



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO, ADICIONANDO FIBRA DE FIQUE”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

**Autor:**

Wilson Cotrina Villanueva

**Asesor:**

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Lima - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

Para todas y cada una de las personas que influyeron de manera positiva en mi formación académica, en especial a mis padres Salomon y Dianira que con su sacrificio diario han inculcado la responsabilidad en mi vida, a mis hermanos Nancy, Wilder, Ander, Jhony y Flor por su constante apoyo y cariño brindado, a mis sobrinos Jheyson, Maycol y Brayan que tan solo con su presencia me hacen ser cada día mejor, a todos mis familiares que siempre me han manifestado su respaldo incondicional en mis decisiones y a mis amigos que siempre están conmigo apoyándome y aconsejándome para ser una mejor persona.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradezco a Dios por darme salud a lo largo de mi vida y permitirme estar vivo.

A mi Universidad Privada del Norte, en especial a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería, que me proporciono maestros que me brindaron su conocimiento a lo largo de mi carrera para que pueda enfrentar la vida.

A mi asesor Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz por su tiempo brindado para poder realizar este trabajo, gracias a sus criterios y conocimientos hicieron posible que esta tesis sea una realidad.

A mis amigos que a lo largo de mi vida fueron tan importantes y me apoyaron incondicionalmente cuando más los necesite, en especial a Amador y Elvis. A mi familia, a todos mis tíos y tías que siempre me han impulsado a mejorar y ser una persona que lucha por cumplir sus sueños.

Gracias de corazón.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE GRAFICOS .....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema .....	27
1.3. Objetivos .....	27
1.4. Hipótesis.....	27
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. Tipo de investigación.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos) .....</b>	<b>28</b>
2.2.1. Obtención de la muestra.....	29
2.2.2. Ubicación de la cantera .....	29
2.2.3. Extracción de la fibra de fique .....	30
<b>2.3. Operacionalización de variables .....</b>	<b>31</b>
2.3.1. Variable independiente .....	31
2.3.2. Variable dependiente.....	31
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....</b>	<b>33</b>
<b>2.5. Procedimiento .....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Obtención de las características físicas del suelo.....</b>	<b>53</b>
3.1.1. Contenido de Humedad.....	53
3.1.2. Límites de consistencia .....	53
3.1.3. Análisis Granulométrico .....	53
3.1.4. Clasificación del suelo .....	54
3.1.5. Ensayo de Proctor modificado .....	55

3.1.6. Ensayos a compresión .....	55
3.1.7. Ensayos a flexión .....	58
3.1.8. Ensayos a absorción .....	62
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>63</b>
4.1. DISCUSIÓN .....	63
4.2. CONCLUSIONES .....	65
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO N°1: FICHA TÉCNICA DEL FIQUE.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO N°2. FOTOGRAFÍAS .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS N°3. ENSAYOS DE SUELOS .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO N°4 ENSAYOS DE COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABSORCIÓN. ....</b>	<b>94</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cantidad de adobes para el ensayo a compresion, flexion y absorcion .....</i>	29
<i>Tabla 2. Operacionalizacion de variables .....</i>	32
<i>Tabla 3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....</i>	33
<i>Tabla 4. Métodos de proctor modificado .....</i>	45
<i>Tabla 5. Determinación del contenido de humedad promedio del suelo .....</i>	53
<i>Tabla 6. Determinación del límite líquido.....</i>	53
<i>Tabla 7. Análisis granulométrico del suelo.....</i>	53
<i>Tabla 8. Dosificación .....</i>	55
<i>Tabla 9. Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 0% de fibra de fique (muestra patrón).....</i>	55
<i>Tabla 10. Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1% de fibra de fique .....</i>	56
<i>Tabla 11. Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1.5% de fibra de fique....</i>	56
<i>Tabla 12. Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 2% de fibra de fique.....</i>	57
<i>Tabla 13. Resumen general de bloques de adobe compactado sometidos a compresión .....</i>	57
<i>Tabla 14. Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 0% de fibra de fique (muestra patrón).....</i>	58
<i>Tabla 15. Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 1% de fibra de fique.....</i>	59
<i>Tabla 16. Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 1% de fibra de fique.....</i>	59
<i>Tabla 17. Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 1.5% de fibra de fique.....</i>	60
<i>Tabla 18. Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 2% de fibra de fique.....</i>	60
<i>Tabla 19. Resumen general de bloques de adobe compactado sometidos a flexión .....</i>	61
<i>Tabla 20. Resumen general de bloques de adobe compactado sometidos al ensayo de absorción .....</i>	62
<i>Tabla 21. Determinación del contenido de humedad.....</i>	86
<i>Tabla 22. Determinación del límite liquido(LL) .....</i>	86
<i>Tabla 23. Determinación del límite plástico (LP).....</i>	87
<i>Tabla 24. Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado .....</i>	88
<i>Tabla 25. Compactación proctor modificado para la muestra patrón sin fibra de fique .....</i>	90
<i>Tabla 26. Compactación proctor modificado con 1% de fibra de fique .....</i>	91
<i>Tabla 27. Compactación proctor modificado con 1.5% de fibra de fique .....</i>	92
<i>Tabla 28. Compactación proctor modificado con 2% de fibra de fique .....</i>	93
<i>Tabla 29. Ensayo a compresión de la muestra patrón 1 .....</i>	94
<i>Tabla 30. Ensayo a compresión de la muestra patrón 2.....</i>	95
<i>Tabla 31. Ensayo a compresión de la muestra patrón 3.....</i>	96
<i>Tabla 32. Ensayo a compresión de la muestra patrón 4.....</i>	97
<i>Tabla 33. Ensayo a compresión de la muestra patrón 5.....</i>	98
<i>Tabla 34. Ensayo a compresión de la muestra patrón 6.....</i>	99
<i>Tabla 35. Ensayo a compresión de la muestra patrón 7.....</i>	100
<i>Tabla 36. Ensayo a compresión de la muestra patrón 8.....</i>	101
<i>Tabla 37. Ensayo a compresión de la M-1 con 1% de fibra de fique.....</i>	102
<i>Tabla 38. Ensayo a compresión de la M-2 con 1% de fibra de fique.....</i>	105
<i>Tabla 39. Ensayo a compresión de la M-3 con 1% de fibra de fique.....</i>	107

<i>Tabla 40. Ensayo a compresión de la M-4 con 1% de fibra de fique.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 41. Ensayo a compresión de la M-5 con 1% de fibra de fique.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 42. Ensayo a compresión de la M-6 con 1% de fibra de fique.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 43. Ensayo a compresión de la M-7 con 1% de fibra de fique.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 44. Ensayo a compresión de la M-8 con 1% de fibra de fique.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 45. Ensayo a compresión de la M-1 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 46. Ensayo a compresión de la M-2 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 47. Ensayo a compresión de la M-3 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 48. Ensayo a compresión de la M-4 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 49. Ensayo a compresión de la M-5 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 50. Ensayo a compresión de la M-6 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 51. Ensayo a compresión de la M-7 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 52. Ensayo a compresión de la M-8 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 53. Ensayo a compresión de la M-1 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 54. Ensayo a compresión de la M-2 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 55. Ensayo a compresión de la M-3 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>139</i>
<i>Tabla 56. Ensayo a compresión de la M-4 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 57. Ensayo a compresión de la M-5 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>143</i>
<i>Tabla 58. Ensayo a compresión de la M-6 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla 59. Ensayo a compresión de la M-7 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 60. Ensayo a compresión de la M-8 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 61. Ensayo a flexión de la muestra patrón 1.....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 62. Ensayo a flexión de la muestra patrón 2.....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 63. Ensayo a flexión de la muestra patrón 3.....</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 64. Ensayo a flexión de la muestra patrón 4.....</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 65. Ensayo a flexión de la muestra patrón 5.....</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 66. Ensayo a flexión de la muestra patrón 6.....</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 67. Ensayo a flexión de la M-1 con 1% fibra de fique .....</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 68. Ensayo a flexión de la M-2 con 1% fibra de fique .....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 69. Ensayo a flexión de la M-3 con 1% fibra de fique .....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 70. Ensayo a flexión de la M-4 con 1% fibra de fique .....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 71. Ensayo a flexión de la M-5 con 1% fibra de fique .....</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 72. Ensayo a flexión de la M-6 con 1% fibra de fique .....</i>	<i>163</i>
<i>Tabla 73. Ensayo a flexión de la muestra M-1 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>164</i>
<i>Tabla 74. Ensayo a flexión de la muestra M-2 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>166</i>
<i>Tabla 75. Ensayo a flexión de la muestra M-3 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>168</i>
<i>Tabla 76. Ensayo a flexión de la muestra M-4 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>170</i>
<i>Tabla 77. Ensayo a flexión de la muestra M-5 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 78. Ensayo a flexión de la muestra M-6 con 1.5% fibra de fique .....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 79. Ensayo a flexión de la M-1 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 80. Ensayo a flexión de la M-2 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>178</i>
<i>Tabla 81. Ensayo a flexión de la M-3 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>180</i>
<i>Tabla 82. Ensayo a flexión de la M-4 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>182</i>

<i>Tabla 83. Ensayo a flexión de la M-5 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 84. Ensayo a flexión de la M-6 con 2% fibra de fique .....</i>	<i>186</i>
<i>Tabla 85. Ensayo de absorción con 1% fibra de fique.....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 86. Ensayo de absorción con 1.5% fibra de fique.....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 87. Ensayo de absorción con 2% fibra de fique.....</i>	<i>188</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación Satelital de la Cantera en Estudio.</i>	30
<i>Figura 2. Ubicación Satelital de la Fibra de Fique.</i>	31
<i>Figura 3. Protocolo de Recolección de Datos de los Ensayos.</i>	34
<i>Figura 4. Carta de Plasticidad.</i>	54
<i>Figura 5. Lugar de Extracción del Material (el Álamo - Cerrillo).</i>	71
<i>Figura 6. Cuarteo de Material para el Ensayo de Contenido de Humedad.</i>	71
<i>Figura 7. Pesado del Material para el Ensayo Contenido de Humedad.</i>	72
<i>Figura 8. Lavado de Material con la Malla N°200.</i>	72
<i>Figura 9. Granulometría del Material Lavado después de Secado 24h en el Horno.</i>	73
<i>Figura 10. Colocado de Material en la Copa de Casa Grande para realizar el LL.</i>	73
<i>Figura 11. Ensayo Limite Plástico.</i>	74
<i>Figura 12. Ensayo de Proctor Modificado con Presencia del Laboratorista.</i>	74
<i>Figura 13. Cortado de la Fibra de Fique.</i>	75
<i>Figura 14. Pesado de la Muestra para la Elaboración del Adobe Compactado.</i>	75
<i>Figura 15. Peso de la Fibra de Fique para la Elaboración del adobe.</i>	76
<i>Figura 16. Preparación de la Mezcla para la Elaboración del Adobe.</i>	76
<i>Figura 17. Mezcla Preparada para la Elaboración del Adobe.</i>	77
<i>Figura 18. Elaboración del Adobe con la Maquina Cinva RAM.</i>	77
<i>Figura 19. Compactación del Adobe con la Maquina Cinva RAM.</i>	78
<i>Figura 20. Retirado del Adobe de la Maquina Cinva RAM.</i>	78
<i>Figura 21. Elaboración del Adobe con la Visita del Laboratorista.</i>	79
<i>Figura 22. Elaboración del Adobe con la Visita del Laboratorista.</i>	79
<i>Figura 23. Adobes Terminados en Proceso de Secado.</i>	80
<i>Figura 24. Toma de Medidas de cada Adobe para ser Sometidos a cada Ensayo.</i>	80
<i>Figura 25. Ensayo a Compresión en Laboratorio.</i>	81
<i>Figura 26. Toma de Lectura de Datos.</i>	81
<i>Figura 27. Ensayo a Compresión con la Presencia del Laboratorista.</i>	82
<i>Figura 28. Adobes Fracturados después de ser Sometidos a cada Ensayo.</i>	82
<i>Figura 29. Pesado de cada Adobe para ser Sometido al Ensayo de Absorción.</i>	83
<i>Figura 30. Toma de Datos del Peso de cada Adobe.</i>	83
<i>Figura 31. Adobes Sometidos al Ensayo de Absorción.</i>	84
<i>Figura 32. Pesado del Adobe después de ser Sumergido en Agua.</i>	84
<i>Figura 33. Muestra del Adobe después de ser Sumergido en Agua.</i>	85

## ÍNDICE DE GRAFICOS

<i>Grafico 1. Resumen de Bloques de Adobe sometidos a Compresión.</i>	58
<i>Grafico 2. Resumen de bloques de Adobes Sometidos a Flexión.</i>	61
<i>Grafico 3. Resumen de bloques de Adobe sometidos al Ensayo de Absorción.</i>	62
<i>Grafico 4. Limite Liquido.</i>	87
<i>Grafico 5. Curva de Análisis Granulométrico.</i>	88
<i>Grafico 6. clasificación de suelos</i>	89
<i>Grafico 7. Proctor Modificado Muestra Patrón.</i>	90
<i>Grafico 8. Proctor Modificado con 1% de Fibra de Fique.</i>	91
<i>Grafico 9. Proctor Modificado con 1.5% de Fibra de Fique.</i>	92
<i>Grafico 10. Proctor Modificado con 2% de Fibra de Fique.</i>	93
<i>Grafico 11. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-1 Patrón.</i>	94
<i>Grafico 12. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-2 Patrón.</i>	96
<i>Grafico 13. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-3 Patrón.</i>	97
<i>Grafico 14. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-4 Patrón.</i>	98
<i>Grafico 15. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-5 Patrón.</i>	99
<i>Grafico 16. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-6 Patrón.</i>	100
<i>Grafico 17. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-7 Patrón.</i>	101
<i>Grafico 18. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-8 Patrón.</i>	102
<i>Grafico 19. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-1 con 1% Fibra de Fique.</i>	104
<i>Grafico 20. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-2 con 1% Fibra de Fique.</i>	106
<i>Grafico 21. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-3 con 1% Fibra de Fique.</i>	108
<i>Grafico 22. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-4 con 1% Fibra de Fique.</i>	110
<i>Grafico 23. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-5 con 1% Fibra de Fique.</i>	112
<i>Grafico 24. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-6 con 1% Fibra de Fique.</i>	114
<i>Grafico 25. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-7 con 1% Fibra de Fique.</i>	116
<i>Grafico 26. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-8 con 1% Fibra de Fique.</i>	118
<i>Grafico 27. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-1 con 1.5% F.F.</i>	120
<i>Grafico 28. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-2 con 1.5% F.F.</i>	122
<i>Grafico 29. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-3 con 1.5% F.F.</i>	124
<i>Grafico 30. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-4 con 1.5% F.F.</i>	126
<i>Grafico 31. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-5 con 1.5% Fibra de Fique.</i>	128
<i>Grafico 32. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-6 con 1.5% Fibra de Fique.</i>	130

Grafico 33. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-7 con 1.5% Fibra de Fique.	132
Grafico 34. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-8 con 1.5% Fibra de Fique.	134
Grafico 35. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-1 con 2% Fibra de Fique.	136
Grafico 36. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-2 con 2% Fibra de Fique.	138
Grafico 37. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-3 con 2% Fibra de Fique.	140
Grafico 38. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-4 con 2% Fibra de Fique.	142
Grafico 39. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-5 con 2% Fibra de Fique.	144
Grafico 40. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-6 con 2% Fibra de Fique.	146
Grafico 41. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-7 con 2% Fibra de Fique.	148
Grafico 42. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-8 con 2% Fibra de Fique.	150
Grafico 43. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-1 Patrón.	151
Grafico 44. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-2 Patrón.	152
Grafico 45. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-3 Patrón.	153
Grafico 46. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-4 Patrón.	154
Grafico 47. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-5 Patrón.	155
Grafico 48. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-6 Patrón.	157
Grafico 49. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-1 con 1% de Fibra de Fique.	158
Grafico 50. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-2 con 1% de Fibra de Fique.	159
Grafico 51. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-3 con 1% de Fibra de Fique.	160
Grafico 52. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-4 con 1% de Fibra de Fique.	161
Grafico 53. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-5 con 1% de Fibra de Fique.	162
Grafico 54. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-6 con 1% de Fibra de Fique.	163
Grafico 55. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-1 con 1.5% de Fibra de Fique.	165
Grafico 56. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-2 con 1.5% de Fibra de Fique.	167
Grafico 57. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-3 con 1.5% de Fibra de Fique.	169
Grafico 58. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-4 con 1.5% de Fibra de Fique.	171
Grafico 59. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-5 con 1.5% de Fibra de Fique.	173
Grafico 60. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-6 con 1.5% de Fibra de Fique.	175
Grafico 61. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-1 con 2% de Fibra de Fique.	177
Grafico 62. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-2 con 2% de Fibra de Fique.	179
Grafico 63. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-3 con 2% de Fibra de Fique.	181
Grafico 64. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-4 con 2% de Fibra de Fique.	183
Grafico 65. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-5 con 2% de Fibra de Fique.	185
Grafico 66. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-6 con 2% de Fibra de Fique.	187

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Contenido de humedad .....</i>	<i>35</i>
<i>Ecuación 2. Porcentajes de los pesos retenidos.....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 3. Porcentajes que pasa en cada tamiz. ....</i>	<i>38</i>
<i>Ecuación 4. índice de plasticidad.....</i>	<i>43</i>
<i>Ecuación 5. Densidad seca.....</i>	<i>44</i>
<i>Ecuación 6. Presión.....</i>	<i>48</i>
<i>Ecuación 7. Resistencia a flexión.....</i>	<i>49</i>
<i>Ecuación 8. porcentaje de absorción. ....</i>	<i>50</i>

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado, adicionando fibra de fique. Para ello, primero se estudió el material de la cantera Cerrillo (Cajamarca, Perú), determinando sus diferentes propiedades para así poder elaborar los bloques de adobes compactados, tanto muestra patrón, así como bloques con porcentajes de (1%, 1.5% y 2%) de adición de fibra de fique.

Los resultados obtenidos para el ensayo a compresión, nos indican que todos los adobes con porcentajes de 1%, 1.5% y 2% de adición de fibra, superan la resistencia de la muestra patrón ( $36.90 \text{ kg/cm}^2$ ) así como de la norma técnica de edificaciones E.080 ( $10.20 \text{ kg/cm}^2$ ), los resultados de los bloques de adobe en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% presentan valores de  $81.88 \text{ kg/cm}^2$ ,  $58.27 \text{ kg/cm}^2$  y  $51.97 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, donde se puede apreciar que la resistencia a compresión disminuye por cada porcentaje mayor de fibra de fique, así mismo los bloques de adobe en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% sometidos al ensayo a flexión presentaron valores de  $13.25 \text{ kg/cm}^2$ ,  $16.43 \text{ kg/cm}^2$  y  $22.00 \text{ kg/cm}^2$  siendo mayores a los bloques de adobe muestra patrón ( $8.90 \text{ kg/cm}^2$ ), además se puede apreciar que la resistencia a la flexión aumenta por cada adición de fibra de fique, por otro lado los bloques de adobe en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% sometidos al ensayo de absorción presentaron valores de 8.80%, 13.80% y 6.54% de absorción siendo menores a 22% el cual indica la (NTE E.070), mientras que la muestra patrón no resistió.

Finalmente, la hipótesis de la presente investigación ha sido demostrada ya que la adición de fibras de fique en un 2% aumenta la resistencia a la compresión y flexión en más de 10%.

**Palabras clave:** Bloques de adobe con fibra de fique, fibra natural, propiedades mecánicas, compresión, flexión, absorción.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el mundo, el Perú es uno de los países de mayor potencial sísmico debido a que forma parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico. Dentro de este contexto, la actividad sísmica está asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana y tiene su origen, en la fricción de ambas placas produciendo los sismos de mayor magnitud con relativa frecuencia y en la deformación interna de ambas placas, siendo los sismos más destructores los que se producen a niveles superficiales (CIDEM, 2009).

A inicios de la humanidad el hombre ha utilizado los bloques de ladrillo mojados y secados al sol para realizar sus construcciones, desde los antiguos Asirios y Caldeos, persas, Culturas Orientales y de América lo han hecho y se sigue haciendo en muchas partes. Hay una vieja leyenda de los indios del sur de los Estados Unidos que dice que: “vivir en casas de tierra es vivir en paz”.

El uso del adobe en las comunidades rurales se prolongó a lo largo de nuestra historia fundamentalmente por ser de fácil acceso, y porque permitió crear viviendas con propiedades ambientales favorables, como la mitigación del ruido y la intensa temperatura extrema. Sin embargo, estas viviendas no ofrecen una adecuada seguridad ante eventos sísmicos debido a que son expuestas a esfuerzos mecánicos que no son amortiguados por la falta de rigidez, es por lo cual se busca mejorar su comportamiento de sus propiedades mecánicas del adobe adicionando fibras

vegetales y compactándola, y de esta manera poder construir viviendas más seguras, económicas y ecológicas (Cáceres, 2016).

Los pobladores de las zonas rurales o periféricas de las grandes ciudades andinas generalmente construyen sus viviendas mediante sistemas de autoconstrucción, sistema ancestral que se fundamenta en la construcción in situ de elementos de pequeño formato (adobe) en base a suelos mezclados con agua y con algunas fibras vegetales con el fin de alcanzar apenas un nivel primario de estabilización, sin embargo, la mayoría de las veces este procedimiento no garantiza la durabilidad ni la resistencia del producto obtenido, por lo que resulta indispensable estudiar nuevos procedimientos que puedan ser aplicados por esos sectores de la población con la garantía de producir un producto de mejor aptitud (resistencia y durabilidad), de bajos costos y mediante una tecnología que resulte técnicamente viable (Cáceres, 2016).

El adobe es un material de construcción muy antiguo que se ha utilizado para abrigar al hombre de los elementos naturales y tiene sus orígenes en las construcciones a base de tierra, en el transcurso de la historia este material no ha sufrido modificaciones importantes en su elaboración, el aporte más significativo para dicho proceso se realizó en las últimas dos décadas y ha sido la compactación mecánica del adobe, sin embargo, debido a la intervención de agentes como: lluvia, viento y sismos, además de la naturaleza propia de los suelos con los que se elaboran, por ser arcilla en mayor de los casos, tienden a mostrar afinidad por el agua, lo que reduce la resistencia a la compresión, flexión y desintegración al entrar en contacto con el

agua, por la que la durabilidad de las estructuras construidas con este material es relativamente corta, ya que dichos factores propician la erosión y agrietamiento de las piezas llevándolas al desgaste parcial o total (Ríos, 2010).

Se estima que alrededor del 50% de la población en los países en desarrollo viven en casas de tierra. Este tipo de estructura es común en los países en desarrollo, bajo condiciones climáticas favorables (en climas de extrema sequedad), estas estructuras de tierra pueden ser extremadamente durables (Benites, 2017).

Dentro del contexto nacional del Perú se observa que el desarrollo de las comunidades no es equitativo ello se ve plasmado en su infraestructura, siendo el 46.74% de viviendas de material noble, 34.84% de adobe o tapial, 9.65% de madera, 2.87% de quincha (caña con barro), 2.26% de estera, 1.67% de piedra con barro, 0.53% de piedra con sillar con cal o cemento y el 1.44% de otros materiales (INEI, 2007).

En el Perú debido a su diversidad climática, se ve afectado de manera periódica por lluvias intensas que generan inundaciones por el desborde de los ríos, por lo que el uso y aplicación del adobe tradicional tiene serias limitaciones de aplicación, estas limitaciones y el desarrollo del concreto han relegado las técnicas constructivas con el material de tierra ocasionando que esta técnica se vaya perdiendo. No obstante, merece la pena recuperarla porque la construcción con tierra sigue siendo una técnica ampliamente usada y ambientalmente sustentable (Benites, 2017).

Después del terremoto en Huaraz, Perú, 1970, comenzaron las investigaciones sobre el potencial de construcciones de adobe resistentes a terremotos, un empeño en el que la “Pontificia Universidad Católica del Perú” (PUCP) tomó pronto el liderazgo. Esto ha resultado en una norma oficial del Perú para construcciones de adobe, que ya ha sido revisado y mejorado dos veces. La mayoría de los proyectos de adobe en Latinoamérica usan esta normativa como referencia. Es obvio que muchos de los habitantes de las sierras construirán sus viviendas con adobe en los próximos años, tanto por las ventajas económicas, como por sus cualidades térmicas en un clima duro. En la recuperación después de un terremoto debería tomarse esto en cuenta y proveer información y entrenamiento adecuado para mejorar la calidad de las edificaciones de adobe. El proyecto se organiza concentrado no solo en la construcción sino en la educación (CIDEM, 2009).

