en 18.03 % a la muestra con 2.5 % de viruta, 23.70 % a la muestra con 5 % de viruta y 21.28 % a la muestra con 7 % de viruta, probablemente la adición de mayor proporción de viruta haya generado una menor flexión de los adobes.

Asimismo, al evaluar la propiedad física de la absorción del adobe se obtuvieron como resultados las cantidades de 2.92 % para la muestra patrón representada por la fibra de ichu, 2.74 %, 3.05 % y 2.80 % para las muestras representadas para la fibra de pino en los niveles 2.5 %, 5 % y 7 %. Estos resultados son menores a lo reportados por Mantilla, 2018, quien utilizó la viruta de madera obteniendo 3 % de absorción, resultado menor a lo obtenido en nuestro estudio, probablemente esta diferencia se deba a que la viruta tiene una menor capacidad de absorción que la fibra en sí.

Tras el desarrollo de la presente investigación se encontró que la principal implicancia gira en la elaboración masiva de adobe con fibras de pino generaría una alta demanda de esta, conllevando a la escasez del insumo y el incremento del costo. Las implicaciones se disponen de recursos locales de bajo costo con características mecánicas y físicas dentro de los estándares de calidad establecido en el RNE. La elaboración de adobes con fibra de pino en los tres niveles de uso, garantiza la integridad física de las familias que habitan en este tipo de viviendas, ya que cumple con lo establecido con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Al respecto, las conclusiones finales de la investigación, podemos mencionar que las propiedades física y mecánicas del uso de fibra de ichu o paja con respecto al uso de fibra de pino en la elaboración de adobes, esta cumple con la hipótesis planteada ya que nos muestra que estas proporciones porcentuales son mayores a lo planteado en la hipótesis.

Como segunda conclusión, podemos señalar que la fibra de ichu, tiene una mejor respuesta a la compresión en los niveles de uso 2.5 % 5% y 7%, siendo esta 42.75 kg/cm² para un nivel de uso de Fibra de Ichu, 35.65 kg/cm² para un nivel de uso al 2.5 % de fibra de pino y 34.68 kg/cm² para un nivel de 5 % de uso de fibra de pino y 28.95 kg/cm² para un nivel de uso de 7 % de fibra de pino.

Asimismo, como tercera conclusión, la compresión estimada con el uso de fibra de ichu es mayor en 16.61 % respecto a la fibra de pino en un nivel de 2.5 % de uso; asimismo muestra un 18.69 % mayor de compresión respecto al 5 % de fibra de pino, y 32.28 % mayor cuando el nivel de fibra de pino es al 7 % respectivamente.

Como cuarta conclusión, se afirma, que, al realizar la evaluación mecánica de la flexión, el estudio muestra que la fibra de ichu al 2.5 % de uso, es de 33.02 Kg/cm² , demostrando con ello que tiene mayor resistencia a la flexión, comparado con la fibra de pino en niveles de 2.5 % , 5 % y 7%; siendo esta de 27.07 kg/cm² , 25.20 kg/cm² y 26.00 kg/cm² .

Como quinta conclusión, respecto a la evaluación de la absorción, el estudio indica que la fibra de Pino al 5 % de uso, tiene mayor resistencia de absorción, comparado con la fibra de pino en niveles de 2.5 % , 7% y la Muestra Patrón; siendo esta de 2.74 % , 2.80 % y 2.92 % para los niveles indicados.

Finalmente, se concluye que el uso de la fibra de ichu 2.5 % en la elaboración de adobes, muestra que estos tienen mayor resistencia a la compresión y flexión, comparadas con el uso de fibra de pino en la elaboración de adobe en los niveles de 2.5%, 5% y 7%, pero tiene menor absorción comparado con la fibra de pino.

REFERENCIAS

- Altamirano, O. (2019). *INCIDENCIA DE LA FIBRA VEGETAL “PAJA ICHU” EN LA RESISTENCIA MECANICA DEL ADOBE EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA*. Cajamarca: COPYRIGHT © 2019 by.
- Barrios. (2016). Perú.
- Beatriz, Z. V. (2017). *Adobe Estabilizado con extracto de Cabuta (Furcraea Andina)*. Piura: Pirhua - Universidad de Piura.
- Borda, A. R. (2014). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (Primera Edición ed.). Moquegua, Perú: Limusa.
- Borja, M. (2016). *Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil*. Chiclayo.
- Calderon, M. (2003). *Centro de Transferencia Tecnológica Pino Radiata*.
- Carlos&Vanessa. (2017). *"Estudio comparativo de las propiedades Fídica Mecánica de las unidades de adobe tradicional Frente a las Unidades de Adobe Estabilizado con Asfalto"*. CUSCO: Universidad Andina del Cusco.
- Caseres, V. (2017). *Análisis de la Resistencia Mecánica del Adobe Estabilizado con Cal y Compactado para Construcciones Ecológicas - Económicas en Cajamarca*. . Cajamarca.
- Chuya, S. E., & Ayala, Z. M. (2018). *Comparación de Parámetros Mecánicos y Físicos del Adobe Tradicional con el Adobe Reforzado con Fibra de Vidrio*. Cuenca - Ecuador.
- Crespo. (2011). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (sexta edición ed.). Mexico: Limusa.
- Crespo, V. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (Quinta Edición ed.). Mexico: Limusa.
- Crespo, V. (2011). *Mecánica de suelos y Cimentaciones*. Mexico: limusa.
- Crespo, V. (2011). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Mexico: Limusa.
- ddd. (s.f.).
- Don, D. (30 de 11 de 2018). *wikipedia*. Recuperado el 20 de 04 de 2019, de wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_radiata
- E-080 Adobe. (2017). Lima, Perú : Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento .
- Gallegos&casabonne. (2005). *Albañilería Estructural* . Perú .
- Gernot, M. (2005). *Manual de Construcción en Tierra*. Alemania: Fin de Siglo.
- Huanca, B. A. (2014). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones* (Primera Edición ed.). Moquegua, Perú: Limusa.
- INEI. (30 de Mayo de 2013). Obtenido de <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-mas-de-3-millones-de-viviendas-predominan-paredes-de-materiales-vulnerables-a-movimientos-teluricos-7583/>.
- INEI. (2017).
- Instituto Nacional de Estadístico e Informática. (30 de Mayo de 2013). Obtenido de <http://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-mas-de-3-millones-de-viviendas-predominan-paredes-de-materiales-vulnerables-a-movimientos-teluricos-7583/>.
- Juarez, B., & Rico, R. (2012). *Mecánica de Suelos- Tomo I Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Mexico: Limusa.
- Madera, E. 010. (2017). *RNE*. Lima, Perú: Megabyte.
- Mantilla, C. J. (2018). *Variación de las Propiedades Físicas Mecánicas del Adobe al incorporar viruta y caucho*. Cajamarca, Perú.
- Minke, G. (2005). *Manual de Construcción en Tierra* (Segunda Edición ed.). (R. Loayza, Trad.) Peru: Fin de Siglo.
- Morales, M., Torres, C., Rengifo, L., & Irala, C. (1993). *Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe* (Segunda Edición ed.). Lima, Perú.
- Morales, Torres, Rengifo y Irala. (1993). *Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe* (Segunda Edición ed.). Lima, Perú.
- MTC E 108. (2000). *Norma técnica Peruana*. Lima-Peru.
- MTC E 108, 2000. (s.f.).
- MVCS. (2010). *Edificaciones antisísmicas de Adobe*.

- MVCS. (2017). *E-080 adobe* (Decima Primera ed.). Lima, Peru.
- MVSC. (2017). E-080 . En *RNE* (pág. 565). Lima: Megabyte s.a.c.
- Norma E.050. (2017). *Suelos y Cimentaciones*. Lima, Perú: Megabyte.
- Norma E-080. (2017). *E-080 adobe* (Decima Primera ed.). Lima, Peru :Ministerio de Vivienda ,Contruccion y Saneamento.
- NTE INEN 2554. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Quito-Ecuador: First.
- NTP E339.130/MTC E11/ ASTM D4318*. (s.f.).
- NTP. 399.613*. (2003).
- Olivares, S., & Roux, G. R. (2002). *Utilizacion de ladrillos de Adobe estabilizados con Cemento Portland al 6 % y Reforzados con fibra de coco, para muros de carga en tampico*. España.
- Ortiz, Z. (2019). *Efectos de la Incorporacion de cuatro porcentajes (2.5 %, 5 %, 7.5% Y 10 %) de estiércol de caballo en la resistencia a la comprensión y Flexión del Adobe*. Cajamarca, Peru.
- Oscar, A. (2019). *Incidencia de la Fibra Vegetal "Paja Ichu" en la Resistencia Mecánica del adobe en el Distrito de Cajamarca*. Perú: COPYRIHHT.
- RNE. (2017). *E-080 adobe* (Decima Primera ed.). Lima, Peru :Ministerio de Vivienda ,Contruccion y Saneamento.
- RNE. (2017). *Norma E.050, Suelos y Cimentaciones*. Lima: Megabety.
- Salas, G. (26 de 05 de 2012). Adobe. *ARQUETIPO / UNAH*, <http://arquetipounah.blogspot.com/2012/05/el-adobe.html>.
- Salazar, t. L. (2019). *Resistencia a la Comprensión Axial del Adobe compactado con Adición de Fibra de Maguey, Cajamarca 2017*. Cajamarca, Perú.
- Vidal, G., & Hormazabal, S. (2016). *Las Fibras Vegetales y sus Aplicaciones*. Bio Bio, concepcion, chile: okey Diseño y Publicidad.
- Wikipedia*. (5 de Abril de 2019). Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Barro>
- wikipedia*. (2021). chan chan. *wikipedia.org*, https://es.wikipedia.org/wiki/Chan_Chan.
- Wikipedia*. (2021). *Proyectos Wikimedia*.

ANEXOS.

Anexo 1: Ensayo de Suelo.

Contenido de Humedad.

Tabla 12 Contenido de Humedad Cantera Aylambo Bajo

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|--|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| A | Identificación del recipiente | Gr | C.H # 01 | C.H # 02 | C.H # 03 | C.H # 04 | C.H # 05 | C.H # 06 |
| B | Peso de Recipiente | Gr | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 26.9 | 27.4 | 29.9 |
| C | Recipiente + Material Natural | Gr | 220.6 | 245.2 | 243.6 | 227.9 | 261.5 | 230.4 |
| D | Recipiente + Material Seco | Gr | 213.4 | 236.7 | 236.9 | 220.0 | 254.9 | 222.4 |
| E | Peso del Material Húmedo (W_{mh}) = (C-B) | Gr | 193.6 | 218.2 | 216.4 | 201.0 | 234.1 | 200.5 |
| F | Peso del Material Seco (W_s) = D-B | Gr | 186.4 | 209.7 | 209.7 | 193.1 | 227.5 | 192.5 |
| W | Porcentaje de Humedad (E-F/F)*100 | % | 3.86 | 4.05 | 3.20 | 4.09 | 2.90 | 4.16 |
| G | Promedio Porcentaje Humedad | % | | | 3.71 | | | |

Nota: El porcentaje promedio del contenido de Humedad del suelo de la cantera de Aylambo Bajo es de 3.71 %.

Límite de consistencia.

Límite líquido (LL)

Tabla 13. Determinación del límite líquido (LL)

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---|-----|-----------|-------|-------|--------|
| A | Identificación de Recipiente | Nº | LL- 01 | LL-02 | LL-03 | LL -04 |
| B | Suelo Húmedo + Recipiente | Gr | 43.8 | 45.8 | 40.7 | 41.1 |
| C | Suelo Seco + Recipiente | Gr | 38.8 | 40.1 | 37.2 | 37.2 |
| D | Peso del Recipiente | Gr | 26.9 | 26.9 | 26.9 | 26.8 |
| E | Peso de Agua (B-C) | Gr | 5 | 5.7 | 3.5 | 3.9 |
| F | Peso Suelo Seco (C-D) | Gr | 11.9 | 13.2 | 10.3 | 10.4 |
| G | Numero de Golpes | Nº | 16 | 20 | 25 | 30 |
| H | Contenido de Humedad (E/F)*100 | % | 42.0 | 43.2 | 34.0 | 37.5 |

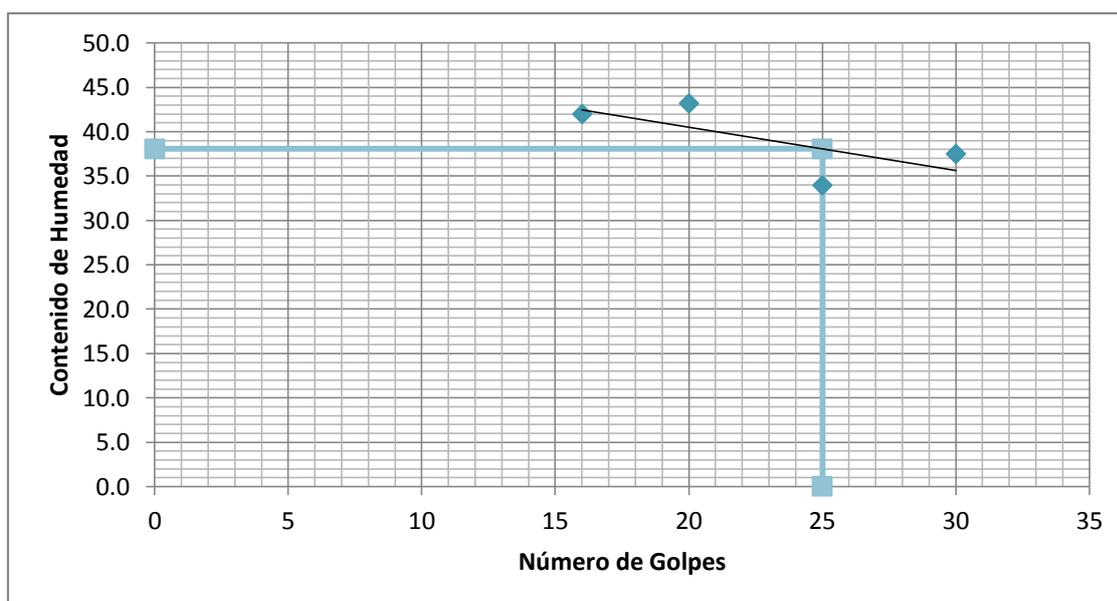


Gráfico 2. Representación del límite líquido de la cantera de Aylambo bajo.

Límite Plástico (LP).

Tabla 14 Determinación del Límite Plástico

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 |
|----|--------------------------------|-----|-------|-------|
| A | Identificación del Recipiente | Nº | LP 01 | LP 02 |
| B | suelo Húmedo + Tara | Gr | 40.8 | 33.2 |
| C | Suelo Seco + Tara | Gr | 38.0 | 31.9 |
| D | Peso de la Tara | Gr | 27.0 | 27.1 |
| E | Peso del Agua (B-C) | Gr | 2.8 | 1.3 |
| F | Peso del Suelo Seco (C-D) | Gr | 11.0 | 4.8 |
| G | Contenido de Humedad (E/F)*100 | % | 25.45 | 27.08 |
| H | Promedio Límite Plástico | | 26.27 | |

Tabla 15. Resumen Límites de Plasticidad

| | |
|----|-------|
| LL | 38.07 |
| LP | 26.27 |
| IP | 11.80 |

Nota: De los resultados obtenidos en el Límite Líquido y Límite de plasticidad el material de la cantera de Aylambo bajo presenta un Índice de plasticidad de 11.80 %.

Análisis Granulométrico por lavado.

Una vez realizado el lavado, tamizado de la muestra y luego procesado los datos se obtuvo los siguientes.

Se observa que pasa por la malla N° 200 es un porcentaje de 71.56 %

Por la malla N° 40 pasa el 81.66 %, y por la

Malla N° 10 el 87.30%.

Clasificación de suelos

Teniendo como referencia los datos obtenidos en el límite líquido y límite de plasticidad, los mismo que fueron graficados en la carta de plasticidad, y se observa que se encuentra bajo la línea A y además su índice de plasticidad es mayor que 7.

Según la clasificación SUCS en un ML: Limos Inorgánicos de baja plasticidad.

Tabla 16. *Determinación de la curva granulométrica por lavado*

| <i>Tamiz</i> | <i>Abertura (mm)</i> | <i>Peso Retenido (gr)</i> | <i>% RP</i> | <i>% R.A</i> | <i>% que pasa</i> |
|-----------------------|----------------------|---------------------------|---------------|---------------|-------------------|
| <i>N° 4</i> | <i>4.75</i> | <i>36.40</i> | <i>7.28</i> | <i>7.28</i> | <i>92.72</i> |
| <i>N 10</i> | <i>2.00</i> | <i>27.10</i> | <i>5.42</i> | <i>12.70</i> | <i>87.30</i> |
| <i>N 20</i> | <i>0.85</i> | <i>18.30</i> | <i>3.66</i> | <i>16.36</i> | <i>83.64</i> |
| <i>kN 30</i> | <i>0.60</i> | <i>5.70</i> | <i>1.14</i> | <i>17.50</i> | <i>82.50</i> |
| <i>N 40</i> | <i>0.43</i> | <i>4.20</i> | <i>0.84</i> | <i>18.34</i> | <i>81.66</i> |
| <i>N 60</i> | <i>0.25</i> | <i>7.20</i> | <i>1.44</i> | <i>19.78</i> | <i>80.22</i> |
| <i>N 100</i> | <i>0.15</i> | <i>18.60</i> | <i>3.72</i> | <i>23.50</i> | <i>76.50</i> |
| <i>N 200</i> | <i>0.075</i> | <i>24.70</i> | <i>4.94</i> | <i>28.44</i> | <i>71.56</i> |
| <i>Perdida Lavado</i> | | <i>357.80</i> | <i>71.56</i> | <i>100.00</i> | <i>0.00</i> |
| <i>TOTAL</i> | | <i>142.20</i> | <i>100.00</i> | | |
| <i>PRP</i> | | <i>500.00</i> | | | |

Nota: El suelo obtenido de la cantera de Aylambo bajo es un suelo de baja plasticidad y alto porcentaje de limos, y no sería un suelo apropiado para la elaboración de nuestros adobes.

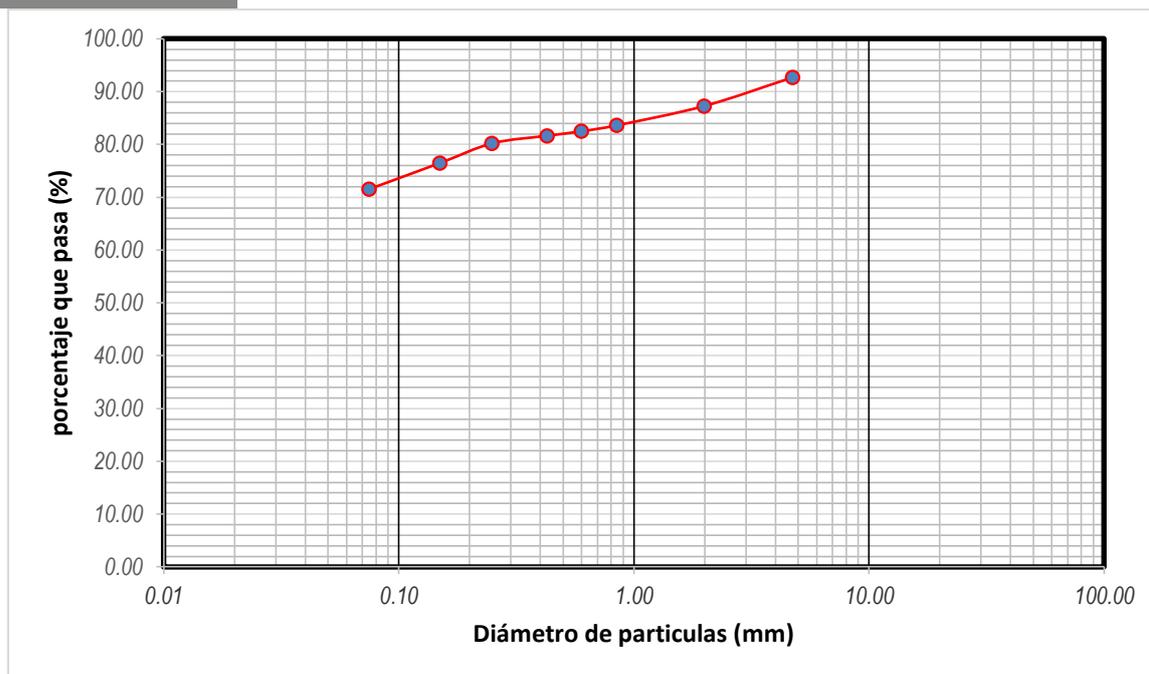


Gráfico 3. Curva Granulométrico por Lavado de la Cantera Aylambo Bajo.

Ensayo de peso específico:

Tabla 17. Determinación del Peso Específico

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 |
|----|---|--------|----------|----------|
| A | Identificación de la Muestra | | PE-1 | PE-2 |
| B | Peso de la Muestra Seca | Gr | 100.00 | 100.00 |
| C | Peso de la Fiala+ Agua (500ml) | cm3 | 675.5 | 674.1 |
| D | Peso de la Fiala+ Agua + Muestra Seca | cm3 | 733.3 | 735.6 |
| E | Peso de Fiala + Agua – Aire | cm3 | 42.20 | 38.50 |
| F | Peso Específico ($Y_s = ((B)/(D+C-E))$) | gr/cm3 | 2.369668 | 2.597403 |
| G | Promedio del Peso Específico "Ys" | gr/cm3 | 2.5 | |

Nota: El peso específico del suelo de la cantera de Aylambo bajo es de 2.5 %.

Obtención de las características físicas del suelo de la cantera del caserío de Shucapampa.

Contenido de humedad.

Tabla 18. Determinación del Contenido de Humedad

| ID | DESCRIPCIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| A | Identificación (tara) | C.H-01 | C.H-2 | C.H-03 | C.H-04 | C.H-05 | C.H-06 |
| B | Peso del recipiente | 27.0 | 27.0 | 27.2 | 26.9 | 27.4 | 29.9 |
| C | Recipiente + Material Natural | 220.6 | 245.2 | 243.6 | 227.9 | 261.5 | 230.4 |
| D | Recipiente + Material seco | 203.4 | 206.7 | 206.9 | 207.9 | 217.6 | 203.4 |
| E | Peso del Material Húmedo (W_{mh}) = (C-B) | 193.6 | 218.2 | 216.4 | 201.0 | 234.1 | 200.5 |
| F | Peso del Material Seco (W_s) = D-B | 176.4 | 179.7 | 179.7 | 181.0 | 190.2 | 173.5 |
| W | Porcentaje de Humedad % ($(E-F/F)*100$) | 9.75 | 21.42 | 20.42 | 11.05 | 23.08 | 15.56 |
| G | % Promedio | | | 16.88 | | | |

Nota: El contenido de humedad que presenta el suelo de la cantera de Shucapampa es de **16:88** %.

Límite de consistencia.

Límite líquido (LL)

Tabla 19. Determinación del Límite líquido

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---------------------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| A | Identificación de Recipiente | N° | LL-1 | LL-2 | LL-3 | LL-4 |
| B | Suelo Húmedo + Recipiente | gr | 26.90 | 26.90 | 26.90 | 26.80 |
| C | Suelo Seco + Recipiente | gr | 43.60 | 45.20 | 40.50 | 41.00 |
| D | Peso del Recipiente | gr | 38.80 | 40.10 | 37.20 | 37.20 |
| E | Peso de Agua (B-C) | gr | 4.80 | 5.10 | 3.30 | 3.80 |
| F | Peso Suelo Seco (C-D) | gr | 11.90 | 13.20 | 10.30 | 10.40 |
| G | Numero de Golpes | N° | 18.00 | 25.00 | 31.00 | 32.00 |
| H | Contenido de Humedad (E/F) *100 | % | 40.34 | 38.64 | 32.04 | 36.54 |

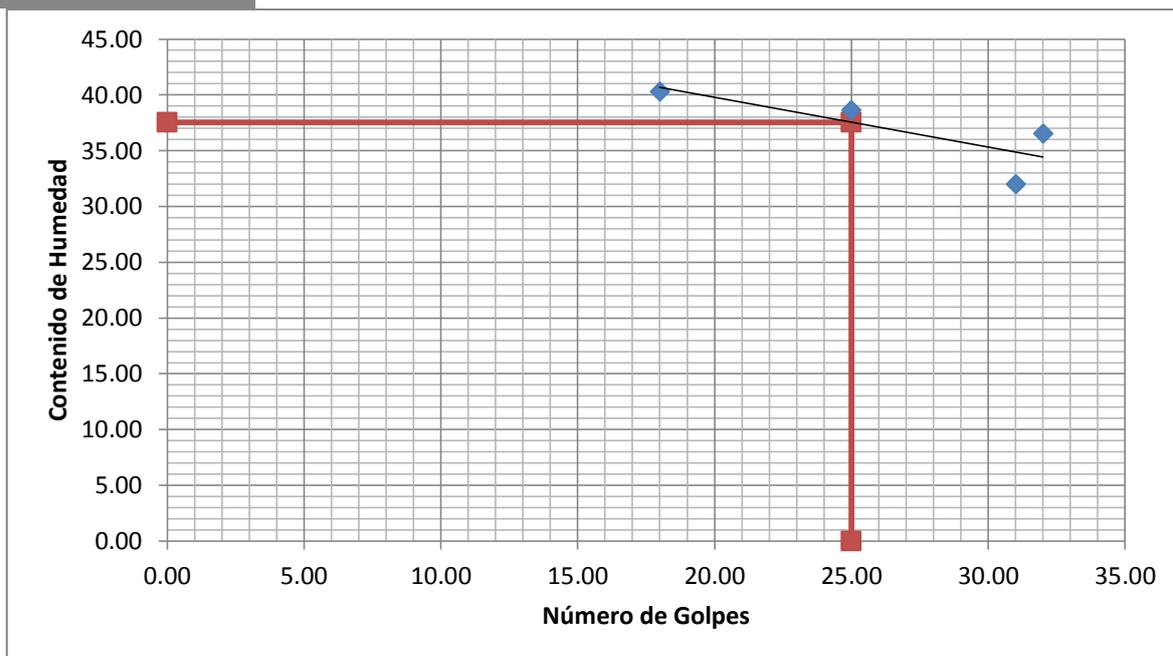


Gráfico 4. Representación del Límite Líquido del suelo Shucapampa.

Tabla 20. Determinación del Límite plástico

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 |
|----|--------------------------------|-----|--------|---------|
| A | Identificación del Recipiente | N° | LP -01 | LP – 02 |
| B | Suelo Húmedo + Tara | Gr | 26.5 | 26.8 |
| C | Suelo Seco + Tara | Gr | 40.3 | 33.2 |
| D | Peso de la Tara | Gr | 38 | 31.9 |
| E | Peso del Agua (B-C) | Gr | 2.3 | 1.3 |
| F | Peso del Suelo Seco (C-D) | Gr | 11.5 | 5.1 |
| G | Contenido de Humedad (E/F)*100 | % | 20.00 | 25.49 |
| H | Promedio límite de plástico | | | 22.75 |

Tabla 21. Resumen de Límites de Plasticidad

| | | |
|-----------------------|-------|---|
| Límite Líquido | 37.56 | % |
| Límite Plástico | 22.75 | % |
| Índice de Plasticidad | 14.81 | % |

Peso específico

Tabla 22. *Peso Específico de la Cantero de Shucapampa*

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 |
|----|---|--------|--------|------------|
| A | Identificación de la Muestra | | | |
| B | Peso de la Muestra Seca | gr | 100.00 | 100.00 |
| C | Peso de la Fiola+ Agua (500ml) | cm3 | 673.5 | 672.5 |
| D | Peso de la Fiola+ Agua + Muestra Seca | cm3 | 738.9 | 737.5 |
| E | Peso de Fiola + Agua - Aire | cm3 | 34.60 | 35.00 |
| F | Peso Específico ($Y_s = ((B)/(D+C-E))$) | gr/cm3 | 2.890 | 2.857 |
| G | Promedio del Peso Específico "Ys" | gr/cm3 | | 2.9 |

Nota: El suelo de la cantera de Shucapampa presenta un peso específico de 2.9.

Análisis Granulométrico por lavado.

- Una vez realizado el lavado, tamizado de la muestra y luego procesado los datos se obtuvo los siguientes. Se observa que pasa por la malla N° 200 es un porcentaje de 62.64 %
- Por la malla N° 40 pasa el 86.54 %, y por la
- Malla N° 10 el 95.86 %.

Clasificación de suelos.

Teniendo como referencia los datos obtenidos en el límite líquido y límite de plasticidad, los mismo que fueron graficados en la carta de plasticidad, y se observa que se encuentra por encima de la línea A y además su índice de plasticidad es mayor que 7.

Según la clasificación SUCS en un CL: Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad.