El comportamiento del adobe está ligado a las condiciones y constitución del suelo con que éste se elabora. Un suelo excesivamente arcilloso exigirá la incorporación de una mayor proporción de otros componentes como la cabuya (fibra de fique) para balancear su capacidad de contracción-expansión que puede conducir a fisuras y deformaciones, La importancia de utilizar materiales propios de la zona, como lo es el adobe estabilizado con un aglomerante natural cabuya (fibra de fique) para muros de carga en viviendas, presenta la posibilidad de reducir el costo de la edificación, ya que el material con el que se fabrica se encuentra en abundancia. A ello hay que añadir que los residuos producidos por estos materiales no son contaminantes ya que por medio de un proceso natural de degradación se van reincorporando al medio ambiente sin ninguna agresión para éste (Benites, 2017).

Observamos que un gran porcentaje de la población tiene viviendas de adobe, es por ello que la presente investigación busca seguir ampliando el marco de la investigación del adobe compactado, proponiendo una alternativa para mejorar sus propiedades mecánicas (compresión, flexión y absorción), adicionando en este caso fibra de fique, y al mismo tiempo ofrecer viviendas con materiales resistentes, e incluso ver una alternativa de solución para mejorar su calidad de vida de la población de bajos recursos que habitan en casas de esteras, madera o quincha.

En el Departamento de Cajamarca, las construcciones de adobe son realizadas desde ya hace décadas, creando un impulso importante para optimizar las propiedades mecánicas del adobe, puesto que el adobe que se usa no cumple con los requisitos mínimos de seguridad, funcionalidad y durabilidad. Es por esto que si estas viviendas sufrieran daños que pueden ser ocasionados frente a un evento sísmico serían considerables. Sobre todo, cuando nuestra región se encuentra ubicada en una zona 3 norma E 030, por lo cual es muy latente el riesgo de ocurrencia de sismos, aunque la gran mayoría de personas no tomen conciencia, es su responsabilidad conocer y tomar conciencia de su importancia. Para así disminuir los colapsos estructurales y pérdidas humanas, pudiendo verse afectada la infraestructura de viviendas y otras edificaciones. A pesar de las intensas lluvias y de ser una zona sísmica, se sigue utilizando el adobe mayormente en la zona rural por bajo costo que este representa, ya que las viviendas que predominan como primer lugar son las de adobe o tapial en el 44,1% de los casos y como segundo lugar las paredes de ladrillo o bloque de cemento en el 38,5% de las viviendas de la ciudad de Cajamarca (Fondo mi Vivienda, 2009).

Ríos (2010), realizó su tesis sobre la adición de látex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado, cuyo objetivo fue, evaluar los efectos de la adición de ácidos grasos emulsificados y un polímero natural (látex) en la resistencia mecánica y absorción del agua de adobe compactado y estabilizado con cemento en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado, el experimento se desarrolló en dos fases. En la primera se adicionaron los ácidos grasos emulsificados en dos niveles (0.5 y 1.0%) y el polímero en tres niveles (1.0, 2.0 y 3.0%) en relación a la masa seca del suelo utilizado. En la segunda fase se utilizaron los mismos porcentajes de jabón y látex, pero se adiciono 10% de cemento. Los resultados obtenidos de la primera fase muestran que la adición de 1% de jabón en combinación con 2.0 y 3.0% de látex aumentaron la resistencia a la flexión, compresión y redujeron la absorción del agua con respecto al espécimen de referencia, además, se comprobó que la adición de ácidos grasos emulsificados cumple la función de retardante de la plastificación del látex. Por lo tanto, se dispone de un mayor tiempo de mezclado y como consecuencia una mejor integración de los componentes, logrando mejorar las propiedades evaluadas en el material. Sin embargo, los resultados de la segunda fase indican que la adición de los ácidos grasos tuvo un efecto negativo provocando la disminución en las resistencias a la flexión y compresión; no obstante, en la prueba de absorción el efecto fue positivo reduciéndola de 16 a 9%. La combinación de los ácidos grasos emulsificados y el látex provocó una disminución más marcada en la resistencia mecánica de los especímenes s elaborados con estas mezclas.

Cercado (2012), realizó su trabajo de investigación sobre resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida estabilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula, el cual tuvo como objetivo determinar si existe una relación del tamaño de partícula del material que aporta la sílice en relación a la reacción química con la cal hidratada para el aumento a la resistencia a compresión de los bloques de tierra comprimida, para la diferenciación de los tamaños de partícula de sílice utilizo arcilla como componente control de las probetas ensayadas y una pequeña cantidad de nano sílice, los resultados obtenidos fueron: que la disminución en el tamaño de partícula de los productos basados en sílice produce mayores resistencias en su reacción con estabilizantes basados en el calcio, como es el cemento, el yeso o la cal hidratada, además la compactación mecánica de los bloques de tierra comprimida también otorga mayores resistencias a compresión, la única diferencia entre las series sin nano sílice del ensayo era el tipo de compactación.

Benites (2017), realizó su tesis sobre adobe estabilizado con extracto de cabuya (*furcraea andina*), cuyo objetivo fue evaluar la factibilidad de un polímero natural local (cabuya) como estabilizador del adobe tradicional y las condiciones necesarias para garantizar su acción estabilizante, se evaluó la preparación del polímero estabilizante antes de su incorporación al adobe con un proceso de maceración que se prolonga entre 5 y 20 días, fijándose tres tipos de maceración distintos y evaluándose para cada uno de ellos el desempeño del adobe estabilizado en dos aspectos: la resistencia mecánica a través de resistencia a la compresión y a la flexión; y a la resistencia del agua mediante la prueba del chorro de agua y el ensayo de inmersión. Los resultados demuestran que el extracto de cabuya necesita un tiempo

mínimo de maceración de 5 días y un óptimo de 10 para activar sus propiedades estabilizantes y lograr mejorar significativamente la resistencia al agua del adobe. La resistencia a la compresión y a la flexión mejoran en un 9.6% y 133.7% respectivamente, mientras que la resistencia a la acción del agua mejora notablemente, haciéndolo competitivo con otros materiales estabilizantes como la cal o el cemento.

Romero & Callasi (2017), realizaron un trabajo de investigación sobre el estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto, el cual tuvo por objetivo la implementación de nuevas propuestas para mejorar la calidad de unidades de adobe, con el objetivo de garantizar la funcionalidad de las unidades de albañilería, sin incrementar excesivamente el costo de las mismas, por el cual se realizó un análisis de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe tradicional, así como de las unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5% y al 10%, comparando las características que posee las unidades de adobe estabilizado frente a las características de las unidades de adobe tradicional. El desarrollo de la investigación consta de una evaluación que inicia desde la selección del material, ensayos in-situ, ensayos de la materia prima, ensayos a nivel físico y a nivel mecánico de las unidades de adobe tradicional y unidades de adobe estabilizado con asfalto. Los resultados demostraron que las unidades de adobe estabilizado con asfalto al 5% son un 52.35% más resistente 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 las unidades de adobe tradicional.

Soto (2016), realizó su tesis sobre resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con incorporación de bentonita sódica, utilizando suelos de diferentes canteras, cuyo objetivo fue analizar la resistencia a compresión y flexión del adobe compactado, elaborado con la maquina CINVA RAM y con incorporación de bentonita sódica, la investigación se basó fundamentalmente en clasificar tres tipos de suelo de diferentes distritos de Cajamarca los cuales sean aptos para la elaboración de adobes compactados, dosificar los tres tipos de suelo en diferentes niveles de incorporación de bentonita sódica (8, 12, y 16%), para luego evaluar sus efectos en la resistencia a compresión y flexión y comparar los resultados, con los de un adobe compactado sin incorporación, los resultados fueron independientemente para cada tipo de suelo, la incorporación de bentonita sódica, en porcentajes de 8, 12 y 16% en el adobe compactado, mejora sus propiedades mecánicas en resistencia a compresión a más del 20% con respecto a la muestra patrón, en resistencia a la flexión los resultados dieron mayor al 10% con respecto a la muestra patrón.

Carhuanambo (2016), realizó su tesis sobre las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, el cual tuvo por objetivo evaluar la adición de la viruta y aserrín de eucalipto en porcentajes de 1.5% 3.0% y 4.5%, en las propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con la finalidad de diagnosticar sus ventajas o desventajas en la elaboración de estos, se elaboraron un total de 140 adobes compactados con los diversos porcentajes de adición de fibra vegetal, viruta y aserrín. De los cuales se ensayaron 56 unidades a compresión, 42 unidades a flexión y 42 por absorción del agua. Los resultados mostraron que la adición de viruta de eucalipto para los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, obtuvieron

una resistencia a compresión de 28.04 Kg/cm<sup>2</sup>, 29.79 kg/cm<sup>2</sup> y 30.94 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, la adición de aserrín de eucalipto para los porcentajes de 1.5%, 3.0%, y 4.5%, obtuvieron una resistencia a compresión de 21.01 kg/cm<sup>2</sup>, 18.53 kg/cm<sup>2</sup> y 13.64 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En cuanto a resistencia a flexión con adición de viruta de eucalipto para los mismos porcentajes se obtuvo una resistencia de 20.67 kg/cm<sup>2</sup>, 19.38 kg/cm<sup>2</sup> y 23.34 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y para la adición de aserrín de eucalipto con los mismos porcentajes se obtuvo una resistencia a flexión de 18.06 kg/cm<sup>2</sup>, 9.81 kg/cm<sup>2</sup> y 12.48 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Es por ello que, para realizar la presente investigación, es necesario conocer los siguientes términos.

**Adobe:** Se define el adobe como Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad (NTE E .080, 2017).

**Adobe compactado:** El adobe compactado es una alternativa en la que se aprovecha las ventajas del adobe tradicional y minimizan sus desventajas, ya que al mezclar adecuadamente los ingredientes del adobe tradicional y luego a esto agregarle una fuerza de compactación con una prensa se obtiene un material más homogéneo. El efecto que la compactación produce, se refleja en el aumento en la densidad del adobe, incrementando su resistencia mecánica, debido a que se disminuye la porosidad total y la macro-porosidad de aireación del suelo, haciéndolo más denso en relación del adobe tradicional. El adobe compactado es elaborado con material

propio de la región, para ello se emplea una prensa manual o electromecánica, que no requieren de un consumo energético elevado (Ríos, 2010).

Adobe estabilizado: Adobe en el que se ha incorporado 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 (NTE E .080, 2006).

Un adobe totalmente estabilizado debe limitar la proporción de agua que asimila al 4% de su peso, requiriendo para ello la incorporación de un aditivo que fluctúe entre el 6 y 12% de su peso total, no requiere del uso de algún tipo de recubrimiento, sin embargo, su principal desventaja es que la mayoría de las veces los usuarios de este tipo de material requieren recubrir las paredes con algún material impermeabilizado, lo que incrementa sustancialmente el costo de la obra (Granados,2000).

El suelo: Todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o latitas suaves, quedan excluidas de la definición las rocas sanas, ígneas o metamórficas y los depósitos sedimentarios altamente cementados, que no se ablanden o desintegren rápidamente por acción de la interperie. El agua contenida juega un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo, que debe considerarse como parte integral del mismo (Juárez y Rico 2005).

La capa terrestre está conformada por aglomerados de partículas de la descomposición de rocas producto de la acción mecánica del agua, aire o hielo, y

procesos químicos que traen la descomposición o disolución de los minerales del suelo.

Esta capa superficial comúnmente delgada está compuesta por una mezcla de diferentes elementos tales como: gravas, arenas, limos y arcilla, así como materia orgánica producto de la descomposición biológica (Caballero y Martínez, 2009).

Según Crespo (2000) el suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento etc. y también define al suelo que está formado por diferente granulometría, y además la norma NTP 339.134, 1999 y el libro Mecánica de Suelos y Cimentaciones define en tres tipos que son arenas, limos y arcillas.

Resistencia a compresión: Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, según norma E.080, esfuerzo admisible es de  $f_o=1.0 MPa=10.2 kgf/cm^2$ .

El término esfuerzo, en la compresión, se refiere a la magnitud de la fuerza por unidad de área. La compresión, es una presión que tiende a causar una reducción de volumen (Juárez, 2015).

La resistencia de un material es la propiedad que tiene para resistir la acción de las fuerzas, cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo se presentan fuerzas resistentes en las fibras del cuerpo que se denominan fuerzas internas. Fuerza interna es la resistencia interior de cuerpo a una a una fuerza externa (Ríos, 2010).

Resistencia a flexión: En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal (Ríos, 2010).

Según norma E.080. El Esfuerzo de rotura mínima es  $0.08\text{MPa} = 0.81\text{ kgf/cm}^2$

Absorción: Capacidad de medida de agua que puede contener un bloque de unidad saturada (Gallegos & Casabonne, 2005).

Según Norma E.080. La cantidad de agua requerida para moldear las unidades de adobe, no debe pasar del 20% respecto al peso del contenido seco.

Este ensayo tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras, obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes durante 24 horas de ser sumergido en el agua (NTP. 399.613, 2003).

La presente investigación busca generar información sobre la influencia de la adición de fibra de fique, en los bloques de adobe compactado, así como se buscó evaluar si la adición de fibra mejora o no la resistencia a la compresión del adobe compactado, debido a que se buscó un producto de mejor calidad.

## 1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye la adición de fibra de fique en diferentes porcentajes respecto a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado, Cajamarca 2021?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

- Determinar la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado, adicionando fibra de fique en diferentes porcentajes.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades del suelo apto para la elaboración de adobes compactados.
- Elaborar adobes compactados patrón (0%) y con adición de fibra de fique en porcentajes de 1%, 1.5% y 2%.
- Determinar la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe patrón y de adobes compactados adicionando fibra de fique en porcentajes de 1%, 1.5% y 2%.
- Comparar con la muestra patrón y con la norma E.080 los resultados obtenidos de los ensayos a compresión, flexión y absorción de los bloques de adobe compactado en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% de fibra de fique.

## 1.4. Hipótesis

La adición de fibra de fique en un 2% aumenta la resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado hasta en un 10% y disminuye la absorción del agua.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación a realizar será experimental, ya que se lleva un control en las variables al momento de medir el comportamiento del material sometido a un ensayo, para ello se tuvo en cuenta las variables que intervienen como son: el tipo de fibra vegetal en los bloques de adobe y la resistencia a la compresión y flexión.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Unidad de estudio: se considera a cada uno de los bloques de adobe compactado

Las dimensiones para el ensayo a compresión son de 15\* 15\* 10 cm y teniendo en cuenta que la resistencia mínima de rotura a la compresión es de 10.2 kgf/cm<sup>2</sup> establecido por la norma E.080.

Las dimensiones para el ensayo a flexión son de 30\* 15\* 10 cm y teniendo en cuenta que la resistencia mínima de rotura a la tracción es de 0.81 kgf/cm<sup>2</sup> establecido por la norma E.080.

La unidad de adobe que se usará para el ensayo a absorción tendrá las dimensiones de 30\* 15\* 10 cm las cuales se sumergirán completamente en agua como se especifica en la norma E.070 de Albañilería.

Población: la población es igual a la muestra, para esta población se realizaron 80 bloques de tierra, siguiendo las normas que se describen en la muestra.

Muestra: la muestra es no probabilística, por ello se calculó de acuerdo a la norma E-080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada (2017), el cual indica que los cubos de adobe deben cumplir con el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, es decir 10.2 kg/cm<sup>2</sup> o

1.0 MPa, por ello en la presente investigación se optó por 8 unidades de adobe para cada porcentaje de fibra.

Para el ensayo a flexión y absorción se tomó en cuenta la muestra mínima del ensayo a compresión para el cual se elaboraron 6 unidades para flexión y 6 unidades para absorción para cada porcentaje de fibra.

Tabla 1.

*Cantidad de adobes para ensayos a compresión, flexión y absorción de la unidad de adobe compactado.*

ENSAYO	PATRÓN	1%	1.5%	2%
compresión	8	8	8	8
Flexión	6	6	6	6
Absorción	6	6	6	6
Sub total	20	20	20	20
Total		80 unidades		

Fuente: Elaboración Propia, 2021

### 2.2.1. Obtención de la muestra

La obtención del material arcilloso se obtuvo mediante una excavación manual, luego se realizó el cuarteo del material in situ para finalmente ser trasladado al laboratorio de suelos cubiertos en sacos para no alterar sus propiedades.

### 2.2.2. Ubicación de la cantera

Caserío: El Álamo - Cerrillo

Distrito: Baños del Inca

Provincia: Cajamarca

Región: Cajamarca

### Coordenadas

Este: 777008

Norte: 9211235



Figura 1. Ubicación Satelital de la Cantera en Estudio.

### 2.2.3. Extracción de la fibra de fique

La fibra de fique fue extraída del caserío el sauce ubicado en:

Caserío: El Sauce  
Distrito: Huasmín  
Provincia: Celendín  
Región: Cajamarca

## Coordenadas

Este: 803206

Norte: 9239588



Figura 2. Ubicación Satelital de la Fibra de Fique.

## 2.3. Operacionalización de variables

### 2.3.1. Variable independiente

% de fibra de fique

### 2.3.2. Variable dependiente

Resistencia a la compresión

Resistencia a la flexión

Absorción de agua del adobe compactado

Tabla 2.

*Operacionalización de variables*

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Índice
Independiente	% de fibra de fique.	Mezcla de tierra apta para la elaboración de adobes con la adición de fibra de fique compactado de forma mecánica con la maquina CINVA RAM.	Fibra que se usa para mejorar la resistencia del adobe compactado.	Dosificación con respecto al peso seco del suelo.	- % de fibra de fique
	Resistencia a la compresión.	Propiedad que tiene para resistir la acción de las fuerzas, cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo se presentan fuerzas resistentes en las fibras del cuerpo que se denominan fuerzas internas (Ríos, 2010).	Capacidad de soportar cargas y esfuerzos.	Ensayo a compresión.	- Kg/cm <sup>2</sup>
Dependientes	Resistencia a la flexión.	Se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal (Ríos, 2010).	Capacidad de soportar cargas y esfuerzos.	Ensayo a flexión.	- Kg/cm <sup>2</sup>
	Absorción de agua del adobe compactado.	Capacidad total que tiene un material para absorber hasta saturarse.	Capacidad de resistir la humedad.	Ensayo de absorción de agua.	- % de absorción

Fuente: Elaboración propia, 2021

#### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Esta investigación se realizó a través de ensayos en los laboratorios de concreto y suelos de UPN Cajamarca, ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de atterberg, proctor modificado, ensayos de compresión, ensayos de flexión y absorción, cabe precisar que la información que se obtendrá en laboratorio, se procesará en gabinete en tablas y en Excel.

Tabla 3.

*Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.*

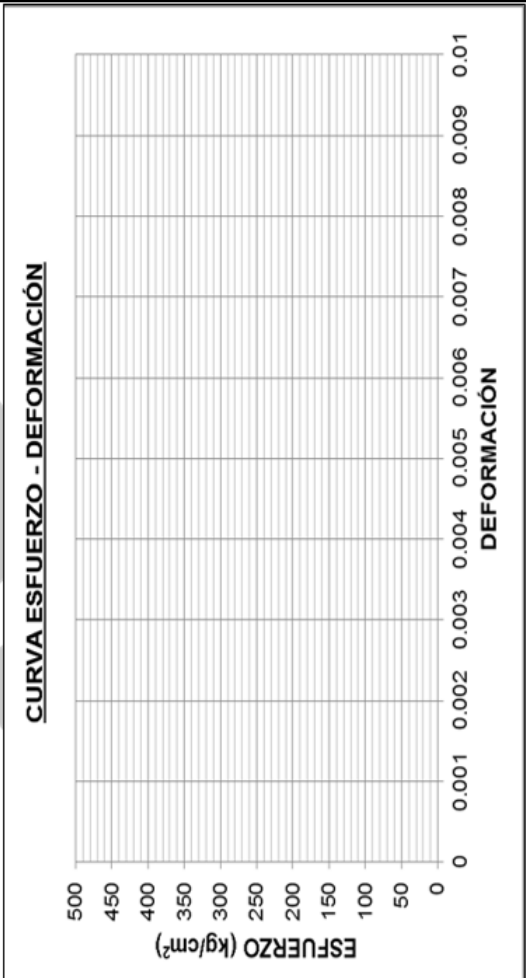
Técnica	Instrumentos	Procedimiento de recolección de datos
Conjunto de instrumentos para la realización de ensayos.	Protocolos de recolección de datos de los ensayos.	Ensayos de laboratorio Contenido de humedad (MTC E 108/ ASTM D 2216 / NTP339.127) Análisis granulométrico (ASTM D421) Límites de plasticidad (ASTM D2487 / NTP 339.134) Clasificación de suelos unificados SUCS (ASTM D2487 / NTP 339.134) Compactación proctor modificado (MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141) Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Resistencia a la absorción

Fuente: Elaboración propia, 2021

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	ROTURA DEL ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESIÓN			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-EC-UPNC: .....
NORMA	-----			
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO ADICIONANDO FIBRA DE FIQUE”			
ID. ADOBE (espécimen):		LARGO. (cm):		
FECHA DE ELABORACIÓN:		ANCHO. (cm):		
FECHA DE ENSAYO:		ALTO. (cm):		
EDAD DEL ADOBE:		ÁREA. (cm <sup>2</sup> ):		
N° DE ESPECÍMEN:		RESPONSABLE:		

N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Def Unit
1	0			
2	500			
3	1000			
4	1500			
5	2000			
6	2500			
7	3000			
8	3500			
9	4000			
10	4500			
11	5000			
12	5500			
13	6000			
14	6500			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			
21	11000			
22	11500			
23	12000			
24	12500			
25	13000			
26	13500			
27	14000			
28	14500			
29	15000			
30	15500			
31	16000			
32	16500			
33	17000			
34	17500			
35	18000			
36	18500			
37	19000			
38	19500			
39	20000			
40	20500			
41	21000			
42	21500			

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 3. Protocolo de Recolección de Datos de los Ensayos.

## 2.5. Procedimiento

Para realizar la presente investigación primero se obtuvo la extracción del material de la cantera el álamo - cerrillo, para luego ser trasladado al laboratorio de la Universidad Privada del Norte Cajamarca para la obtención de las propiedades físicas del material como son: contenido de humedad, granulometría, límites de attemberg, proctor modificado (con y sin fibra de fique), la fibra de fique se obtuvo de la penca chancada sumergido en agua por cinco días, luego se saca y se lava con bastante agua hasta quedar un color bien blanquecino y posteriormente se deja secar al sol durante quince días.

- **Contenido de humedad**

Para determinar el contenido de humedad se tuvo en cuenta la siguiente norma (NTP 339.127,1998), el contenido de humedad es la cantidad de agua que hay en una muestra del suelo, se determina como la relación que existe entre el peso del agua ( $W_w$ ) contenido en la muestra y el peso de la fase sólida. Generalmente se expresa en porcentaje.

Ecuación 1. Contenido de humedad.

$$(W\%) = \frac{WH - WS}{WS} * 100$$

Donde:

$W$  = es el contenido de agua o humedad (%)

$W_s$  = peso de la fase solida de la muestra de suelo (peso de los sólidos o peso de la muestra seca, en gr)

$WH$  = peso de la muestra húmeda en gramos

## Material

Muestra alterada extraída de la cantera en estudio

## Equipo

Balanza con aproximación de 0.01 gr.

Estufa con control de temperaturas

Recipiente o tara

## Procedimiento

Identificación del recipiente (A)

Pesar el recipiente o tara (B)

Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara (C)

Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C

Pesar la muestra seca en el recipiente o tara (D)

Determinar el peso del agua (E) = C-B

Determinar el peso del suelo seco (F) = D-B

Determinar el contenido de humedad (G) = (E/F) \*100

Determinar el promedio del contenido de humedad (H)

### Temperatura de secado

60°C/110°C / Ambiente

### Método

Horno 110 ± 5°C

## En laboratorio

Para realizar este ensayo se realizó con la norma NTP 339.127,1988 (métodos de ensayos para determinar el contenido de humedad de un suelo) y la norma ASTM D2216.

Primeramente, se tomaron tres muestras del suelo húmedo, se las pesó en sus respectivas taras antes de ser colocadas al horno, finalmente, pasadas las 24 horas se pesó nuevamente cada muestra seca y se realizó el procesamiento de datos en gabinete.

- **Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado**

Este ensayo se basa en la separación del suelo previamente lavado (en el tamiz N° 200) y secado en el horno, con la finalidad de determinar los tamaños por una serie de tamices ordenadas de mayor a menor abertura. (NTP 339.128, 1999).

### **Material**

Muestra seca aproximadamente 500 gr.

### **Equipo**

Juego de tamices

Balanza con aproximación de 0.01 gr.