Tabla 23. *Análisis Granulométrico por Lavado*

| Tamiz | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | % RP | %RA | % que pasa |
|---------|---------------|--------------------|--------|--------|------------|
| N° 4 | 4.75 | 8.40 | 1.68 | 1.68 | 98.32 |
| N 10 | 2.00 | 12.30 | 2.46 | 4.14 | 95.86 |
| N 20 | 0.85 | 12.40 | 2.48 | 6.62 | 93.38 |
| N 30 | 0.60 | 15.80 | 3.16 | 9.78 | 90.22 |
| N 40 | 0.43 | 18.40 | 3.68 | 13.46 | 86.54 |
| N 60 | 0.25 | 52.40 | 10.48 | 23.94 | 76.06 |
| N 100 | 0.15 | 44.50 | 8.90 | 32.84 | 67.16 |
| N 200 | 0.075 | 22.60 | 4.52 | 37.36 | 62.64 |
| Perdida | Lavado | 313.20 | 62.64 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 186.80 | 100.00 | | |
| PRP | | 500.00 | | | |

Nota: Basándose en lo indicado en la Norma E-080, de nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones, sería un suelo no apto para la elaboración de adobe, asimismo observado la clasificación de suelos según SUCS, es un suelo de baja plasticidad y alto contenido de arcillas.

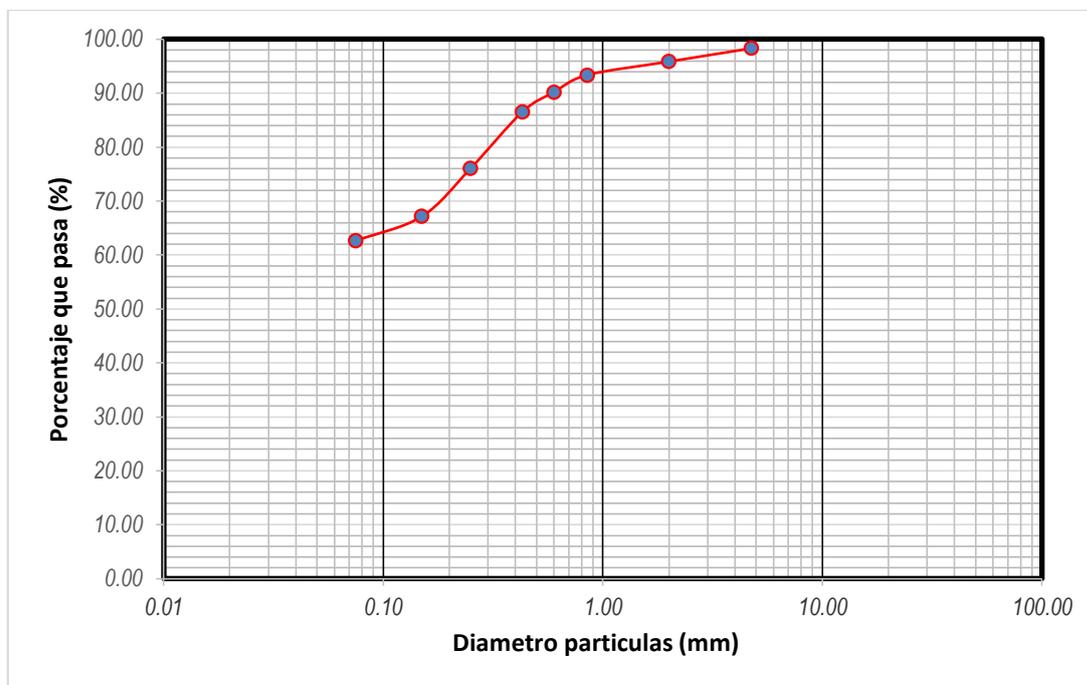


Gráfico 5 Representación de la granulometría de la cantera de Shucapampa en la Curva Granulométrica.

Obtención de las características físicas del suelo de la cantera del caserío de Shucapampa - A1.

Contenido de Humedad.

Tabla 24. Contendió de Humedad Cantera Shucapampa –A1.

| A | Identificación del recipiente | C.H 01 | C.H 02 | C.H 03 | C.H 04 | C.H 05 |
|---|--|-------------|--------|--------|--------|--------|
| B | Peso de Recipiente | 38.1 | 37.1 | 37.4 | 37.5 | 37.7 |
| C | Recipiente + Material Natural | 314.2 | 277.5 | 289.2 | 296.1 | 299.0 |
| D | Recipiente + Material Seco | 297.8 | 263.0 | 273.7 | 280.4 | 283.4 |
| E | Peso del Material Húmedo (W_{mh}) = (C-B) | 276.1 | 240.4 | 251.8 | 258.6 | 261.3 |
| F | Peso del Material Seco (W_s) = (D-B) | 259.7 | 225.9 | 236.3 | 242.9 | 245.7 |
| W | Porcentaje de Humedad (%) = $(E-F/F)*100$ | 6.31 | 6.42 | 6.56 | 6.46 | 6.35 |
| G | Promedio Porcentaje Humedad | 6.42 | | | | |

Nota: Una vez realizado el trabajo en gabinete se puede indicar que el suelo de Shucapampa –A1, presenta un contenido de humedad de 6.42 %.

Límite de consistencia.

Límite líquido (LL)

Tabla 25 .Determinación Límite Líquido

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 | 3 |
|----|--------------------------------|-----|---------|-------|--------|
| A | Identificación de Recipiente | N° | LL - 01 | LL-02 | LL -03 |
| B | Suelo Húmedo + Recipiente | gr | 38.80 | 36.50 | 42.90 |
| C | Suelo Seco + Recipiente | gr | 34.60 | 32.80 | 38.20 |
| D | Peso del Recipiente | gr | 19.90 | 18.60 | 19.60 |
| E | Peso de Agua (B-C) | gr | 4.20 | 3.70 | 4.70 |
| F | Peso Suelo Seco (C-D) | gr | 14.70 | 14.20 | 18.60 |
| G | Numero de Golpes | N° | 14.00 | 19.00 | 29.00 |
| H | Contendió de Humedad (E/F)*100 | % | 28.57 | 26.06 | 25.27 |

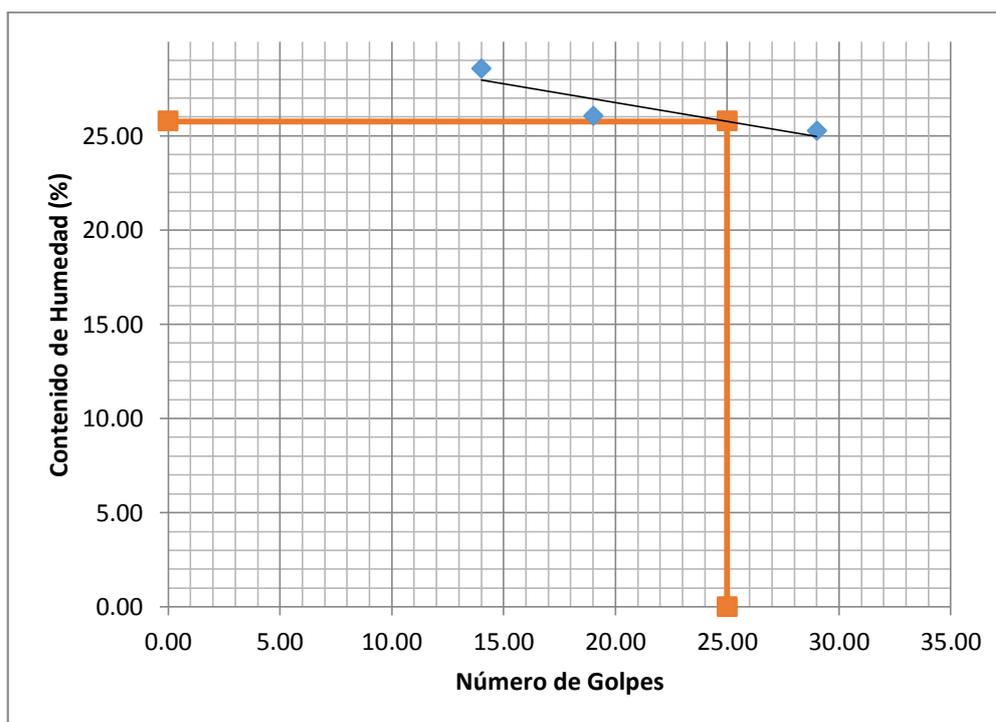


Gráfico 6. Representación del Límite Líquido del suelo de Shucapampa-A1.

Límite Plástico (LP)

Tabla 26. Determinación Límite Plástico

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 |
|----|--------------------------------|-----|--------|--------|
| A | Identificación del Recipiente | N° | LP- 01 | LP -02 |
| B | suelo Húmedo + Tara | Gr | 25.90 | 85.90 |
| C | Suelo Seco + Tara | Gr | 24.90 | 84.60 |
| D | Peso de la Tara | Gr | 18.60 | 75.90 |
| E | Peso del Agua (B-C) | Gr | 1.00 | 1.30 |
| F | Peso del Suelo Seco (C-D) | Gr | 6.30 | 8.70 |
| G | Contenido de Humedad (E/F)*100 | % | 15.87 | 14.94 |
| H | Promedio Límite Plástico | | 15.41 | |

Tabla 27 .Resumen de Límites de Plasticidad

| | |
|-----------------------|-------|
| Límite Líquido | 25.77 |
| Límite Plástico | 15.41 |
| Índice de Plasticidad | 10.36 |

Análisis Granulométrico por lavado.

- Una vez realizado el lavado, tamizado de la muestra y luego procesado los datos se obtuvo los siguientes.
- Se observa que pasa por la malla N° 200 es un porcentaje de 42.83 %
- Por la malla N° 40 pasa el 84.96 %, y por la
- Malla N° 10 el 97.69 %.

Clasificación de suelos:

- Teniendo como referencia los datos obtenidos en el límite líquido y límite de plasticidad, los mismo que fueron graficados en la carta de plasticidad, y se observa que se encuentra por encima de la línea A y además su índice de plasticidad es mayor que 7.
- Según la clasificación SUCS en un SC: Arena Arcillosa.

Tabla 28. Análisis Granulométrico por Lavado

| <i>Tamiz</i> | <i>Abertura (mm)</i> | <i>Peso Retenido (gr)</i> | <i>% RP</i> | <i>% RA</i> | <i>% que pasa</i> |
|----------------|--------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------------|
| <i>N° 4</i> | 4.75 | 0.58 | 0.12 | 0.12 | 99.88 |
| <i>N 10</i> | 2.00 | 10.98 | 2.20 | 2.31 | 97.69 |
| <i>N 20</i> | 0.85 | 11.95 | 2.39 | 4.70 | 95.30 |
| <i>N 30</i> | 0.60 | 19.78 | 3.96 | 8.66 | 91.34 |
| <i>N 40</i> | 0.43 | 31.89 | 6.38 | 15.04 | 84.96 |
| <i>N 60</i> | 0.25 | 94.98 | 19.00 | 34.03 | 65.97 |
| <i>N 100</i> | 0.15 | 64.92 | 12.98 | 47.02 | 52.98 |
| <i>N 200</i> | 0.075 | 50.78 | 10.16 | 57.17 | 42.83 |
| <i>Perdida</i> | <i>Lavado</i> | 214.14 | 42.83 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 285.86 | 100.00 | | |
| PRP | | 500.00 | | | |

Nota: Teniendo como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.080 Adobe), y observado los resultados de la granulometría del suelo empleado para la presente investigación, cumple con los requisitos de clasificación de suelos para la elaboración de adobe.

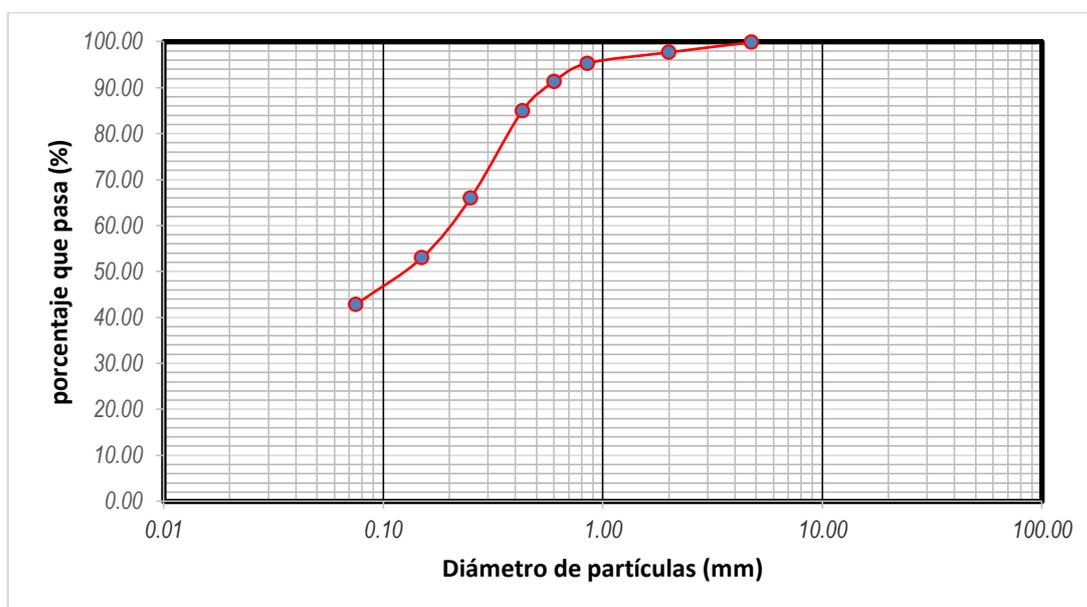


Gráfico 7 Representación de la granulometría del suelo de Shucapampa-AI en la curva granulométrica.

Determinación del Peso específico:

Tabla 29. Determinación del Peso específico

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 | 2 |
|----|---|--------------------|--------|------------|
| A | Identificación de la Muestra | | | |
| B | Peso de la Muestra Seca | Gr | 100.00 | 100.00 |
| C | Peso de la Fiola+ Agua (500ml) | cm ³ | 674.6 | 675.1 |
| D | Peso de la Fiola+ Agua + Muestra Seca | cm ³ | 735.3 | 735.2 |
| E | Peso de Fiola + Agua – Aire | cm ³ | 39.30 | 39.90 |
| F | Peso Específico ($Y_s = ((B)/(D+C-E))$) | gr/cm ³ | 2.545 | 2.506 |
| G | Promedio del Peso Específico "Ys" | gr/cm ³ | | 2.5 |

Nota: El peso específico del suelo empleado en nuestra investigación es de 2.5.

Anexo 2: Ensayo de Proctor Modificado:

Dosificación de agua y tierra.

Tabla 30. Dosificación de agua y tierra por unidad de adobe.

| Descripción | Cantidad de Tierra en el molde (kg) | Cantidad de Agua en cada Unidad de Adobe (ml) | Cantidad de Fibra en cada Unidad de Adobe (gr) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| Adobe Tradicional | 9.5 kg | 1000 ml | 25 gr |
| Adobe con 0.25 % de Fibra de Pino | 9.5 kg | 1000 ml | 25 gr |
| Adobe con 0.05 % de Fibra de Pino | 9.5 kg | 1000 ml | 50 gr |
| Adobe con 0.07 % de Fibra de Pino | 9.5 kg | 1000 ml | 70 gr |

Tabla 31. Determinación mediante proctor modificado de la Máxima densidad seca y óptima Cantidad de Humedad.

| Descripción | Max. Densidad seca (gr/cm ³) | Optimo Contenido de Humedad (%) |
|---|--|---------------------------------|
| Adobe Tradicional 0.25 % de icho o paja | 1.96 | 11.25 |
| Adobe con 0.25 % de Fibra de Pino | 1.95 | 10.05 |
| Adobe con 0.05 % de Fibra de Pino | 1.75 | 11.10 |
| Adobe con 0.07 % de Fibra de Pino | 1.68 | 12.10 |

Tabla 32. Proctor modificado para la muestra patrón al 2.5 % de Paja o Ichu.

| I D | DESCRIPCIÓN | UND | 1 - (5%) | | 2 - (7%) | | 3 - (9%) | | 4 - (11%) | | 5 - (13%) | |
|--------|--------------------------------------|--------------------|----------|-------------|----------|--------------|----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| | | | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. |
| A | Peso Molde | gr | 4184 | | 4184 | | 4184 | | 4184 | | 4184 | |
| B | Peso Muestra Húmeda + Molde | gr | 5990 | | 6150 | | 6205 | | 6182 | | 6048 | |
| C | Peso Muestra Húmeda (A-B) | gr | 1806 | | 1966 | | 2021 | | 1998 | | 1864 | |
| D | Volumen Muestra húmeda | cm ³ | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | |
| F | Densidad húmeda; Dh | gr/cm ³ | 1.960 | | 2.134 | | 2.193 | | 2.169 | | 2.023 | |
| G | RECIPIENTE / MUESTRA | N° | | | | | | | | | | |
| H | Peso Recipiente | gr | 27.40 | 27.20 | 26.90 | 27.40 | 27.00 | 26.40 | 27.70 | 27.80 | 27.00 | 29.50 |
| I | Peso Muestra húmeda + Recipiente | gr | 163.30 | 153.60 | 127.60 | 120.50 | 135.30 | 144.30 | 162.90 | 147.60 | 162.10 | 165.10 |
| J | Peso Muestra Seca + Recipiente | gr | 153.40 | 143.80 | 118.70 | 111.60 | 123.90 | 131.20 | 145.90 | 132.70 | 142.30 | 144.90 |
| K | Peso del Agua (I-J) | gr | 9.90 | 9.80 | 8.90 | 8.90 | 11.40 | 13.10 | 16.96 | 14.90 | 19.80 | 20.20 |
| L | Peso Muestra seca (J-H) | gr | 126.00 | 116.60 | 91.80 | 84.20 | 96.90 | 104.80 | 118.20 | 104.90 | 115.30 | 115.40 |
| M | Contenido de Humedad W% | % | 7.86 | 8.40 | 9.69 | 10.57 | 11.76 | 12.50 | 14.35 | 14.20 | 17.17 | 17.50 |
| N | Promedio Contenido de humedad Óptimo | % | | 8.13 | | 10.13 | | 12.13 | | 14.28 | | 17.34 |
| O | Densidad Seca Máxima; Ds | gr/cm ³ | | 1.81 | | 1.94 | | 1.96 | | 1.90 | | 1.72 |

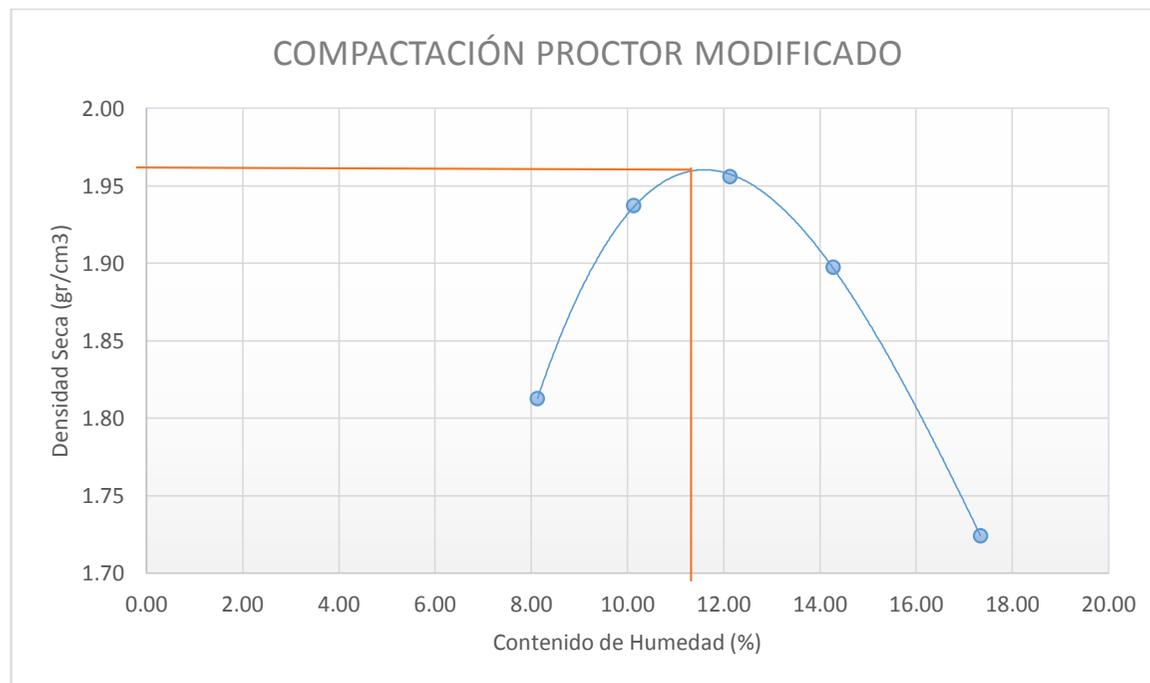


Gráfico 8. Determinación de la densidad máxima y contenido de humedad para la muestra al 2.5% icho

Del ensayo proctor modificado y de la gráfica de muestra patrón al 2.5 % de icho o paja, se obtuvo como resultado:

La Máxima densidad seca (gr/cm³) es de 1.96

Optimo Contenido de Humedad es de 11.25 %

Tabla 33. Proctor modificado para la muestra al 2.5 % de fibra de pino

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 - (5%) | | 2 - (7%) | | 3 - (9%) | | 4 - (11%) | | 5 - (13%) | |
|----|--------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| A | Peso Molde | gr | 4185 | | 4185 | | 4185 | | 4185 | | 4185 | |
| B | Peso Muestra Húmeda + Molde | gr | 6018 | | 6157 | | 6169 | | 6146 | | 6114 | |
| C | Peso Muestra Húmeda (A-B) | gr | 1833 | | 1972 | | 1984 | | 1961 | | 1929 | |
| D | Volumen Muestra húmeda | cm ³ | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | |
| F | Densidad húmeda; Dh | gr/cm ³ | 1.989 | | 2.140 | | 2.153 | | 2.128 | | 2.094 | |
| G | RECIPIENTE / MUESTRA | Nº | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. |
| H | Peso Recipiente | gr | 27.40 | 27.20 | 27.50 | 27.50 | 27.20 | 26.60 | 27.80 | 28.00 | 27.10 | 29.50 |
| I | Peso Muestra húmeda + Recipiente | gr | 118.00 | 132.60 | 141.50 | 151.20 | 154.30 | 151.10 | 159.00 | 133.90 | 125.70 | 150.90 |
| J | Peso Muestra Seca + Recipiente | gr | 112.20 | 125.20 | 131.40 | 140.60 | 140.60 | 138.00 | 142.70 | 121.00 | 112.30 | 134.30 |
| K | Peso del Agua (I-J) | gr | 5.80 | 7.40 | 10.10 | 10.60 | 13.70 | 13.10 | 16.30 | 12.90 | 13.40 | 16.60 |
| L | Peso Muestra seca (J-H) | gr | 84.80 | 98.00 | 103.90 | 113.10 | 113.40 | 111.40 | 114.90 | 93.00 | 85.20 | 104.80 |
| M | Contenido de Humedad W% | % | 6.84 | 7.55 | 9.72 | 9.37 | 12.08 | 11.76 | 14.19 | 13.87 | 15.73 | 15.84 |
| N | Promedio Contenido de humedad Óptimo | % | 7.20 | | 9.55 | | 11.92 | | 14.03 | | 15.78 | |
| O | Densidad Seca Máxima; Ds | gr/cm ³ | 1.86 | | 1.95 | | 1.92 | | 1.87 | | 1.81 | |

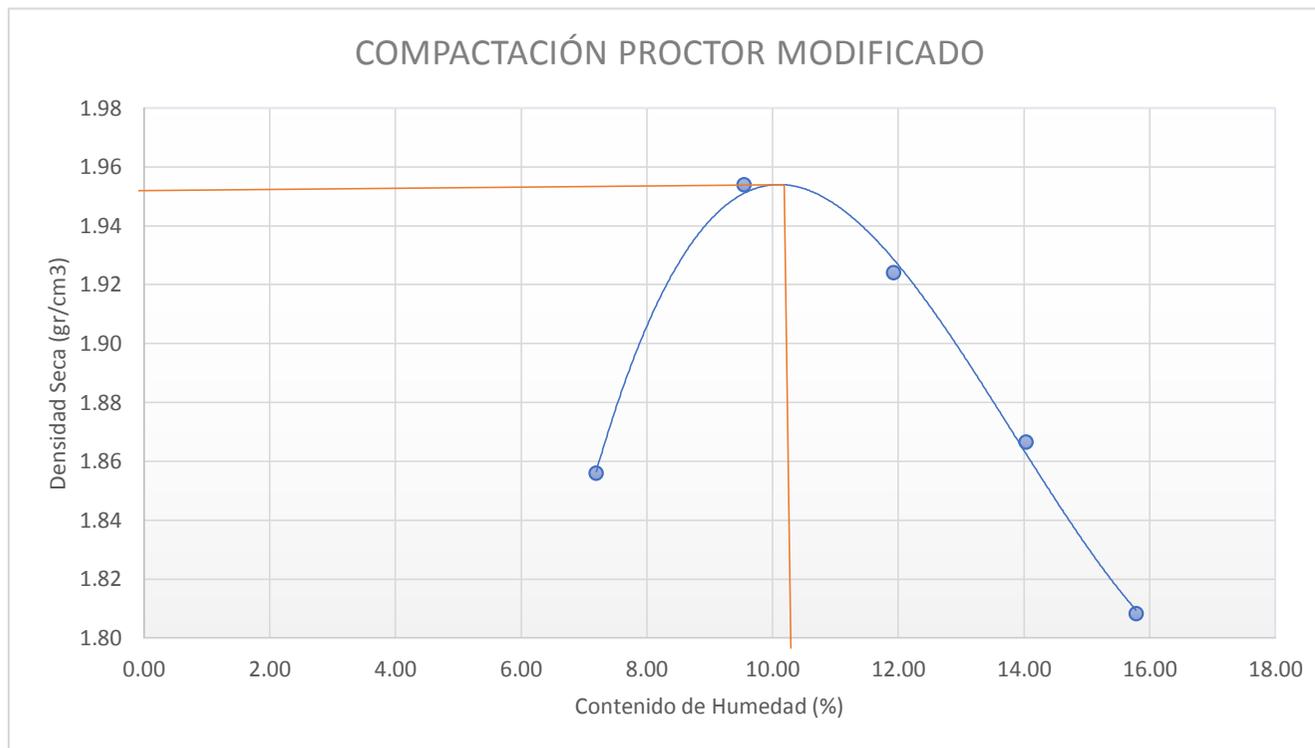


Gráfico 9 Determinación de la densidad máxima y contenido de humedad para la muestra al 2.5% fibra de pino.

Del ensayo proctor modificado y de la gráfica de muestra patrón al 2.5 % de fibra de pino, se obtuvo como resultado:

La Máxima densidad seca (gr/cm³) es de 1.954

Optimo Contenido de Humedad es de 10.05 %

Tabla 34 Proctor modificado para la muestra al 5 % de fibra de pino

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 - (5%) | | 2 - (7%) | | 3 - (9%) | | 4 - (11%) | | 5 - (13%) | |
|----|--------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| A | Peso Molde | gr | 4185 | | 4185 | | 4185 | | 4185 | | 4185 | |
| B | Peso Muestra Húmeda + Molde | gr | 5874 | | 5939 | | 5985 | | 6001 | | 5976 | |
| C | Peso Muestra Húmeda (A-B) | gr | 1689 | | 1754 | | 1800 | | 1816 | | 1791 | |
| D | Volumen Muestra húmeda | cm ³ | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | |
| F | Densidad húmeda; Dh | gr/cm ³ | 1.833 | | 1.904 | | 1.954 | | 1.971 | | 1.944 | |
| G | RECIPIENTE / MUESTRA | N° | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. |
| H | Peso Recipiente | gr | 27.40 | 27.20 | 26.90 | 27.40 | 27.00 | 26.50 | 27.70 | 27.90 | 27.10 | 29.40 |
| I | Peso Muestra húmeda + Recipiente | gr | 135.60 | 154.70 | 132.70 | 143.00 | 133.80 | 134.30 | 138.50 | 154.30 | 150.60 | 150.60 |
| J | Peso Muestra Seca + Recipiente | gr | 128.30 | 146.20 | 123.50 | 133.50 | 122.60 | 123.40 | 125.30 | 139.90 | 134.40 | 134.70 |
| K | Peso del Agua (I-J) | gr | 7.30 | 8.50 | 9.20 | 9.50 | 11.20 | 10.90 | 13.20 | 14.40 | 16.20 | 15.90 |
| L | Peso Muestra seca (J-H) | gr | 100.90 | 119.00 | 96.60 | 106.10 | 95.60 | 96.90 | 97.60 | 112.00 | 107.30 | 105.30 |
| M | Contenido de Humedad W% | % | 7.23 | 7.14 | 9.52 | 8.95 | 11.72 | 11.25 | 13.52 | 12.86 | 15.10 | 15.10 |
| N | Promedio Contenido de humedad Óptimo | % | 7.19 | | 9.24 | | 11.48 | | 13.19 | | 15.10 | |
| O | Densidad Seca Máxima; Ds | gr/cm ³ | 1.71 | | 1.74 | | 1.75 | | 1.74 | | 1.69 | |

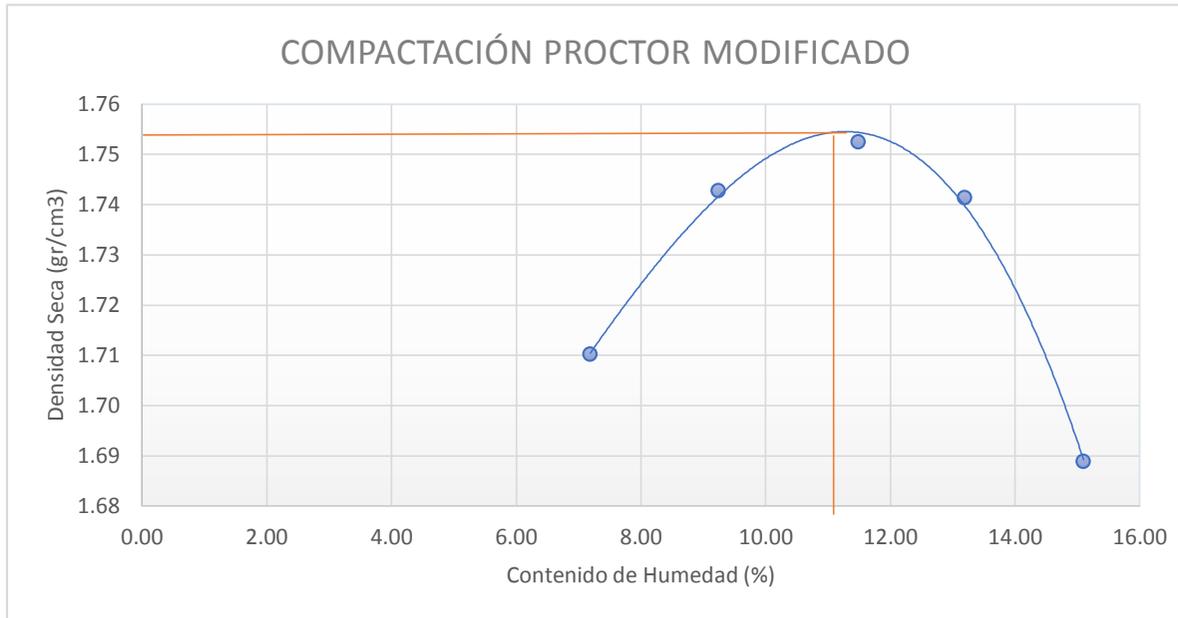


Gráfico 10 Determinación de la densidad máxima y contenido de humedad para la muestra al 5 % fibra de pino

Del ensayo proctor modificado y de la gráfica de muestra patrón al 5 % de fibra de pino, se obtuvo como resultado:

La Máxima densidad seca (gr/cm³) es de 1.752

Optimo Contenido de Humedad es de 11.10 %

Tabla 35 Proctor modificado para la muestra al 7 % de fibra de pino

| ID | DESCRIPCIÓN | UND | 1 - (5%) | | 2 - (7%) | | 3 - (9%) | | 4 - (11%) | | 5 - (13%) | |
|----|--------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| A | Peso Molde | gr | 4184 | | 4184 | | 4184 | | 4184 | | 4184 | |
| B | Peso Muestra Húmeda + Molde | gr | 5758 | | 5861 | | 5920 | | 5942 | | 5922 | |
| C | Peso Muestra Húmeda (A-B) | gr | 1574 | | 1677 | | 1736 | | 1758 | | 1738 | |
| D | Volumen Muestra húmeda | cm ³ | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | | 921.362 | |
| F | Densidad húmeda; Dh | gr/cm ³ | 1.708 | | 1.820 | | 1.884 | | 1.908 | | 1.886 | |
| G | RECIPIENTE / MUESTRA | Nº | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. |
| H | Peso Recipiente | gr | 26.80 | 28.80 | 27.40 | 26.90 | 39.80 | 37.10 | 37.60 | 38.10 | 37.90 | 38.50 |
| I | Peso Muestra húmeda + Recipiente | gr | 146.50 | 149.20 | 146.03 | 130.78 | 189.92 | 187.35 | 192.50 | 210.10 | 191.50 | 216.40 |
| J | Peso Muestra Seca + Recipiente | gr | 137.30 | 140.50 | 134.90 | 121.10 | 173.80 | 170.90 | 173.20 | 189.10 | 170.30 | 191.50 |
| K | Peso del Agua (I-J) | gr | 9.20 | 8.70 | 11.13 | 9.68 | 16.12 | 16.45 | 19.30 | 21.00 | 21.20 | 24.90 |
| L | Peso Muestra seca (J-H) | gr | 110.50 | 111.70 | 107.50 | 94.20 | 134.00 | 133.80 | 135.60 | 151.00 | 132.40 | 153.00 |
| M | Contenido de Humedad W% | % | 8.33 | 7.79 | 10.35 | 10.28 | 12.03 | 12.29 | 14.23 | 13.91 | 16.01 | 16.27 |
| N | Promedio Contenido de humedad Óptimo | % | 8.06 | | 10.31 | | 12.16 | | 14.07 | | 16.14 | |
| O | Densidad Seca Máxima; Ds | gr/cm ³ | 1.58 | | 1.65 | | 1.68 | | 1.67 | | 1.62 | |

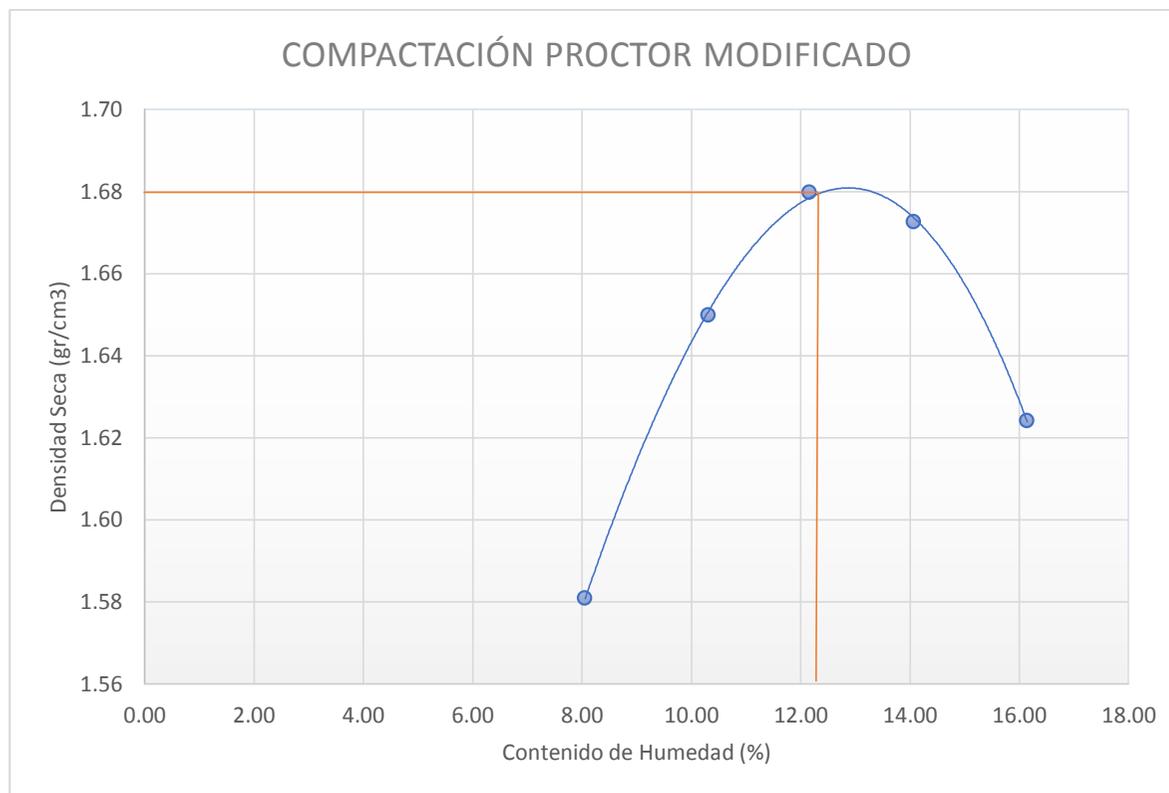


Gráfico 11 Determinación de la densidad máxima y contenido de humedad para la muestra al 7 % fibra de pino.

Del ensayo proctor modificado y de la gráfica de muestra patrón al 7 % de fibra de pino, se obtuvo como resultado:

La Máxima densidad seca (gr/cm³) es de 1.68.

Optimo Contenido de Humedad es de 12.10

ANEXO 3: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE

Resistencia a la Compresión.

Tabla 36 Resistencia a compresión de bloques de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).

Ensayo Resistencia a Compresión de adobe al 2.5 % Ichu-Patron-M1

| Ancho cara prom (cm) | 14.39 | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Largo cara prom (cm) | 15.30 | | | |
| Alto (cm) | 10.36 | 103.6 | | |
| Alto (mm) | 103.60 | | | |
| Area cara prom (cm ²) | 220.17 | | | |
| Carga max (kg/) | 5200 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξl (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξu (mm) |
| 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.480 | 2.3 | 0.0046 |
| 3 | 1000 | 1.010 | 4.5 | 0.0097 |
| 4 | 1500 | 1.410 | 6.8 | 0.0136 |
| 5 | 2000 | 1.620 | 9.1 | 0.0156 |
| 6 | 2500 | 2.220 | 11.4 | 0.0214 |
| 7 | 3000 | 2.550 | 13.6 | 0.0246 |
| 8 | 3500 | 3.200 | 15.9 | 0.0309 |
| 9 | 4000 | 3.550 | 18.2 | 0.0343 |
| 10 | 4500 | 3.950 | 20.4 | 0.0381 |
| 11 | 5200 | 4.100 | 23.6 | 0.0396 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M1, su valor máximo de resistencia a compresión es de 23.6 kg/cm².

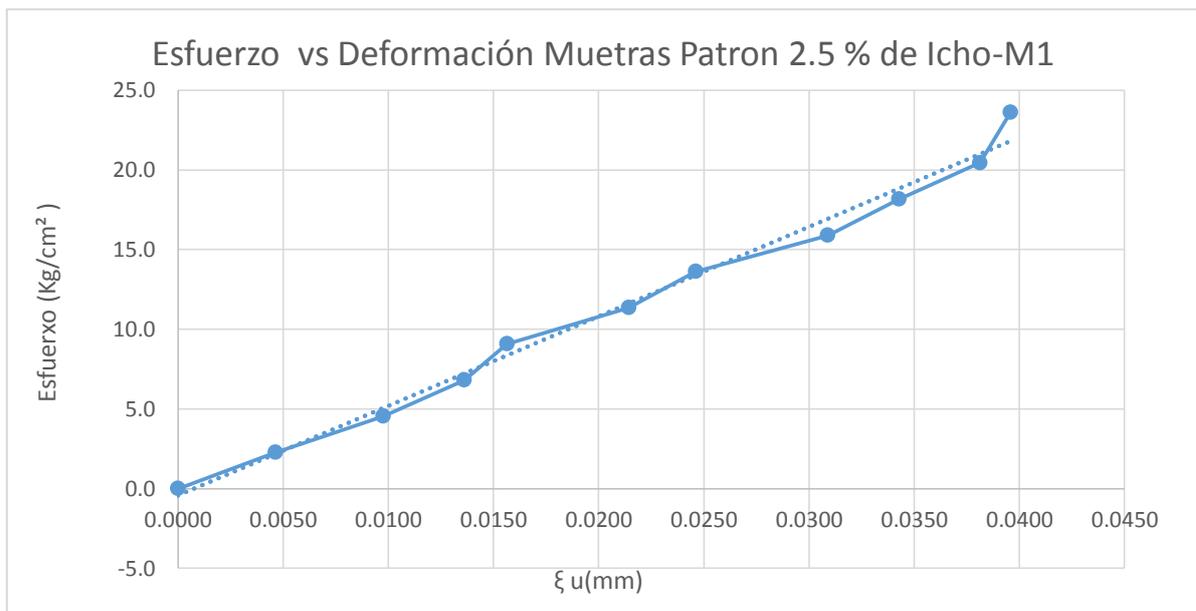


Gráfico 12 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.

Tabla 37 Resistencia a compresión de bloques de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).

Resistencia a Compresión de adobe al 2.5 % Ichu-Patrom-M2.

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|--|
| ancho cara prom (cm) | 14.39 | | | | |
| largo cara prom (cm) | 15.20 | | | | |
| alto (cm) | 10.69 | 106.9 | | | |
| alto (mm) | 106.90 | | | | |
| area cara prom (cm ²) | 218.66 | | | | |
| carga max (kg/) | 4986 | | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξl (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξu (mm) | |
| 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0000 | |
| 2 | 500 | 1.350 | 2.3 | 0.0126 | |
| 3 | 1000 | 1.650 | 4.6 | 0.0154 | |
| 4 | 1500 | 2.020 | 6.9 | 0.0189 | |
| 5 | 2000 | 2.280 | 9.1 | 0.0213 | |
| 6 | 2500 | 2.550 | 11.4 | 0.0239 | |
| 7 | 3000 | 2.850 | 13.7 | 0.0267 | |
| 8 | 3500 | 3.150 | 16.0 | 0.0295 | |
| 9 | 4000 | 4.180 | 18.3 | 0.0391 | |
| 10 | 4500 | 4.520 | 20.6 | 0.0423 | |
| 10 | 4986 | 4.850 | 22.8 | 0.0454 | |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M2, su valor máximo de resistencia a compresión es de 22.8 kg/cm².

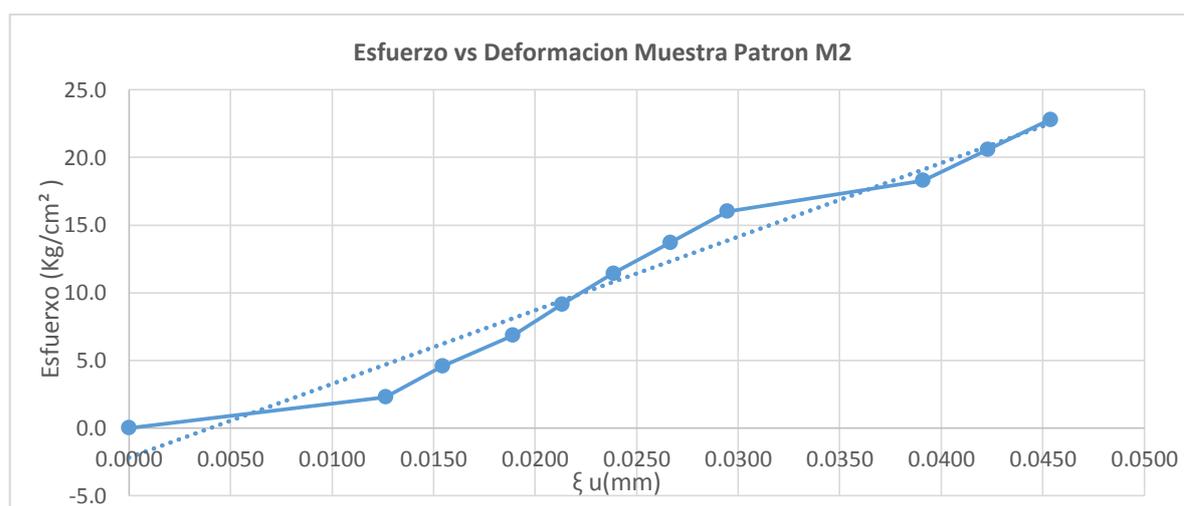


Gráfico 13 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.

Tabla 38 Resistencia a compresión de bloques de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).

Ensayo Resistencia a Compresión al 2.5 % Ichu -M3

| | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.66 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.43 | | | |
| Alto (cm) | 10.48 | 104.8 | | |
| Alto (mm) | 104.80 | | | |
| Area cara prom (cm ²) | 226.2 | | | |
| Carga max (kg/) | 9881 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.300 | 2.2 | 0.0029 |
| 3 | 1000 | 0.580 | 4.4 | 0.0055 |
| 4 | 1500 | 0.750 | 6.6 | 0.0072 |
| 5 | 2000 | 0.930 | 8.8 | 0.0089 |
| 6 | 2500 | 1.100 | 11.1 | 0.0105 |
| 7 | 3000 | 1.320 | 13.3 | 0.0126 |
| 8 | 3500 | 1.660 | 15.5 | 0.0158 |
| 9 | 4000 | 1.890 | 17.7 | 0.0180 |
| 10 | 4500 | 2.120 | 19.9 | 0.0202 |
| 11 | 5000 | 2.380 | 22.1 | 0.0227 |
| 12 | 5500 | 2.610 | 24.3 | 0.0249 |
| 13 | 6000 | 2.830 | 26.5 | 0.0270 |
| 14 | 6500 | 3.120 | 28.7 | 0.0298 |
| 15 | 7000 | 3.250 | 30.9 | 0.0310 |
| 16 | 7500 | 3.450 | 33.2 | 0.0329 |
| 17 | 8000 | 3.550 | 35.4 | 0.0339 |
| 18 | 8500 | 3.700 | 37.6 | 0.0353 |
| 19 | 9000 | 3.800 | 39.8 | 0.0363 |
| 20 | 9500 | 4.120 | 42.0 | 0.0393 |
| 21 | 9881 | 4.200 | 43.7 | 0.0401 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M3 su valor máximo de resistencia a compresión es de 43.7 kg/cm².

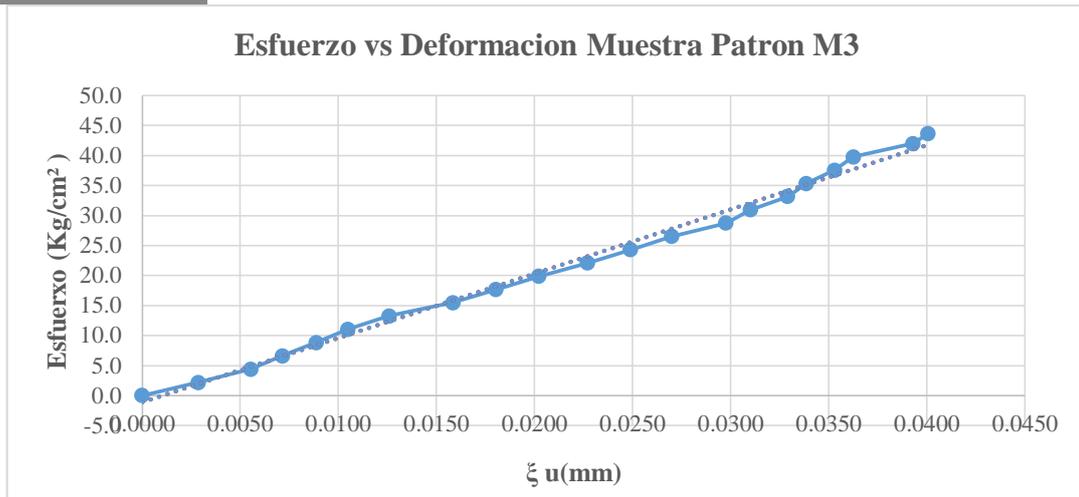


Gráfico 14 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.

Tabla 39 Resistencia a compresión de adobe tradicional compactado con 2.5 % de icho o paja (muestra patrón).

Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 2.5 % Ichu-Patron-M4

| | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Ancho caro prom (cm) | 14.84 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.25 | | | |
| Alto (cm) | 10.28 | 102.8 | | |
| Alto (mm) | 102.80 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 226.24 | | | |
| Carga Max (kg/) | 6971 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξl (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξu (mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.420 | 2.2 | 0.0041 |
| 3 | 1000 | 0.800 | 4.4 | 0.0078 |
| 4 | 1500 | 1.050 | 6.6 | 0.0102 |
| 5 | 2000 | 1.200 | 8.8 | 0.0117 |
| 6 | 2500 | 1.380 | 11.1 | 0.0134 |
| 7 | 3000 | 1.500 | 13.3 | 0.0146 |
| 8 | 3500 | 1.600 | 15.5 | 0.0156 |
| 9 | 4000 | 1.750 | 17.7 | 0.0170 |
| 10 | 4500 | 1.950 | 19.9 | 0.0190 |
| 11 | 5000 | 2.250 | 22.1 | 0.0219 |
| 12 | 5500 | 2.350 | 24.3 | 0.0229 |
| 13 | 6000 | 2.650 | 26.5 | 0.0258 |
| 14 | 6500 | 2.750 | 28.7 | 0.0268 |
| 15 | 6971 | 3.300 | 30.8 | 0.0321 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M4 su valor máximo de resistencia a compresión es de 30.8 kg/cm².

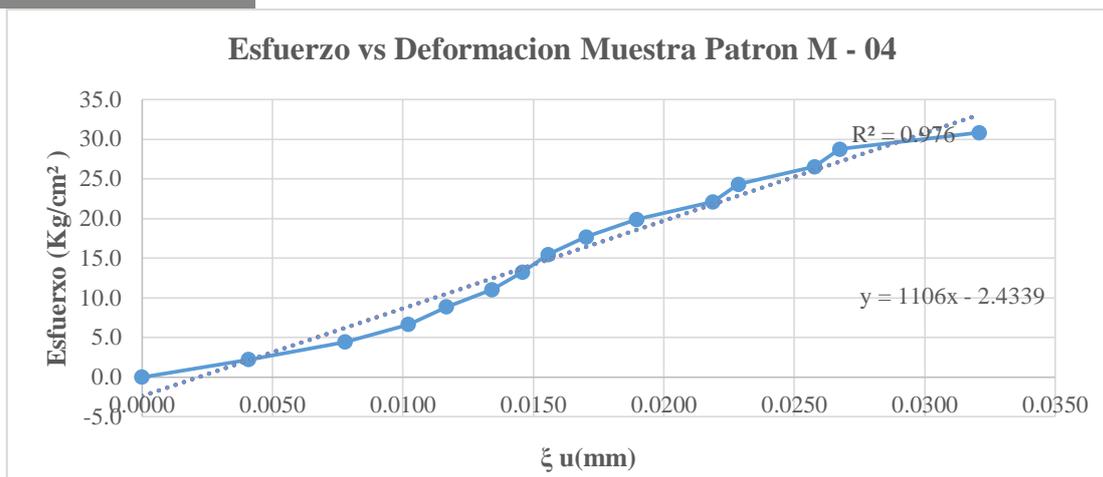


Gráfico 15 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.

Tabla 40 Resistencia a compresión de bloques de adobe tradicional compactado con 2.5 % de ichu o pajá (muestra patrón).

| Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 2.5 % Ichu-Patron-M5 | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|---------------------------------|------------|--|
| Largo cara prom (cm) | 15.33 | | | | |
| Alto (cm) | 10.42 | 104.2 | | | |
| Alto (mm) | 104.20 | | | | |
| Area cara prom (cm ²) | 159.74 | | | | |
| Carga max (kg/) | 8843 | | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | σ= P/A (Kg/cm ²) | ξ u(mm) | |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 | |
| 2 | 500 | 0.950 | 3.1 | 0.0091 | |
| 3 | 1000 | 1.350 | 6.3 | 0.0130 | |
| 4 | 1500 | 1.580 | 9.4 | 0.0152 | |
| 5 | 2000 | 1.880 | 12.5 | 0.0180 | |
| 6 | 2500 | 2.120 | 15.7 | 0.0203 | |
| 7 | 3000 | 2.450 | 18.8 | 0.0235 | |
| 8 | 3500 | 2.750 | 21.9 | 0.0264 | |
| 9 | 4000 | 3.050 | 25.0 | 0.0293 | |
| 10 | 4500 | 3.350 | 28.2 | 0.0321 | |
| 11 | 5000 | 3.650 | 31.3 | 0.0350 | |
| 12 | 5500 | 3.900 | 34.4 | 0.0374 | |
| 13 | 6000 | 4.150 | 37.6 | 0.0398 | |
| 14 | 6500 | 4.480 | 40.7 | 0.0430 | |
| 15 | 7000 | 4.920 | 43.8 | 0.0472 | |
| 16 | 7500 | 5.400 | 47.0 | 0.0518 | |
| 17 | 8000 | 5.920 | 50.1 | 0.0568 | |
| 18 | 8500 | 6.800 | 53.2 | 0.0653 | |
| 19 | 8843 | 7.000 | 55.4 | 0.0672 | |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M5 su valor máximo de resistencia a compresión es de 55.4 kg/cm².

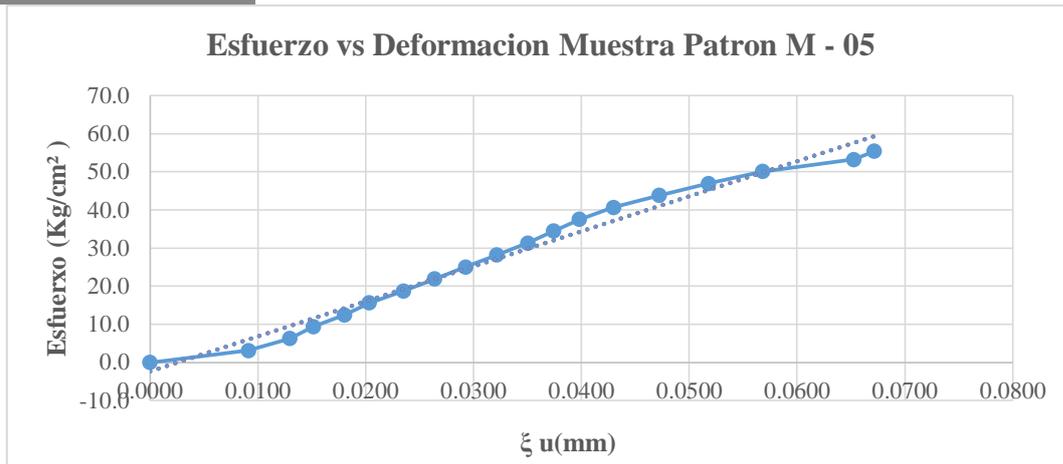


Gráfico 16 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.

Tabla 41 Resistencia a compresión del adobe tradicional al 2.5 % (muestra patrón).

Resistencia a Compresión al 2.5 % Ichu-Patron-M6

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.74 |
| Largo cara prom (cm) | 15.42 |
| Alto (cm) | 102.5 |
| Alto (mm) | 102.50 |
| Área cara prom (cm ²) | 227.29 |
| Carga max (kg/) | |

| Nº | Carga (Kg-F) | Deformación ξl (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
|----|--------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------|
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.100 | 2.2 | 0.0010 |
| 3 | 1000 | 0.540 | 4.4 | 0.0053 |
| 4 | 1500 | 1.170 | 6.6 | 0.0114 |
| 5 | 2000 | 1.750 | 8.8 | 0.0171 |
| 6 | 2500 | 2.150 | 11.0 | 0.0210 |
| 7 | 3000 | 2.530 | 13.2 | 0.0247 |
| 8 | 3500 | 2.820 | 15.4 | 0.0275 |
| 9 | 4000 | 3.140 | 17.6 | 0.0306 |
| 10 | 4500 | 3.650 | 19.8 | 0.0356 |
| 11 | 5000 | 3.850 | 22.0 | 0.0376 |
| 12 | 5500 | 4.100 | 24.2 | 0.0400 |
| 13 | 6000 | 4.380 | 26.4 | 0.0427 |
| 14 | 6500 | 4.720 | 28.6 | 0.0460 |
| 15 | 7000 | 5.080 | 30.8 | 0.0496 |
| 16 | 7500 | 5.410 | 33.0 | 0.0528 |
| 17 | 8000 | 5.920 | 35.2 | 0.0578 |
| 18 | 8500 | 6.450 | 37.4 | 0.0629 |
| 19 | 9000 | 7.250 | 39.6 | 0.0707 |
| 20 | 9349 | 7.350 | 41.1 | 0.0717 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M6 su valor máximo de resistencia a compresión es de 37.4 kg/cm².

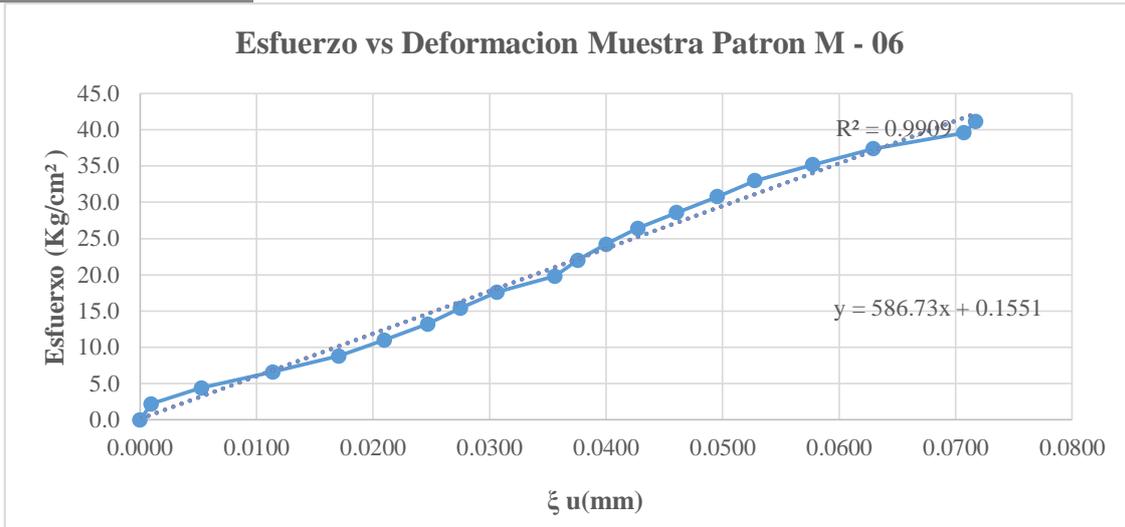


Gráfico 17 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % con ichu.