Estufa con control de temperatura

Taras

### **Procedimiento**

Secar la muestra

Pesar la muestra seca ( $W_s$ )

Colocar la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar durante algunas horas dependiendo del tipo de material

Tamizar la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua

La muestra retenida en la malla N°200 se retira en un recipiente y se deja secar

Pasar la muestra por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador

Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP)

Ecuación 2. Porcentajes de los pesos retenidos.

$$(\%RP) = \frac{PRP}{Wt} * 100$$

Determinar los porcentajes de los pesos retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP, es decir:

$$\%RA1 = \%RP1$$

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

$$\%RA3 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3, \text{ etc.}$$

Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

Ecuación 3. Porcentajes que pasa en cada tamiz.

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \%R.A$$

Dibujar la curva granulométrica en escala semilogaritmica, en el eje de las abscisas se registrará la abertura de las mallas en milímetros, y en el eje de las ordenadas se registrará los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan.

### **En laboratorio**

Primero se pesaron aproximadamente 500 gr de material, esto fue lavado y secado en el horno durante 24 horas, para luego ser pasado por el juego de tamices (3/8,4,10,40,100 y 200) y de esta manera obtener el porcentaje retenido por cada tamiz.

- **Límites de Atterberg o límites de consistencia**

según la norma técnica peruana (NTP 339.129, 1999) indica que originalmente Albert attemberg definió seis límites de consistencia de suelos de grano fino: el límite superior de flujo viscoso, el límite líquido, el límite de pegajosidad, el límite de cohesión, el límite plástico y el límite de contracción. En ingeniería se usan frecuentemente el límite líquido, el límite plástico y en algunas referencias el límite de contracción.

**Límites de consistencia.** Es la relativa facilidad con la cual un suelo puede ser deformado.

**Limite líquido (LL).** Según la norma técnica peruana NTP 339.129,1999, el límite liquido es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en la distancia de 13mm (1/2 pulgada) cuando se deja caer la copa 25 veces una altura de 1cm a razón de dos caídas por segundo.

#### **Ensayo de limite liquido**

##### **Material**

Suelo seco que pasa la malla N°40

##### **Equipo**

Malla N°40

Copa de casa grande

Ranurador o acanalador

Balanza con aproximación de 0.01gr

Estufa con control de temperatura

Espátula

Probeta de 100 ml

Capsula de porcelana

Taras identificadas

### **Procedimiento**

En una capsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme

Colocar una porción de pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1cm

En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quede dividida en dos partes

Elevar y dejar caer la copa mediante la manivela a razón de dos caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm, registrar el número de golpes

Mediante la espátula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior a la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad

Retirar el suelo remanente de la copa de Casagrande y colocar en la capsula de porcelana

Agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto o agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo

Lavar y secar la copa y el acanalador

Repetir el ensayo mínimo 2 veces mas

Dibujar a la curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registrará el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural

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

**Límite plástico (LP).** Según la norma técnica peruana (NTP 339.129, 1999), el límite plástico es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados plásticos y semisólido. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad ms bajo al cual el suelo puede ser rolado en hilo de 3.2mm (1/8 pulgada) sin que se rompan en pedazos

### **Ensayo de limite plástico**

#### **Material**

Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido

#### **Equipo**

Balanza con aproximación de 0.01gr

Estufa

Espátula

Capsula de porcelana

Placa de vidrio

Taras identificadas

## **Procedimiento**

El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3.2 mm, de diámetro (1/4 pulgada), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado

El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico

## **Índice de plasticidad**

Es el rango de contenido de humedad sobre el cual un suelo se comporta plásticamente. Numéricamente es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico (NTP 339.129, 1999).

Según (Juárez & Rico, 2009) en su libro fundamentos de la mecánica de suelos nos dice que, para medir la plasticidad de las arcillas se ha desarrollado varios criterios de los cuales se mencionará uno de ellos los de Attemberg.

Según su contenido de agua en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico, puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia., definidos por Attemberg.

Estado Líquido, con las propiedades y apariencia de una suspensión.

Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.

Estado plástico, en que el suelo se comporta plásticamente.

Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado.

Estado sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado.

Ecuación 4. índice de plasticidad.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP. Índice de plasticidad

LL. Límite líquido

LP. Límite plástico

### **En laboratorio**

Este ensayo nos sirve para clasificar el suelo, se realizó el ensayo de límite líquido, límite plástico y por diferencia se calculó el índice de plasticidad para este ensayo se siguió el procedimiento que nos indica la norma (NTP 339.129, 1999).

- **Ensayo de proctor modificado**

Esta prueba tiene como finalidad determinar el contenido de humedad óptimo que puede recibir el suelo. MTC 115-1999 / ASTM D1557.

### **Material**

Muestra alterada seca.

Papel filtro.

### **Equipo**

Equipo proctor modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión).

Pisón proctor modificado

Balanza con aproximación de 0.01 gr

Estufa con control de temperatura

Probeta de 1000 ml

Recipiente de 6 kg, de capacidad

Espátula

Recipientes identificados

### **Procedimiento**

Obtener la muestra seca para el ensayo, de acuerdo a utilizar (método A, B o C).

Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en ¼ % entre ellas.

Ensamblar el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.

Compactar cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 o 56 golpes (depende del método A, B o C), al terminar de compactar la última capa, se retira el collar de extensión, se enrasa con la espátula y se determina la densidad húmeda (Dh).

Determinar el contenido de humedad de cada muestra compactada (W %), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.

Determinar las densidades secas de cada muestra compactada (Ds).

Ecuación 5. Densidad seca.

$$D_s = \frac{\text{Densidad húmeda}}{\left(1 + \frac{\text{contenido de humedad promedio}}{100}\right)}$$

Dibujar la curva de compactación en escala natural, el dato del contenido de humedad se registra en el eje de abscisas y los datos de densidad seca en el eje de ordenadas.

Determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Tabla 4.

*Métodos de proctor modificado*

ID	DESCRIPCION	UND	PROCTOR MODIFICADO		
1	Método		A	B	C
2	Condiciones para la selección del método		% Ret. Acum. N°4 ≤ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤ 20% % Ret. Acum. N°4 ≥ 20%	% Ret. Acum. 3/4" ≤ 30% % Ret. Acum. 3/8" ≥ 20%
3	Tipo de material utilizado		Pasante malla N°4	Pasante malla 3/8"	Pasante malla 3/4"
4	n° de capas	n	5	5	5
5	N° de golpes	N	25	25	56
6	Diámetro del molde	cm	10.16±0.04	10.16 ±0.04	15.24 ±0.07
7	altura del molde	cm	11.64±0.05	11.64 ±0.05	11.64 ±0.05
8	Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	944±0.15	944 ±0.15	2124 ±0.25
9	Peso del martillo	kg	4.54±0.01	4.54 ±0.01	4.54 ±0.01
10	Altura caída del martillo	cm	45.72±0.16	45.72 ±0.16	45.72 ±0.16
11	Diámetro del martillo	cm	5.08±0.025	5.08 ±0.025	5.08 ±0.025
12	Energía de compactación	Kg/cm	27.485	27.485	27.485

Fuente: elaboración propia,2021

### **En laboratorio**

Este ensayo se realizó haciendo uso de la norma MTC E 115, 1999, para la cual se pesó previamente 3.00 kg de material para cada ensayo, en nuestro caso por el tipo de suelo utilizado, se requirió del método A, realizando por tal motivo 25 golpes por cada capa. Dicho ensayo se repitió 5 veces para la obtención de la curva de compactación del material.

Finalmente se realizó la compactación de la muestra patrón y de la muestra con adición de fibras de fique en porcentajes de 1, 1.5 y 2%

### **Diseño experimental**

Una vez obtenido la clasificación de suelos y sus resultados cumpliendo con la norma se realizó el diseño de mezclas utilizando el proctor para utilizar la cantidad de agua por adobe de acuerdo al contenido de humedad.

### **REQUISITOS PARA LA ELABORACION DEL BLOQUE DE ADOBE COMPACTADO**

La norma E.080, presenta los siguientes requisitos generales para la elaboración del adobe:

La Gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes, arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos.

El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

- Tamizado

Una vez obtenido el material se procedió a tamizar por la malla N°4 para evitar la presencia de piedras o grumos grandes de tierra seca.

- Elaboración de adobes

La fabricación de adobes se realizó según el porcentaje de fibra y contenido de humedad óptimo obtenido de los ensayos de laboratorio. Para los adobes compactados se realizaron 20 adobes para cada porcentaje

- Dosificación de la fibra

Para determinar la cantidad de agua a utilizar en cada adobe, primeramente, se determinó el peso seco del adobe compactado con respecto a su volumen, obtenidos de la medición de la máquina CINVA-RAM y ensayos de laboratorio.

Posteriormente se calculó la cantidad de fibra que contendría cada adobe respecto a su peso seco para los porcentajes de 1%, 1.5% y 2%. Dicha fibra fue colocada en longitudes de 8cm.

- Prensado

Primero se colocó el material hasta llenar el molde por completo, sobre todo se recomienda presionar un poco los bordes y esquinas para un mejor resultado.

Luego, para la manipulación de la máquina Cinva RAM se necesitó 2 personas: una para sujetar la máquina y otra para la manipulación de la palanca al momento de prensar el material

- Acopio

Los adobes se colocaron en fila organizados de acuerdo a cada porcentaje en una superficie seca y limpia.

- Secado

Los adobes se secaron bajo una superficie techada por 14 días, luego se los volteó para tener uniformidad de secado. El secado duró 28 días.

### **Evaluación de las propiedades del adobe compactado**

- Resistencia a compresión

Este ensayo se realizó con la prensa hidráulica (máquina para ensayo a compresión).

### **Equipo**

Amoladora para concreto.

Vernier.

Equipo de compresión no confinada.

### **Procedimiento**

Colocar la muestra de adobe (cortada en mitades) en la máquina para ensayo a compresión.

Aplicar deformación a una velocidad de 1000 $\mu$ m/min y tomar lecturas del deformimetro de carga para las siguientes lecturas del dial de deformación de (0.01 mm/división): 0, 10, 20; cada 20 hasta 100; cada 25 hasta 600 y cada 50 hasta 1600.

Someter la muestra a carga máxima que puede soportar

Ecuación 6. Presión.

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde:

P = es la presión (N/m<sup>2</sup>).

F= es la fuerza normal (N).

A= es el área sobre la que se aplica la fuerza (m<sup>2</sup>).

- Resistencia a flexión

Este ensayo se realizó con la prensa hidráulica (máquina para ensayo a flexión)

### **Equipo**

Vernier.

Equipo de flexión.

Equipo de compresión no confinada.

Dos aceros de 20cm de diámetro de 3/8"

### **Procedimiento**

Colocar la muestra de adobe en la máquina para ensayo a flexión (utilización de aceros espaciados debidamente y colocados en la base del espécimen).

Aplicar carga a una velocidad de 1000µm/min y tomar lecturas del deformímetro de carga para las lecturas del dial de deformación.

Someter a la muestra a carga máxima que puede soportar

Ecuación 7. Resistencia a flexión.

$$f'_b = \frac{3 * Pu * l}{2 * b * t^2}$$

Donde:

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

$P_u$  = Carga de rotura (Kg)

$L$  = Luz entre ejes de apoyos (cm)

$b$  = Ancho de la unidad (cm)

$t$  = Altura (cm)

- Absorción de agua

En el ensayo de absorción se miden la absorción de la unidad sumergida en agua fría durante veinticuatro horas, la absorción máxima de la unidad que corresponde al hervido de esta durante cinco horas y el coeficiente de saturación, que es la relación entre la absorción y la absorción máxima. Para efectuar el ensayo las unidades se secan, se pesan y se someten al tratamiento antes dicho y luego de eso se vuelven a pesar. Se llama absorción y absorción máxima a la diferencia de peso entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad seca. El coeficiente de saturación es simplemente la relación entre esos dos porcentajes (Gallegos & Casabonne, 2005).

Ecuación 8. porcentaje de absorción.

$$\% ABS = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

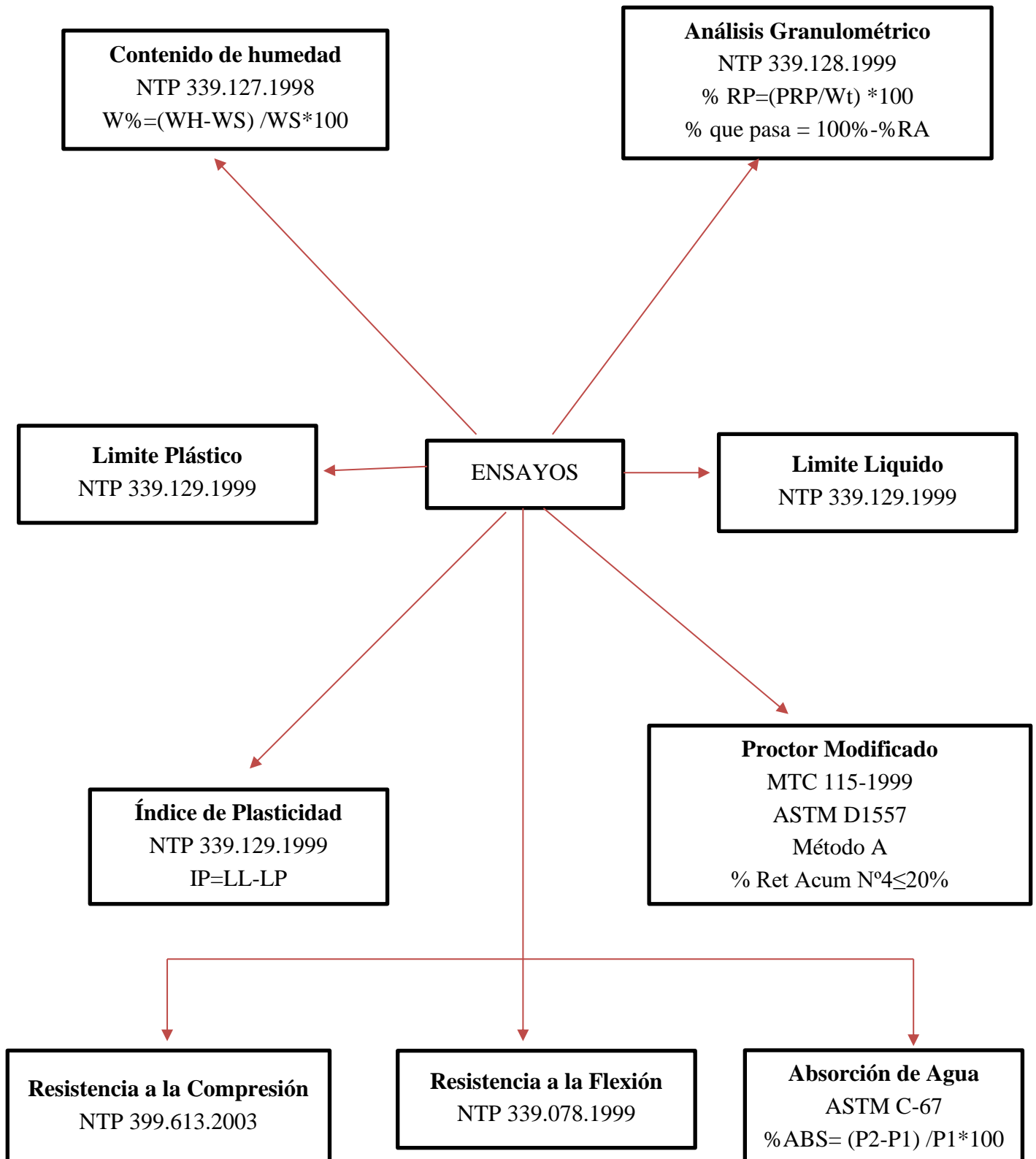
Donde:

%ABS = Porcentaje de absorción de agua (%)

P1 = Peso de la unidad seca (gr)

P2 = Peso de la unidad saturada (gr)

- Diagrama de proceso



- Aspectos éticos

La presente investigación, respecto a los aspectos éticos, salvaguardara en primer lugar, la propiedad intelectual de los autores, respecto a las teorías y conocimientos diversos; citándolos apropiadamente y precisando las fuentes bibliográficas en donde se encuentra lo referenciado; respecto a los indicado en estilo APA.

En segundo lugar, respecto a la reserva de información se consideró contar con las autorizaciones respectivas para su publicación como es el caso del repositorio institucional académico de la upn.

En tercer lugar, los procedimientos y metodologías propuestas, desarrolladas en la presente tesis constituyen de por si la propiedad intelectual en cuanto a su contextualización y exhibición del autor del presente estudio.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 3.1. Obtención de las características físicas del suelo

##### 3.1.1. Contenido de Humedad

Tabla 5.

*Determinación del contenido de humedad promedio del suelo*

<b>W (%) promedio</b>	24.40
-----------------------	-------

Fuente: Elaboración propia, 2021

##### 3.1.2. Límites de consistencia

Tabla 6.

*Determinación del límite líquido*

Límite Líquido	46.08%	Límite Plástico	22.88%	Índice de Plasticidad	22.77%
----------------	--------	-----------------	--------	-----------------------	--------

Fuente: Elaboración propia, 2021

##### 3.1.3. Análisis Granulométrico

Tabla 7.

*Análisis granulométrico del suelo*

Tamiz ASTM		Peso retenido		% Acumulado	
Malla	mm	Gramos	%	Retenido	Pasa
N° 4	4.75	5.20	1.04	1.04	98.96
N° 200	0.08	69.40	13.88	66.14	33.86

Fuente: Elaboración propia, 2021

Del ensayo granulométrico realizado en laboratorio se obtuvo que:

Porcentaje que pasa la malla N°4 = 98.96%

Menos del 12% pasa la malla N°200 = 33.86%

### 3.1.4. Clasificación del suelo

Con los resultados obtenidos en los ensayos de granulometría y límites de atterberg se procedió a clasificar el suelo en la carta de plasticidad según el sistema SUCS, obteniéndose el siguiente resultado.

Menos del 50% pasa la malla N°200 por lo tanto es un suelo grueso, y con los datos de límite líquido e índice de plasticidad, se llevan estos valores a la carta de plasticidad, el cual se obtiene una arena de media plasticidad, por lo que según la clasificación SUCS es un suelo tipo CL: Arenas arcillosas.

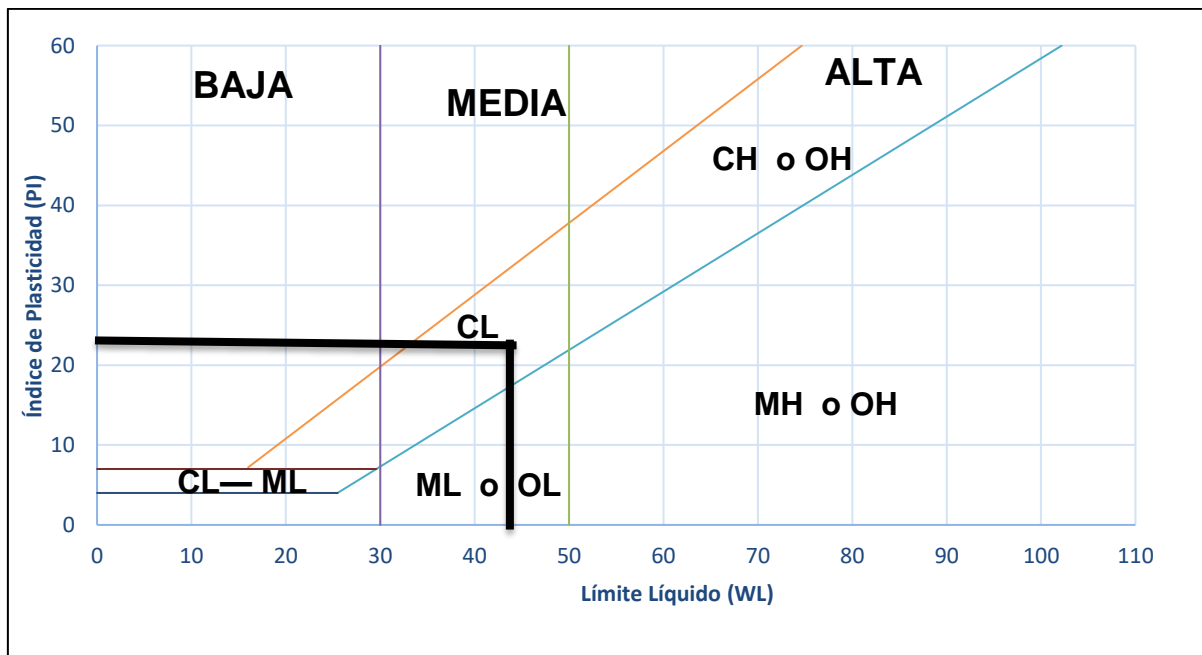


Figura 4. Carta de Plasticidad.

### 3.1.5. Ensayo de Proctor modificado

#### 3.1.5.1. Dosificación de agua y tierra para cada adobe

Tabla 8.

*Dosificación*

Descripción	Cantidad de tierra en el molde(gr)	Cantidad de agua (ml)	Cantidad de fibra en cada unidad (gr)
Adobe muestra patrón	10000.00	1760.00	-
Adobe con 1% de fibra	10000.00	2080.00	100.00
Adobe con 1.5% de fibra	10000.00	1738.00	150.00
Adobe con 2% de fibra	10000.00	1720.00	200.00

Fuente: Elaboración propia, 2021

### 3.1.6. Ensayos a compresión

Tabla 9.

*Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 0% de fibra de fique (muestra patrón)*

Muestra patrón	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	8414.00	5.35	0.053	37.15
2	8718.00	6.10	0.060	38.75
3	8172.00	6.25	0.063	36.57
4	8284.00	5.45	0.055	37.07
5	8182.00	5.72	0.057	36.86
6	7369.00	4.28	0.042	33.08
7	8299.00	6.35	0.064	36.89
8	8709.00	6.95	0.068	38.84

Fuente: elaboración propia, 2021

Tabla 10.

*Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1% de fibra de fique*

Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	17477.00	18.14	0.180	76.40
2	17161.00	22.10	0.221	76.27
3	17460.00	16.30	0.160	78.12
4	16813.00	16.10	0.161	75.23
5	22000.00	10.28	0.102	97.80
6	19006.00	20.10	0.197	82.53
7	16664.00	18.05	0.179	74.07
8	21577.00	10.20	0.102	94.63

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 11.

*Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 1.5% de fibra de fique*

Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	13256.00	13.88	0.137	58.73
2	13284.00	12.96	0.127	58.26
3	12815.00	11.54	0.113	56.77
4	14409.00	13.95	0.138	64.48
5	13732.00	13.75	0.135	60.43
6	13266.00	15.42	0.153	57.23
7	13351.00	16.95	0.168	58.17
8	12594.00	13.75	0.135	52.11

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 12.

*Resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado con 2% de fibra de fique*

Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	12487.00	12.05	0.119	54.77
2	11207.00	9.85	0.097	49.82
3	12198.00	10.94	0.108	53.86
4	10626.00	9.24	0.091	43.97
5	12488.00	12.05	0.118	55.14
6	12200.00	13.28	0.131	53.51
7	12182.00	16.20	0.159	53.97
8	11557.00	17.34	0.170	50.69

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 13.

*Resumen general de bloques de adobe compactado sometidos a compresión*

Descripción	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
Adobe compactado muestra patrón	36.90
Adobe compactado con 1% de fibra de fique	81.88
Adobe compactado con 1.5% de fibra de fique	58.27
Adobe compactado con 2% de fibra de fique	51.97
Adobe tradicional según Norma E-080	10.20

Fuente: Elaboración propia, 2021

### Resumen general de resultados a compresión

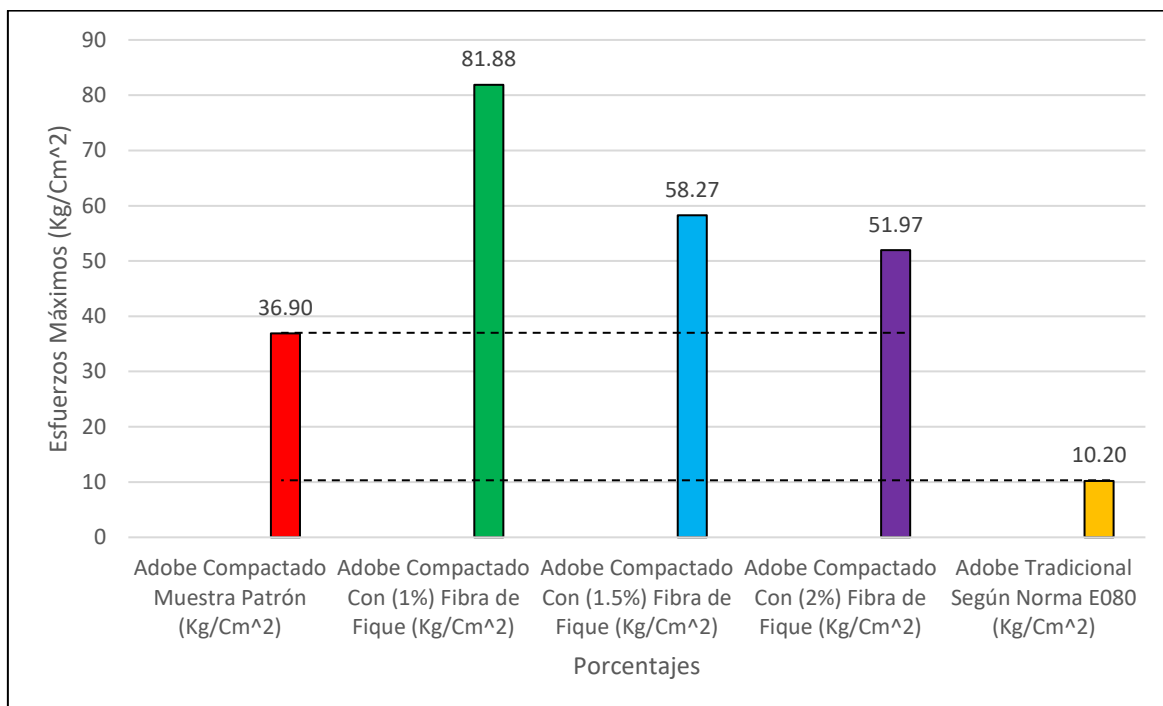


Grafico 1. Resumen de Bloques de Adobe sometidos a Compresión.