Tabla 42 Resistencia a compresión de adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino

| Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 2.5 % de Fibra de Pino-M1 | | | | |
|---|----------------------|----------------------|-----------------|---------|
| Nº | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | σ= P/A (Kg/cm²) | ξ u(mm) |
| | Ancho cara prom (cm) | 14.50 | | |
| | Largo cara prom (cm) | 15.31 | | |
| | Alto (cm) | 10.32 | 103.15 | |
| | Alto (mm) | 103.15 | | |
| | Área cara prom (cm2) | 221.92 | | |
| | Carga Max (kg/) | 6210 | | |
| 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.520 | 2.3 | 0.0050 |
| 3 | 1000 | 0.720 | 4.5 | 0.0070 |
| 4 | 1500 | 0.850 | 6.8 | 0.0082 |
| 5 | 2000 | 1.020 | 9.0 | 0.0099 |
| 6 | 2500 | 1.200 | 11.3 | 0.0116 |
| 7 | 3000 | 1.350 | 13.5 | 0.0131 |
| 8 | 3500 | 1.500 | 15.8 | 0.0145 |
| 9 | 4000 | 1.850 | 18.0 | 0.0179 |
| 10 | 4500 | 2.050 | 20.3 | 0.0199 |
| 11 | 5000 | 2.480 | 22.5 | 0.0240 |
| 12 | 5500 | 2.730 | 24.8 | 0.0265 |
| 13 | 6000 | 3.020 | 27.0 | 0.0293 |
| 14 | 6612 | 3.180 | 29.8 | 0.0308 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M1 su valor máximo de resistencia a compresión es de 29.8 kg/cm²

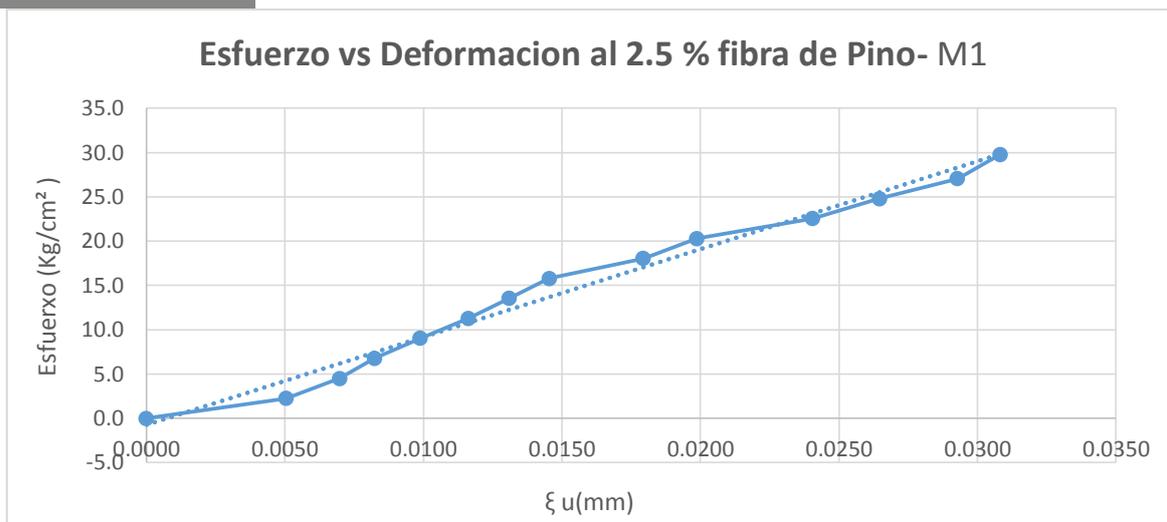


Gráfico 18 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino.

Tabla 43 Resistencia a compresión de adobe compactado al 2.5 % de fibra de pino

Resistencia a Compresión al 2.5 % adobe compactado con Fibra de Pino-M2

| Ancho cara prom (cm) | 14.66 | | | |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------------|---|----------------|
| Largo cara prom (cm) | 15.40 | | | |
| Alto (cm) | 10.35 | 103.5 | | |
| Alto (mm) | 103.50 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 225.69 | | | |
| Carga max (kg/) | 8046 | | | |
| N° | Carga (Kg- F) | Deformación ξ l (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
| 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.600 | 2.2 | 0.0058 |
| 3 | 1000 | 0.950 | 4.4 | 0.0092 |
| 4 | 1500 | 1.220 | 6.6 | 0.0118 |
| 5 | 2000 | 1.520 | 8.9 | 0.0147 |
| 6 | 2500 | 1.810 | 11.1 | 0.0175 |
| 7 | 3000 | 2.080 | 13.3 | 0.0201 |
| 8 | 3500 | 2.230 | 15.5 | 0.0215 |
| 9 | 4000 | 2.450 | 17.7 | 0.0237 |
| 10 | 4500 | 2.640 | 19.9 | 0.0255 |
| 11 | 5000 | 2.830 | 22.2 | 0.0273 |
| 12 | 5500 | 3.080 | 24.4 | 0.0298 |
| 13 | 6000 | 3.210 | 26.6 | 0.0310 |
| 14 | 6500 | 3.420 | 28.8 | 0.0330 |
| 15 | 7000 | 3.650 | 31.0 | 0.0353 |
| 16 | 7500 | 3.920 | 33.2 | 0.0379 |
| 17 | 8000 | 4.330 | 35.4 | 0.0418 |
| 18 | 8046 | 4.900 | 35.7 | 0.0473 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M2 su valor máximo de resistencia a compresión es de 35.7 kg/cm²

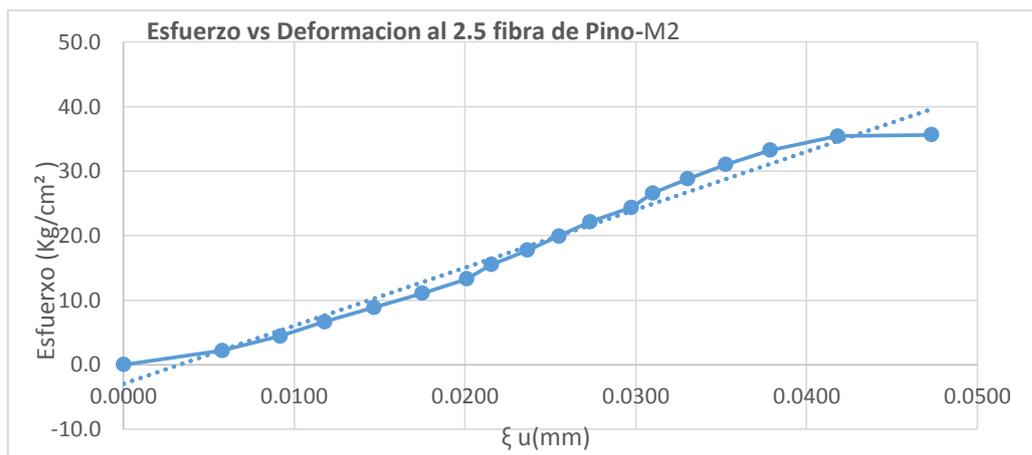


Gráfico 19 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino

Tabla 44 Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino

Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 2.5 % de Fibra de Pino-M3

| | | |
|-----------------------------------|--------|-------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.70 | |
| Largo cara prom (cm) | 15.38 | |
| Alto (cm) | 10.48 | 104.8 |
| Alto (mm) | 104.80 | |
| Área cara prom (cm ²) | 226.01 | |
| Carga max (kg/) | 8284 | |

| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | σ= P/A (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
|----|--------------|----------------------|------------------------------|---------|
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.370 | 2.2 | 0.0035 |
| 3 | 1000 | 0.850 | 4.4 | 0.0081 |
| 4 | 1500 | 1.100 | 6.6 | 0.0105 |
| 5 | 2000 | 1.420 | 8.8 | 0.0135 |
| 6 | 2500 | 1.840 | 11.1 | 0.0176 |
| 7 | 3000 | 2.120 | 13.3 | 0.0202 |
| 8 | 3500 | 2.250 | 15.5 | 0.0215 |
| 9 | 4000 | 2.500 | 17.7 | 0.0239 |
| 10 | 4500 | 2.620 | 19.9 | 0.0250 |
| 11 | 5000 | 2.750 | 22.1 | 0.0262 |
| 12 | 5500 | 3.270 | 24.3 | 0.0312 |
| 13 | 6000 | 3.520 | 26.5 | 0.0336 |
| 14 | 6500 | 3.600 | 28.8 | 0.0344 |
| 15 | 7000 | 3.700 | 31.0 | 0.0353 |
| 16 | 7500 | 3.990 | 33.2 | 0.0381 |
| 17 | 8000 | 4.200 | 35.4 | 0.0401 |
| 18 | 8284 | 4.350 | 36.7 | 0.0415 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M3 su valor máximo de resistencia a compresión es de 36.7 kg/cm²

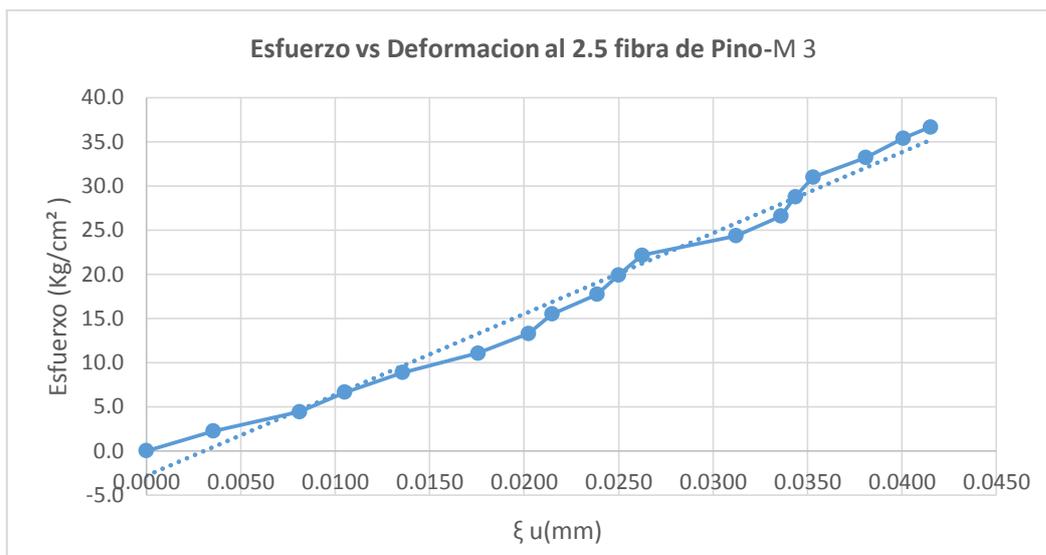


Gráfico 20 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino.

Tabla 45 Resistencia a compresión del adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino

Resistencia a Compresión al 2.5 % de Fibra de Pino-M4

| | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.57 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.38 | | | |
| Alto (cm) | 10.33 | 103.25 | | |
| Alto (mm) | 103.25 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 224.01 | | | |
| Carga Max (kg/) | 6844 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.380 | 2.2 | 0.0037 |
| 3 | 1000 | 0.620 | 4.5 | 0.0060 |
| 4 | 1500 | 1.020 | 6.7 | 0.0099 |
| 5 | 2000 | 1.380 | 8.9 | 0.0134 |
| 6 | 2500 | 1.650 | 11.2 | 0.0160 |
| 7 | 3000 | 1.920 | 13.4 | 0.0186 |
| 8 | 3500 | 2.170 | 15.6 | 0.0210 |
| 9 | 4000 | 2.420 | 17.9 | 0.0234 |
| 10 | 4500 | 2.700 | 20.1 | 0.0262 |
| 11 | 5000 | 2.940 | 22.3 | 0.0285 |
| 12 | 5500 | 3.270 | 24.6 | 0.0317 |
| 13 | 6000 | 3.580 | 26.8 | 0.0347 |
| 14 | 6500 | 3.880 | 29.0 | 0.0376 |
| 15 | 6844 | 3.980 | 30.6 | 0.0385 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M4 su valor máximo de resistencia a compresión es de 30.6 kg/cm.

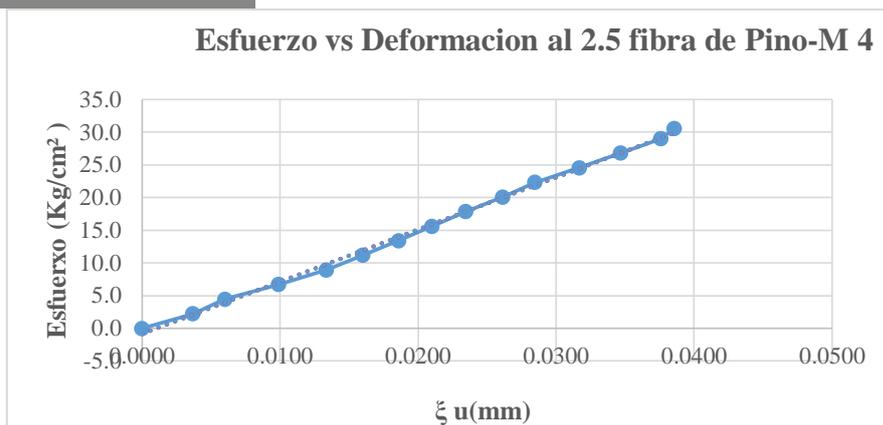


Gráfico 21 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino.

Tabla 46 Resistencia a compresión de adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino

Resistencia a Compresión al 2.5 % de Fibra de Pino-M5

| | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.52 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.29 | | | |
| Alto (cm) | 10.43 | 104.25 | | |
| Alto (mm) | 104.25 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 221.93 | | | |
| Carga max (kg/) | 8154 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξl (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξu (mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.680 | 2.3 | 0.0065 |
| 3 | 1000 | 0.850 | 4.5 | 0.0082 |
| 4 | 1500 | 1.030 | 6.8 | 0.0099 |
| 5 | 2000 | 1.180 | 9.0 | 0.0113 |
| 6 | 2500 | 1.350 | 11.3 | 0.0129 |
| 7 | 3000 | 1.580 | 13.5 | 0.0152 |
| 8 | 3500 | 1.720 | 15.8 | 0.0165 |
| 9 | 4000 | 1.900 | 18.0 | 0.0182 |
| 10 | 4500 | 2.050 | 20.3 | 0.0197 |
| 11 | 5000 | 2.300 | 22.5 | 0.0221 |
| 12 | 5500 | 2.540 | 24.8 | 0.0244 |
| 13 | 6000 | 2.740 | 27.0 | 0.0263 |
| 14 | 6500 | 3.050 | 29.3 | 0.0293 |
| 15 | 7000 | 3.460 | 31.5 | 0.0332 |
| 16 | 7500 | 3.900 | 33.8 | 0.0374 |
| 17 | 8000 | 4.520 | 36.0 | 0.0434 |
| 18 | 8154 | 4.700 | 36.7 | 0.0451 |

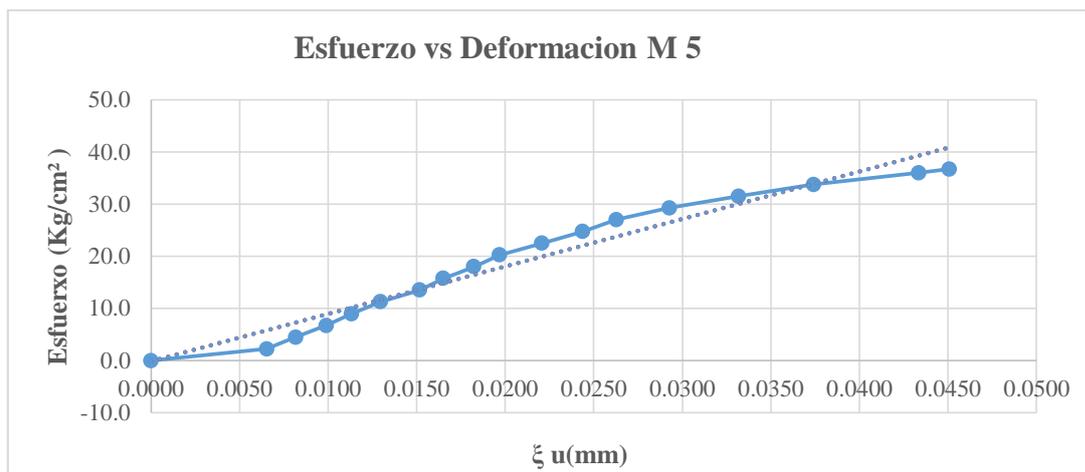


Gráfico 22 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino

Tabla 47 Resistencia a compresión de adobe compactado con 2.5 % de fibra de pino

Resistencia a Compresión al 2.5 % de Fibra de Pino-M6

| Ancho cara prom (cm) | 14.49 | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Largo cara prom (cm) | 15.45 | | | |
| Alto (cm) | 10.59 | 105.85 | | |
| Alto (mm) | 105.85 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 223.79 | | | |
| Carga max (kg/) | 7498 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξl (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξu (mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.340 | 2.2 | 0.0032 |
| 3 | 1000 | 0.620 | 4.5 | 0.0059 |
| 4 | 1500 | 0.840 | 6.7 | 0.0079 |
| 5 | 2000 | 1.030 | 8.9 | 0.0097 |
| 6 | 2500 | 1.380 | 11.2 | 0.0130 |
| 7 | 3000 | 1.660 | 13.4 | 0.0157 |
| 8 | 3500 | 1.890 | 15.6 | 0.0179 |
| 9 | 4000 | 2.130 | 17.9 | 0.0201 |
| 10 | 4500 | 2.480 | 20.1 | 0.0234 |
| 11 | 5000 | 2.720 | 22.3 | 0.0257 |
| 12 | 5500 | 3.050 | 24.6 | 0.0288 |
| 13 | 6000 | 3.350 | 26.8 | 0.0316 |
| 14 | 6500 | 3.820 | 29.0 | 0.0361 |
| 15 | 7000 | 4.200 | 31.3 | 0.0397 |
| 16 | 7498 | 4.350 | 33.5 | 0.0411 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M4 su valor máximo de resistencia a compresión es de 33.5 kg/cm.

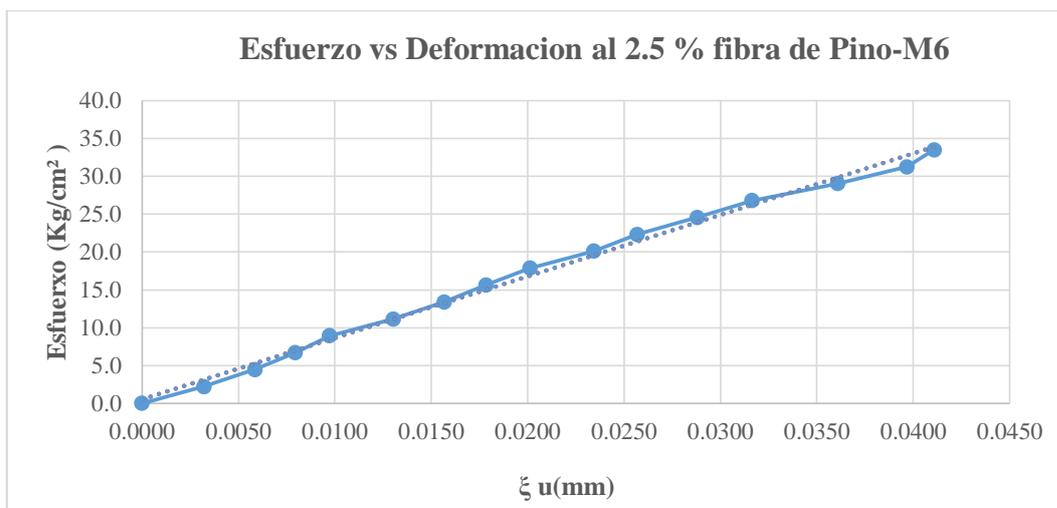


Gráfico 23 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino.

Tabla 48 Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino

Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 5 % de Fibra de Pino-M1

| | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.66 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.06 | | | |
| Alto (cm) | 10.22 | 102.15 | | |
| Alto (mm) | 102.15 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 220.78 | | | |
| Carga max (kg/) | 4845 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u (mm) |
| 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.500 | 2.3 | 0.0049 |
| 3 | 1000 | 0.800 | 4.5 | 0.0078 |
| 4 | 1500 | 1.350 | 6.8 | 0.0132 |
| 5 | 2000 | 2.100 | 9.1 | 0.0206 |
| 6 | 2500 | 2.500 | 11.3 | 0.0245 |
| 7 | 3000 | 3.950 | 13.6 | 0.0387 |
| 8 | 3500 | 4.010 | 15.9 | 0.0393 |
| 9 | 4000 | 4.850 | 18.1 | 0.0475 |
| 10 | 4845 | 4.950 | 21.9 | 0.0485 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M1 su valor máximo de resistencia a compresión es de

21.9 kg/cm.

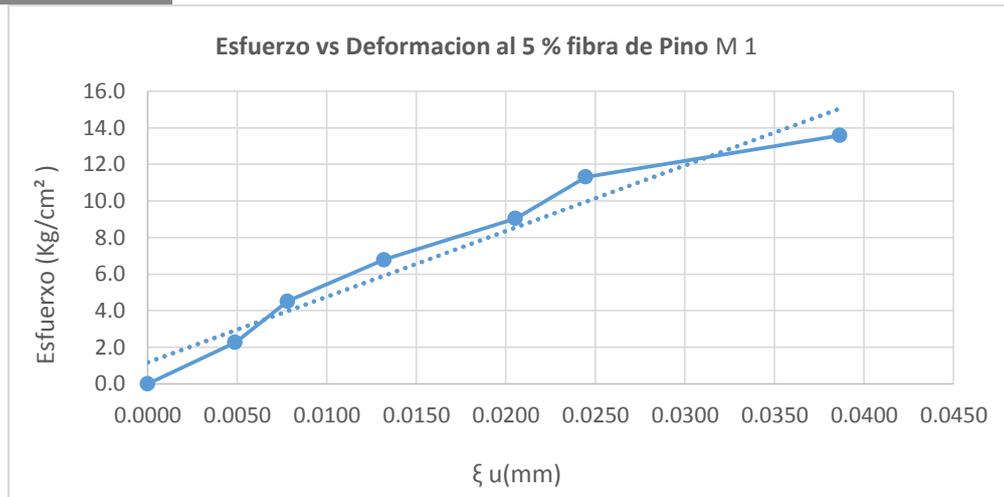


Gráfico 24 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5 % Fibra de Pino

Tabla 49 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino

| Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 5 % de Fibra de Pino-M2 | | | | |
|---|--------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.51 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.13 | | | |
| Alto (cm) | 10.43 | 104.25 | | |
| Alto (mm) | 104.25 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 219.54 | | | |
| Carga max (kg/) | 6958 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξl (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξu (mm) |
| 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.470 | 2.3 | 0.0045 |
| 3 | 1000 | 0.840 | 4.6 | 0.0081 |
| 4 | 1500 | 1.290 | 6.8 | 0.0124 |
| 5 | 2000 | 1.620 | 9.1 | 0.0155 |
| 6 | 2500 | 1.960 | 11.4 | 0.0188 |
| 7 | 3000 | 2.310 | 13.7 | 0.0222 |
| 8 | 3500 | 2.650 | 15.9 | 0.0254 |
| 9 | 4000 | 2.990 | 18.2 | 0.0287 |
| 10 | 4500 | 3.410 | 20.5 | 0.0327 |
| 11 | 5000 | 3.830 | 22.8 | 0.0367 |
| 12 | 5500 | 4.250 | 25.1 | 0.0408 |
| 13 | 6000 | 4.760 | 27.3 | 0.0457 |
| 14 | 6500 | 5.430 | 29.6 | 0.0521 |
| 15 | 6958 | 5.570 | 31.7 | 0.0534 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M2 su valor máximo de resistencia a compresión es de

31.7 kg/cm

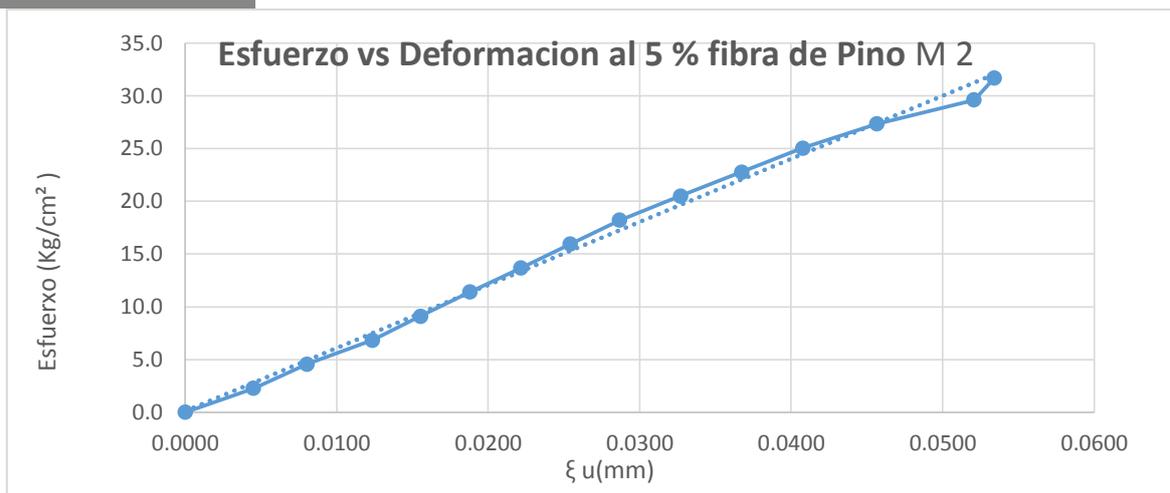


Gráfico 25. Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino

Tabla 50 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino

| Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 5 % de Fibra de Pino-M3 | | | | |
|--|--------------|----------------------|------------------------------|---------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.34 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.18 | | | |
| Alto (cm) | 10.58 | 105.75 | | |
| Alto (mm) | 105.75 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 217.61 | | | |
| Carga Max (kg/) | 7850 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | σ= P/A (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.440 | 2.3 | 0.0042 |
| 3 | 1000 | 0.790 | 4.6 | 0.0075 |
| 4 | 1500 | 1.190 | 6.9 | 0.0113 |
| 5 | 2000 | 1.490 | 9.2 | 0.0141 |
| 6 | 2500 | 1.820 | 11.5 | 0.0172 |
| 7 | 3000 | 2.120 | 13.8 | 0.0200 |
| 8 | 3500 | 2.390 | 16.1 | 0.0226 |
| 9 | 4000 | 2.650 | 18.4 | 0.0251 |
| 10 | 4500 | 2.930 | 20.7 | 0.0277 |
| 11 | 5000 | 3.260 | 23.0 | 0.0308 |
| 12 | 5500 | 3.560 | 25.3 | 0.0337 |
| 13 | 6000 | 3.870 | 27.6 | 0.0366 |
| 14 | 6500 | 4.210 | 29.9 | 0.0398 |
| 15 | 7000 | 4.540 | 32.2 | 0.0429 |
| 16 | 7500 | 4.950 | 34.5 | 0.0468 |
| 17 | 7850 | 5.100 | 36.1 | 0.0482 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M3 su valor máximo de resistencia a compresión es de 36.1 kg/cm

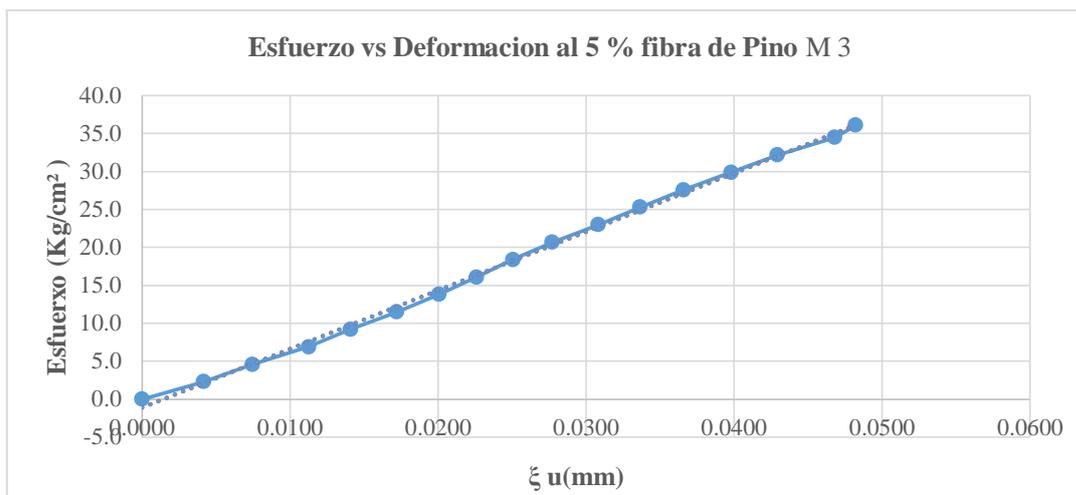


Gráfico 26 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino

Tabla 51 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino

Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 5 % de Fibra de Pino-M4

| | | |
|-----------------------------------|--------|-------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.43 | |
| Largo cara prom (cm) | 15.10 | |
| Alto (cm) | 10.42 | 104.2 |
| Alto (mm) | 104.20 | |
| Área cara prom (cm ²) | 217.82 | |
| Carga Max (kg/) | 7627 | |

| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
|----|-----------------|-----------------------------|---|----------------|
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.450 | 2.3 | 0.0043 |
| 3 | 1000 | 0.850 | 4.6 | 0.0082 |
| 4 | 1500 | 1.130 | 6.9 | 0.0108 |
| 5 | 2000 | 1.510 | 9.2 | 0.0145 |
| 6 | 2500 | 1.750 | 11.5 | 0.0168 |
| 7 | 3000 | 2.000 | 13.8 | 0.0192 |
| 8 | 3500 | 2.200 | 16.1 | 0.0211 |
| 9 | 4000 | 2.480 | 18.4 | 0.0238 |
| 10 | 4500 | 2.720 | 20.7 | 0.0261 |
| 11 | 5000 | 2.850 | 23.0 | 0.0274 |
| 12 | 5500 | 3.220 | 25.3 | 0.0309 |
| 13 | 6000 | 3.570 | 27.5 | 0.0343 |
| 14 | 6500 | 3.960 | 29.8 | 0.0380 |
| 15 | 7000 | 4.530 | 32.1 | 0.0435 |
| 16 | 7500 | 4.620 | 34.4 | 0.0443 |
| 17 | 7627 | 4.720 | 35.0 | 0.0453 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M4 su valor máximo de resistencia a compresión es de 35.0 kg/cm

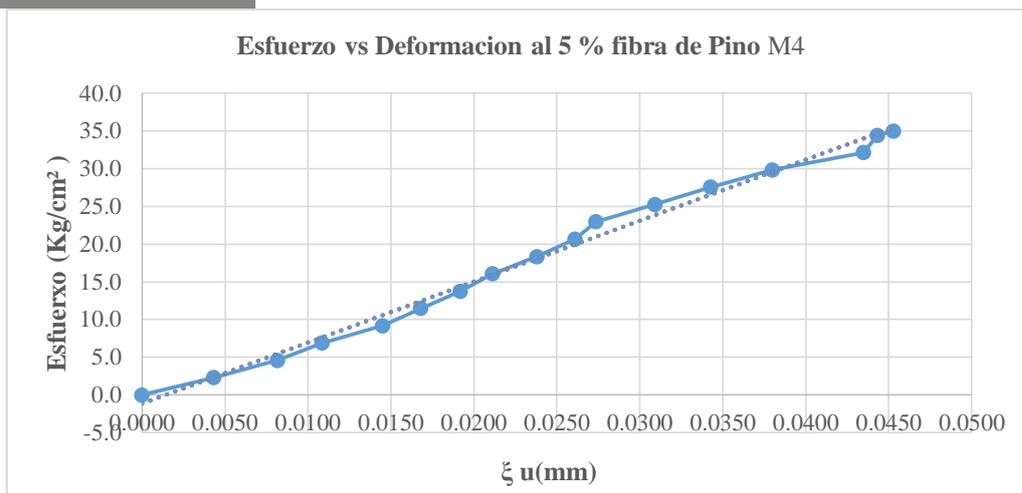


Gráfico 27 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino.