### 3.1.7. Ensayos a flexión

Tabla 14.

*Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 0% de fibra de fique (muestra patrón)*

Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	579.00	5.40	0.053	9.76
2	627.00	3.63	0.036	10.68
3	448.00	4.70	0.046	7.38
4	323.00	2.55	0.025	5.50
5	555.00	6.52	0.064	9.23
6	655.00	6.00	0.059	10.83

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 15.

*Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 1% de fibra de fique*

Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	860.00	3.73	0.037	15.04
2	830.00	11.55	0.113	13.95
3	832.00	13.44	0.132	13.89
4	681.00	13.30	0.132	11.67
5	728.00	12.40	0.122	12.23
6	729.00	12.98	0.130	12.75

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 16.

*Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 1% de fibra de fique*

Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	860.00	3.73	0.037	15.04
2	830.00	11.55	0.113	13.95
3	832.00	13.44	0.132	13.89
4	681.00	13.30	0.132	11.67
5	728.00	12.40	0.122	12.23
6	729.00	12.98	0.130	12.75

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 17.

*Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 1.5% de fibra de fique*

Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1021.00	4.90	0.049	17.38
2	917.00	5.17	0.051	15.31
3	838.00	9.20	0.090	13.99
4	1030.00	8.25	0.083	17.89
5	1018.00	7.10	0.070	16.99
6	1011.00	16.90	0.166	16.99

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 18.

*Resistencia a flexión de los bloques de adobe compactado con 2% de fibra de fique*

Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Deformación unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
1	1333.00	16.00	0.157	22.25
2	1270.00	18.25	0.179	21.13
3	1024.00	8.85	0.088	17.38
4	1280.00	13.20	0.129	21.37
5	1842.00	13.05	0.128	30.75
6	1122.00	13.00	0.129	19.10

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 19.

*Resumen general de bloques de adobe compactado sometidos a flexión*

Descripción	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
Adobe compactado muestra patrón	8.90
Adobe compactado con 1% de fibra de fique	13.25
Adobe compactado con 1.5% de fibra de fique	16.43
Adobe compactado con 2% de fibra de fique	22.00

Fuente: Elaboración propia, 2021

**Resumen general de resultados a flexión**

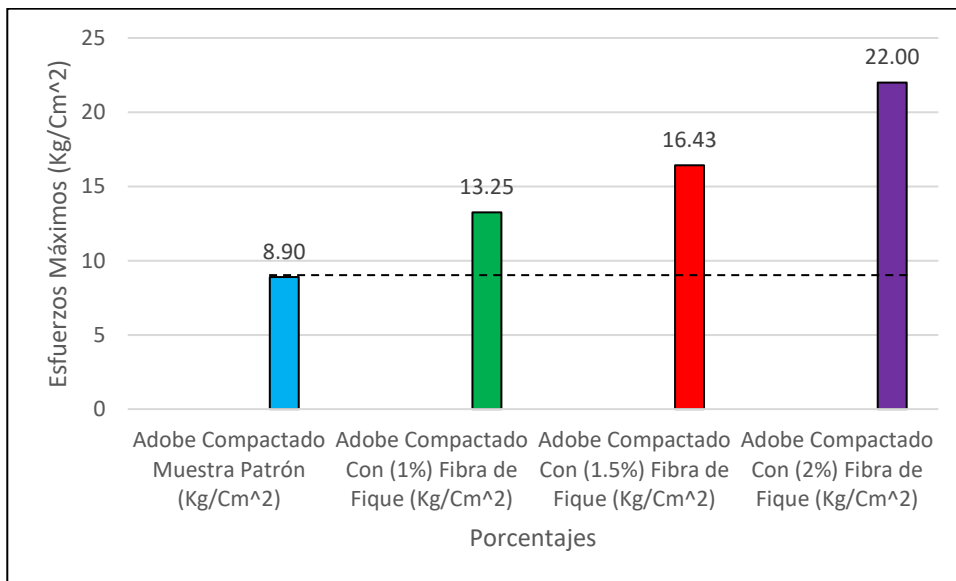


Grafico 2. Resumen de bloques de Adobes Sometidos a Flexión.

### 3.1.8. Ensayos a absorción

Tabla 20.

*Resumen general de bloques de adobe compactado sometidos al ensayo de absorción*

Descripción	% absorción de agua
Adobe compactado muestra patrón	0.00
Adobe compactado con 1% de fibra de fique	8.80
Adobe compactado con 1.5% de fibra de fique	13.80
Adobe compactado con 2% de fibra de fique	6.54

Fuente: Elaboración propia, 2021

### Resumen general de resultados de absorción

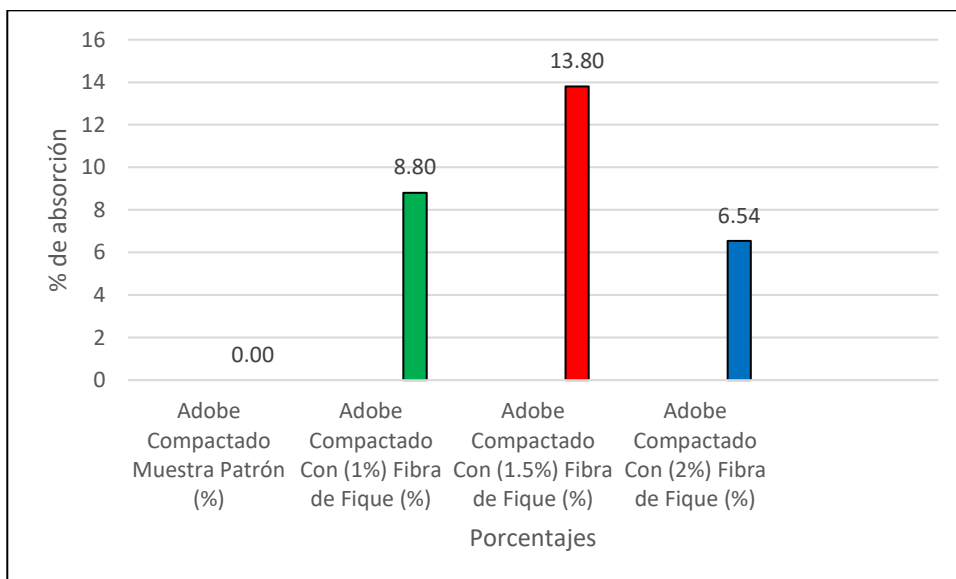


Grafico 3. Resumen de bloques de Adobe sometidos al Ensayo de Absorción.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. DISCUSIÓN

Se analizó todos los ensayos realizados en laboratorio y se evaluó la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado.

#### **Limitaciones**

Las limitaciones que se presentó en la presente investigación es la elección de la cantera, ya que muchas de las canteras no cumplen con los parámetros establecidos por la norma.

#### **Interpretación comparativa**

- El adobe compactado con adición de la fibra de fibra de fique en sus diferentes porcentajes, supera la resistencia a compresión mínimo aceptable por la norma E.080, que tiene como esfuerzo mínimo  $10.20 \text{ kgf/cm}^2$ .
- En la tesis denominada “Adobe estabilizado con extracto de cabuya” realizada por (Benites, 2017) se determinó que el extracto de cabuya necesita un tiempo mínimo de maceración de 5 días y un óptimo de 10 para activar sus propiedades estabilizantes, así mismo la resistencia a compresión y flexión mejoran en 9.6 y 133.7% en comparación con otros materiales estabilizantes como el cemento y la cal, sin embargo en la presente investigación se demuestra que la fibra de fique necesita 5 días de maceración para obtener una resistencia máxima promedio obtenida con el incremento de 1% de fibra con respecto al adobe compactado muestra patrón el cual mejora en un 121.90%, y en la resistencia a flexión con incremento de 2% de fibra supera en un 147.19% con respecto a la muestra patrón.

- En la investigación denominada “Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto” realizada por (Romero & Callasi ,2017) se obtuvo como resultados que el adobe estabilizado con asfalto al 5% son un 52.35% más resistente a la compresión que las unidades del adobe tradicional, y las unidades de adobe estabilizado al 10% son un 81.15% más resistente a la compresión que las unidades de adobe tradicional, sin embargo en la presente tesis se obtuvo que el adobe compactado al adicionar 1% de fibra de fique aumenta la resistencia a compresión en un 121.90% y al adicionar 2% de fibra aumenta la resistencia a la flexión en un 147.19% con respecto a la muestra patrón.
- Por otra parte, (Soto,2016) realizó su tesis sobre “Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con incorporación de bentonita sódica, utilizando suelos de diferentes canteras”, los resultados fueron que al adicionar 8%, 12% y 16% aumenta la resistencia a la compresión y flexión hasta en un 20% y 10% con respecto a la muestra patrón, sin embargo en la presente investigación se obtuvo que al adicionar 1%, 1.5% y 2% de fibra de fique aumenta la resistencia a la compresión y flexión en un 121.90% y 147.19% respectivamente con respecto a la muestra patrón.
- Así mismo, (Carhuanambo, 2016) en su investigación “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín” se pudo observar que la adición de viruta y aserrín de eucalipto para los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% obtuvieron una resistencia a compresión de 28.04 kg/cm<sup>2</sup>, 29.79 kg/cm<sup>2</sup>, 30.94 kg/cm<sup>2</sup> y 21.01 kg/cm<sup>2</sup>, 18.53 kg/cm<sup>2</sup> y 13.64 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por otro lado, en la resistencia a flexión se obtuvieron valores de 20.67 kg/cm<sup>2</sup>, 19.38 kg/cm<sup>2</sup>, 23.34 kg/cm<sup>2</sup> y 18.06 kg/cm<sup>2</sup>, 9.81 kg/cm<sup>2</sup>, 12.48 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, sin embargo en

la presente tesis se obtuvo una resistencia a la compresión de 81.88 kg/cm<sup>2</sup>, 58.27kg/cm<sup>2</sup>, 51.97kg/cm<sup>2</sup> al adicionar 1%, 1.5% y 2% de fibra de fique, así mismo se obtuvo una resistencia a la flexión de 13.25 kg/cm<sup>2</sup>, 16.43 kg/cm<sup>2</sup> y 22.00 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

- La absorción de agua para los adobes muestra patrón no resistieron mientras que para los porcentajes de 1%, 1.5% y 2% fueron 8.80%, 13.80% y 6.54% respectivamente.

## 4.2. CONCLUSIONES

Se determinó la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado adicionando fibra de fique en diferentes porcentajes (1%, 1.5% y 2%) siendo los valores de 81.88 kg/cm<sup>2</sup>, 58.27 kg/cm<sup>2</sup> y 51.97 kg/cm<sup>2</sup>, para el ensayo a compresión, de 13.25 kg/cm<sup>2</sup>, 16.43 kg/cm<sup>2</sup> y 22.00 kg/cm<sup>2</sup>, para el ensayo a flexión y de 8.80%, 13.80% y 6.54% para el ensayo de absorción de agua.

Se determinó las propiedades del suelo donde se obtuvo un contenido de humedad de 24.40%, limite liquido 46.08%, limite plástico 22.88%, índice de plasticidad de 22.77% y una granulometría donde el % que pasa la malla N°4 es igual a 98.96% y menos del 12% pasa la malla N°200.

Se realizó el ensayo de proctor modificado sin y con adición de fibras de fique en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% donde se obtuvo una densidad seca máxima de 1.78 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad optima de 17.6% para la muestra patrón, una densidad seca máxima de 1.72 gr/cm<sup>3</sup> y humedad optima de 20.8% para 1% de fibra, una densidad seca máxima de 1.77 gr/cm<sup>3</sup> y humedad optima de 17.38% para 1.5% de fibra, una densidad seca máxima de 1.76 gr/cm<sup>3</sup> y humedad optima de 17.20% para 2% de fibra.

Se compararon con la muestra patrón y con la norma E.080 los resultados de los ensayos a compresión, en porcentajes de 1%, 1.5% y 2%, donde varían en un 121.90%, 57.91%, 40.84% con respecto a la muestra patrón y en 702.75%, 471.27%, 409.51% con respecto a la norma E.080.

Se compararon con la muestra patrón los resultados de los ensayos a flexión en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% donde varían en un 48.88 kg/cm<sup>2</sup>, 84.61 kg/cm<sup>2</sup>, 147.19 kg/cm<sup>2</sup> con respecto a la muestra patrón.

Los resultados del ensayo de absorción de agua para los porcentajes de 1%, 1.5% y 2% fueron de 8.80%, 13.80% y 6.54%, así mismo la muestra patrón no resistió.

La hipótesis de la presente investigación ha sido demostrada debido a que la adición de fibra de fique en un 2% aumenta la resistencia a la compresión y flexión en 40.84% y 147.19% respectivamente con respecto a la muestra patrón y disminuye la absorción de agua.

## REFERENCIAS

- Benites, V. (2017) Adobe estabilizado con extracto de cabuya (FURCRAEA ANDINA): Universidad Nacional de Piura.
- Caballero, G. (2009). Influencia de las propiedades Físicas del material tierra para la elaboración de bloques de tierra comprimidos – BTC. Bucaramanga, Santander: Universidad de Santander.
- Cáceres, K. (2016) análisis de la resistencia mecánica del adobe estabilizado con cal compactado para construcciones ecológicas-económicas en Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Carcedo, M. (2012) Resistencia a Compresión de Bloques de Tierra Comprimida Estabilizada con Materiales de Sílice de diferente tamaño de partícula: universidad politécnica de Madrid.
- Callasi, C. & Romero, V. (2017) Estudio Comparativo de las Propiedades Físico Mecánicas de las Unidades de Adobe Tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto: universidad andina del cuzco.
- Carhuanambo, J. (2016) Propiedades Mecánicas y Físicas del Adobe Compactado con adición de viruta y aserrín: Universidad Privada Del Norte – Cajamarca.
- Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda (2007), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) Perú.
- CIDEM. (abril de 2009). Construcciones de adobe resistentes a terremotos. Obtenido de <http://ecosur.org/index.php/ediciones-antiores/104-edicion-34-abril-2009/449-peru-construcciones-de-adobe-resistentes-a-terremotos>
- Fondo mi Vivienda. (2009). ESTUDIO DE MERCADO DE LA VIVIENDA SOCIAL EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA. Lima – Perú: Fondo MIVIVIENDA S. A.

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). LIBRO "ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL". Lima:  
Fondo Editorial 2005.

Juárez, E., & Rico, A. (2009). Mecánica de Suelos- Fundamentos de la Mecánica de Suelos.  
México.

Norma E.080. (2017). Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Lima: Ministerio de  
Vivienda, Construcción y Saneamiento.


NTP 339.127. (1999). MÉTODO DE PRUEBA NORMALIZADO PARA LA  
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD. Comisión de  
Reglamentos Técnicos y Comerciales. Lima, Perú: 1º Edición.

NTP 339.129. (1999). MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE  
LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS.  
Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Lima-Perú: 1º Edición.

Ríos, E. (2010). TESIS "Efecto de la adición de látex y jabón en la resistencia mecánica y  
absorción del adobe compactado". México.

## ANEXOS

### ANEXO N°1: FICHA TÉCNICA DEL FIQUE.

FIQUE.	
	
Nombre Científico	Furcraea spp
Nombre Común	Fique
Características Morfológicas	<p>Longevidad: 10 a 30 años</p> <p>Rango de altura de las plantas: 2 a 7m</p> <p>Rango de longitud de las hojas: 1 a 3m</p>
Variedades / Ecotipos	<p>Uña de águila (<i>furcraea macrophylla</i>)</p> <p>Tunosa o negra común (<i>furcraea gigantea</i>)</p> <p>Ceniza (<i>furcraea cabuya</i>)</p> <p>Bordo de oro (<i>Furcraea castilla</i>)</p> <p>Rabo de cucha (<i>furcraea andina</i>)</p>
Condiciones ideales de la siembra	<p>El fique se siembra desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm estos de acuerdo a los ecotipos</p> <p>Altura optima: 0 a 2000</p> <p>Temperatura optima: 15° a 35°</p>

Calendario de cosecha	Dos cosechas por año, pero dadas las condiciones de cada zona o región productora todo el año hay oferta de fibra.
Aprovechamiento de la hoja	Fibra larga 4% Fibra corta 1% Mota 2% Bagazo 32% Jugos 40% Agua 21%
Precios nacionales	Fibra larga calidad fina: s/. 1.800.000/tn Fibra larga calidad primera: s/. 1.490.000/tn Fibra larga calidad segunda: s/.1.451.000/tn Fibra corta y mota: s/.817.000/tn
Empleos directos	17.950, especialmente proveniente del grupo familiar.
Empleos indirectos	10.500
Mercados actuales	Fibra larga: industria de empaques, cordeles, sogas, hilos, artesanía, geotecnia. Fibra corta: industria colchones, artesanías, geotecnia. Mota: industria colchones
Mercados potenciales	Industria textil Industria farmacéutica Industria papelera Industrias de obras civiles (materiales de construcción) Industria agrícola (abonos y ensilaje) Industria minera (geomantos y geotextiles) Desengrasantes alcoholes

Fuente: *Elaboración Propia, 2021*

**ANEXO N°2. FOTOGRAFÍAS**



Figura 5. *Lugar de Extracción del Material (el Álamo - Cerrillo).*



Figura 6. *Cuarteo de Material para el Ensayo de Contenido de Humedad.*



Figura 7. Pesado del Material para el Ensayo Contenido de Humedad.



Figura 8. Lavado de Material con la Malla N°200.



Figura 9. *Granulometría del Material Lavado después de Secado 24h en el Horno.*



Figura 10. *Colocado de Material en la Copa de Casa Grande para realizar el LL.*



Figura 11. *Ensayo Limite Plástico.*



Figura 12. *Ensayo de Proctor Modificado con Presencia del Laboratorista.*



Figura 13. Cortado de la Fibra de Fique.

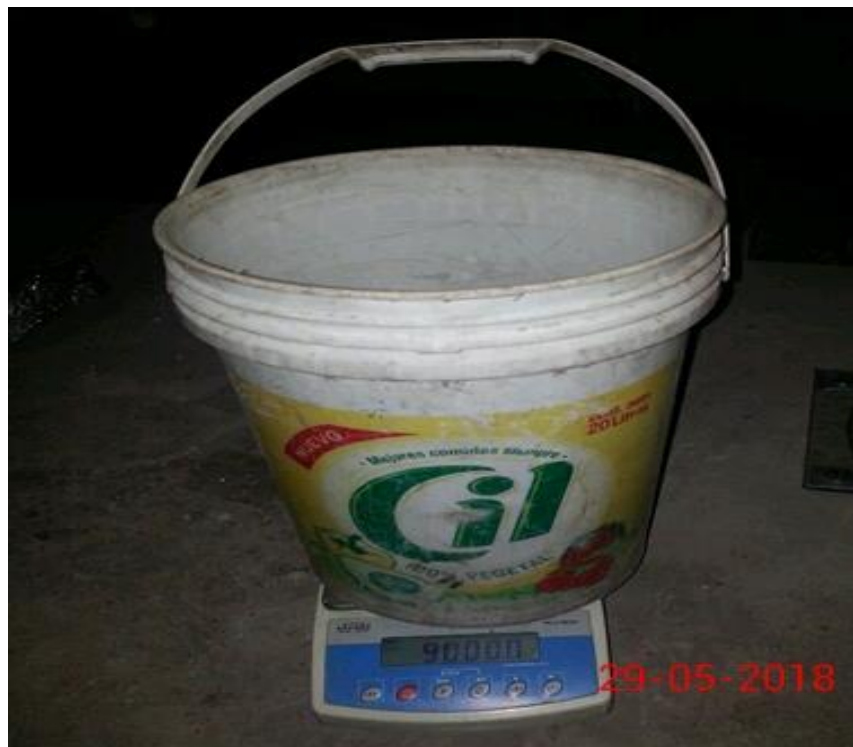


Figura 14. Pesado de la Muestra para la Elaboración del Adobe Compactado.

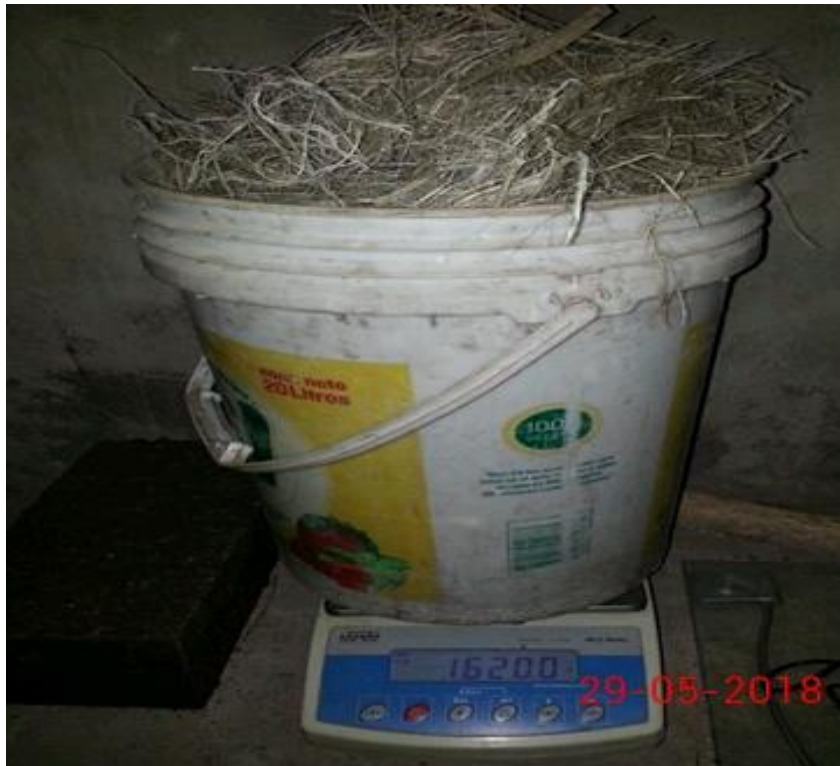


Figura 15. *Peso de la Fibra de Fique para la Elaboración del adobe.*



Figura 16. *Preparación de la Mezcla para la Elaboración del Adobe.*



Figura 17. Mezcla Preparada para la Elaboración del Adobe.



Figura 18. Elaboración del Adobe con la Maquina Cinva RAM.



Figura 19. Compactación del Adobe con la Maquina Cinva RAM.



Figura 20. Retirado del Adobe de la Maquina Cinva RAM.



Figura 21. *Elaboración del Adobe con la Visita del Laboratorista.*



Figura 22. *Elaboración del Adobe con la Visita del Laboratorista.*



Figura 23. Adobes Terminados en Proceso de Secado.



Figura 24. Toma de Medidas de cada Adobe para ser Sometidos a cada Ensayo.



Figura 25. *Ensayo a Compresión en Laboratorio.*



Figura 26. *Toma de Lectura de Datos.*



Figura 27. *Ensayo a Compresión con la Presencia del Laboratorista.*



Figura 28. *Adobes Fracturados después de ser Sometidos a cada Ensayo.*



Figura 29. *Pesado de cada Adobe para ser Sometido al Ensayo de Absorción.*



Figura 30. *Toma de Datos del Peso de cada Adobe.*



Figura 31. Adobes Sometidos al Ensayo de Absorción.



Figura 32. Pesado del Adobe después de ser Sumergido en Agua.



Figura 33. *Muestra del Adobe después de ser Sumergido en Agua.*

**ANEXOS N°3. ENSAYOS DE SUELOS**

Tabla 21.

*Determinación del contenido de humedad*

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara				
B	Peso del recipiente	gr	71.80	26.70	27.20
C	Recipiente + suelo húmedo	gr	777.20	181.10	179.10
D	Recipiente + suelo seco	gr	642.30	150.50	148.90
E	Peso del suelo húmedo $W_w = C - B$	gr	705.40	154.40	151.90
F	Peso del suelo seco $W_s = D - B$	gr	570.50	123.80	121.70
G	Peso del agua $W_w = E - F$	gr	134.90	30.60	30.20
W %	Porcentaje de humedad $(E / F) * 100$	%	23.65	24.72	24.82
W %	Promedio porcentaje humedad	%		24.40	

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 22.

*Determinación del límite líquido(LL)*

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente	N°			
B	Peso del recipiente	gr	27.20	26.92	27.20
C	Recipiente + suelo húmedo	gr	39.20	38.00	39.00
D	Recipiente + suelo seco	gr	35.50	34.50	35.20
E	N° de golpes		35	25	17
F	peso de suelo húmedo ( $W_h$ )	gr	12.00	11.08	11.80
G	Peso de suelo seco ( $W_s$ )	gr	8.30	7.58	8.00
H	Peso del agua ( $W_w$ )	gr	3.70	3.50	3.80
I	Contenido de humedad	%	44.58	46.17	47.50
J	Límite líquido promedio	%		46.08	

Fuente: Elaboración propia, 2021

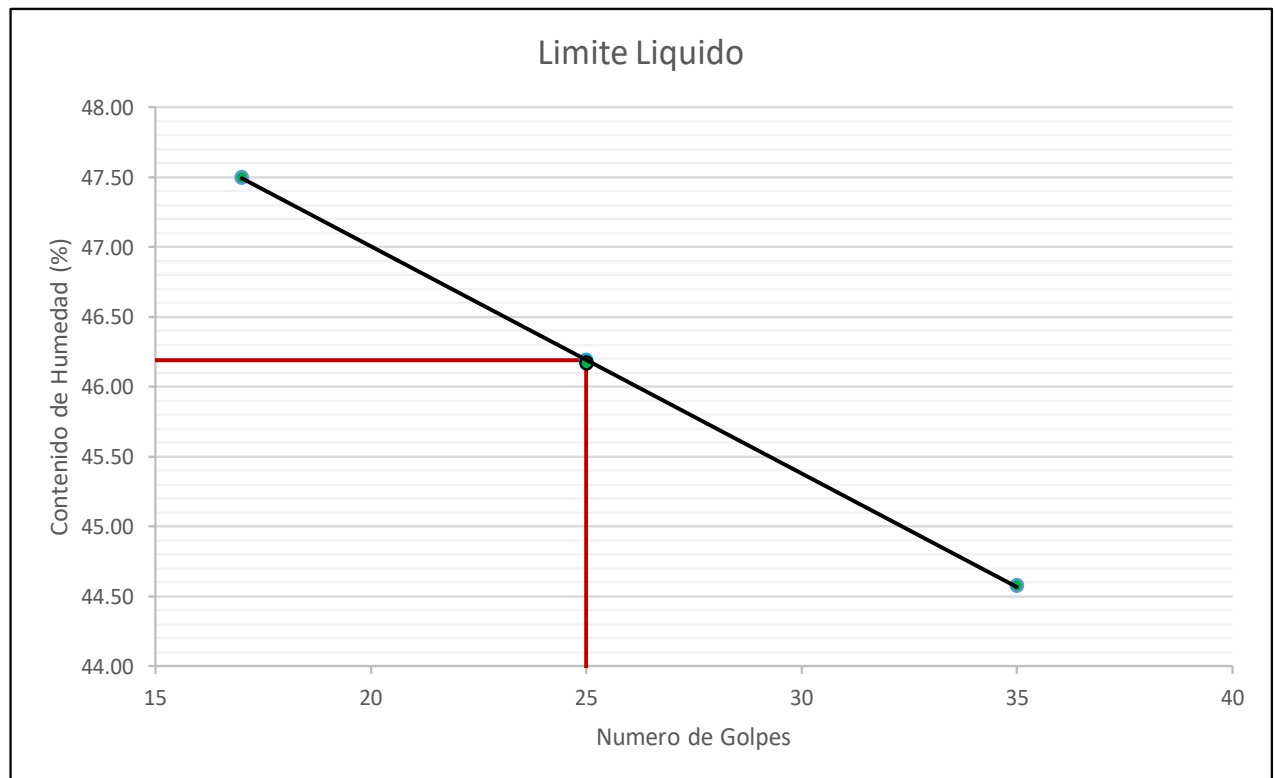


Grafico 4. *Limite Liquido.*

Tabla 23.

*Determinación del límite plástico (LP)*

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente	Nº			
B	Peso del recipiente	gr	27.20	26.90	27.30
C	Recipiente + suelo húmedo	gr	28.90	29.40	31.60
D	Recipiente + suelo seco	gr	28.70	28.90	30.60
E	peso de suelo húmedo (Wh)	gr	1.70	2.50	4.30
F	Peso de suelo seco (Ws)	gr	1.50	2.00	3.30
G	Peso del agua (Ww)	gr	0.20	0.50	1.00
H	Contenido de humedad	%	13.33	25.00	30.30
I	Limite plástico promedio	%		22.88	

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 24.

*Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado*

Tamiz ASTM		Peso retenido		% acumulado	
Malla	mm	Gramos	%	Retenido	Pasa
N°4	4.75	5.20	1.04	1.04	98.96
N°10	2.36	7.50	1.50	2.54	97.46
N°20	1.1	15.80	3.16	5.70	94.30
N°30	0.59	12.90	2.58	8.28	91.72
N°40	0.43	25.20	5.04	13.32	86.68
N°60	0.25	98.30	19.66	32.98	67.02
N°100	0.15	96.40	19.28	52.26	47.74
N°200	0.08	69.40	13.88	66.14	33.86
cazoleta		0.80	0.16	66.30	33.70
Perdida por lavado		168.50	33.70	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia, 2021

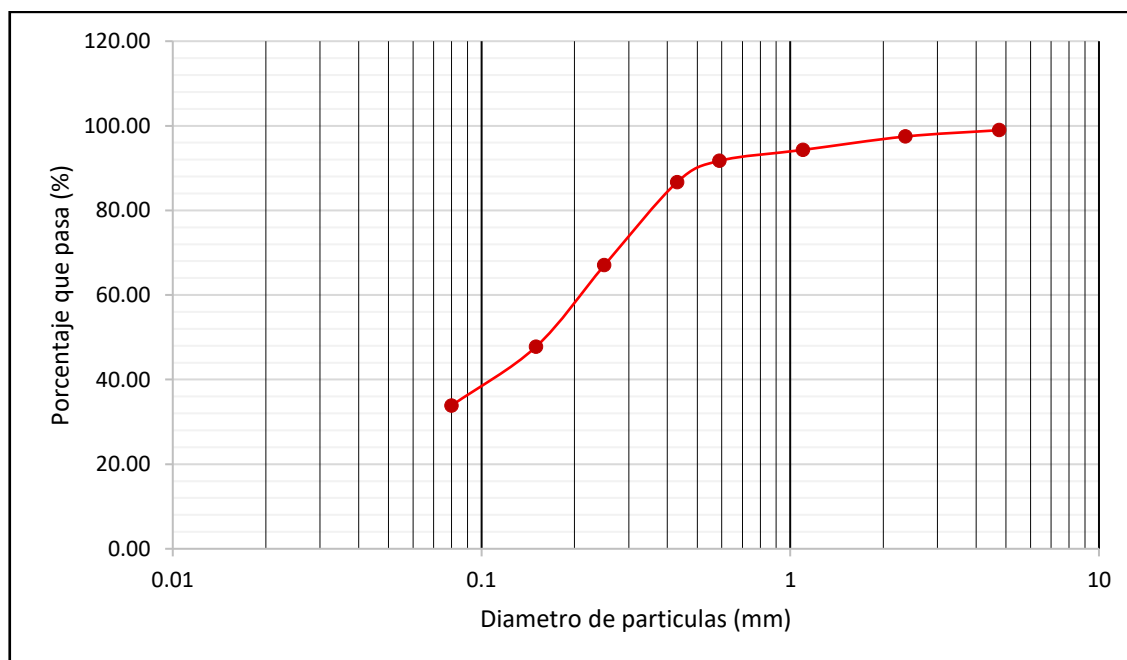


Gráfico 5. Curva de Análisis Granulométrico.

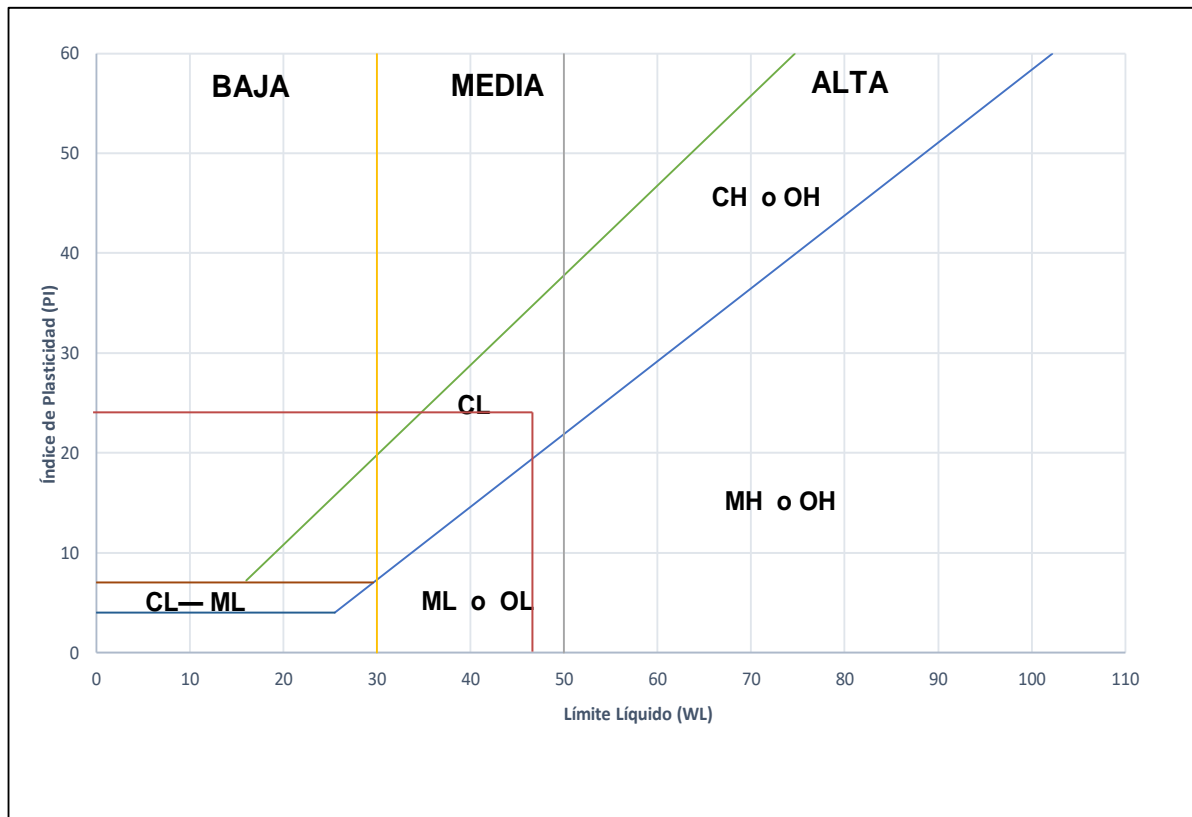


Gráfico 6. clasificación de Suelos.

Tabla 25.

*Compactación proctor modificado para la muestra patrón sin fibra de fique*

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	4				
A	Peso molde	gr	4204	4204	4204	4204				
B	Peso muestra húmeda + molde	gr	6065	6145	6155	6060				
C	Peso muestra húmeda	gr	1861	1941	1951	1856				
D	Volumen muestra húmeda		927.3	927.3	927.3	927.3				
E	Densidad húmeda; Dh	gr/cm3	2.007	2.093	2.104	2.002				
F	<b>Recipiente</b>	Nº	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5	T - 6	T - 7	T - 8
G	Peso recipiente	gr	27.3	26.8	27.3	27.4	26.9	27.3	27.2	27.2
H	Peso muestra húmeda + recipiente	gr	116.7	119.8	118.5	106.1	135.4	149.2	149.4	121.3
I	peso muestra seca + recipiente	gr	104.7	107.7	104.2	94.7	118.2	129.6	127	104.3
J	peso del agua	gr	12	12.1	14.3	11.4	17.2	19.6	22.4	17
K	peso muestra seca	gr	77.40	80.90	76.90	67.30	91.30	102.30	99.80	77.10
L	contenido de humedad W%	%	15.50	14.96	18.60	16.94	18.84	19.16	22.44	22.05
M	Promedio contenido de humedad óptimo	%	15.23		17.77		19.00		22.25	
N	Densidad seca máxima; Ds	gr/cm3	1.74		1.78		1.77		1.64	

Fuente: Elaboración propia, 2021

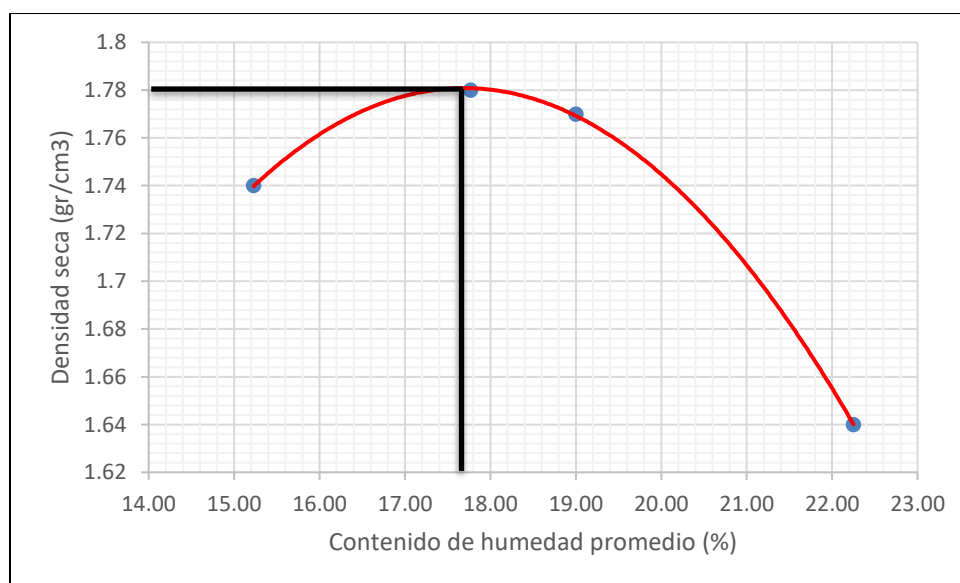


Grafico 7. Proctor Modificado Muestra Patrón.

Tabla 26.

*Compactación proctor modificado con 1% de fibra de fique*

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	4				
A	Peso molde	gr	4204	4204	4204	4204				
B	Peso muestra húmeda + molde	gr	5098	6110	6095	6025				
C	Peso muestra húmeda	gr	894	1906	1891	1821				
D	Volumen muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	927.3	927.3	927.3	927.3				
E	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	0.96	2.06	2.04	1.96				
F	<b>Recipiente</b>	<b>Nº</b>	<b>T - 1</b>	<b>T - 2</b>	<b>T - 3</b>	<b>T - 4</b>	<b>T - 5</b>	<b>T - 6</b>	<b>T - 7</b>	<b>T - 8</b>
G	Peso recipiente	gr	27.5	27.5	28.3	26.6	27.3	27.5	27.2	27.5
H	Peso muestra húmeda + recipiente	gr	97.2	99.8	99	105.9	97.7	103	90.1	86.4
I	peso muestra seca + recipiente	gr	89.9	93.9	89.5	90.8	83.7	88.2	75.6	75.9
J	peso del agua	gr	7.3	5.9	9.5	15.1	14	14.8	14.5	10.5
K	peso muestra seca	gr	62.4	66.4	61.2	64.2	56.4	60.7	48.4	48.4
L	contenido de humedad W%	%	11.7	8.89	15.52	23.52	24.82	24.38	29.96	21.69
M	Promedio contenido de humedad optimo	%	10.3		19.52		24.6		25.83	
N	Densidad seca máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	0.87		1.72		1.64		1.56	

Fuente: Elaboración propia, 2021

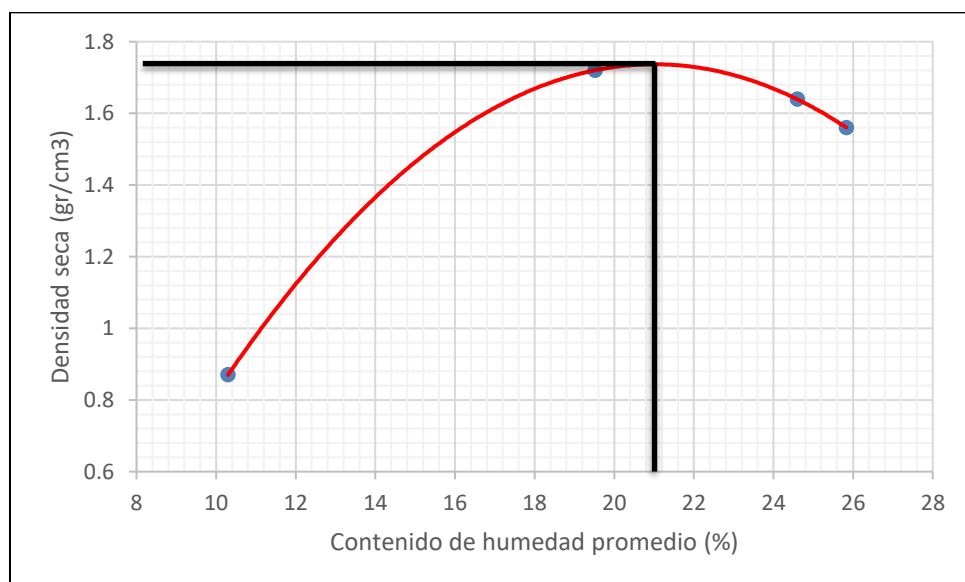


Grafico 8. Proctor Modificado con 1% de Fibra de Fique.

Tabla 27.

*Compactación proctor modificado con 1.5% de fibra de fique*

ID	DESCRIPCION	UND	1		2		3		4	
A	Peso molde	gr	4204		4204		4204		4204	
B	Peso muestra húmeda + molde	gr	6140		6095		6080		6000.5	
C	Peso muestra húmeda	gr	1936		1891		1876		1796.5	
D	Volumen muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	927.3		927.3		927.3		927.3	
E	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.088		2.039		2.023		1.937	
F	<b>Recipiente</b>	<b>Nº</b>	<b>T - 1</b>	<b>T - 2</b>	<b>T - 3</b>	<b>T - 4</b>	<b>T - 5</b>	<b>T - 6</b>	<b>T - 7</b>	<b>T - 8</b>
G	Peso recipiente	gr	27.3	27.4	27.1	26.5	27.2	27.9	25.8	27.5
H	Peso muestra húmeda + recipiente	gr	121.5	95.9	133.7	148.4	116	123	114.3	123.1
I	peso muestra seca + recipiente	gr	107.9	85.2	114.9	128.7	100.4	106.9	97.8	104.6
J	peso del agua	gr	13.6	10.7	18.8	19.7	15.6	16.1	16.5	18.5
K	peso muestra seca	gr	80.600	57.800	87.800	102.200	73.200	79.000	72.000	77.100
L	contenido de humedad W%	%	16.873	18.512	21.412	19.276	21.311	20.380	22.917	23.995
M	Promedio contenido de humedad optimo	%	17.693		20.344		20.846		23.456	
N	Densidad seca máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.77		1.69		1.67		1.57	

Fuente: Elaboración propia, 2021



Grafico 9. Proctor Modificado con 1.5% de Fibra de Fique.

Tabla 28.

*Compactación proctor modificado con 2% de fibra de fique*

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	4				
A	Peso molde	gr	4204	4204	4204	4204				
B	Peso muestra húmeda + molde	gr	6145	5995	<b>6180</b>	<b>6173</b>				
C	Peso muestra húmeda	gr	1941	1791	1880	1875				
D	Volumen muestra húmeda	cm <sup>3</sup>	927.3	927.3	927.3	927.3				
E	Densidad húmeda; Dh	gr/cm <sup>3</sup>	2.093	1.931	2.027	2.022				
F	<b>Recipiente</b>	Nº	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5	T - 6	T - 7	T - 8
G	Peso recipiente	gr	27.6	28.2	28	27.5	27.5	28.4	25.7	27.4
H	Peso muestra húmeda + recipiente	gr	101.1	114.8	119.7	103.2	107	108.3	110	107.6
I	peso muestra seca + recipiente	gr	89.5	101.3	102.4	88.9	94.3	92.9	100.7	95.6
J	peso del agua	gr	11.6	13.5	17.3	14.3	12.7	15.4	9.3	12
K	peso muestra seca	gr	61.900	73.100	74.400	61.400	66.800	64.500	75.000	68.200
L	contenido de humedad W%	%	18.74	18.47	23.25	23.29	19.01	23.88	12.40	17.60
M	Promedio contenido de humedad optimo	%	18.604		23.271		21.444		14.998	
N	Densidad seca máxima; Ds	gr/cm <sup>3</sup>	1.76		1.57		1.67		1.76	

Fuente: Elaboración propia, 2021

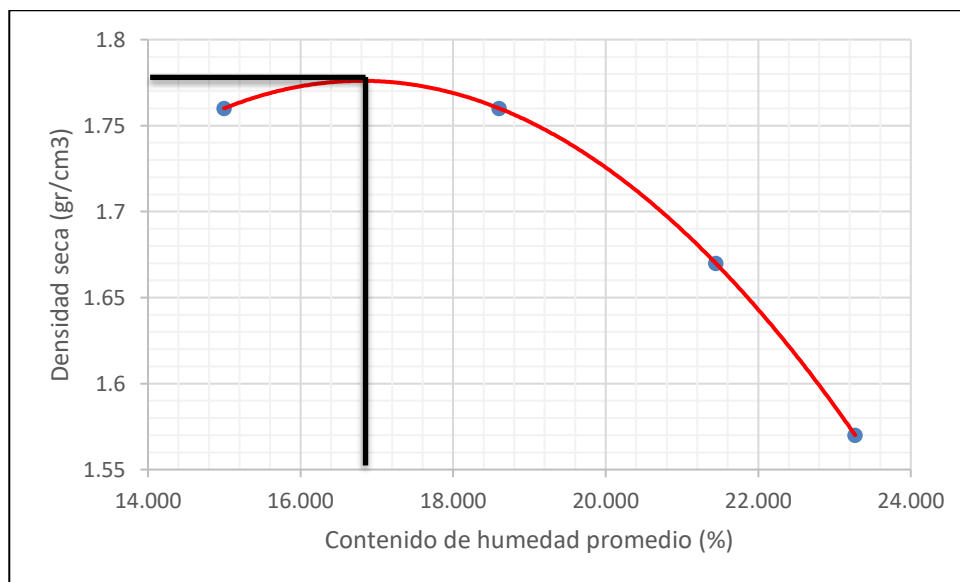


Gráfico 10. Proctor Modificado con 2% de Fibra de Fique.

## ANEXO N°4 ENSAYOS DE COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABSORCIÓN.

Tabla 29.