Tabla 52 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino

Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 5 % de Fibra de Pino-M5

| | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.48 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.34 | | | |
| Alto (cm) | 10.57 | 105.7 | | |
| Alto (mm) | 105.70 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 222.05 | | | |
| Carga Max (kg/) | 8325 | | | |
| Nº | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.270 | 2.3 | 0.0026 |
| 3 | 1000 | 0.710 | 4.5 | 0.0067 |
| 4 | 1500 | 1.110 | 6.8 | 0.0105 |
| 5 | 2000 | 1.520 | 9.0 | 0.0144 |
| 6 | 2500 | 1.930 | 11.3 | 0.0183 |
| 7 | 3000 | 2.250 | 13.5 | 0.0213 |
| 8 | 3500 | 2.670 | 15.8 | 0.0253 |
| 9 | 4000 | 3.010 | 18.0 | 0.0285 |
| 10 | 4500 | 3.350 | 20.3 | 0.0317 |
| 11 | 5000 | 3.740 | 22.5 | 0.0354 |
| 12 | 5500 | 4.110 | 24.8 | 0.0389 |
| 13 | 6000 | 4.570 | 27.0 | 0.0432 |
| 14 | 6500 | 5.120 | 29.3 | 0.0484 |
| 15 | 7000 | 5.710 | 31.5 | 0.0540 |
| 16 | 7500 | 5.920 | 33.8 | 0.0560 |
| 17 | 7627 | 6.180 | 34.3 | 0.0585 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M5 su valor máximo de resistencia a compresión es de 34.3 kg/cm

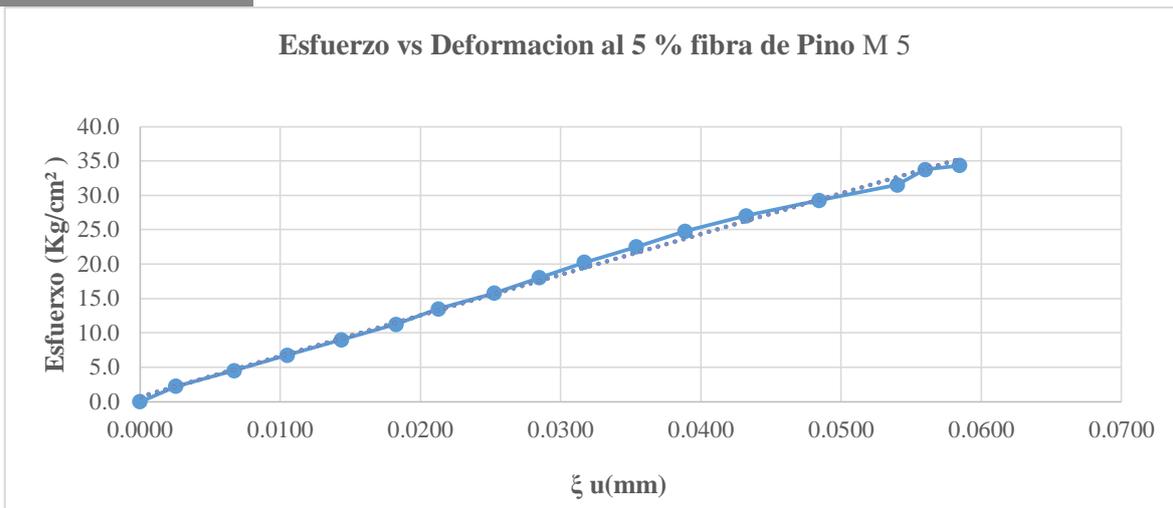


Gráfico 28 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino.

Tabla 53 Resistencia a compresión de adobe compactado con 5 % de fibra de pino

Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 5 % de Fibra de Pino-M6

| Ancho cara prom (cm) | 14.35 | | | |
|-----------------------------------|--------------|----------------------|------------------------------|---------|
| Largo cara prom (cm) | 15.19 | | | |
| Alto (cm) | 10.57 | 105.7 | | |
| Alto (mm) | 105.70 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 217.9 | | | |
| Carga Max (kg/) | 7820 | | | |
| Nº | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | σ= P/A (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.430 | 2.3 | 0.0041 |
| 3 | 1000 | 0.760 | 4.6 | 0.0072 |
| 4 | 1500 | 1.080 | 6.9 | 0.0102 |
| 5 | 2000 | 1.350 | 9.2 | 0.0128 |
| 6 | 2500 | 1.600 | 11.5 | 0.0151 |
| 7 | 3000 | 1.830 | 13.8 | 0.0173 |
| 8 | 3500 | 2.020 | 16.1 | 0.0191 |
| 9 | 4000 | 2.220 | 18.4 | 0.0210 |
| 10 | 4500 | 2.420 | 20.7 | 0.0229 |
| 11 | 5000 | 2.600 | 22.9 | 0.0246 |
| 12 | 5500 | 2.770 | 25.2 | 0.0262 |
| 13 | 6000 | 3.000 | 27.5 | 0.0284 |
| 14 | 6500 | 3.250 | 29.8 | 0.0307 |
| 15 | 7000 | 3.500 | 32.1 | 0.0331 |
| 16 | 7500 | 3.860 | 34.4 | 0.0365 |
| 17 | 7820 | 4.550 | 35.9 | 0.0430 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M6 su valor máximo de resistencia a compresión es de 35.9 kg/cm

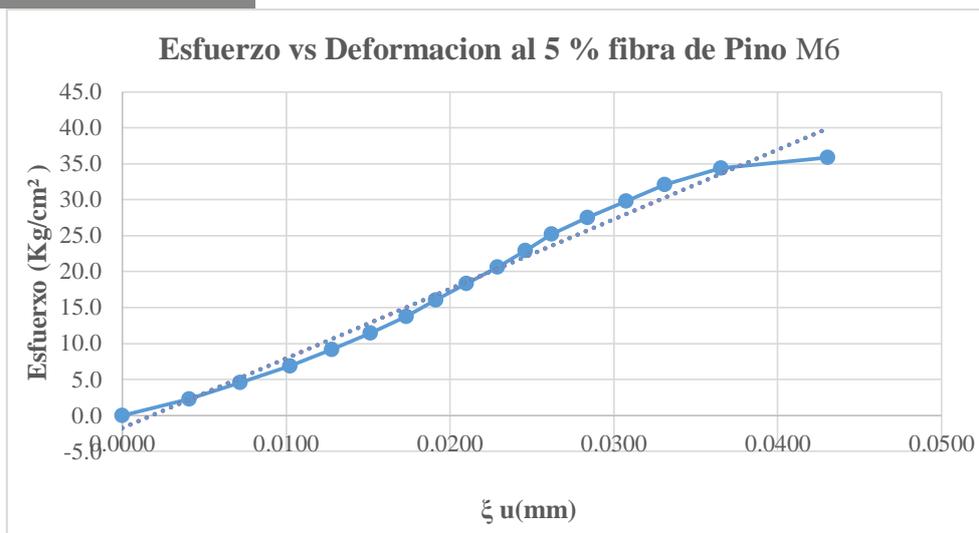


Gráfico 29 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 5% Fibra de Pino

Tabla 54 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino

| Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 7 % de Fibra de Pino-M1 | | | | | |
|--|--------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------|--|
| Ancho cara prom (cm) | 14.48 | | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.08 | | | | |
| Alto (cm) | 10.24 | | | | |
| Alto (mm) | 102.40 | | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 218.29 | | | | |
| Carga Max (kg/) | 6394 | | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u(mm) | |
| 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0000 | |
| 2 | 500 | 0.560 | 2.3 | 0.0055 | |
| 3 | 1000 | 1.250 | 4.6 | 0.0122 | |
| 4 | 1500 | 1.740 | 6.9 | 0.0170 | |
| 5 | 2000 | 2.230 | 9.2 | 0.0218 | |
| 6 | 2500 | 2.620 | 11.5 | 0.0256 | |
| 7 | 3000 | 3.080 | 13.7 | 0.0301 | |
| 8 | 3500 | 3.460 | 16.0 | 0.0338 | |
| 9 | 4000 | 3.920 | 18.3 | 0.0383 | |
| 10 | 4500 | 4.360 | 20.6 | 0.0426 | |
| 11 | 5000 | 4.840 | 22.9 | 0.0473 | |
| 12 | 5500 | 5.440 | 25.2 | 0.0531 | |
| 13 | 6000 | 5.750 | 27.5 | 0.0562 | |
| 14 | 6394 | 6.250 | 29.3 | 0.0610 | |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M1 su valor máximo de resistencia a compresión es de 35.9 kg/cm

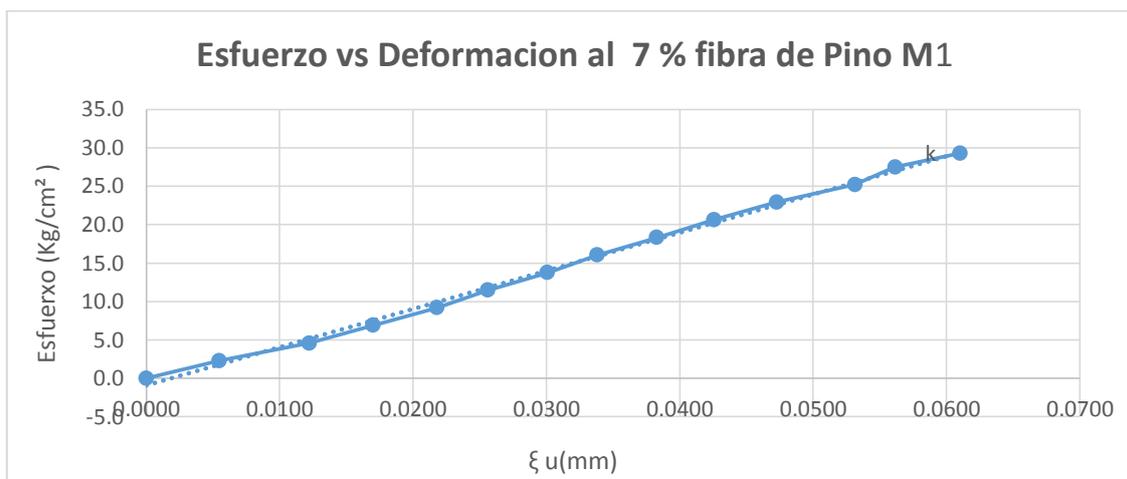


Gráfico 30 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino, demostrando con ello un nivel superior a lo establecido en el RNE

Tabla 55 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino

Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 7 % de Fibra de Pino-M2

| | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|--|--|--------------------------------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.55 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.49 | | | |
| Alto (cm) | 10.30 | 102.95 | | |
| Alto (mm) | 102.95 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 225.31 | | | |
| Carga Max (kg/) | 4274 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξl (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm²) | ξu (mm) |
| 1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.810 | 2.2 | 0.0079 |
| 3 | 1000 | 1.240 | 4.4 | 0.0120 |
| 4 | 1500 | 1.530 | 6.7 | 0.0149 |
| 5 | 2000 | 1.840 | 8.9 | 0.0179 |
| 6 | 2500 | 2.090 | 11.1 | 0.0203 |
| 7 | 3000 | 2.420 | 13.3 | 0.0235 |
| 8 | 3500 | 2.760 | 15.5 | 0.0268 |
| 9 | 4000 | 3.350 | 17.8 | 0.0325 |
| 10 | 4274 | 3.500 | 19.0 | 0.0340 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M2 su valor máximo de resistencia a compresión es de 19.0 kg/cm, demostrando con ello un nivel superior a lo establecido en el RNE.

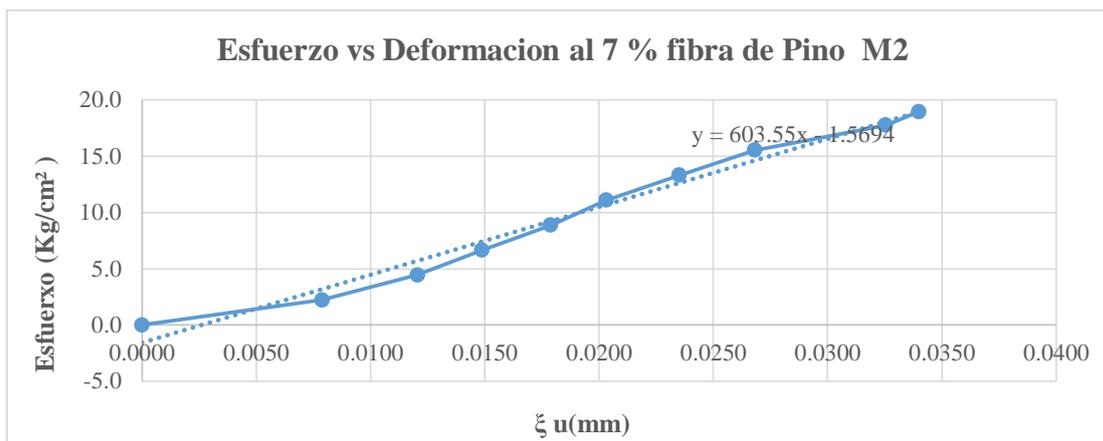


Gráfico 31 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino

Tabla 56 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino

| Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 7 % de Fibra de Pino-M3 | | | | |
|--|--------------|----------------------|------------------------------|---------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.76 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.50 | | | |
| Alto (cm) | 10.30 | 103 | | |
| Alto (mm) | 103.00 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 228.71 | | | |
| Carga Max (kg/) | 6737 | | | |
| Nº | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | σ= P/A (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.410 | 2.2 | 0.0040 |
| 3 | 1000 | 0.730 | 4.4 | 0.0071 |
| 4 | 1500 | 1.070 | 6.6 | 0.0104 |
| 5 | 2000 | 1.420 | 8.7 | 0.0138 |
| 6 | 2500 | 1.770 | 10.9 | 0.0172 |
| 7 | 3000 | 2.060 | 13.1 | 0.0200 |
| 8 | 3500 | 2.360 | 15.3 | 0.0229 |
| 9 | 4000 | 2.750 | 17.5 | 0.0267 |
| 10 | 4500 | 3.060 | 19.7 | 0.0297 |
| 11 | 5000 | 3.430 | 21.9 | 0.0333 |
| 12 | 5500 | 3.860 | 24.0 | 0.0375 |
| 13 | 6000 | 4.450 | 26.2 | 0.0432 |
| 14 | 6500 | 5.260 | 28.4 | 0.0511 |
| 15 | 6737 | 5.450 | 29.5 | 0.0529 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M3 su valor máximo de resistencia a compresión es de 29.5 kg/cm, demostrando con ello un nivel superior a lo establecido en el RNE.

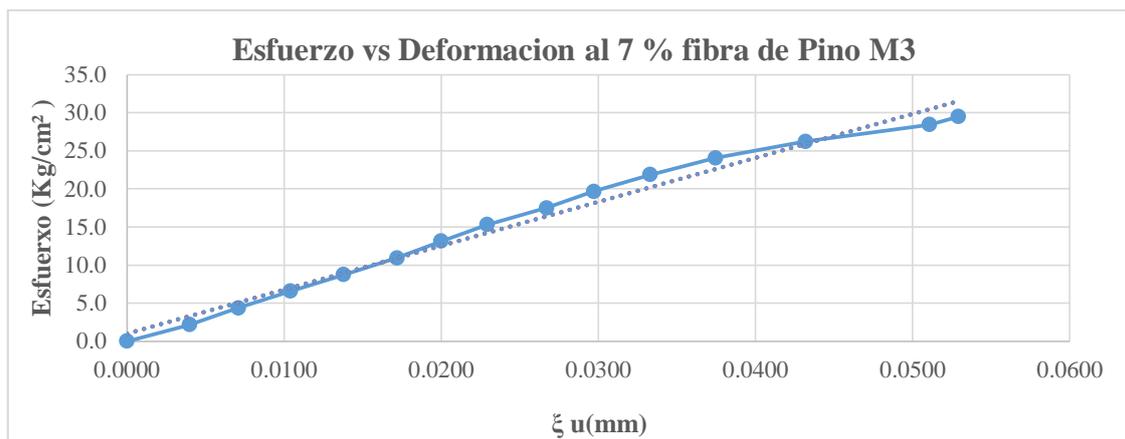


Gráfico 32 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino.

Tabla 57 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino

Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 7 % de Fibra de Pino-M4

| | | |
|-----------------------------------|--------|-------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.45 | |
| Largo cara prom (cm) | 15.39 | |
| Alto (cm) | 10.17 | 101.7 |
| Alto (mm) | 101.70 | |
| Área cara prom (cm ²) | 222.39 | |
| Carga max (kg/) | 6037 | |

| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | σ= P/A (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
|----|--------------|----------------------|------------------------------|---------|
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.350 | 2.2 | 0.0034 |
| 3 | 1000 | 0.620 | 4.5 | 0.0061 |
| 4 | 1500 | 0.920 | 6.7 | 0.0090 |
| 5 | 2000 | 1.170 | 9.0 | 0.0115 |
| 6 | 2500 | 1.440 | 11.2 | 0.0142 |
| 7 | 3000 | 1.890 | 13.5 | 0.0186 |
| 8 | 3500 | 2.210 | 15.7 | 0.0217 |
| 9 | 4000 | 2.590 | 18.0 | 0.0255 |
| 10 | 4500 | 2.950 | 20.2 | 0.0290 |
| 11 | 5000 | 3.360 | 22.5 | 0.0330 |
| 12 | 5500 | 4.070 | 24.7 | 0.0400 |
| 13 | 6037 | 4.230 | 27.1 | 0.0416 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M4 su valor máximo de resistencia a compresión es de 27.1 kg/cm, demostrando con ello un nivel superior a lo establecido en el RNE.

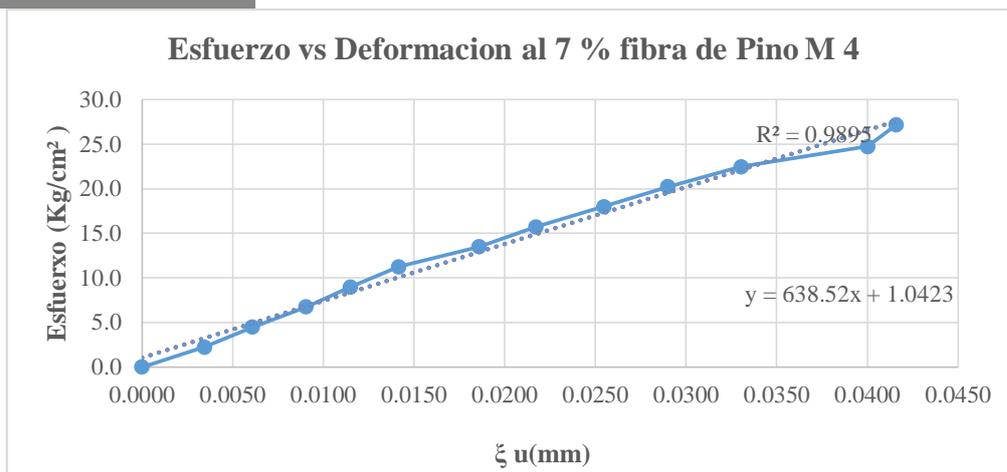


Gráfico 33 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino

Tabla 58 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino

Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 7 % de Fibra de Pino-M5

| | | |
|-----------------------------------|--------|-------|
| Ancho caro prom (cm) | 14.50 | |
| Largo cara prom (cm) | 15.34 | |
| Alto (cm) | 10.19 | 101.9 |
| Alto (mm) | 101.90 | |
| Área cara prom (cm ²) | 222.35 | |
| Carga max (kg/) | 5210 | |

| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | σ= P/A (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
|----|-----------------|-------------------------|---------------------------------|------------|
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.550 | 2.2 | 0.0054 |
| 3 | 1000 | 1.210 | 4.5 | 0.0119 |
| 4 | 1500 | 1.700 | 6.7 | 0.0167 |
| 5 | 2000 | 2.160 | 9.0 | 0.0212 |
| 6 | 2500 | 2.550 | 11.2 | 0.0250 |
| 7 | 3000 | 2.990 | 13.5 | 0.0293 |
| 8 | 3500 | 3.380 | 15.7 | 0.0332 |
| 9 | 4000 | 3.830 | 18.0 | 0.0376 |
| 10 | 4500 | 4.330 | 20.2 | 0.0425 |
| 11 | 5000 | 5.030 | 22.5 | 0.0494 |
| 12 | 5210 | 5.250 | 23.4 | 0.0515 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M5 su valor máximo de resistencia a compresión es de 23.4 kg/cm, demostrando con ello un nivel superior a lo establecido en el RNE.

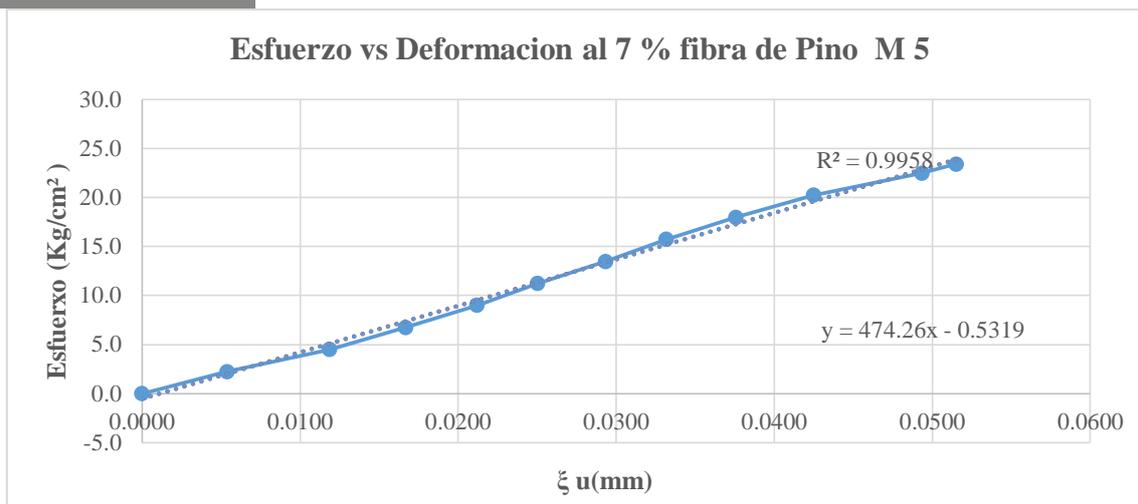


Gráfico 34 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino.

Tabla 59 Resistencia a compresión de adobe compactado con 7 % de fibra de pino

Ensayo Resistencia a Compresión de adobe Compactado al 7 % de Fibra de Pino-M6

| | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|---|----------------|
| Ancho cara prom (cm) | 14.70 | | | |
| Largo cara prom (cm) | 15.31 | | | |
| Alto (cm) | 10.26 | 102.6 | | |
| Alto (mm) | 102.60 | | | |
| Área cara prom (cm ²) | 225.06 | | | |
| Carga max (kg/) | 6730 | | | |
| N° | Carga (Kg-F) | Deformación ξ l (mm) | $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²) | ξ u(mm) |
| 1 | 0 | 0.000 | 0.0 | 0.0000 |
| 2 | 500 | 0.380 | 2.2 | 0.0037 |
| 3 | 1000 | 0.650 | 4.4 | 0.0063 |
| 4 | 1500 | 1.010 | 6.7 | 0.0098 |
| 5 | 2000 | 1.320 | 8.9 | 0.0129 |
| 6 | 2500 | 1.550 | 11.1 | 0.0151 |
| 7 | 3000 | 1.920 | 13.3 | 0.0187 |
| 8 | 3500 | 2.250 | 15.6 | 0.0219 |
| 9 | 4000 | 2.700 | 17.8 | 0.0263 |
| 10 | 4500 | 3.010 | 20.0 | 0.0293 |
| 11 | 5000 | 3.320 | 22.2 | 0.0324 |
| 12 | 5500 | 3.500 | 24.4 | 0.0341 |
| 13 | 6000 | 4.550 | 26.7 | 0.0443 |
| 14 | 6500 | 5.720 | 28.9 | 0.0558 |
| 15 | 6730 | 5.870 | 29.9 | 0.0572 |

Nota. En la presente tabla se observa que el espécimen M6 su valor máximo de resistencia a compresión es de 29.9 kg/cm, demostrando con ello un nivel superior a lo establecido en el RNE.

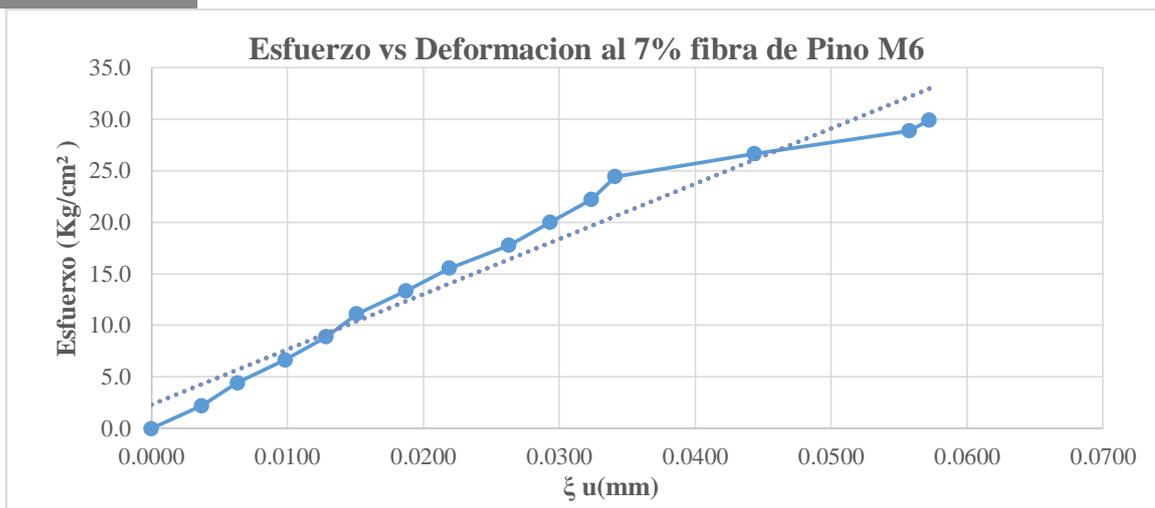


Gráfico 35 Representación gráfica del resultado a compresión de adobe compactado al 7% Fibra de Pino

Anexos 4: Resistencia a la Flexión.