*Ensayo a compresión de la muestra patrón 1*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
14.87	15.23	10.10	226.47	500
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.90	0.009	2.21
3	1000	1.33	0.013	4.42
4	1500	1.67	0.017	6.62
5	2000	1.92	0.019	8.83
6	2500	2.21	0.022	11.04
7	3000	2.43	0.024	13.25
8	3500	2.69	0.027	15.45
9	4000	2.91	0.029	17.66
10	4500	3.15	0.031	19.87
11	5000	3.33	0.033	22.08
12	5500	3.53	0.035	24.29
13	6000	3.75	0.037	26.49
14	6500	3.98	0.039	28.70
15	7000	4.27	0.042	30.91
16	7500	4.56	0.045	33.12
17	8000	4.95	0.049	35.32
<b>18</b>	<b>8414</b>	<b>5.35</b>	<b>0.053</b>	<b>37.15</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

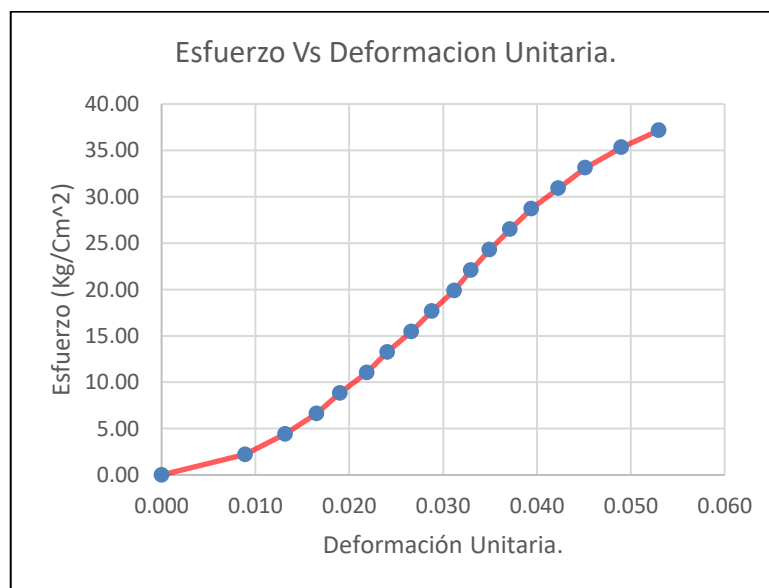


Gráfico 11. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-1 Patrón.

Tabla 30.  
*Ensayo a compresión de la muestra patrón 2*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.80</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>224.96</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.20	0.002	2.22
3	1000	0.50	0.005	4.45
4	1500	0.76	0.007	6.67
5	2000	1.03	0.010	8.89
6	2500	1.37	0.013	11.11
7	3000	1.65	0.016	13.34
8	3500	1.91	0.019	15.56
9	4000	2.26	0.022	17.78
10	4500	2.61	0.026	20.00
11	5000	2.90	0.028	22.23
12	5500	3.22	0.032	24.45
13	6000	3.55	0.035	26.67
14	6500	3.98	0.039	28.89
15	7000	4.56	0.045	31.12
16	7500	4.92	0.048	33.34
17	8000	5.40	0.053	35.56
18	8500	5.92	0.058	37.78
<b>19</b>	<b>8718</b>	<b>6.10</b>	<b>0.060</b>	<b>38.75</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

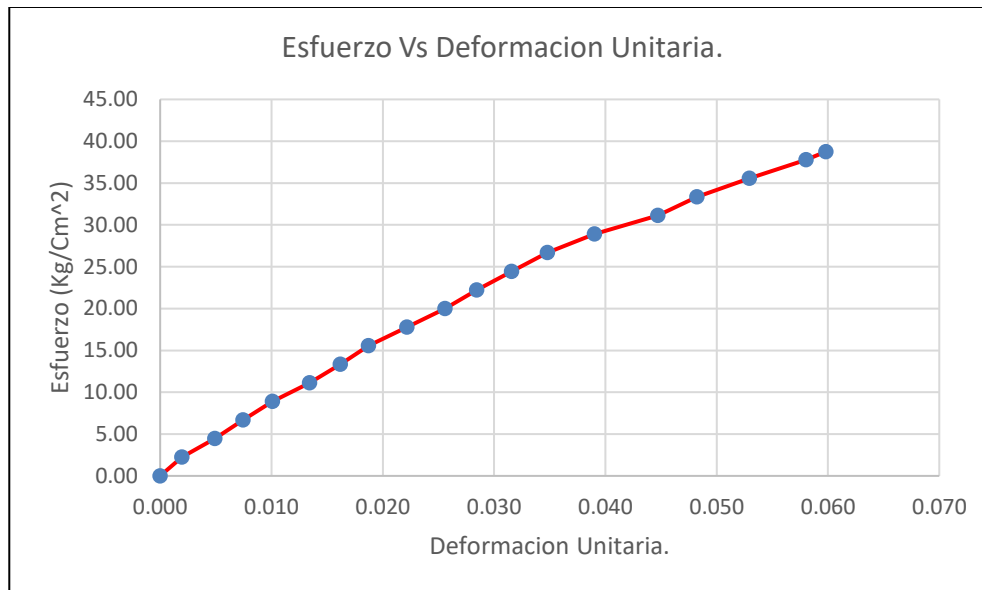


Gráfico 12. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-2 Patrón.

Tabla 31.

*Ensayo a compresión de la muestra patrón 3*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
14.80	15.10	9.90	223.48	500
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.65	0.007	2.24
3	1000	1.23	0.012	4.47
4	1500	1.74	0.018	6.71
5	2000	2.10	0.021	8.95
6	2500	2.50	0.025	11.19
7	3000	2.77	0.028	13.42
8	3500	3.00	0.030	15.66
9	4000	3.25	0.033	17.90
10	4500	3.50	0.035	20.14
11	5000	3.73	0.038	22.37
12	5500	4.00	0.040	24.61
13	6000	4.20	0.042	26.85
14	6500	4.55	0.046	29.09
15	7000	5.05	0.051	31.32
16	7500	5.65	0.057	33.56
17	8000	6.10	0.062	35.80
<b>18</b>	<b>8172</b>	<b>6.25</b>	<b>0.063</b>	<b>36.57</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

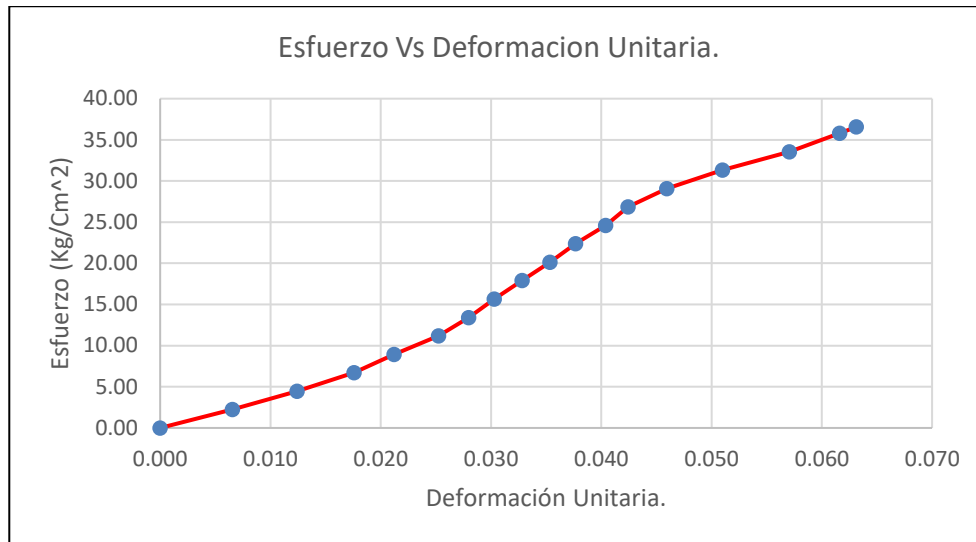


Gráfico 13. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-3 Patrón.

Tabla 32.

*Ensayo a compresión de la muestra patrón 4*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
14.70	15.20	10.00	223.44	500
Nº	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.13	0.001	2.24
3	1000	0.23	0.002	4.48
4	1500	0.35	0.004	6.71
5	2000	0.70	0.007	8.95
6	2500	0.98	0.010	11.19
7	3000	1.28	0.013	13.43
8	3500	1.69	0.017	15.66
9	4000	2.02	0.020	17.90
10	4500	2.40	0.024	20.14
11	5000	2.87	0.029	22.38
12	5500	3.27	0.033	24.62
13	6000	3.68	0.037	26.85
14	6500	4.04	0.040	29.09
15	7000	4.35	0.044	31.33
16	7500	4.76	0.048	33.57
17	8000	5.37	0.054	35.80

Fuente: Elaboración propia, 2021

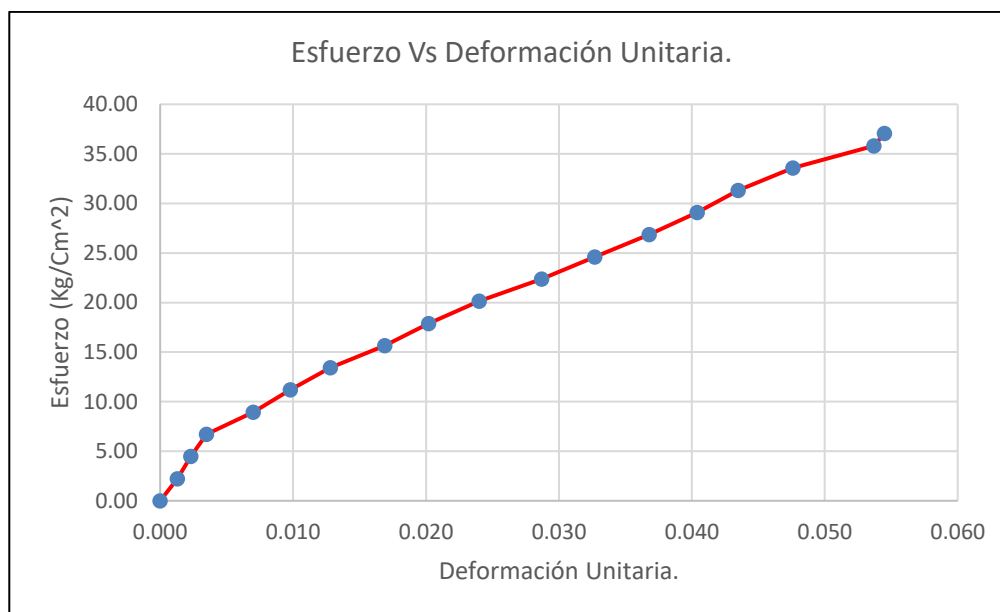


Gráfico 14. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-4 Patrón.

Tabla 33.

*Ensayo a compresión de la muestra patrón 5*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.80</b>	<b>15.00</b>	<b>10.10</b>	<b>222</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.98	0.010	2.25
3	1000	1.40	0.014	4.50
4	1500	1.78	0.018	6.76
5	2000	2.00	0.020	9.01
6	2500	2.20	0.022	11.26
7	3000	2.45	0.024	13.51
8	3500	2.67	0.026	15.77
9	4000	2.85	0.028	18.02
10	4500	3.15	0.031	20.27
11	5000	3.45	0.034	22.52
12	5500	3.80	0.038	24.77
13	6000	4.08	0.040	27.03
14	6500	4.30	0.043	29.28
15	7000	4.68	0.046	31.53
16	7500	5.20	0.051	33.78

17	8000	5.64	0.056	36.04
<b>18</b>	<b>8182</b>	<b>5.72</b>	<b>0.057</b>	<b>36.86</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

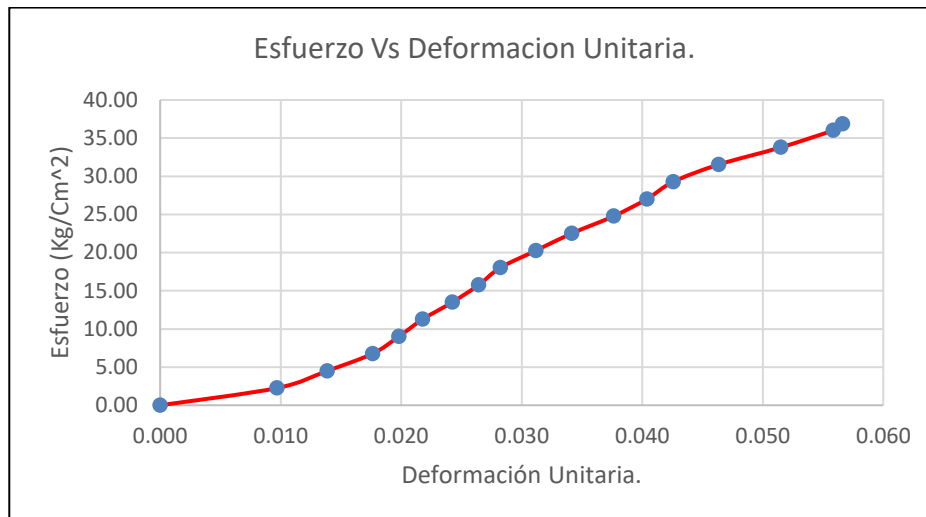


Gráfico 15. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-5 Patrón.

Tabla 34.  
Ensayo a compresión de la muestra patrón 6

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm2)	Carga (Kg)
<b>14.90</b>	<b>14.95</b>	<b>10.10</b>	<b>222.76</b>	<b>500</b>
Nº	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm2)
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.53	0.005	2.24
3	1000	0.94	0.009	4.49
4	1500	1.20	0.012	6.73
5	2000	1.50	0.015	8.98
6	2500	1.65	0.016	11.22
7	3000	1.85	0.018	13.47
8	3500	2.10	0.021	15.71
9	4000	2.28	0.023	17.96
10	4500	2.53	0.025	20.20
11	5000	2.77	0.027	22.45
12	5500	3.02	0.030	24.69
13	6000	3.27	0.032	26.94
14	6500	3.62	0.036	29.18
15	7000	4.16	0.041	31.42
<b>16</b>	<b>7369</b>	<b>4.28</b>	<b>0.042</b>	<b>33.08</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

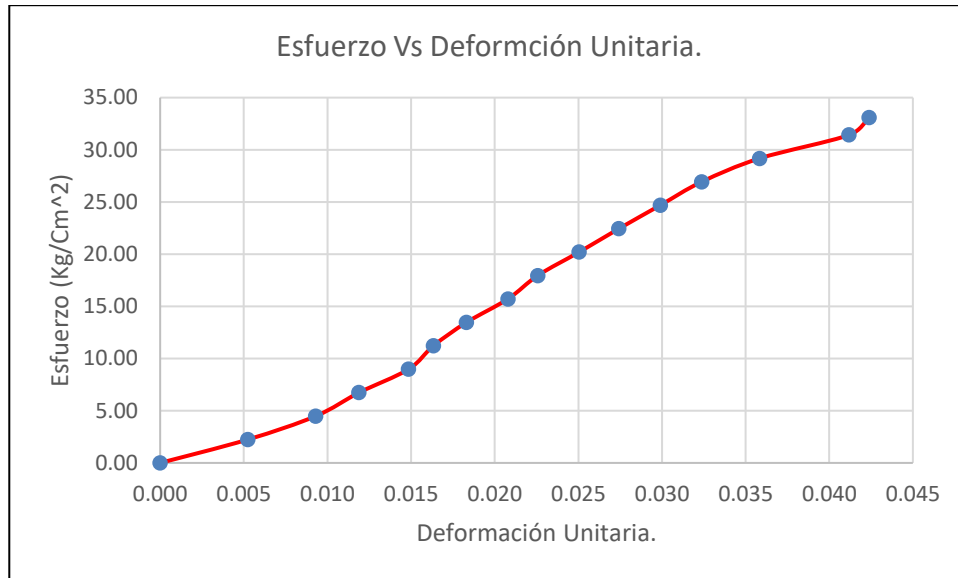


Gráfico 16. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-6 Patrón.

Tabla 35.

*Ensayo a compresión de la muestra patrón 7*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
14.90	15.10	10.00	224.99	500

N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.43	0.004	2.22
3	1000	1.20	0.012	4.44
4	1500	1.60	0.016	6.67
5	2000	1.92	0.019	8.89
6	2500	2.20	0.022	11.11
7	3000	2.52	0.025	13.33
8	3500	2.82	0.028	15.56
9	4000	3.15	0.032	17.78
10	4500	3.42	0.034	20.00
11	5000	3.72	0.037	22.22
12	5500	4.05	0.041	24.45
13	6000	4.40	0.044	26.67
14	6500	4.85	0.049	28.89

15	7000	5.40	0.054	31.11
16	7500	5.95	0.060	33.33
17	8000	6.20	0.062	35.56
<b>18</b>	<b>8299</b>	<b>6.35</b>	<b>0.064</b>	<b>36.89</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

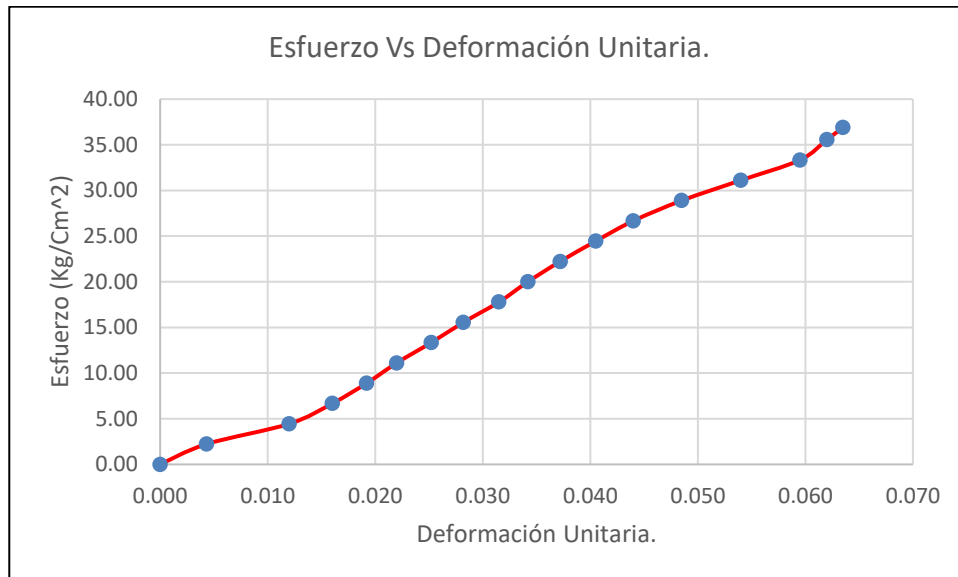


Gráfico 17. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-7 Patrón.

Tabla 36.  
*Ensayo a compresión de la muestra patrón 8*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
14.80	15.15	10.20	224.22	500

Nº	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.65	0.006	2.23
3	1000	1.07	0.010	4.46
4	1500	1.66	0.016	6.69
5	2000	1.98	0.019	8.92
6	2500	2.32	0.023	11.15
7	3000	2.66	0.026	13.38
8	3500	2.96	0.029	15.61
9	4000	3.20	0.031	17.84
10	4500	3.62	0.035	20.07
11	5000	3.91	0.038	22.30
12	5500	4.16	0.041	24.53
13	6000	4.55	0.045	26.76

14	6500	4.88	0.048	28.99
15	7000	5.12	0.050	31.22
16	7500	5.67	0.056	33.45
17	8000	6.00	0.059	35.68
18	8500	6.62	0.065	37.91
<b>18</b>	<b>8709</b>	<b>6.95</b>	<b>0.068</b>	<b>38.84</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

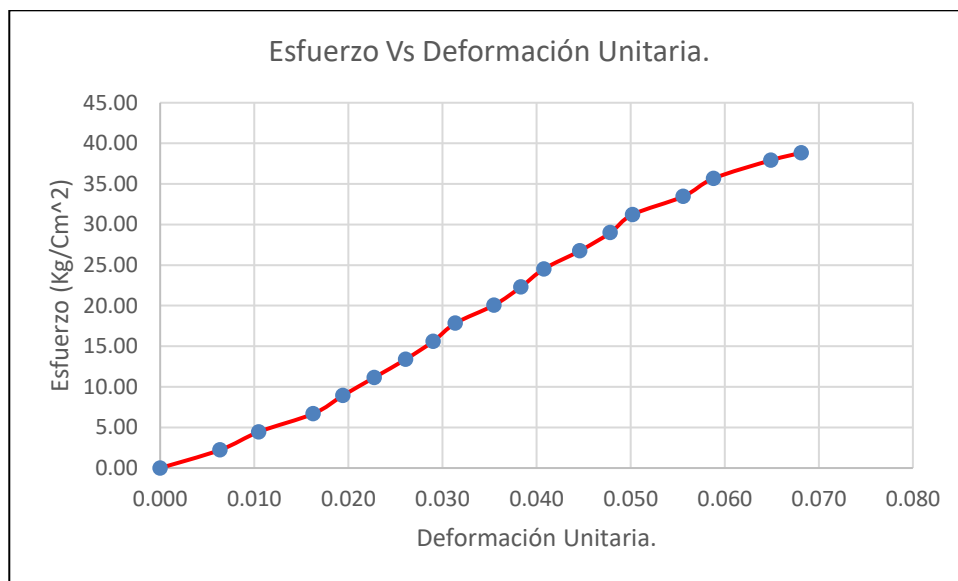


Grafico 18. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-8 Patrón.

Tabla 37.

*Ensayo a compresión de la M-1 con 1% de fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
15.10	15.15	10.10	228.765	500
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.11	0.011	2.19
3	1000	1.76	0.017	4.37
4	1500	2.18	0.022	6.56
5	2000	2.55	0.025	8.74
6	2500	2.88	0.029	10.93
7	3000	3.13	0.031	13.11
8	3500	3.43	0.034	15.30
9	4000	3.71	0.037	17.49
10	4500	4.00	0.040	19.67

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y  
ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO, ADICIONANDO  
FIBRA DE FIQUE.

11	5000	4.18	0.041	21.86
12	5500	4.48	0.044	24.04
13	6000	4.75	0.047	26.23
14	6500	5.05	0.050	28.41
15	7000	5.32	0.053	30.60
16	7500	5.75	0.057	32.78
17	8000	6.10	0.060	34.97
18	8500	6.36	0.063	37.16
19	9000	6.88	0.068	39.34
20	9500	7.21	0.071	41.53
21	10000	7.70	0.076	43.71
22	10500	8.16	0.081	45.90
23	11000	8.70	0.086	48.08
24	11500	9.21	0.091	50.27
25	12000	9.83	0.097	52.46
26	12500	10.58	0.105	54.64
27	13000	11.20	0.111	56.83
28	13500	12.00	0.119	59.01
29	14000	12.93	0.128	61.20
30	14500	13.87	0.137	63.38
31	15000	14.92	0.148	65.57
32	15500	16.10	0.159	67.76
33	16000	16.86	0.167	69.94
34	16500	17.34	0.172	72.13
35	17000	17.96	0.178	74.31
<b>36</b>	<b>17477</b>	<b>18.14</b>	<b>0.180</b>	<b>76.40</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

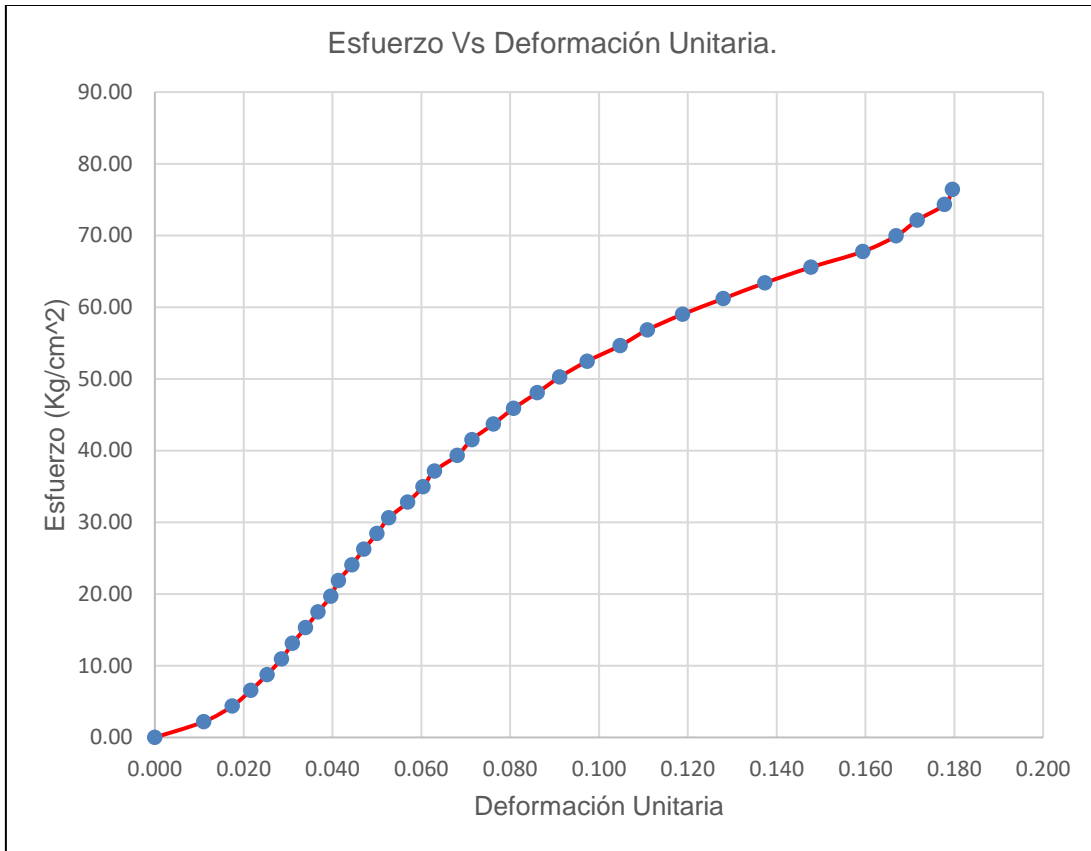


Gráfico 19. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-1 con 1% Fibra de Fique.

Tabla 38.

*Ensayo a compresión de la M-2 con 1% de fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.90</b>	<b>15.10</b>	<b>10.00</b>	<b>224.99</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	2.52	0.025	2.22
3	1000	3.30	0.033	4.44
4	1500	3.92	0.039	6.67
5	2000	4.42	0.044	8.89
6	2500	4.86	0.049	11.11
7	3000	5.30	0.053	13.33
8	3500	5.80	0.058	15.56
9	4000	5.95	0.060	17.78
10	4500	6.35	0.064	20.00
11	5000	6.64	0.066	22.22
12	5500	6.95	0.070	24.45
13	6000	7.33	0.073	26.67
14	6500	7.69	0.077	28.89
15	7000	8.05	0.081	31.11
16	7500	8.65	0.087	33.33
17	8000	8.82	0.088	35.56
18	8500	9.17	0.092	37.78
19	9000	9.52	0.095	40.00
20	9500	10.02	0.100	42.22
21	10000	10.44	0.104	44.45
22	10500	11.90	0.119	46.67
23	11000	12.50	0.125	48.89
24	11500	13.16	0.132	51.11
25	12000	13.76	0.138	53.34
26	12500	14.52	0.145	55.56
27	13000	15.32	0.153	57.78
28	13500	16.12	0.161	60.00
29	14000	17.08	0.171	62.22
30	14500	18.33	0.183	64.45
31	15000	19.70	0.197	66.67
32	15500	20.36	0.204	68.89
33	16000	20.95	0.210	71.11

34	16500	21.44	0.214	73.34
35	17000	21.96	0.220	75.56
<b>36</b>	<b>17161</b>	<b>22.10</b>	<b>0.221</b>	<b>76.27</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

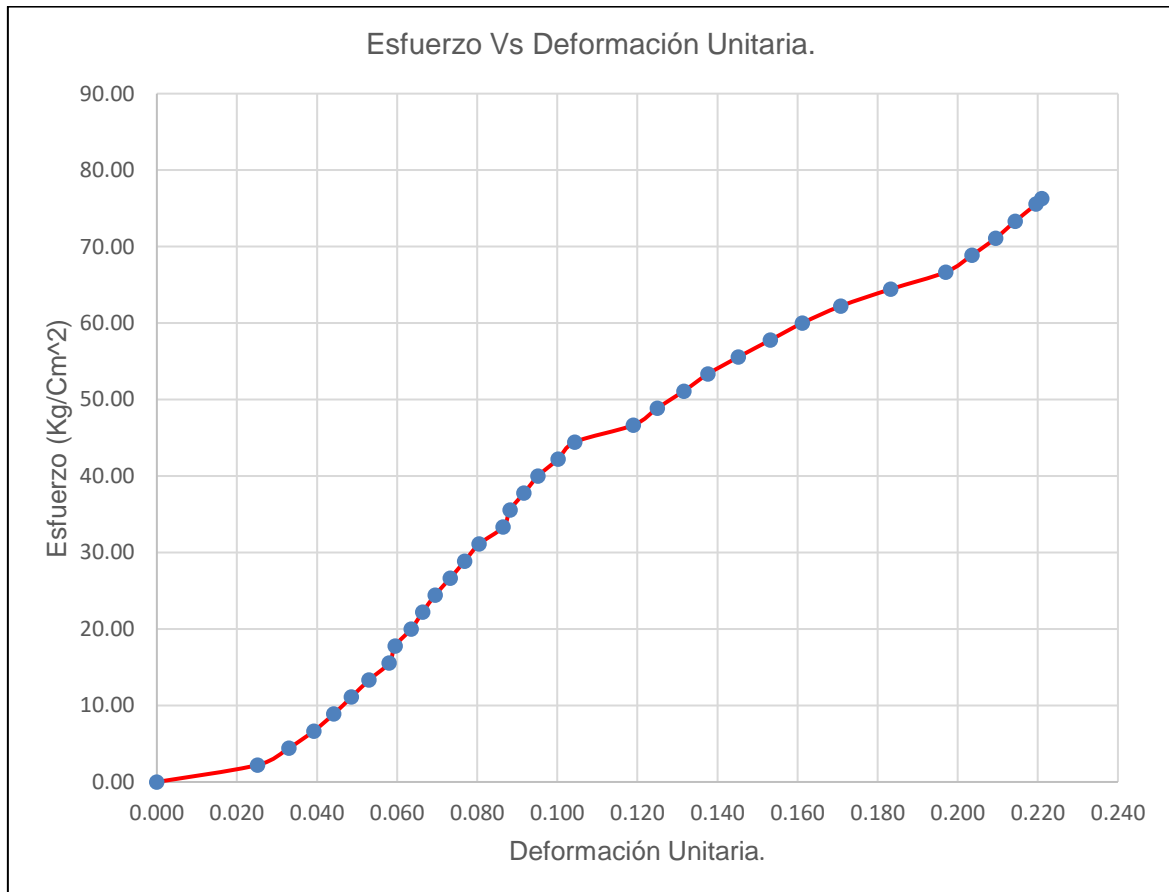


Gráfico 20. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-2 con 1% Fibra de Fique.

**Tabla 39.**
*Ensayo a compresión de la M-3 con 1% de fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.90</b>	<b>15.00</b>	<b>10.20</b>	<b>223.50</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.86	0.008	2.24
3	1000	1.60	0.016	4.47
4	1500	2.02	0.020	6.71
5	2000	2.45	0.024	8.95
6	2500	2.84	0.028	11.19
7	3000	3.13	0.031	13.42
8	3500	3.45	0.034	15.66
9	4000	3.82	0.037	17.90
10	4500	4.12	0.040	20.13
11	5000	4.42	0.043	22.37
12	5500	4.75	0.047	24.61
13	6000	5.04	0.049	26.85
14	6500	5.38	0.053	29.08
15	7000	5.68	0.056	31.32
16	7500	5.98	0.059	33.56
17	8000	6.30	0.062	35.79
18	8500	6.56	0.064	38.03
19	9000	6.84	0.067	40.27
20	9500	7.15	0.070	42.51
21	10000	7.55	0.074	44.74
22	10500	7.80	0.076	46.98
23	11000	8.24	0.081	49.22
24	11500	8.60	0.084	51.45
25	12000	8.92	0.087	53.69
26	12500	9.50	0.093	55.93
27	13000	9.82	0.096	58.17
28	13500	10.45	0.102	60.40
29	14000	10.84	0.106	62.64
30	14500	11.60	0.114	64.88
31	15000	12.20	0.120	67.11
32	15500	12.98	0.127	69.35
33	16000	13.80	0.135	71.59

34	16500	14.75	0.145	73.83
35	17000	15.95	0.156	76.06
<b>36</b>	<b>17460</b>	<b>16.30</b>	<b>0.160</b>	<b>78.12</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

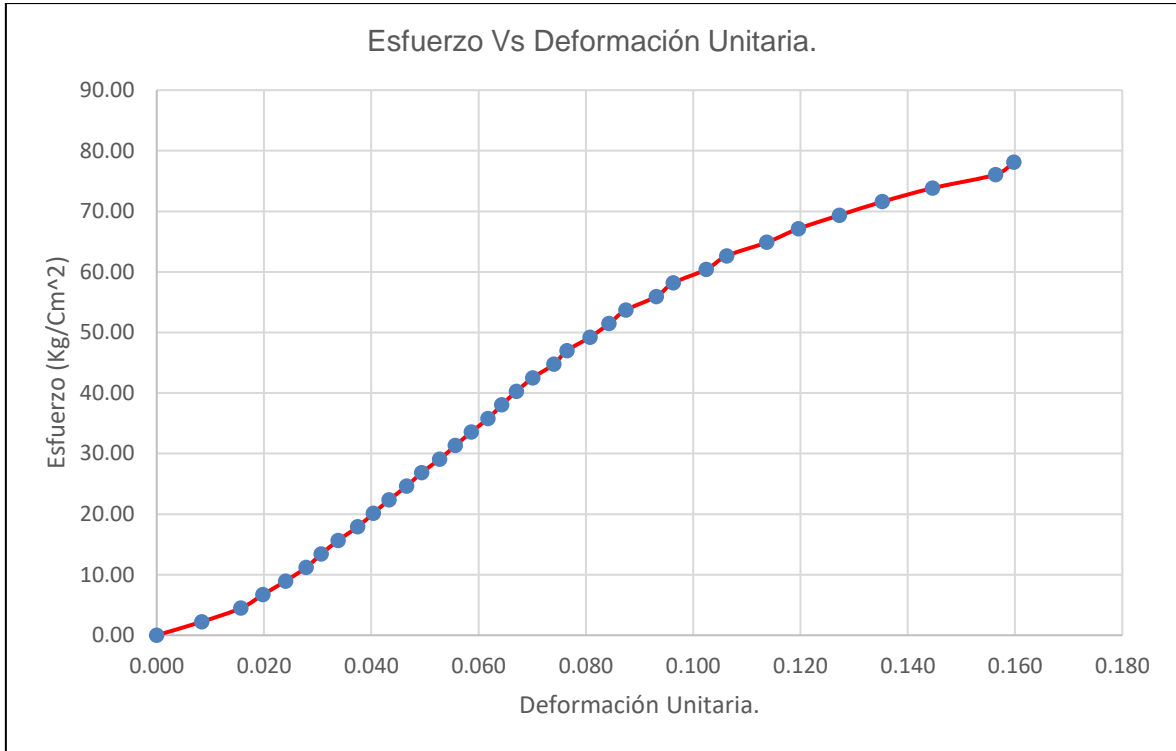


Gráfico 21. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-3 con 1% Fibra de Fique.

**Tabla 40.**
*Ensayo a compresión de la M-4 con 1% de fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.90</b>	<b>15.00</b>	<b>9.98</b>	<b>223.50</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.63	0.006	2.24
3	1000	1.30	0.013	4.47
4	1500	1.78	0.018	6.71
5	2000	2.18	0.022	8.95
6	2500	2.51	0.025	11.19
7	3000	2.83	0.028	13.42
8	3500	3.08	0.031	15.66
9	4000	3.35	0.034	17.90
10	4500	3.68	0.037	20.13
11	5000	3.90	0.039	22.37
12	5500	4.26	0.043	24.61
13	6000	4.55	0.046	26.85
14	6500	4.88	0.049	29.08
15	7000	5.30	0.053	31.32
16	7500	5.62	0.056	33.56
17	8000	5.90	0.059	35.79
18	8500	6.42	0.064	38.03
19	9000	6.86	0.069	40.27
20	9500	7.24	0.073	42.51
21	10000	7.73	0.077	44.74
22	10500	8.13	0.081	46.98
23	11000	8.62	0.086	49.22
24	11500	9.12	0.091	51.45
25	12000	9.56	0.096	53.69
26	12500	10.08	0.101	55.93
27	13000	10.58	0.106	58.17
28	13500	11.08	0.111	60.40
29	14000	11.66	0.117	62.64
30	14500	12.26	0.123	64.88
31	15000	12.86	0.129	67.11
32	15500	13.54	0.136	69.35
33	16000	14.34	0.144	71.59

34	16500	15.30	0.153	73.83
<b>35</b>	<b>16813</b>	<b>16.10</b>	<b>0.161</b>	<b>75.23</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

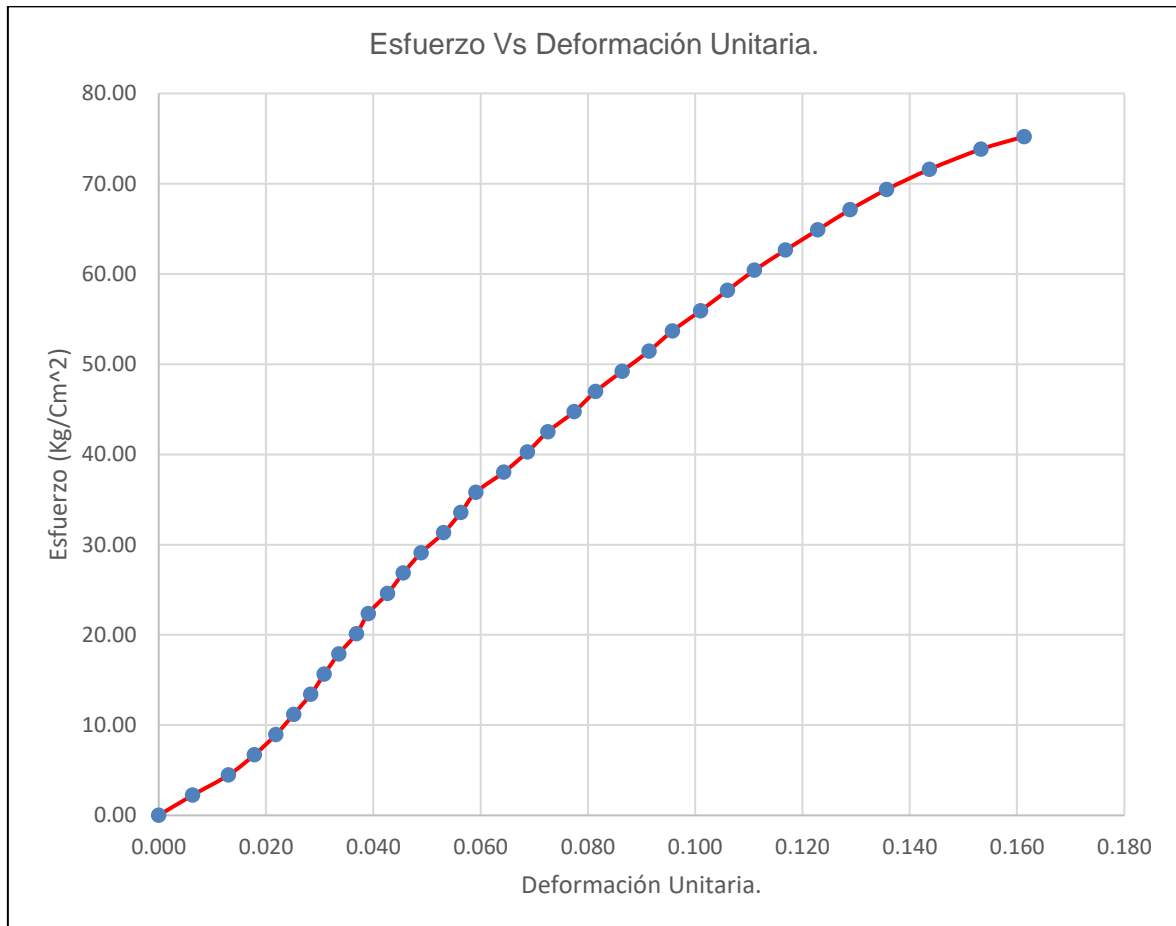


Gráfico 22. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-4 con 1% Fibra de Fique.

Tabla 41.

*Ensayo a compresión de la M-5 con 1% de fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.80</b>	<b>15.20</b>	<b>10.10</b>	<b>224.96</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.97	0.020	2.22
3	1000	2.50	0.025	4.45
4	1500	2.85	0.028	6.67
5	2000	3.05	0.030	8.89
6	2500	3.37	0.033	11.11
7	3000	3.50	0.035	13.34
8	3500	3.75	0.037	15.56
9	4000	3.85	0.038	17.78
10	4500	3.98	0.039	20.00
11	5000	4.08	0.040	22.23
12	5500	4.30	0.043	24.45
13	6000	4.43	0.044	26.67
14	6500	4.72	0.047	28.89
15	7000	4.88	0.048	31.12
16	7500	4.94	0.049	33.34
17	8000	5.10	0.050	35.56
18	8500	5.40	0.053	37.78
19	9000	5.60	0.055	40.01
20	9500	5.92	0.059	42.23
21	10000	6.08	0.060	44.45
22	10500	6.12	0.061	46.67
23	11000	6.45	0.064	48.90
24	11500	6.58	0.065	51.12
25	12000	6.73	0.067	53.34
26	12500	6.90	0.068	55.57
27	13000	6.98	0.069	57.79
28	13500	7.10	0.070	60.01
29	14000	7.26	0.072	62.23
30	14500	7.45	0.074	64.46
31	15000	7.66	0.076	66.68
32	15500	7.86	0.078	68.90
33	16000	7.98	0.079	71.12
34	16500	8.18	0.081	73.35
35	17000	8.38	0.083	75.57

36	17500	8.56	0.085	77.79
37	18000	8.86	0.088	80.01
38	18500	8.98	0.089	82.24
39	19000	9.14	0.090	84.46
40	19500	9.43	0.093	86.68
41	20000	9.58	0.095	88.90
42	20500	9.72	0.096	91.13
43	21000	9.95	0.099	93.35
44	21500	10.08	0.100	95.57
<b>45</b>	<b>22000</b>	<b>10.28</b>	<b>0.102</b>	<b>97.80</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

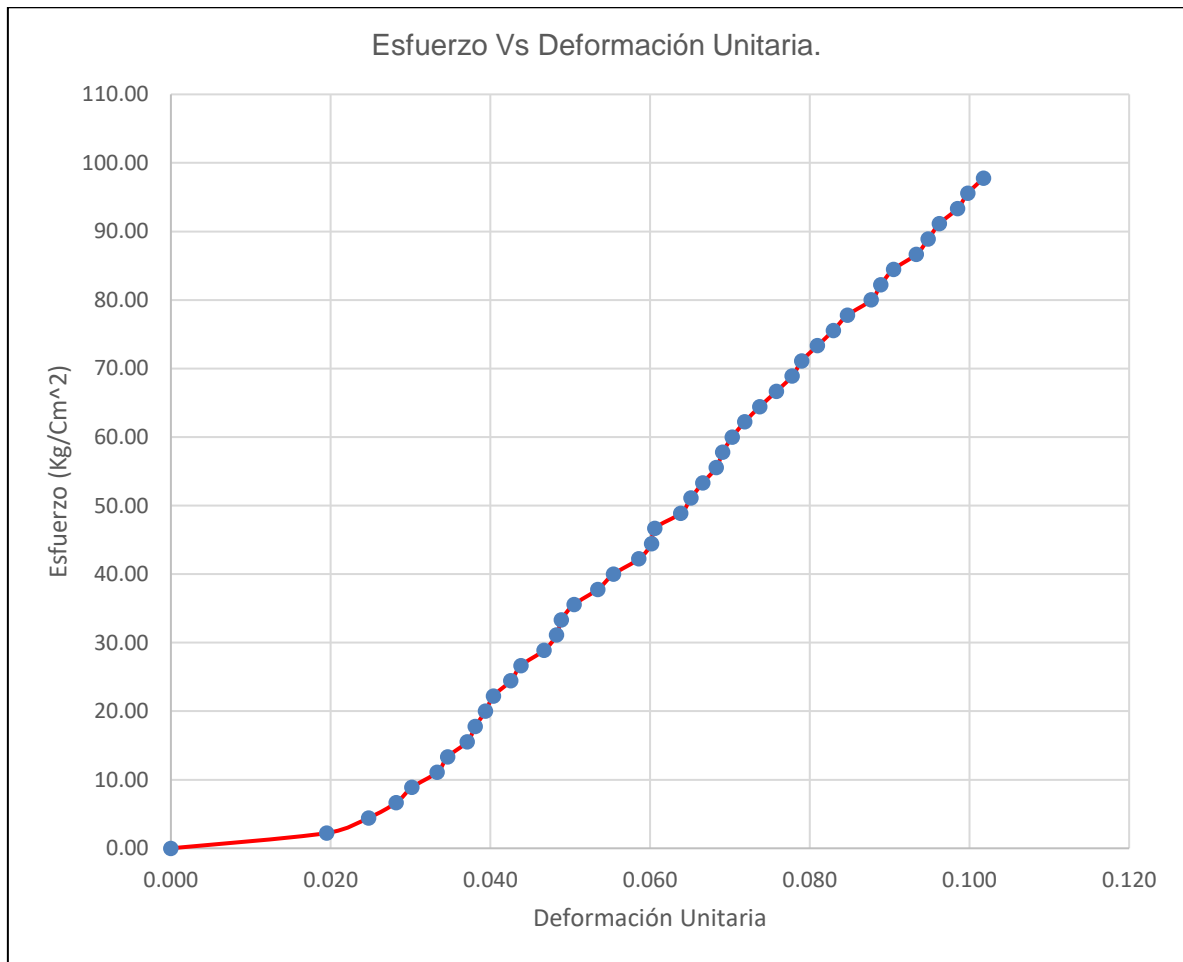


Grafico 23. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-5 con 1% Fibra de Fique.

**Tabla 42.**
*Ensayo a compresión de la M-6 con 1% de fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>15.15</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>230.28</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	2.22	0.022	2.17
3	1000	3.08	0.030	4.34
4	1500	3.54	0.035	6.51
5	2000	3.96	0.039	8.69
6	2500	4.32	0.042	10.86
7	3000	4.60	0.045	13.03
8	3500	4.98	0.049	15.20
9	4000	5.28	0.052	17.37
10	4500	5.60	0.055	19.54
11	5000	5.91	0.058	21.71
12	5500	6.26	0.061	23.88
13	6000	6.56	0.064	26.06
14	6500	6.92	0.068	28.23
15	7000	7.20	0.071	30.40
16	7500	7.58	0.074	32.57
17	8000	7.84	0.077	34.74
18	8500	8.12	0.080	36.91
19	9000	8.34	0.082	39.08
20	9500	8.75	0.086	41.25
21	10000	8.98	0.088	43.43
22	10500	9.34	0.092	45.60
23	11000	9.67	0.095	47.77
24	11500	10.05	0.099	49.94
25	12000	11.33	0.111	52.11
26	12500	11.78	0.115	54.28
27	13000	12.10	0.119	56.45
28	13500	12.56	0.123	58.62
29	14000	12.94	0.127	60.80
30	14500	13.38	0.131	62.97
31	15000	13.84	0.136	65.14
32	15500	14.45	0.142	67.31
33	16000	15.00	0.147	69.48
34	16500	15.56	0.153	71.65

35	17000	16.30	0.160	73.82
36	17500	17.13	0.168	75.99
37	18000	17.94	0.176	78.17
38	18500	18.90	0.185	80.34
39	19000	20.00	0.196	82.51
<b>39</b>	<b>19006</b>	<b>20.10</b>	<b>0.197</b>	<b>82.53</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

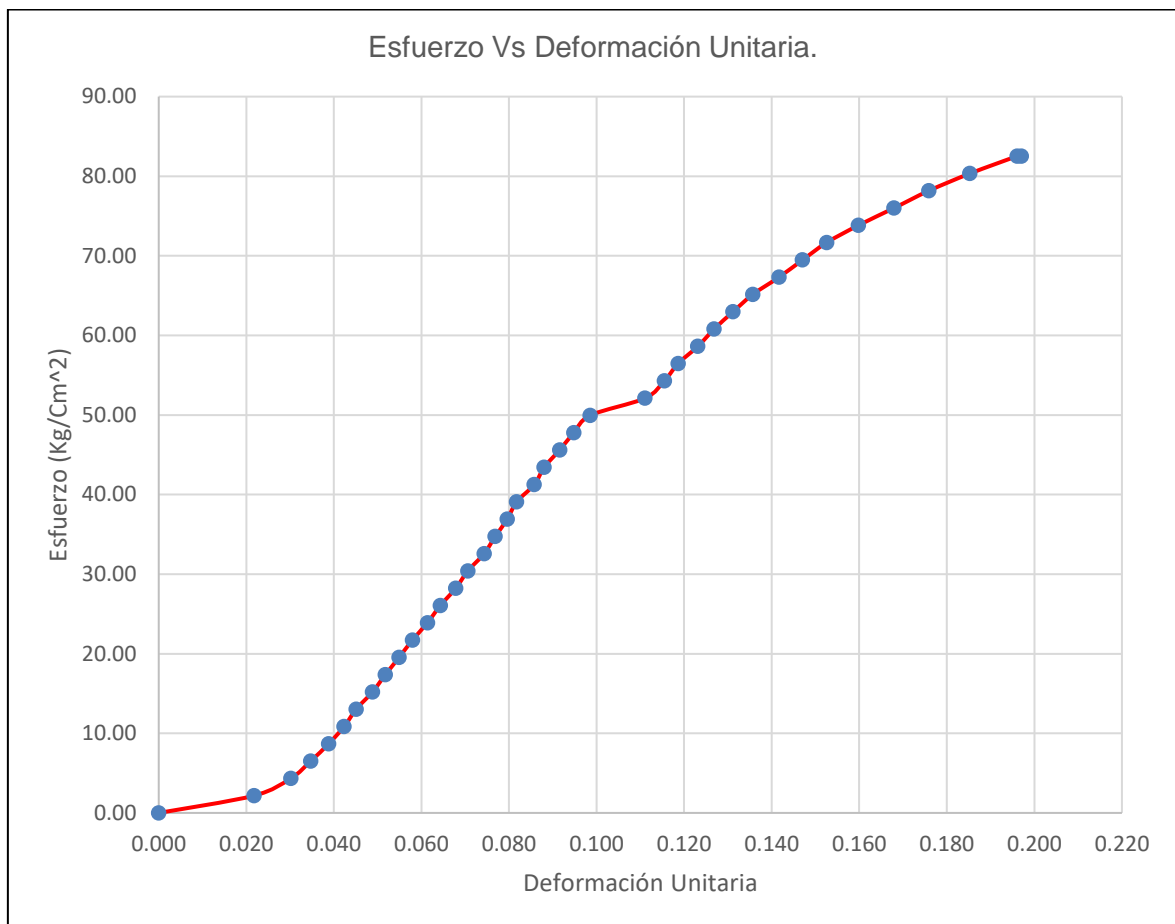


Gráfico 24. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-6 con 1% Fibra de Fique.