Tabla 60 Resultado de ensayo a Flexión M1-2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón)

Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M1 al 2.5% de Icho o Paja (Muestra Patrón)

| | | Dimensiones | | | Promedio |
|------------------------|-------|-------------|-------|-------|----------|
| Longitud | 29.56 | 29.79 | 29.65 | 29.67 | |
| Ancho | 15.48 | 15.42 | 15.46 | 15.45 | |
| Altura | 9.93 | 9.82 | 9.87 | 9.87 | |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | | |

| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
|---------------------|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.450 | 22.50 | 4.48 | 0.046 |
| 400 | 0.910 | 22.50 | 8.97 | 0.092 |
| 600 | 1.600 | 22.50 | 13.45 | 0.162 |
| 800 | 1.870 | 22.50 | 17.94 | 0.189 |
| 1000 | 2.120 | 22.50 | 22.42 | 0.215 |
| 1200 | 2.350 | 22.50 | 26.91 | 0.238 |
| 1348 | 2.520 | 22.50 | 30.23 | 0.255 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe tradicional compactado al 2.5 % con fibra de ichu es de 30.23 kg/cm².

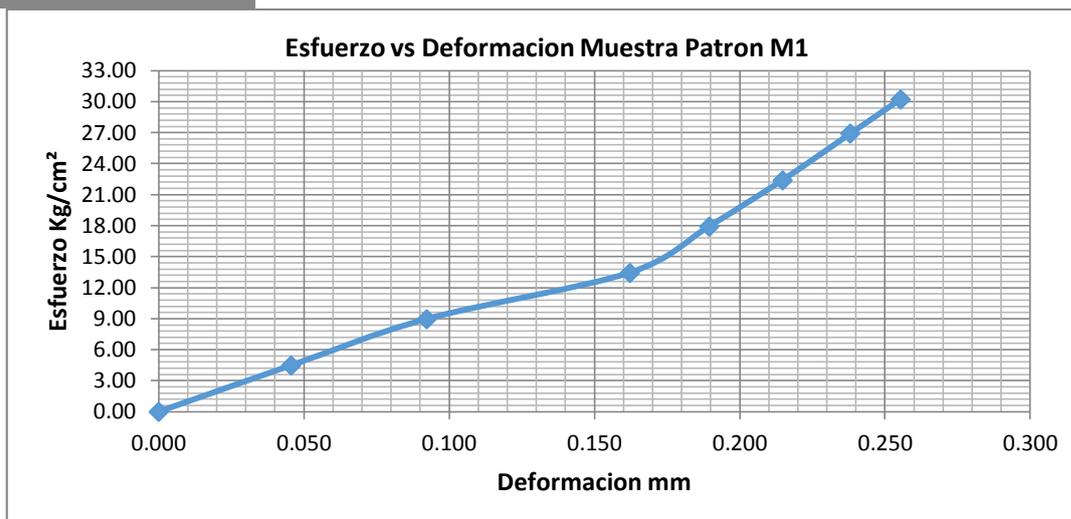


Gráfico 36 Determinación curva esfuerzo vs deformación M1 al 2.5 % Ichu (Muestra Patrón).

Tabla 61 Resultado de ensayo a Flexión M2 al 2.5 % Ichu o Paja (Muestra Patrón)

Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M2 al 2.5% de Ichu o Paja (Muestra Patrón).

| | | Dimensiones | | Promedio |
|------------------------|-------|-------------|-------|----------|
| Longitud | 29.48 | 29.74 | 29.80 | 29.67 |
| Ancho | 15.35 | 15.43 | 15.50 | 15.43 |
| Altura | 9.90 | 9.94 | 8.97 | 9.60 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |

| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
|---------------------|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.450 | 22.50 | 4.75 | 0.047 |
| 400 | 0.980 | 22.50 | 9.49 | 0.102 |
| 600 | 1.650 | 22.50 | 14.24 | 0.172 |
| 800 | 1.910 | 22.50 | 18.99 | 0.199 |
| 1000 | 2.080 | 22.50 | 23.73 | 0.217 |
| 1348 | 2.290 | 22.50 | 31.99 | 0.239 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe tradicional compactado al 2.5 % con fibra de ichu es de 31.99 kg/cm².

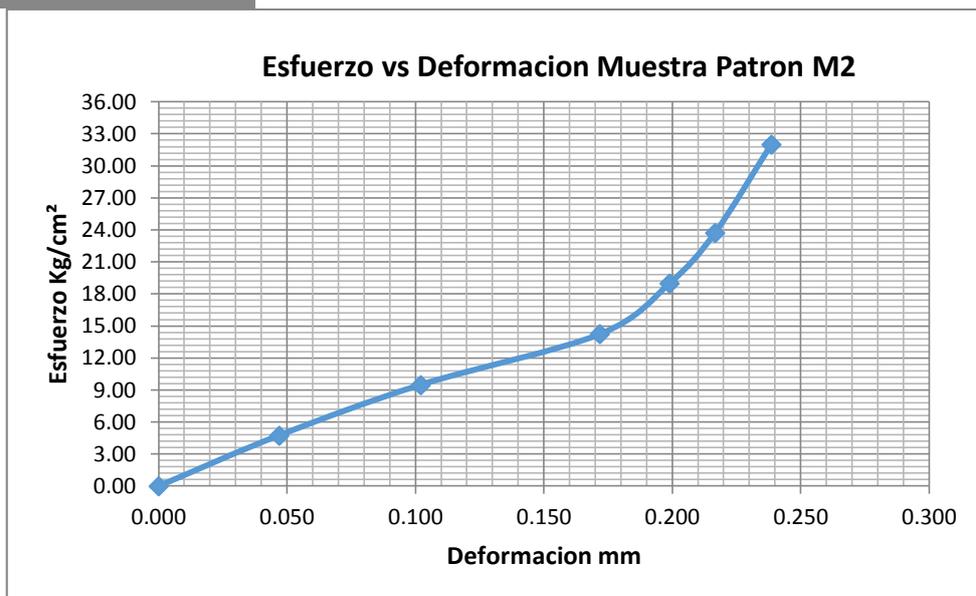


Gráfico 37 Determinación curva esfuerzo vs deformación M2 al 2.5 % Icho (Muestra Patrón).

Tabla 62 Resultado de ensayo a Flexión M3-2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón)
Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M3 al 2.5% de Icho o Paja (Muestra Patrón)

| | | Dimensiones | | Promedio |
|------------------------|-------|-------------|-------|----------|
| Longitud | 29.70 | 29.77 | 29.80 | 29.76 |
| Ancho | 15.31 | 15.26 | 15.35 | 15.31 |
| Altura | 9.91 | 10.00 | 10.10 | 10.00 |
| Distancia entre Apoyos | | 22.50 | | |

| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
|---------------------|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.200 | 22.50 | 4.41 | 0.020 |
| 400 | 0.380 | 22.50 | 8.82 | 0.038 |
| 600 | 0.600 | 22.50 | 13.23 | 0.060 |
| 800 | 0.760 | 22.50 | 17.64 | 0.076 |
| 1000 | 0.980 | 22.50 | 22.04 | 0.098 |
| 1171 | 1.400 | 22.50 | 25.81 | 0.140 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe tradicional compactado al 2.5 % con fibra de ichu es de 25.81 kg/cm².

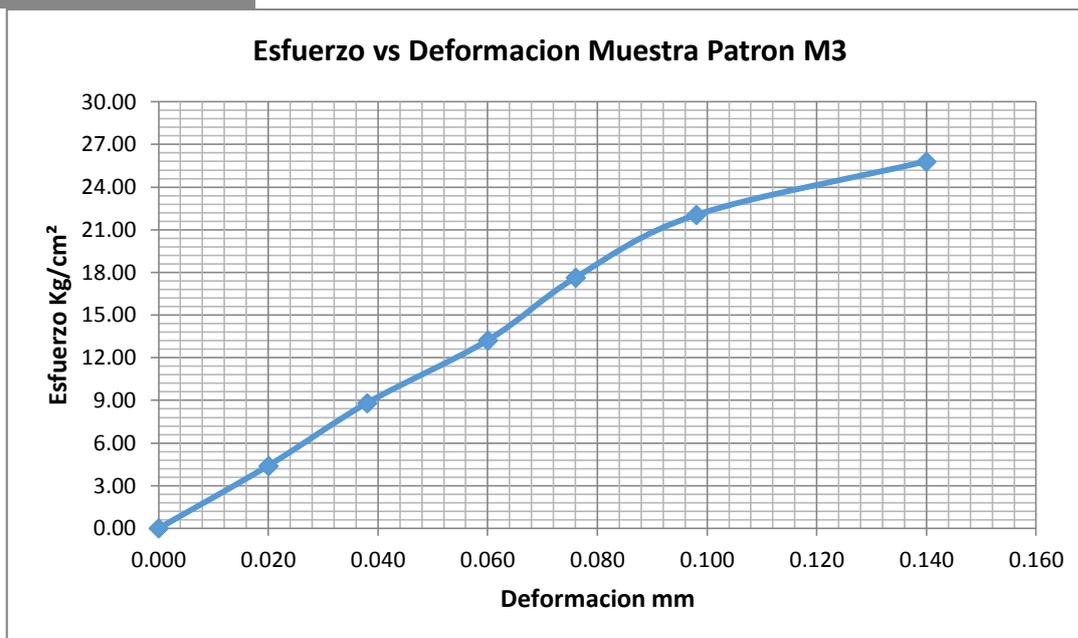


Gráfico 38 Determinación curva esfuerzo vs deformación M3-2.5 % Icho (Muestra Patrón).

Tabla 63 Resultado de ensayo a Flexión M4-2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón).

Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M4 al 2.5% de Icho o Paja
(Muestra Patrón)

| | | Dimensiones | | Promedio |
|------------------------|-------|-------------|-------|----------|
| Longitud | 29.60 | 29.69 | 29.72 | 29.67 |
| Ancho | 15.43 | 15.43 | 15.50 | 15.45 |
| Altura | 9.08 | 9.08 | 9.18 | 9.11 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |

| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
|---------------------|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.810 | 22.50 | 5.26 | 0.089 |
| 400 | 1.130 | 22.50 | 10.53 | 0.124 |
| 600 | 1.350 | 22.50 | 15.79 | 0.148 |
| 800 | 1.530 | 22.50 | 21.06 | 0.168 |
| 1000 | 1.720 | 22.50 | 26.32 | 0.189 |
| 1255 | 1.860 | 22.50 | 33.03 | 0.204 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe tradicional compactado al 2.5 % con fibra de ichu es de 33.03 kg/cm².

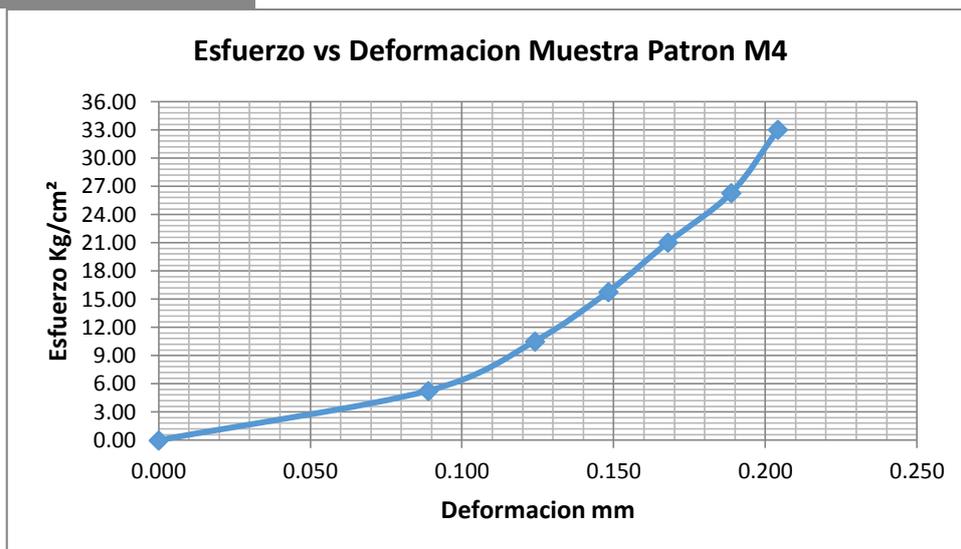


Gráfico 39 Determinación curva esfuerzo vs deformación M4-2.5 % Icho (Muestra Patrón)

Tabla 64 Resultado de ensayo a Flexión M5-2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón).

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M5 al 2.5% de Icho o Paja (Muestra Patrón) | | | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| Dimensiones | | | | Promedio |
| Longitud | 29.40 | 29.50 | 29.55 | 29.48 |
| Ancho | 15.36 | 15.27 | 15.30 | 15.31 |
| Altura | 9.90 | 9.80 | 9.95 | 9.88 |
| Distancia entre Apoyos | 22.50 | | | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.700 | 22.50 | 4.52 | 0.071 |
| 400 | 0.960 | 22.50 | 9.03 | 0.097 |
| 600 | 1.200 | 22.50 | 13.55 | 0.121 |
| 800 | 1.430 | 22.50 | 18.07 | 0.145 |
| 1000 | 1.610 | 22.50 | 22.58 | 0.163 |
| 1200 | 1.730 | 22.50 | 27.10 | 0.175 |
| 1310 | 1.830 | 22.50 | 29.58 | 0.185 |
| 1443 | 1.980 | 22.50 | 32.59 | 0.200 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe tradicional compactado al 2.5 % con fibra de ichu es de 32.59 kg/cm².

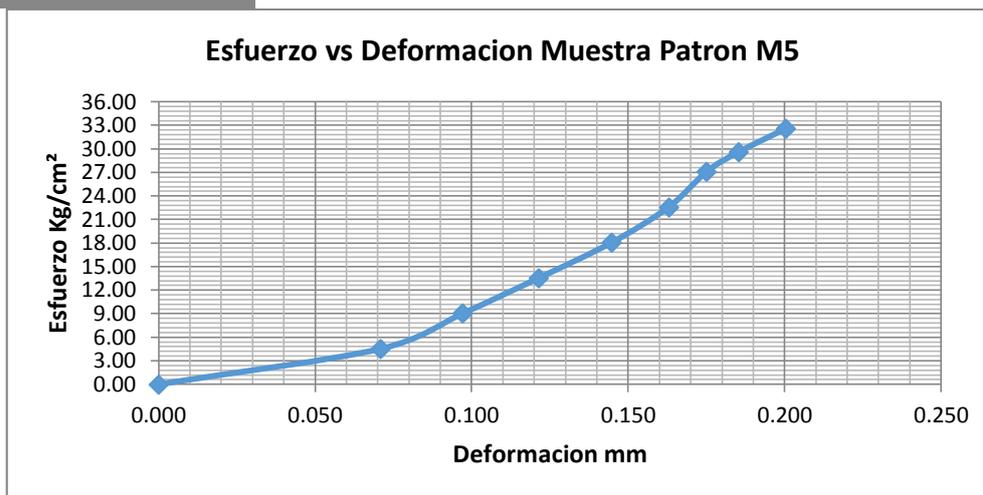


Gráfico 40 Determinación curva esfuerzo vs deformación M5-2.5 % Icho (Muestra Patrón)

Tabla 65 Resultado del ensayo a Flexión M6 al 2.5 % Icho o Paja (Muestra Patrón).

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M6 al 2.5% de Ichu o Paja (Muestra Patrón) | | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.75 | 29.74 | 29.79 | 29.76 |
| Ancho | 15.33 | 15.42 | 15.50 | 15.42 |
| Altura | 9.90 | 9.86 | 9.87 | 9.88 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.500 | 22.50 | 5.26 | 0.055 |
| 400 | 0.860 | 22.50 | 10.53 | 0.094 |
| 600 | 1.120 | 22.50 | 15.79 | 0.123 |
| 800 | 1.270 | 22.50 | 21.06 | 0.139 |
| 1000 | 1.500 | 22.50 | 26.32 | 0.165 |
| 1310 | 1.820 | 22.50 | 34.48 | 0.200 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe tradicional compactado al 2.5 % con fibra de ichu es de 34.48 kg/cm².

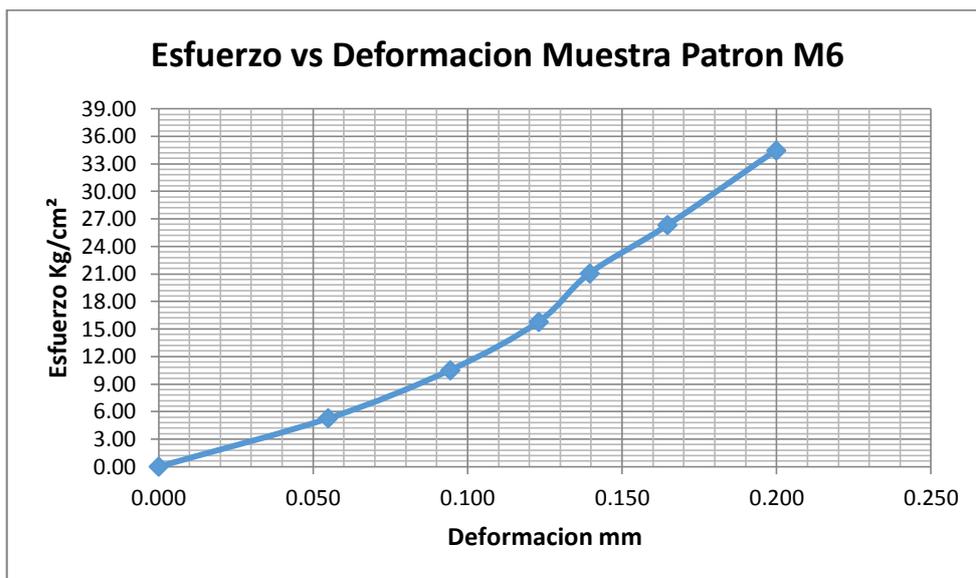


Gráfico 41 Determinación curva esfuerzo vs deformación M6-2.5 % Ichu (Muestra Patrón)

Tabla 66 Resultado de ensayo a Flexión M1-2.5 % con Fibra de Pino.

Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M1 al 2.5% de Fibra de Pino.

| | | Dimensiones | | | Promedio |
|------------------------|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|----------|
| Longitud | | 29.57 | 29.63 | 29.65 | 29.62 |
| Ancho | | 15.48 | 15.42 | 15.23 | 15.38 |
| Altura | | 9.75 | 9.63 | 9.72 | 9.70 |
| Distancia entre Apoyos | | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | deformación Unitaria (mm) | |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 | |
| 200 | 0.710 | 22.50 | 4.66 | 0.073 | |
| 400 | 1.050 | 22.50 | 9.33 | 0.108 | |
| 600 | 1.300 | 22.50 | 13.99 | 0.134 | |
| 800 | 1.800 | 22.50 | 18.66 | 0.186 | |
| 1000 | 2.190 | 22.50 | 23.32 | 0.226 | |
| 1135 | 2.950 | 22.50 | 26.47 | 0.304 | |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe l compactado al 2.5 % con fibra de pino es de 26.47 kg/cm².

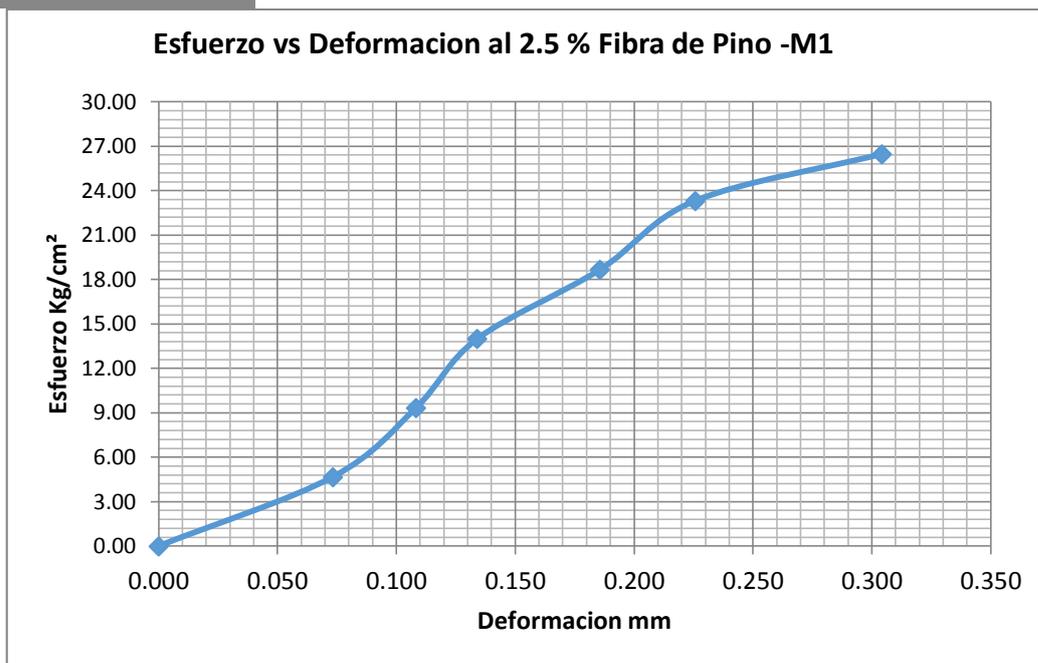


Gráfico 42 Determinación curva esfuerzo vs deformación M1 al 2.5 % con Fibra de Pino.

Tabla 67 Resultado de ensayo a Flexión M2-2.5 % con Fibra de Pino

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M2 al 2.5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.61 | 29.50 | 29.39 | 29.50 |
| Ancho | 15.31 | 15.33 | 15.35 | 15.33 |
| Altura | 10.00 | 10.26 | 9.86 | 10.04 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.500 | 22.50 | 4.37 | 0.050 |
| 400 | 1.080 | 22.50 | 8.74 | 0.108 |
| 600 | 1.350 | 22.50 | 13.10 | 0.134 |
| 800 | 1.690 | 22.50 | 17.47 | 0.168 |
| 1000 | 1.990 | 22.50 | 21.84 | 0.198 |
| 1059 | 2.100 | 22.50 | 23.13 | 0.209 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe l compactado al 2.5 % con fibra de pino es de 23.13 kg/cm².

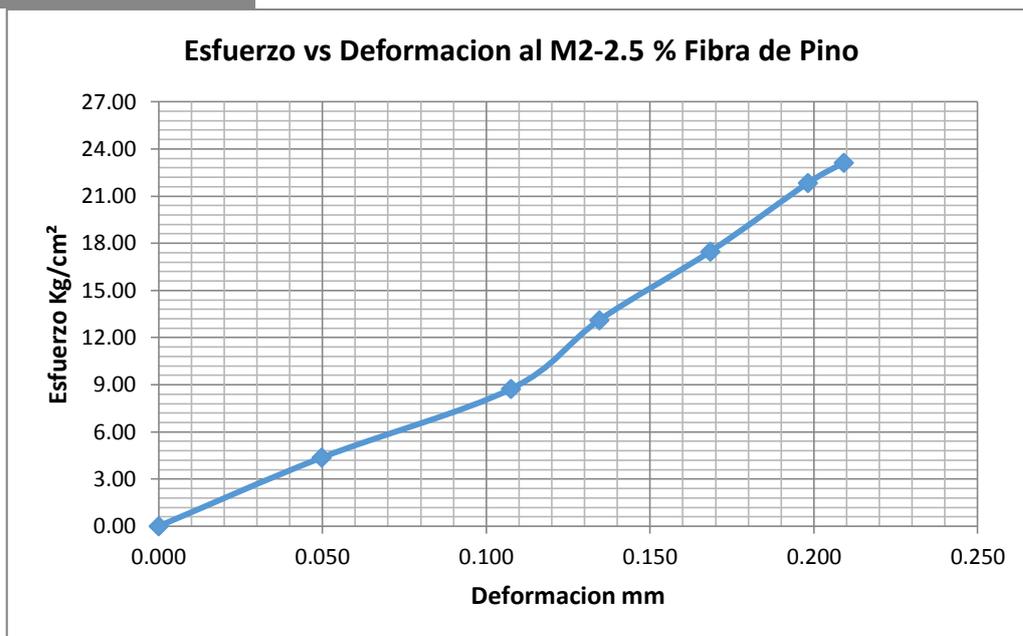


Gráfico 43 Determinación curva esfuerzo vs deformación M2 al 2.5 % con Fibra de Pino

Tabla 68 Resultado de ensayo a Flexión M3 al 2.5 % con Fibra de Pino

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M3 al 2.5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.34 | 29.41 | 29.39 | 29.38 |
| Ancho | 15.26 | 15.27 | 15.30 | 15.28 |
| Altura | 8.99 | 8.98 | 8.97 | 8.98 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.950 | 22.50 | 5.48 | 0.106 |
| 400 | 1.400 | 22.50 | 10.96 | 0.156 |
| 600 | 1.750 | 22.50 | 16.43 | 0.195 |
| 800 | 1.920 | 22.50 | 21.91 | 0.214 |
| 1000 | 2.110 | 22.50 | 27.39 | 0.235 |
| 1057 | 2.200 | 22.50 | 28.95 | 0.245 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe l compactado al 2.5 % con fibra de pino es de 28.95 kg/cm².

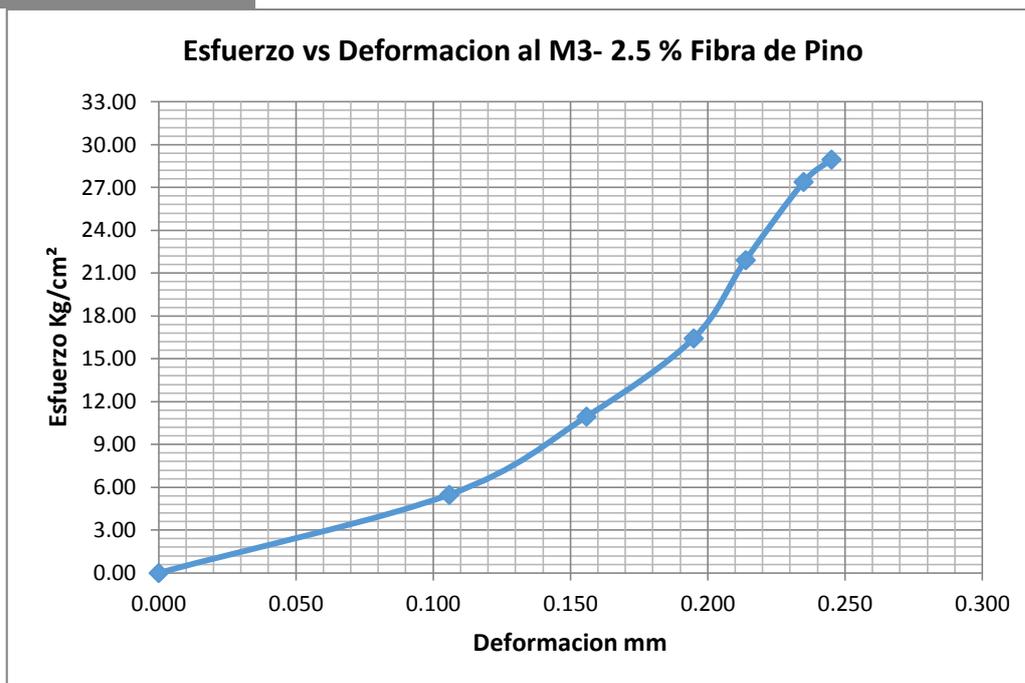


Gráfico 44 Determinación curva esfuerzo vs deformación M3-2.5 % con Fibra de Pino

Tabla 69 Resultado de ensayo a Flexión M4 al 2.5 % con Fibra de Pino

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M4 al 2.5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.61 | 29.81 | 29.85 | 29.76 |
| Ancho | 15.31 | 15.42 | 15.45 | 15.39 |
| Altura | 9.95 | 9.94 | 9.99 | 9.96 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.760 | 22.50 | 4.42 | 0.076 |
| 400 | 1.150 | 22.50 | 8.84 | 0.115 |
| 600 | 1.400 | 22.50 | 13.26 | 0.141 |
| 800 | 1.590 | 22.50 | 17.69 | 0.160 |
| 1000 | 1.800 | 22.50 | 22.11 | 0.181 |
| 1203 | 2.000 | 22.50 | 26.59 | 0.201 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe l compactado al 2.5 % con fibra de pino es de 26.59 kg/cm².

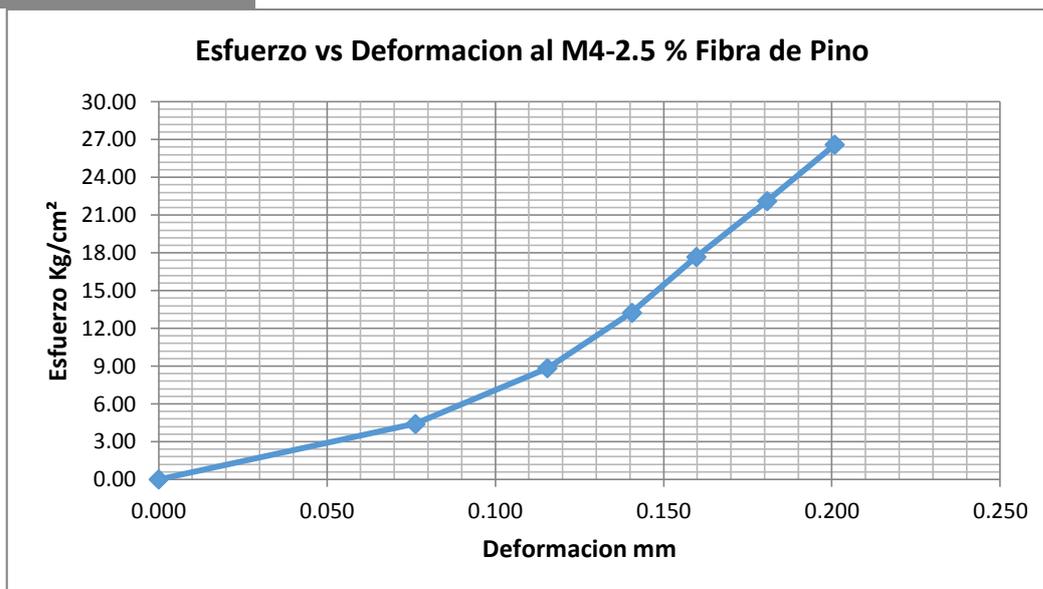


Gráfico 45 Determinación curva esfuerzo vs deformación M4-2.5 % con Fibra de Pino

Tabla 70 Resultado de ensayo a Flexión M5-2.5 % con Fibra de Pino

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M5 al 2.5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | Dimensiones | | Promedio |
| Longitud | 29.50 | 29.45 | 20.35 | 26.43 |
| Ancho | 15.24 | 15.20 | 15.25 | 15.23 |
| Altura | 10.16 | 10.20 | 10.25 | 10.20 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.120 | 22.50 | 4.42 | 0.012 |
| 400 | 0.270 | 22.50 | 8.84 | 0.027 |
| 600 | 0.570 | 22.50 | 13.26 | 0.057 |
| 800 | 0.900 | 22.50 | 17.69 | 0.090 |
| 1000 | 1.700 | 22.50 | 22.11 | 0.171 |
| 1052 | 1.950 | 22.50 | 23.26 | 0.196 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe l compactado al 2.5 % con fibra de pino es de 23.26 kg/cm² .

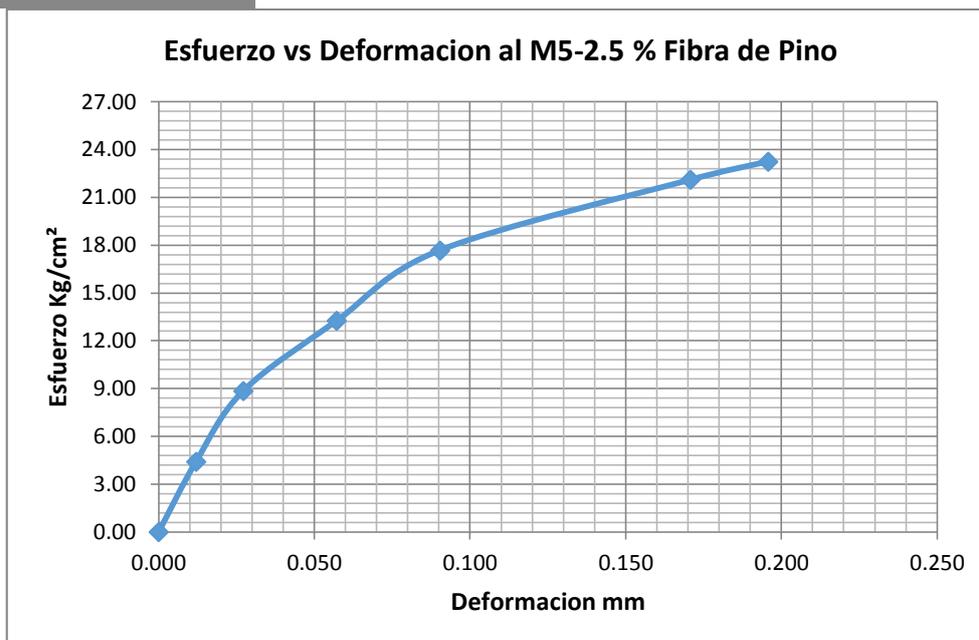


Gráfico 46 Determinación curva esfuerzo vs deformación M5-2.5 % con Fibra de Pino

Tabla 71 Resultado de ensayo a Flexión M6-2.5 % con Fibra de Pino

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M6 al 2.5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.66 | 29.50 | 29.55 | 29.57 |
| Ancho | 15.23 | 15.35 | 15.40 | 15.33 |
| Altura | 10.17 | 10.40 | 10.48 | 10.35 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.790 | 22.50 | 4.42 | 0.079 |
| 400 | 1.860 | 22.50 | 8.84 | 0.187 |
| 600 | 2.190 | 22.50 | 13.26 | 0.220 |
| 800 | 2.400 | 22.50 | 17.69 | 0.241 |
| 1000 | 2.620 | 22.50 | 22.11 | 0.263 |
| 1188 | 2.780 | 22.50 | 26.26 | 0.279 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe l compactado al 2.5 % con fibra de pino es de 26.26 kg/cm².

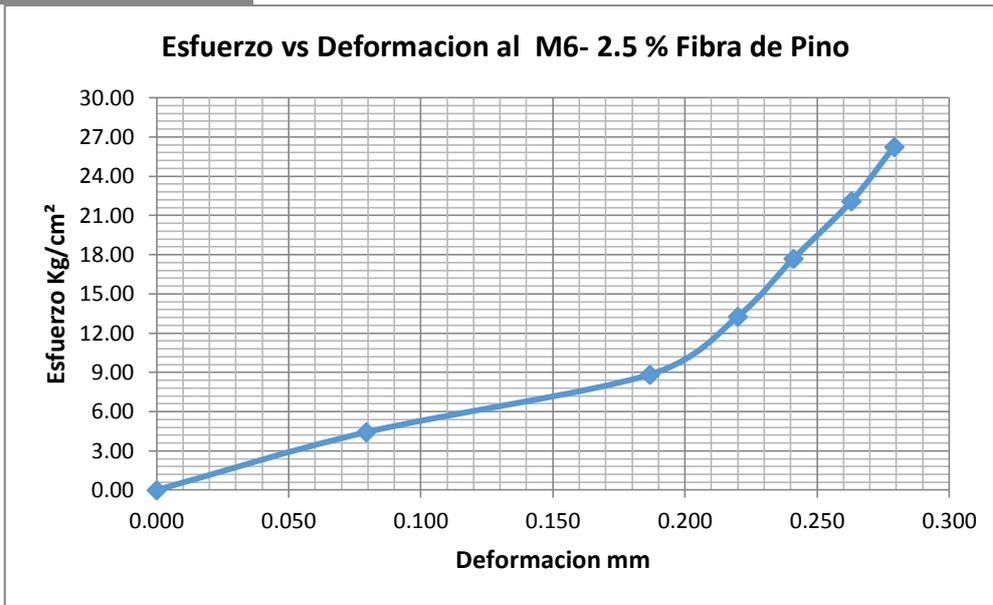


Gráfico 47 Determinación curva esfuerzo vs deformación M6-2.5 % con Fibra de Pino

Tabla 72 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M1

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M1 al 5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|-------------------|---------------------------|
| Dimensiones | | | | Promedio |
| Longitud | 29.45 | 29.50 | 29.53 | 29.49 |
| Ancho | 15.17 | 15.27 | 27.30 | 19.25 |
| Altura | 10.03 | 10.23 | 10.30 | 10.19 |
| Distancia entre Apoyos | 22.50 | | | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 1.200 | 22.50 | 3.38 | 0.118 |
| 400 | 1.650 | 22.50 | 6.75 | 0.162 |
| 600 | 2.030 | 22.50 | 10.13 | 0.199 |
| 800 | 2.230 | 22.50 | 13.51 | 0.219 |
| 1000 | 2.410 | 22.50 | 16.88 | 0.237 |
| 1200 | 2.650 | 22.50 | 20.26 | 0.260 |
| 1378 | 3.000 | 22.50 | 23.27 | 0.294 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 5 % con fibra de pino es de 23.27 kg/cm² .

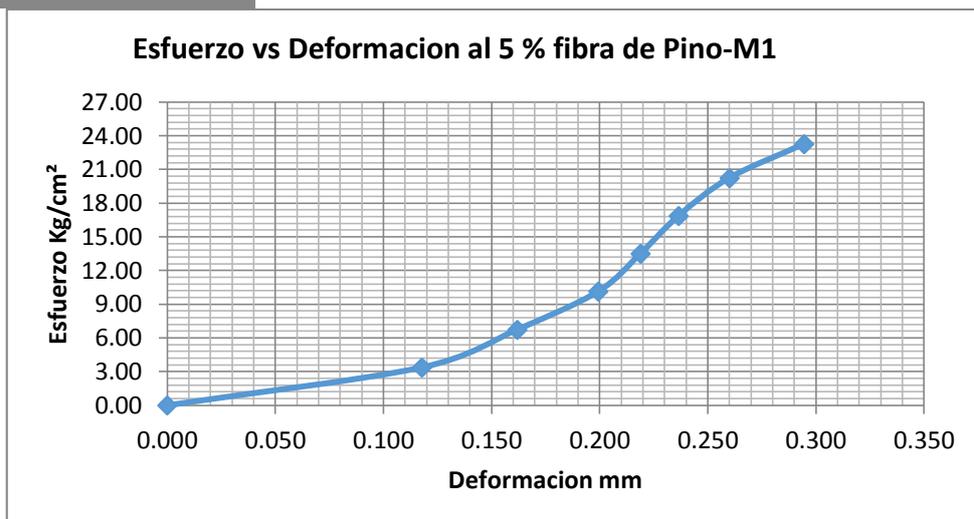


Gráfico 48 Determinación curva esfuerzo vs deformación M1 al 5 % con Fibra de Pino

Tabla 73 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M2

Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M2 al 5% de
Fibra de Pino.

| | Dimensiones | | | Promedio |
|------------------------|-------------|-------|-------|----------|
| Longitud | 29.64 | 29.62 | 29.70 | 29.65 |
| Ancho | 15.27 | 15.46 | 15.50 | 15.41 |
| Altura | 10.13 | 10.16 | 10.20 | 10.16 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |

| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
|---------------------|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.480 | 22.50 | 4.24 | 0.047 |
| 400 | 0.870 | 22.50 | 8.49 | 0.086 |
| 600 | 1.190 | 22.50 | 12.73 | 0.117 |
| 800 | 1.470 | 22.50 | 16.97 | 0.145 |
| 1000 | 1.620 | 22.50 | 21.22 | 0.159 |
| 1053 | 1.750 | 22.50 | 22.34 | 0.172 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 5 % con fibra de pino es de 22.34 kg/cm².

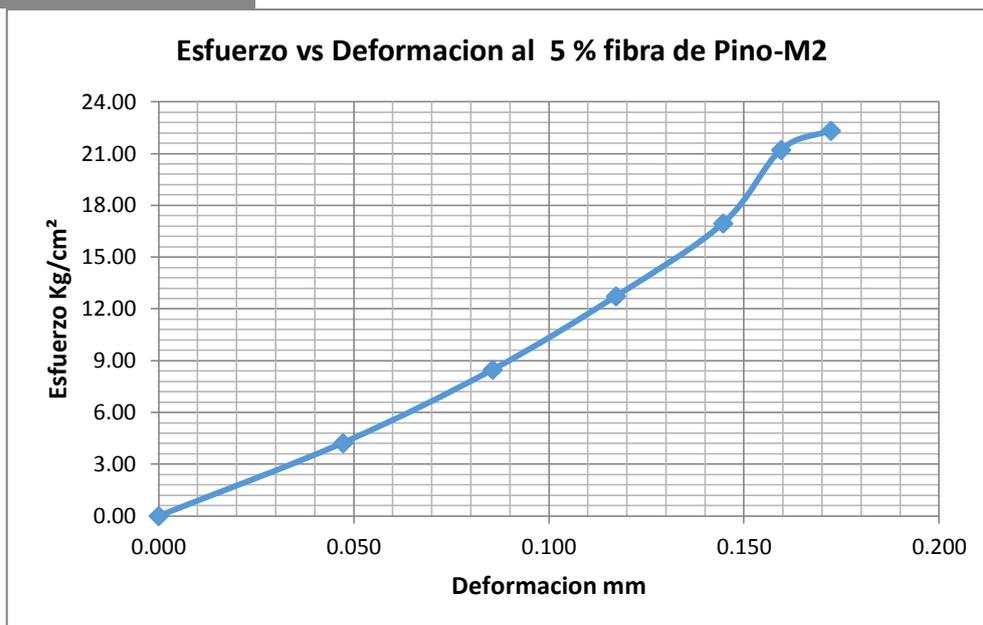


Gráfico 49 Determinación curva esfuerzo vs deformación M2 al 5 % con Fibra de Pino

Tabla 74 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M3

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M3 al 5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|-------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.45 | 29.46 | 29.50 | 29.47 |
| Ancho | 15.43 | 15.36 | 15.40 | 15.40 |
| Altura | 10.00 | 10.16 | 10.20 | 10.12 |
| Distancia entre Apoyos | 22.50 | | | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.520 | 22.50 | 4.28 | 0.051 |
| 400 | 0.970 | 22.50 | 8.56 | 0.096 |
| 600 | 1.270 | 22.50 | 12.84 | 0.125 |
| 800 | 1.670 | 22.50 | 17.12 | 0.165 |
| 1000 | 1.920 | 22.50 | 21.40 | 0.190 |
| 1200 | 2.180 | 22.50 | 25.68 | 0.215 |
| 1323 | 2.280 | 22.50 | 28.31 | 0.225 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 5 % con fibra de pino es de 28.31 kg/cm²

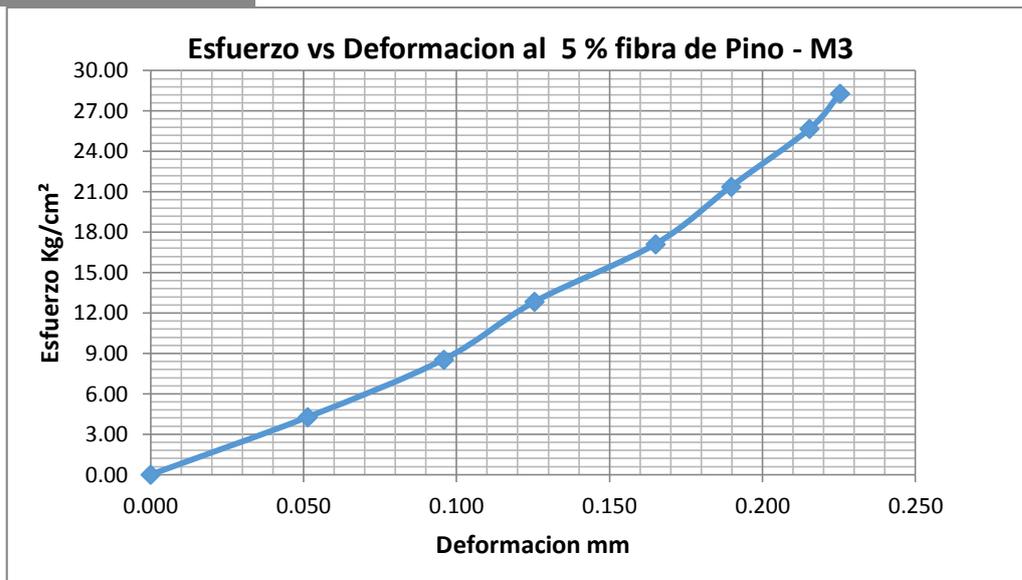


Gráfico 50 Determinación curva esfuerzo vs deformación M3 al 5 % con Fibra de Pino

Tabla 75 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M4

Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M4 al 5% de
Fibra de Pino.

| | Dimensiones | | | Promedio |
|------------------------|-------------|-------|-------|----------|
| Longitud | 29.68 | 29.76 | 29.70 | 29.71 |
| Ancho | 15.27 | 15.36 | 15.40 | 15.34 |
| Altura | 9.83 | 9.75 | 9.80 | 9.79 |
| Distancia entre Apoyos | 22.50 | | | |

| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm²) | Deformación Unitaria (mm) |
|---------------------|------------------|-------------|-------------------|---------------------------|
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.480 | 22.50 | 4.59 | 0.049 |
| 400 | 0.860 | 22.50 | 9.18 | 0.088 |
| 600 | 1.230 | 22.50 | 13.77 | 0.126 |
| 800 | 1.460 | 22.50 | 18.36 | 0.149 |
| 1000 | 1.750 | 22.50 | 22.96 | 0.179 |
| 1118 | 2.000 | 22.50 | 25.66 | 0.204 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 5 % con fibra de pino es de 25.66 kg/cm²

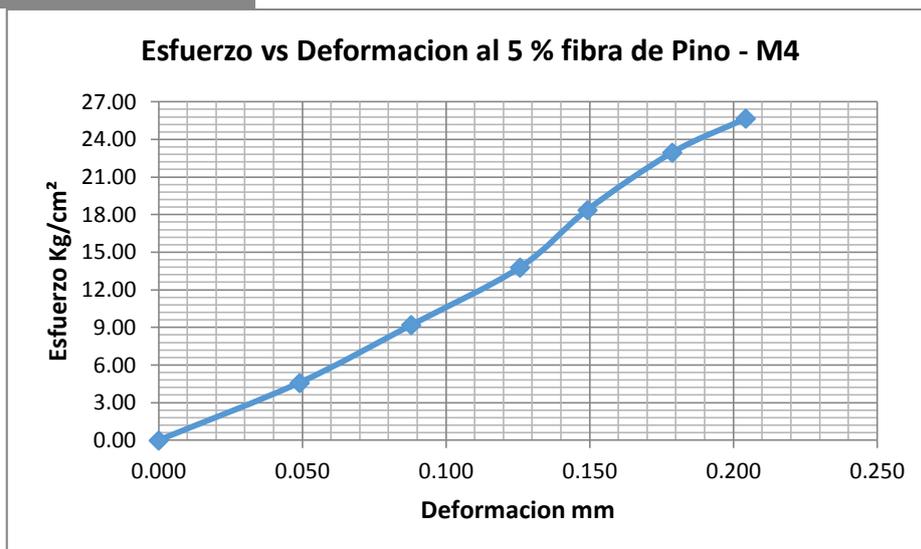


Gráfico 51 Determinación curva esfuerzo vs deformación M4 al 5 % con Fibra de Pino

Tabla 76 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M5

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M5 al 5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.61 | 29.59 | 29.62 | 29.61 |
| Ancho | 15.27 | 17.17 | 15.20 | 15.88 |
| Altura | 9.83 | 9.75 | 9.80 | 9.79 |
| Distancia entre Apoyos | 22.50 | | | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.860 | 22.50 | 4.43 | 0.088 |
| 400 | 1.400 | 22.50 | 8.87 | 0.143 |
| 600 | 1.780 | 22.50 | 13.30 | 0.182 |
| 800 | 2.030 | 22.50 | 17.74 | 0.207 |
| 977 | 2.280 | 22.50 | 21.66 | 0.233 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 5 % con fibra de pino es de 21.66 kg/cm².



Gráfico 52 Determinación curva esfuerzo vs deformación M5 al 5 % con Fibra de Pino

Tabla 77 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 5 % de fibra de pino M6

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M6 al 5% de Fibra de Pino. | | | | |
|--|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.58 | 29.60 | 29.63 | 29.60 |
| Ancho | 15.23 | 15.30 | 15.35 | 15.29 |
| Altura | 10.00 | 10.00 | 10.02 | 10.01 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 1.020 | 22.50 | 4.59 | 0.104 |
| 400 | 1.420 | 22.50 | 9.18 | 0.145 |
| 600 | 1.780 | 22.50 | 13.77 | 0.182 |
| 800 | 2.180 | 22.50 | 18.36 | 0.223 |
| 1026 | 2.520 | 22.50 | 23.55 | 0.257 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 5 % con fibra de pino es de 23.55 kg/cm².

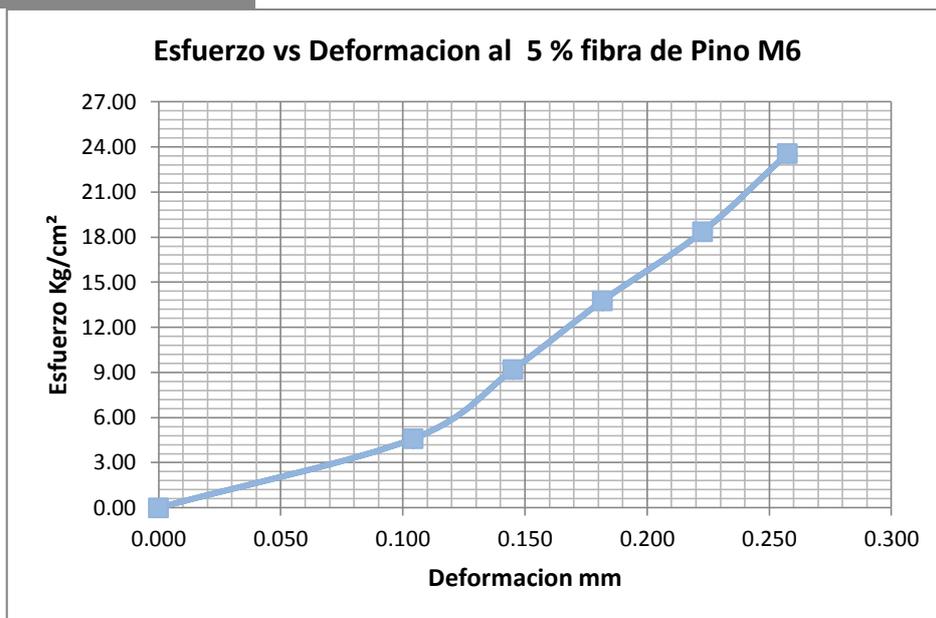


Gráfico 53 Determinación curva esfuerzo vs deformación M6 al 5 % con Fibra de Pino

Tabla 78 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % de fibra de pino M1

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M1 al 7% de Fibra de Pino | | | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.37 | 29.50 | 29.45 | 29.44 |
| Ancho | 15.17 | 15.50 | 15.46 | 15.38 |
| Espesor | 10.13 | 10.39 | 10.20 | 10.24 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.820 | 22.50 | 4.19 | 0.080 |
| 400 | 1.090 | 22.50 | 8.37 | 0.106 |
| 600 | 1.810 | 22.50 | 12.56 | 0.177 |
| 800 | 2.280 | 22.50 | 16.74 | 0.223 |
| 1000 | 2.740 | 22.50 | 20.93 | 0.268 |
| 1205 | 3.300 | 22.50 | 25.22 | 0.322 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 7 % con fibra de pino es de 25.22 kg/cm².

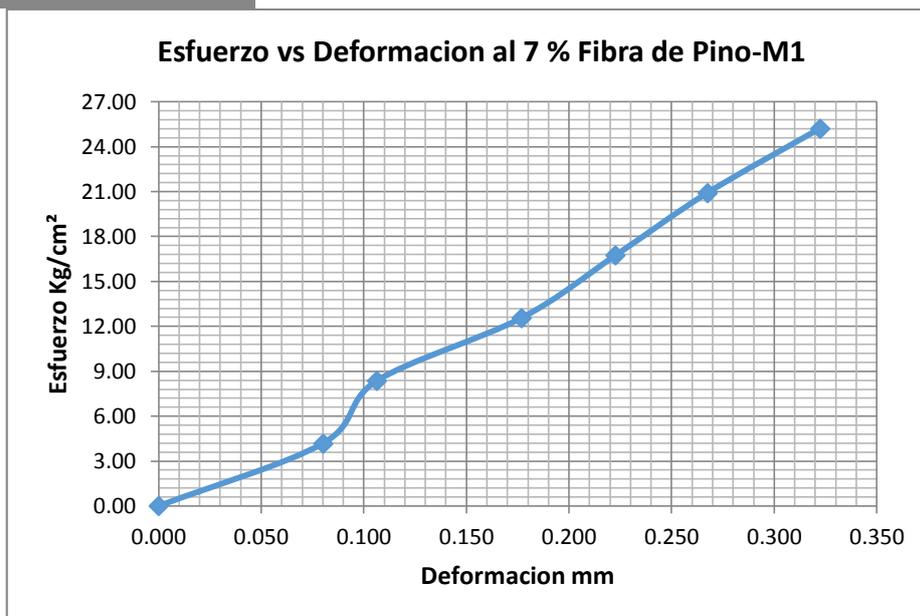


Gráfico 54 Determinación curva esfuerzo vs deformación M1 al 7 % con Fibra de Pino

Tabla 79 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M2

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M2 al 7% de Fibra de Pino | | | | |
|---|------------------|-------------|-------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.59 | 29.74 | 29.65 | 29.66 |
| Ancho | 15.21 | 15.33 | 15.30 | 15.28 |
| Altura | 10.13 | 10.25 | 10.30 | 10.23 |
| Distancia entre Apoyos | | | | 22.50 |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.500 | 22.50 | 4.22 | 0.049 |
| 400 | 0.760 | 22.50 | 8.44 | 0.074 |
| 600 | 0.990 | 22.50 | 12.66 | 0.097 |
| 800 | 1.250 | 22.50 | 16.88 | 0.122 |
| 1000 | 1.430 | 22.50 | 21.11 | 0.140 |
| 1124 | 1.860 | 22.50 | 23.72 | 0.182 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 7 % con fibra de pino es de 23.72 kg/cm² .

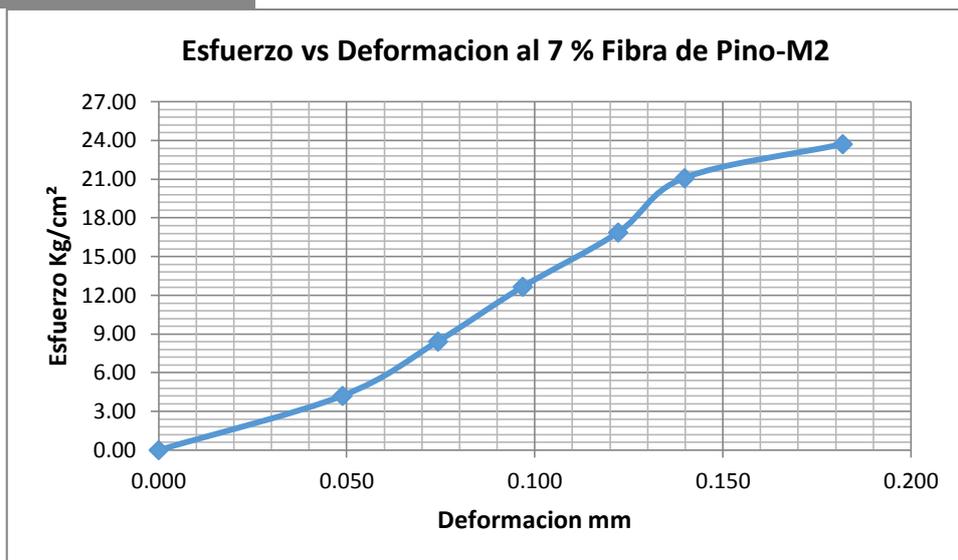


Gráfico 55 Determinación curva esfuerzo vs deformación M2 al 7 % con Fibra de Pino

Tabla 80 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M3

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M3 al 7% de Fibra de Pino | | | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.70 | 29.58 | 29.60 | 29.63 |
| Ancho | 15.38 | 15.23 | 15.30 | 15.30 |
| Altura | 10.90 | 10.18 | 10.20 | 10.43 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.00 |
| 200 | 1.220 | 22.50 | 4.06 | 0.12 |
| 400 | 1.580 | 22.50 | 8.11 | 0.15 |
| 600 | 1.880 | 22.50 | 12.17 | 0.18 |
| 800 | 2.140 | 22.50 | 16.22 | 0.21 |
| 1000 | 2.480 | 22.50 | 20.28 | 0.24 |
| 1200 | 2.880 | 22.50 | 24.33 | 0.28 |
| 1290 | 3.000 | 22.50 | 26.16 | 0.29 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 7 % con fibra de pino es de 26.16 kg/cm².



Gráfico 56 Determinación curva esfuerzo vs deformación M3 al 7 % con Fibra de Pino

Tabla 81 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M4

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M4 al 7% de Fibra de Pino | | | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.66 | 29.52 | 29.60 | 29.59 |
| Ancho | 15.29 | 15.34 | 15.30 | 15.31 |
| Altura | 10.09 | 10.18 | 10.00 | 10.09 |
| Distancia entre Apoyos | | | 22.50 | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.500 | 22.50 | 4.33 | 0.050 |
| 400 | 0.760 | 22.50 | 8.66 | 0.075 |
| 600 | 0.990 | 22.50 | 12.99 | 0.098 |
| 800 | 1.250 | 22.50 | 17.32 | 0.124 |
| 1000 | 1.430 | 22.50 | 21.65 | 0.142 |
| 1200 | 1.860 | 22.50 | 25.98 | 0.184 |
| 1324 | 2.000 | 22.50 | 28.67 | 0.198 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 7 % con fibra de pino es de 28.67 kg/cm².

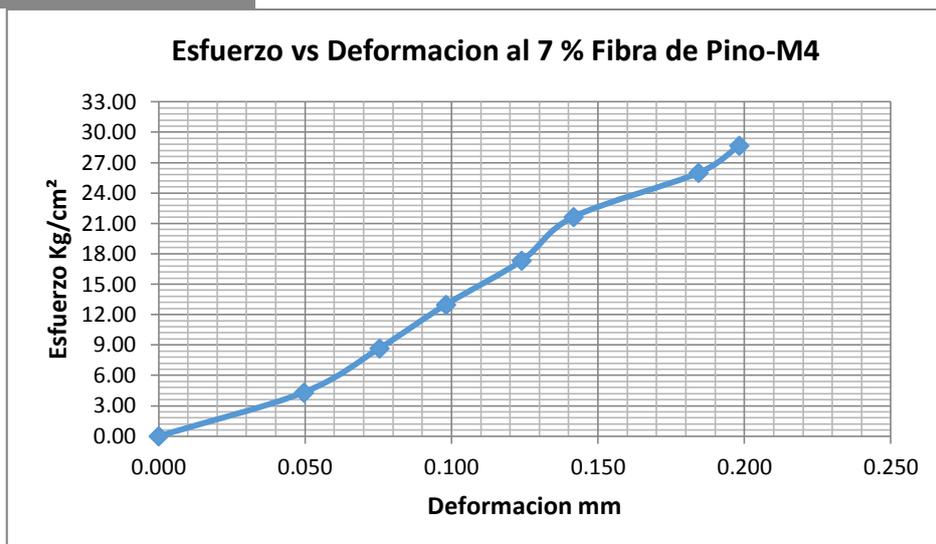


Gráfico 57 Determinación curva esfuerzo vs deformación M4 al 7 % con Fibra de Pino

Tabla 82 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M5

Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M5 al 7% de Fibra de Pino

| | Dimensiones | | | Promedio |
|------------------------|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| Longitud | 29.44 | 29.50 | 29.55 | 29.50 |
| Ancho | 15.23 | 15.28 | 15.30 | 15.27 |
| Altura | 10.00 | 9.99 | 10.50 | 10.16 |
| Distancia entre Apoyos | 22.50 | | | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 1.250 | 22.50 | 4.28 | 0.123 |
| 400 | 1.540 | 22.50 | 8.56 | 0.152 |
| 600 | 1.750 | 22.50 | 12.85 | 0.172 |
| 800 | 2.120 | 22.50 | 17.13 | 0.209 |
| 999 | 2.360 | 22.50 | 21.39 | 0.232 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 7 % con fibra de pino es de 21.39 kg/cm².

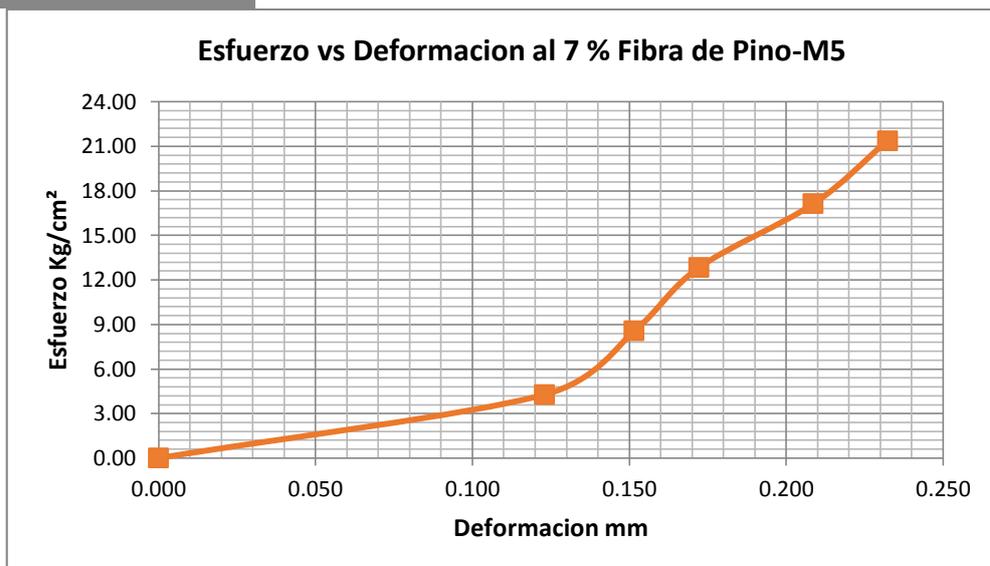


Gráfico 58 Determinación curva esfuerzo vs deformación M5 al 7 % con Fibra de Pino

Tabla 83 Resistencia a flexión de bloques de adobe compactado con 7 % fibra de pino M6

| Ensayo Resistencia a la Flexión de Bloques de adobe M6 al 7% de Fibra de Pino | | | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.44 | 29.60 | 29.63 | 29.56 |
| Ancho | 15.20 | 15.23 | 15.27 | 15.23 |
| Espesor | 9.08 | 9.08 | 9.18 | 9.11 |
| Distancia entre Apoyos | 22.50 | | | |
| Carga Aplicada (Kg) | Deformación (mm) | Dist. Apoyo | Esfuerzo (Kg/cm ²) | Deformación Unitaria (mm) |
| 0 | 0.000 | 22.50 | 0.00 | 0.000 |
| 200 | 0.260 | 22.50 | 4.33 | 0.026 |
| 400 | 0.470 | 22.50 | 8.66 | 0.047 |
| 600 | 0.640 | 22.50 | 12.99 | 0.063 |
| 800 | 0.860 | 22.50 | 17.32 | 0.085 |
| 1000 | 1.120 | 22.50 | 21.65 | 0.111 |
| 1105 | 1.450 | 22.50 | 23.93 | 0.144 |

Nota: En la presente tabla se observa que el valor máximo de resistencia a flexión de las unidades de adobe compactado al 7 % con fibra de pino es de 23.93 kg/cm².

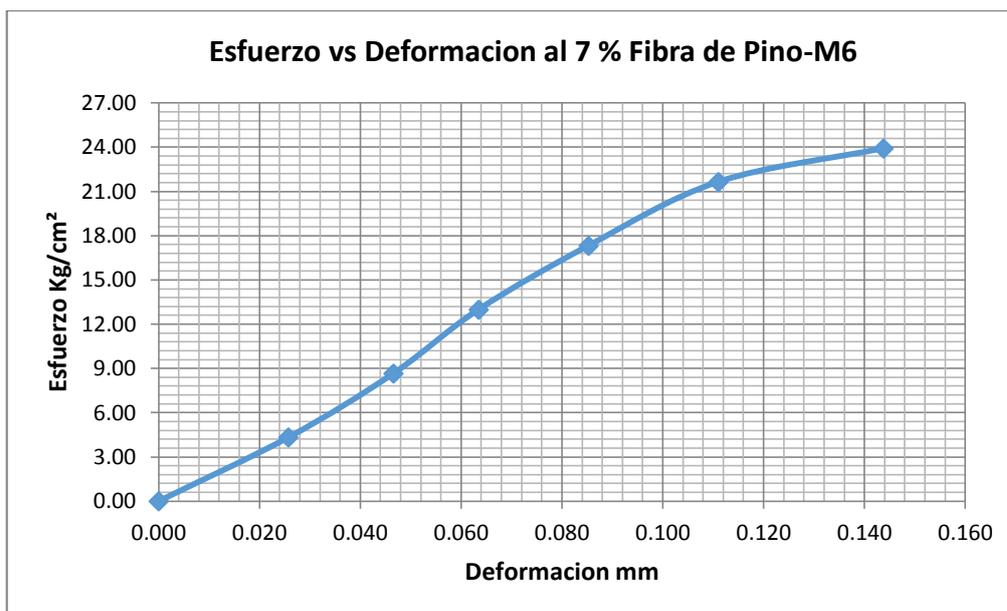


Gráfico 59 Determinación curva esfuerzo vs deformación M6 al 7 % con Fibra de Pino

ANEXO 5: ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA.

Tabla 84 Determinación del porcentaje de absorción del adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R1.

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 con fibra de Ichu o Paja | | | | |
|---|-------------|-----------|-------|----------|
| | Dimensiones | | | Promedio |
| Longitud | 29.54 | 29.70 | 29.62 | 29.62 |
| Ancho | 15.46 | 15.40 | 15.42 | 15.43 |
| Altura | 9.92 | 9.80 | 9.94 | 9.89 |
| DESCRPCIÓN | UND | R1-Patron | | |
| Peso de Molde | kg | 0.470 | | |
| Peso de Molde + adobe | kg | 9.120 | | |
| Molde + adobe Húmedo | kg | 11.645 | | |
| Adobe seco- Molde | kg | 8.230 | | |
| Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.175 | | |
| % Absorción | | 2.945 | | |

Tabla 85 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R2

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 % de Ichu o Paja Muestra Patrón | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-----------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.48 | 29.74 | 29.62 | 29.61 |
| | Ancho | 15.35 | 15.43 | 15.42 | 15.40 |
| | Altura | 9.90 | 9.85 | 9.94 | 9.90 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | R2-Patron | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.560 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 12.155 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.640 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.695 | | |
| F | % Absorción | % | 3.055 | | |

Tabla 86 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R3

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 de Ichu o Paja - Muestra Patrón | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-----------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.70 | 29.77 | 29.62 | 29.70 |
| | Ancho | 15.31 | 15.26 | 15.40 | 15.32 |
| | Altura | 9.91 | 10.00 | 9.94 | 9.95 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | R3-Patron | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.130 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.45 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.210 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.990 | | |
| F | % Absorción | % | 2.780 | | |

Tabla 87 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R4

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 % de Ichu Muestra Patrón –R4 | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-----------|----------|-------|
| | | Dimensiones | | Promedio | |
| | Longitud | 29.80 | 29.79 | 29.62 | 29.74 |
| | Ancho | 15.33 | 15.42 | 15.50 | 15.42 |
| | Altura | 9.90 | 9.95 | 9.94 | 9.93 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | R3-Patron | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.470 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.130 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.65 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.190 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.100 | | |
| F | % Absorción | % | 2.910 | | |

Tabla 88 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R5

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 % de Ichu o Paja (Muestra Patron-R5) | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-----------|----------|-------|
| | | Dimensiones | | Promedio | |
| | Longitud | 29.40 | 29.50 | 29.55 | 29.48 |
| | Ancho | 15.36 | 17.27 | 15.40 | 16.01 |
| | Altura | 9.99 | 10.00 | 9.88 | 9.96 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | R3-Patron | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.610 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 12.2 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.690 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.740 | | |
| F | % Absorción | % | 3.050 | | |

Tabla 89 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con ichu muestra patrón-R5

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 % de Ichu o Paja (Muestra Patron-R6) | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|-----------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.72 | 29.58 | 29.62 | 29.64 |
| | Ancho | 15.28 | 15.22 | 15.30 | 15.27 |
| | Altura | 9.85 | 9.90 | 9.94 | 9.90 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | R3-Patrón | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.450 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 8.790 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.14 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 7.890 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.695 | | |
| F | % Absorción | % | 2.805 | | |

Tabla 90 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con fibra de pino-T1.

| Ensayo de Absorción de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino | | | | | |
|--|-------------------|-------------|---------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.57 | 29.63 | 29.62 | 29.61 |
| | Ancho | 15.19 | 15.30 | 15.42 | 15.30 |
| | Altura | 9.75 | 9.80 | 9.63 | 9.73 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | T1 PINO | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Molde + adobe | kg | 8.910 | | |
| C | Molde + A. Húmedo | kg | 11.14 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 7.990 | | |
| E | A. Húmedo- Molde | kg | 10.680 | | |
| F | % Absorción | % | 2.690 | | |

Tabla 91 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con fibra de pino - T2

| Ensayo de Absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|---------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.57 | 29.63 | 29.62 | 29.61 |
| | Ancho | 15.43 | 15.40 | 15.42 | 15.42 |
| | Altura | 9.93 | 9.82 | 9.94 | 9.90 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | T2 PINO | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.465 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.400 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.61 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.460 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.150 | | |
| F | % Absorción | % | 2.690 | | |

Tabla 92 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino-T3

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|---------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.48 | 29.74 | 29.62 | 29.61 |
| | Ancho | 15.35 | 15.43 | 15.42 | 15.40 |
| | Altura | 9.90 | 9.85 | 9.94 | 9.90 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | T3 PINO | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.475 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.390 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.76 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.500 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.280 | | |
| F | % Absorción | % | 2.780 | | |

Tabla 93 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino-T4

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.61 | 29.81 | 29.62 | 29.68 |
| | Ancho | 15.31 | 15.42 | 15.42 | 15.38 |
| | Altura | 9.93 | 9.90 | 9.94 | 9.92 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | T2 PINO | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.470 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 8.970 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.14 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.030 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.677 | | |
| F | % Absorción | % | 2.647 | | |

Tabla 94 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino-T5

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino T5 | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|---------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.60 | 29.63 | 29.62 | 29.62 |
| | Ancho | 15.45 | 15.40 | 15.42 | 15.42 |
| | Altura | 10.00 | 9.82 | 9.94 | 9.92 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | T2 PINO | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.450 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.330 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.665 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.430 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.215 | | |
| F | % Absorción | % | 2.785 | | |

Tabla 95 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 2.5 % con Fibra de Pino-T6

| Absorción de adobe compactado al 2.5 % Fibra de Pino-T6 | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.57 | 29.63 | 29.62 | 29.61 |
| | Ancho | 15.43 | 15.40 | 15.42 | 15.42 |
| | Altura | 9.93 | 9.82 | 9.94 | 9.90 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | T2 PINO | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.950 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.745 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.600 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.280 | | |
| F | % Absorción | % | 2.680 | | |

Tabla 96 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 5 % con fibra de pino M1.

| Ensayo de Absorción de adobe compactado al 5 % de Fibra de Pina-M1 | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.45 | 29.59 | 29.62 | 29.55 |
| | Ancho | 15.19 | 15.36 | 15.40 | 15.32 |
| | Altura | 10.30 | 10.15 | 10.20 | 10.22 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | M1-PINO 5% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.450 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.080 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.32 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.140 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.850 | | |
| F | % Absorción | | 2.710 | | |

Tabla 97 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 5 % con fibra de pino M2.

| Ensayo de Absorción de adobe compactado al 5 % con fibra de Pino-M2. | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.64 | 29.62 | 20.60 | 26.62 |
| | Ancho | 15.46 | 15.40 | 15.37 | 15.41 |
| | Altura | 10.13 | 10.16 | 10.20 | 10.16 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | M2-PINO 5% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 8.850 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.42 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 7.930 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.960 | | |
| F | % Absorción | | 3.030 | | |

Tabla 98 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al.5 % con Fibra de Pino-M3.

| Ensayo de Absorción de adobe compactado al 5 % con fibra de Pino-M3. | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.54 | 29.70 | 29.62 | 29.62 |
| | Ancho | 15.46 | 15.40 | 15.42 | 15.43 |
| | Altura | 9.92 | 9.80 | 9.94 | 9.89 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | M3-PINO 5% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.520 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.74 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.600 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.280 | | |
| F | % Absorción | | 2.680 | | |

Tabla 99 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al.5 % con Fibra de Pino-M4.

| Absorción de adobe compactado al 5 % con fibra de Pino- M4 | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.56 | 29.50 | 29.60 | 29.55 |
| | Ancho | 15.31 | 15.48 | 15.35 | 15.38 |
| | Altura | 9.98 | 9.89 | 9.75 | 9.87 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | M3-PINO 5% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 8.800 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.524 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 7.880 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.064 | | |
| F | % Absorción | | 3.184 | | |

Tabla 100 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al.5 % con Fibra de Pino-M5

| Absorción de adobe compactado al 5 % con Fibra de Pino-M5 | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.62 | 29.55 | 29.62 | 29.60 |
| | Ancho | 15.31 | 15.23 | 15.20 | 15.25 |
| | Altura | 9.90 | 9.82 | 9.94 | 9.89 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | M3-PINO 5% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.450 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.070 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.6 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.170 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.150 | | |
| F | % Absorción | | 2.980 | | |

Tabla 101 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al.5 % con Fibra de Pino-M6.

| Absorción de adobe compactado al 5 % Fibra de Pino-M6 | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.45 | 29.46 | 29.50 | 29.47 |
| | Ancho | 15.43 | 15.36 | 15.25 | 15.35 |
| | Altura | 9.82 | 9.80 | 9.89 | 9.84 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | M3-PINO 5% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.470 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.570 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 12.1 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.630 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 11.630 | | |
| F | % Absorción | | 3.000 | | |

Tabla 102 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N1.

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 7% con Fibra de Pino N1 | | | | | |
|---|-------------------|-------------|-------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.44 | 29.64 | 29.55 | 29.54 |
| | Ancho | 15.23 | 15.28 | 15.32 | 15.28 |
| | Altura | 10.05 | 10.03 | 10.10 | 10.06 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | N1- PINO 7% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.450 | | |
| B | Molde + adobe | kg | 9.150 | | |
| C | Molde + A. Húmedo | kg | 11.6 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.250 | | |
| E | A. Húmedo- Molde | kg | 11.150 | | |
| F | % Absorción | % | 2.900 | | |

Tabla 103 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N2.

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 7 % de Fibra de Pino N2 | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|-------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.54 | 29.60 | 29.62 | 29.59 |
| | Ancho | 15.20 | 15.33 | 15.43 | 15.32 |
| | Altura | 10.00 | 9.80 | 9.99 | 9.93 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | N2- PINO 7% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.650 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.150 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.35 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.210 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.880 | | |
| F | % Absorción | | 2.670 | | |

Tabla 104 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N3.

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino N3 | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.65 | 29.70 | 29.65 | 29.67 |
| | Ancho | 15.31 | 15.23 | 15.30 | 15.28 |
| | Altura | 10.22 | 10.18 | 10.19 | 10.20 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | N3- PINO 7% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.460 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 8.800 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.32 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 7.880 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.860 | | |
| F | % Absorción | | 2.980 | | |

Tabla 105 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N4.

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino N4 | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.58 | 29.70 | 29.65 | 29.64 |
| | Ancho | 15.38 | 15.23 | 15.30 | 15.30 |
| | Altura | 10.22 | 10.18 | 10.19 | 10.20 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | N3- PINO 7% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.465 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.230 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.41 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.290 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.850 | | |
| F | % Absorción | | 2.560 | | |

Tabla 106 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N5.

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino N5 | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.58 | 29.70 | 29.65 | 29.64 |
| | Ancho | 15.38 | 15.23 | 15.30 | 15.30 |
| | Altura | 10.22 | 10.18 | 10.19 | 10.20 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | N3- PINO 7% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.465 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.230 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.41 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.290 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.940 | | |
| F | % Absorción | | 2.650 | | |

Tabla 107 Determinación del porcentaje de absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino-N5.

| Ensayo Absorción de adobe compactado al 7 % con Fibra de Pino N6 | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-------------|-------|----------|
| | | Dimensiones | | | Promedio |
| | Longitud | 29.58 | 29.70 | 29.65 | 29.64 |
| | Ancho | 15.38 | 15.23 | 15.30 | 15.30 |
| | Altura | 10.22 | 10.18 | 10.19 | 10.20 |
| ID | DESCRPCIÓN | UND | N3- PINO 7% | | |
| A | Peso de Molde | kg | 0.465 | | |
| B | Peso de Molde + adobe | kg | 9.230 | | |
| C | Molde + adobe Húmedo | kg | 11.41 | | |
| D | Adobe seco- Molde | kg | 8.290 | | |
| E | Adobe Húmedo- Molde | kg | 10.900 | | |
| F | % Absorción | | 2.610 | | |

ANEXO 6: TOMAS FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.



Figura 11 Recolección del Material cantera Shucapampa



Figura 12 Extracción de la Muestra.



Figura 13 Selección del material.



Figura 14 Extracción del Material.



Figura 15 Selección del Material.

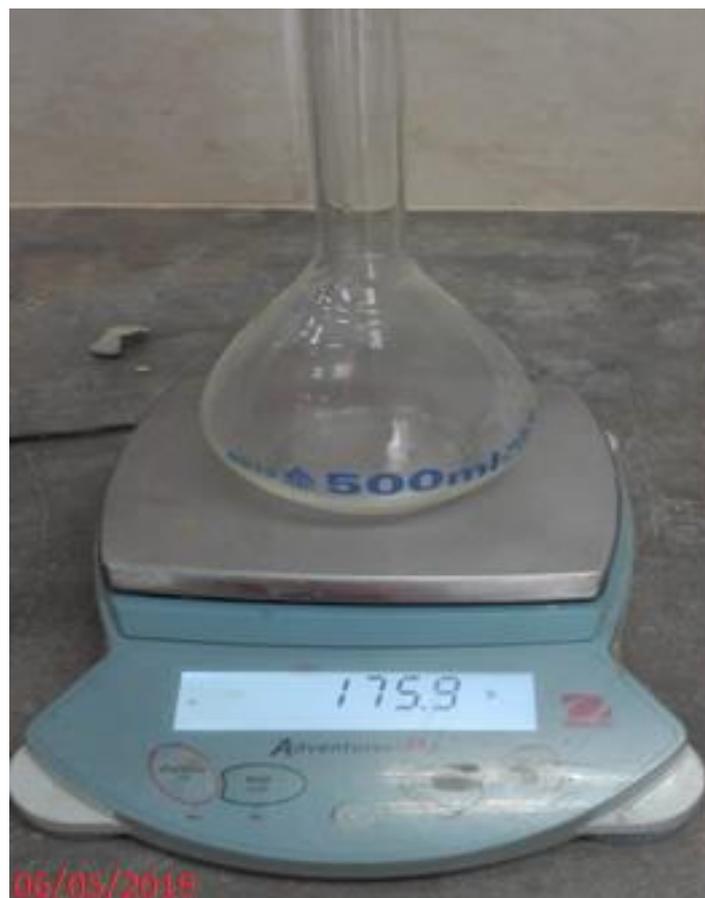


Figura 16 Instrumento de laboratorio (Balanza, Fiola más agua utilizado para el peso específico.



Figura 17 Preparación de la Muestra para Peso Específico.



Figura 18 Pesado de la Fiola con material Fino y agua.



Figura 19 Cuarteo de la muestra.



Figura 20 Peso de la tara.



Figura 21 Peso de la tara con Material (Contenido de Humedad).



Figura 22 Selección del Cuarteo.



Figura 23 Colocación de la Muestra a la Tara.



Figura 24 Colocación de la muestra (Casagrande).



Figura 25 Instrumentó Casagrande y muestra (LP).



Figura 26 Colocación de Material al Instrumento Casagrande.



Figura 27 Determinación Limite Plástico.



Figura 28 Malla 40 (Tamizado para LL y LP).



Figura 29 Juego de Mallas para Tamizado por Lavado.



Figura 30 Zarandeo de la muestra seca por Lavado.



Figura 31 Lavado del material por la Malla 200.



Figura 32 Lavado del Material por la Malla 200.



Figura 35 Retiro la Muestras colocadas en el Horno.



Figura 36 Identificación del ichu.



Figura 37 Identificación del ichu.



Figura 38 Corte del ichu o paja.



Figura 39 Secado del Ichu o Paja.



Figura 40 Recolectado del Ichu para la Investigación.



Figura 41 Recolección de la Fibra de Pino.



Figura 42 Elaboración de los adobes con y sin fibra de pino.

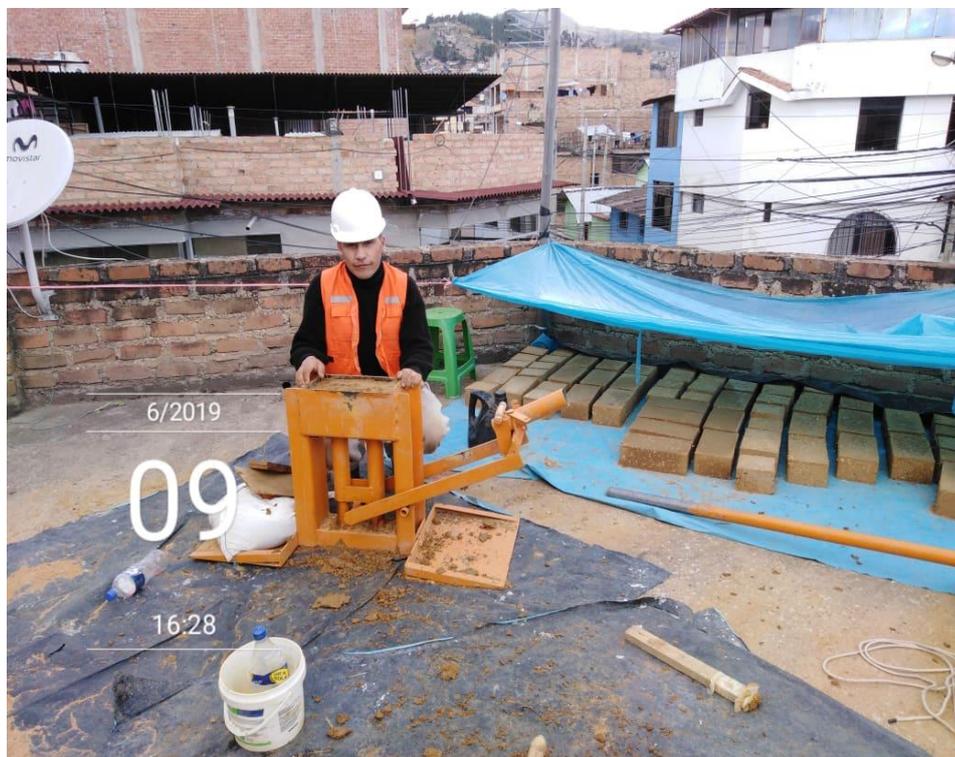


Figura 43 Elaboración del adobe para compresión, flexión y absorción.

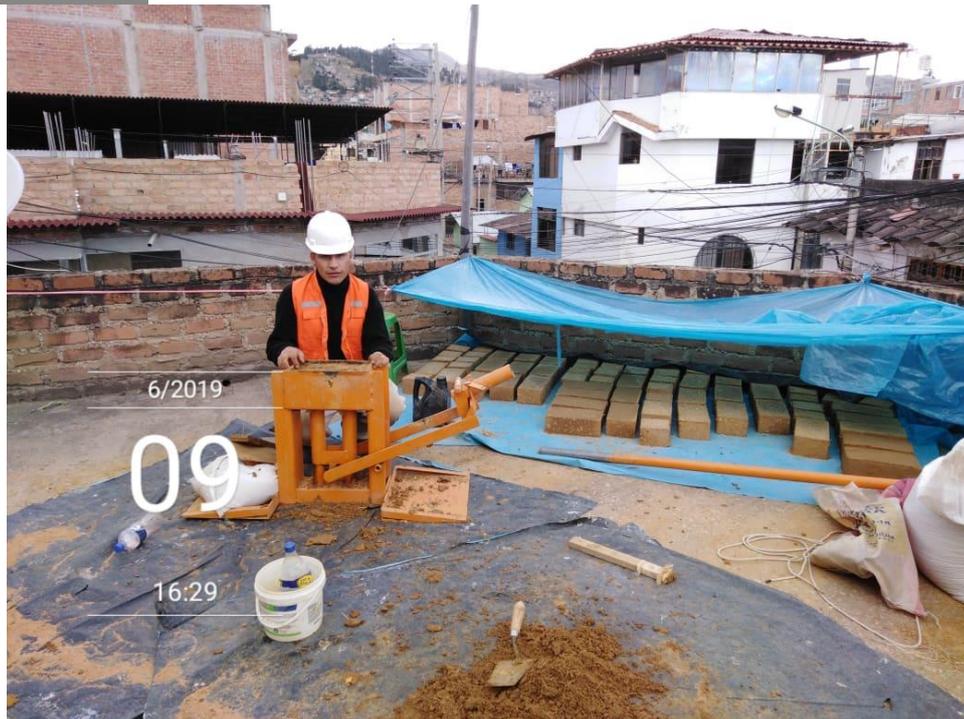


Figura 44 Equipo CINVA RAM empleado para la elaboración de los adobes para la presente investigación.



Figura 45 Ensayo de flexión y supervisión del asesor y encargado de laboratorio.



Figura 46 Verificación de los adobes para los ensayos correspondientes.



Figura 47 Extracción del agua de los adobes para medir la absorción.



Figura 48 Adobe después de las 24 horas que fue sometido al ensayo de absorción.



Figura 49 Molde más adobe húmedo al porcentaje 2.5 %.



Figura 50 Recolección de medidas de los adobes para los ensayos correspondientes.



Figura 51 Realizando el ensayo a la resistencia a la flexión.



Figura 52 Observación de la falla de la resistencia a la flexión del adobe.