Tabla 43.

*Ensayo a compresión de la M-7 con 1% de fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.90</b>	<b>15.10</b>	<b>10.10</b>	<b>224.99</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.90	0.009	2.22
3	1000	1.60	0.016	4.44
4	1500	2.03	0.020	6.67
5	2000	2.48	0.025	8.89
6	2500	2.83	0.028	11.11
7	3000	3.11	0.031	13.33
8	3500	3.52	0.035	15.56
9	4000	3.73	0.037	17.78
10	4500	3.95	0.039	20.00
11	5000	4.20	0.042	22.22
12	5500	4.52	0.045	24.45
13	6000	4.80	0.048	26.67
14	6500	5.03	0.050	28.89
15	7000	5.28	0.052	31.11
16	7500	5.90	0.058	33.33
17	8000	6.18	0.061	35.56
18	8500	6.55	0.065	37.78
19	9000	6.80	0.067	40.00
20	9500	7.18	0.071	42.22
21	10000	7.66	0.076	44.45
22	10500	8.00	0.079	46.67
23	11000	8.48	0.084	48.89
24	11500	8.95	0.089	51.11
25	12000	9.48	0.094	53.34
26	12500	10.00	0.099	55.56
27	13000	10.52	0.104	57.78
28	13500	11.20	0.111	60.00
29	14000	12.00	0.119	62.22
30	14500	12.88	0.128	64.45
31	15000	13.82	0.137	66.67
32	15500	15.20	0.150	68.89
33	16000	17.06	0.169	71.11

34	16500	17.92	0.177	73.34
<b>35</b>	<b>16664</b>	<b>18.05</b>	<b>0.179</b>	<b>74.07</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

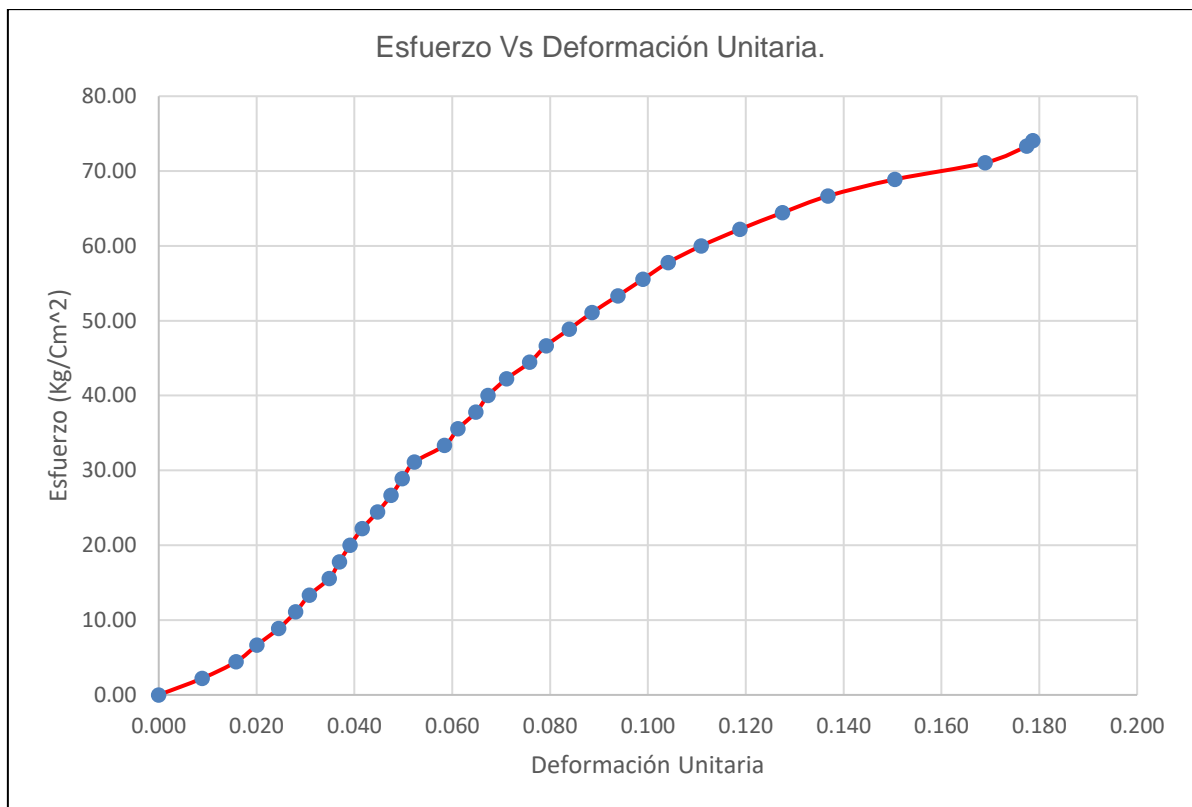


Gráfico 25. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-7 con 1% Fibra de Fique.

Tabla 44.

*Ensayo a compresión de la M-8 con 1% de fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>15.10</b>	<b>15.10</b>	<b>10.00</b>	<b>228.01</b>	<b>500</b>
<b>Nº</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.97	0.020	2.19
3	1000	2.50	0.025	4.39
4	1500	2.85	0.029	6.58
5	2000	3.05	0.031	8.77
6	2500	3.37	0.034	10.96
7	3000	3.50	0.035	13.16
8	3500	3.75	0.038	15.35
9	4000	3.85	0.039	17.54
10	4500	3.98	0.040	19.74
11	5000	4.08	0.041	21.93
12	5500	4.30	0.043	24.12
13	6000	4.43	0.044	26.31
14	6500	4.72	0.047	28.51
15	7000	4.88	0.049	30.70
16	7500	4.94	0.049	32.89
17	8000	5.10	0.051	35.09
18	8500	5.40	0.054	37.28
19	9000	5.60	0.056	39.47
20	9500	5.92	0.059	41.66
21	10000	6.08	0.061	43.86
22	10500	6.12	0.061	46.05
23	11000	6.45	0.065	48.24
24	11500	6.58	0.066	50.44
25	12000	6.73	0.067	52.63
26	12500	6.90	0.069	54.82
27	13000	6.98	0.070	57.02
28	13500	7.10	0.071	59.21
29	14000	7.26	0.073	61.40
30	14500	7.45	0.075	63.59
31	15000	7.66	0.077	65.79
32	15500	7.86	0.079	67.98
33	16000	7.98	0.080	70.17
34	16500	8.18	0.082	72.37
35	17000	8.38	0.084	74.56
36	17500	8.56	0.086	76.75

37	18000	8.86	0.089	78.94
38	18500	8.98	0.090	81.14
39	19000	9.14	0.091	83.33
40	19500	9.43	0.094	85.52
41	20000	9.58	0.096	87.72
42	20500	9.72	0.097	89.91
43	21000	9.95	0.100	92.10
44	21500	10.08	0.101	94.29
<b>45</b>	<b>21577</b>	<b>10.20</b>	<b>0.102</b>	<b>94.63</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

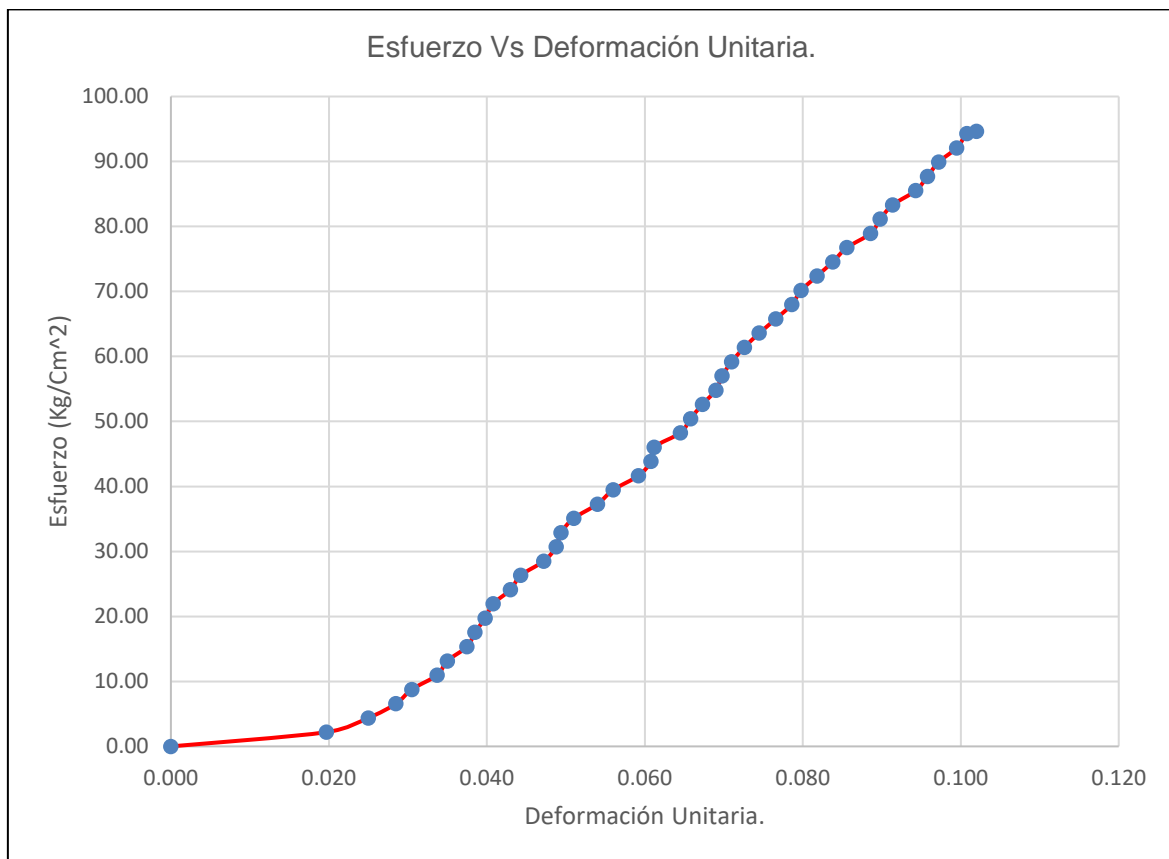


Grafico 26. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-8 con 1% Fibra de Fique.

Tabla 45.

*Ensayo a compresión de la M-1 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.80</b>	<b>15.25</b>	<b>10.10</b>	<b>225.70</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.25	0.012	2.22
3	1000	1.82	0.018	4.43
4	1500	2.30	0.023	6.65
5	2000	2.66	0.026	8.86
6	2500	3.02	0.030	11.08
7	3000	3.35	0.033	13.29
8	3500	3.65	0.036	15.51
9	4000	3.88	0.038	17.72
10	4500	4.18	0.041	19.94
11	5000	4.46	0.044	22.15
12	5500	4.84	0.048	24.37
13	6000	5.08	0.050	26.58
14	6500	5.40	0.053	28.80
15	7000	5.75	0.057	31.01
16	7500	6.08	0.060	33.23
17	8000	6.43	0.064	35.45
18	8500	6.92	0.069	37.66
19	9000	7.34	0.073	39.88
20	9500	7.75	0.077	42.09
21	10000	8.18	0.081	44.31
22	10500	8.68	0.086	46.52
23	11000	9.34	0.092	48.74
24	11500	9.92	0.098	50.95
25	12000	10.75	0.106	53.17
26	12500	11.90	0.118	55.38
27	13000	13.65	0.135	57.60
<b>28</b>	<b>13256</b>	<b>13.88</b>	<b>0.137</b>	<b>58.73</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

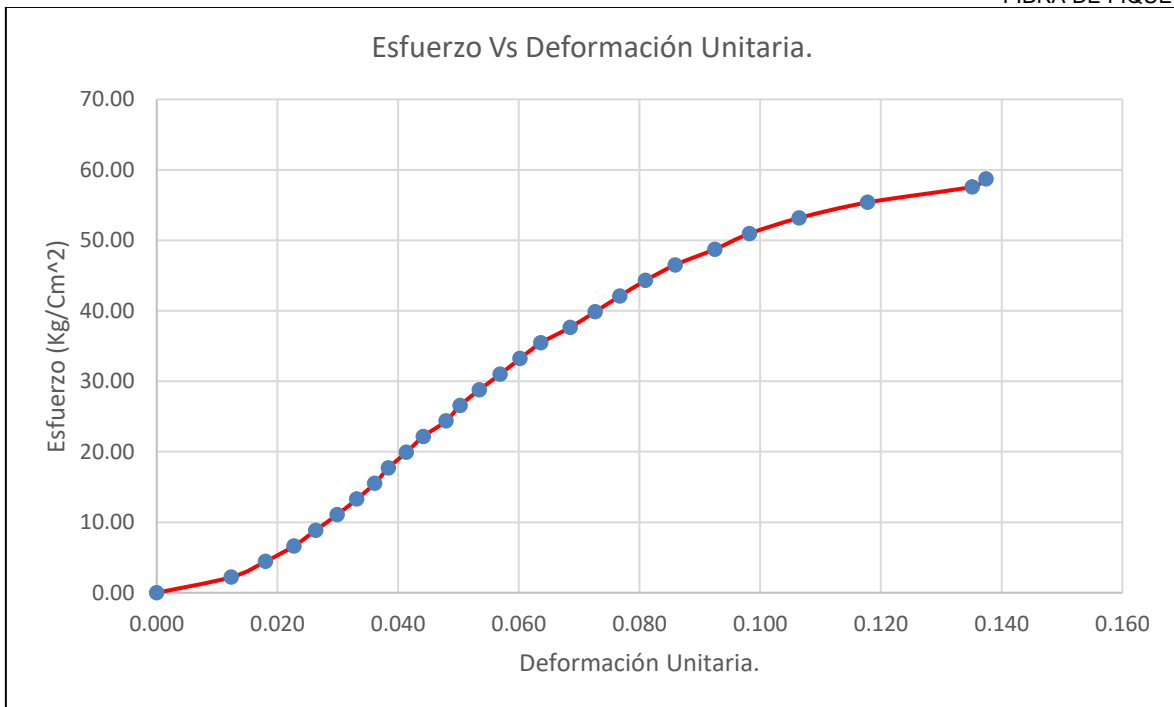


Grafico 27. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-1 con 1.5% Fibra de Fique.

Tabla 46.

*Ensayo a compresión de la M-2 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>15.10</b>	<b>15.10</b>	<b>10.20</b>	<b>228.01</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.05	0.010	2.19
3	1000	1.48	0.015	4.39
4	1500	1.92	0.019	6.58
5	2000	2.35	0.023	8.77
6	2500	2.74	0.027	10.96
7	3000	2.98	0.029	13.16
8	3500	3.45	0.034	15.35
9	4000	3.74	0.037	17.54
10	4500	4.00	0.039	19.74
11	5000	4.30	0.042	21.93
12	5500	4.56	0.045	24.12
13	6000	4.86	0.048	26.31
14	6500	5.18	0.051	28.51
15	7000	5.52	0.054	30.70
16	7500	5.88	0.058	32.89
17	8000	6.44	0.063	35.09
18	8500	6.88	0.067	37.28
19	9000	7.25	0.071	39.47
20	9500	7.70	0.075	41.66
21	10000	8.05	0.079	43.86
22	10500	8.58	0.084	46.05
23	11000	9.12	0.089	48.24
24	11500	9.78	0.096	50.44
25	12000	10.50	0.103	52.63
26	12500	11.30	0.111	54.82
27	13000	12.44	0.122	57.02
<b>28</b>	<b>13284</b>	<b>12.96</b>	<b>0.127</b>	<b>58.26</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

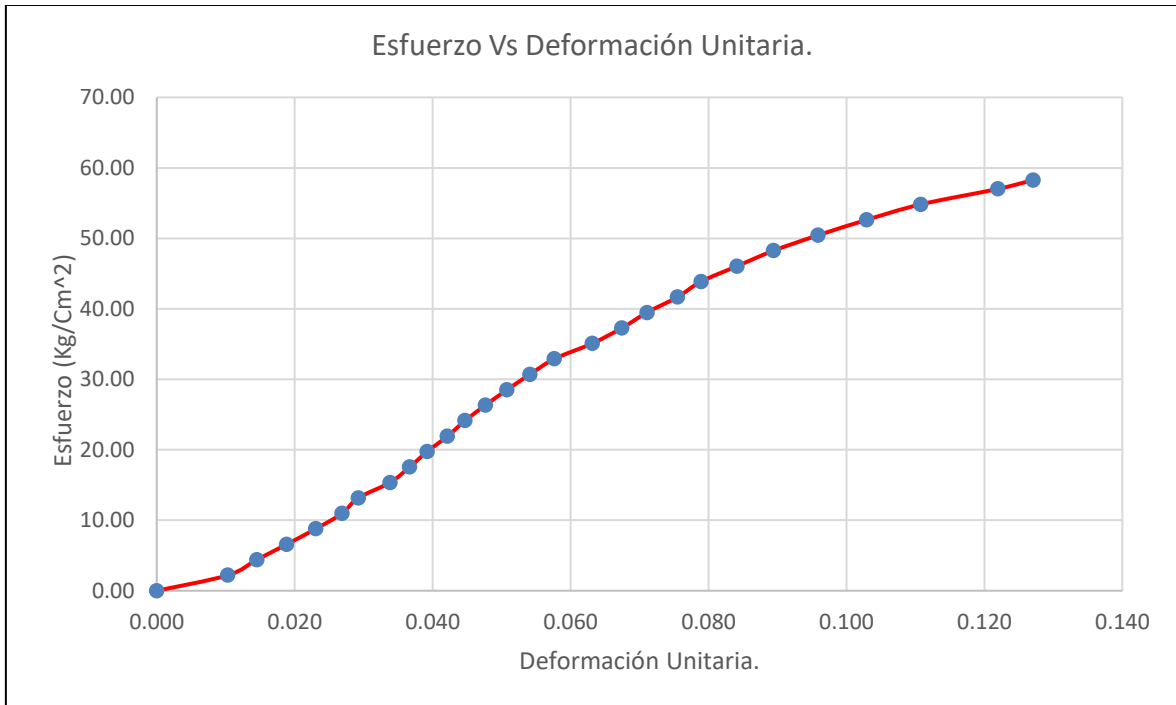


Gráfico 28. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-2 con 1.5% Fibra de Fique.

Tabla 47.

*Ensayo a compresión de la M-3 con 1.5% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
14.95	15.10	10.20	225.75	500
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.85	0.008	2.21
3	1000	1.46	0.014	4.43
4	1500	1.90	0.019	6.64
5	2000	2.30	0.023	8.86
6	2500	2.65	0.026	11.07
7	3000	2.86	0.028	13.29
8	3500	3.06	0.030	15.50
9	4000	3.45	0.034	17.72
10	4500	3.72	0.036	19.93
11	5000	4.02	0.039	22.15
12	5500	4.30	0.042	24.36
13	6000	4.62	0.045	26.58
14	6500	4.92	0.048	28.79
15	7000	5.32	0.052	31.01
16	7500	5.66	0.055	33.22
17	8000	5.98	0.059	35.44
18	8500	6.45	0.063	37.65
19	9000	6.82	0.067	39.87
20	9500	7.26	0.071	42.08
21	10000	7.62	0.075	44.30
22	10500	8.22	0.081	46.51
23	11000	8.58	0.084	48.73
24	11500	9.10	0.089	50.94
25	12000	9.78	0.096	53.16
26	12500	10.98	0.108	55.37
<b>27</b>	<b>12815</b>	<b>11.54</b>	<b>0.113</b>	<b>56.77</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

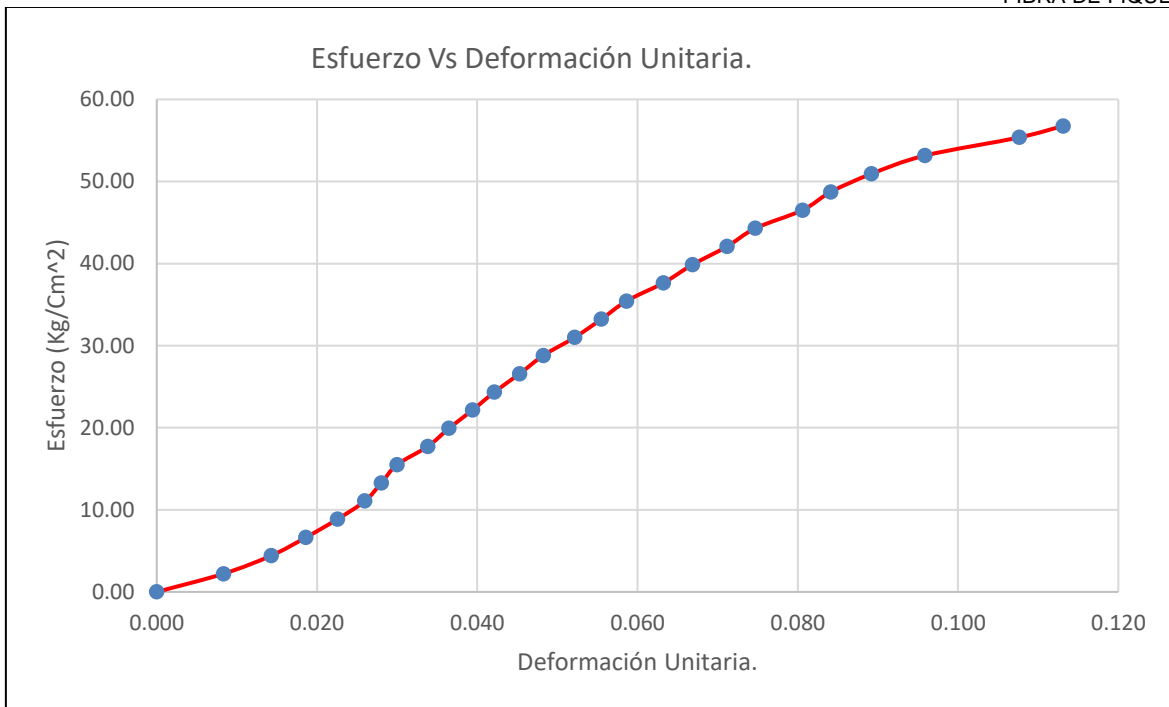


Gráfico 29. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-3 con 1.5% Fibra de Fique.

**Tabla 48.**
*Ensayo a compresión de la M-4 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.80</b>	<b>15.10</b>	<b>10.10</b>	<b>223.48</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.21	0.012	2.24
3	1000	1.83	0.018	4.47
4	1500	2.26	0.022	6.71
5	2000	2.75	0.027	8.95
6	2500	3.12	0.031	11.19
7	3000	3.45	0.034	13.42
8	3500	3.72	0.037	15.66
9	4000	4.05	0.040	17.90
10	4500	4.35	0.043	20.14
11	5000	4.60	0.046	22.37
12	5500	4.92	0.049	24.61
13	6000	5.12	0.051	26.85
14	6500	5.50	0.054	29.09
15	7000	5.65	0.056	31.32
16	7500	5.98	0.059	33.56
17	8000	6.30	0.062	35.80
18	8500	6.61	0.065	38.03
19	9000	6.95	0.069	40.27
20	9500	7.30	0.072	42.51
21	10000	7.74	0.077	44.75
22	10500	8.12	0.080	46.98
23	11000	9.05	0.090	49.22
24	11500	9.56	0.095	51.46
25	12000	10.20	0.101	53.70
26	12500	10.80	0.107	55.93
27	13000	11.60	0.115	58.17
28	13500	12.85	0.127	60.41
29	14000	13.54	0.134	62.65
<b>30</b>	<b>14409</b>	<b>13.95</b>	<b>0.138</b>	<b>64.48</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

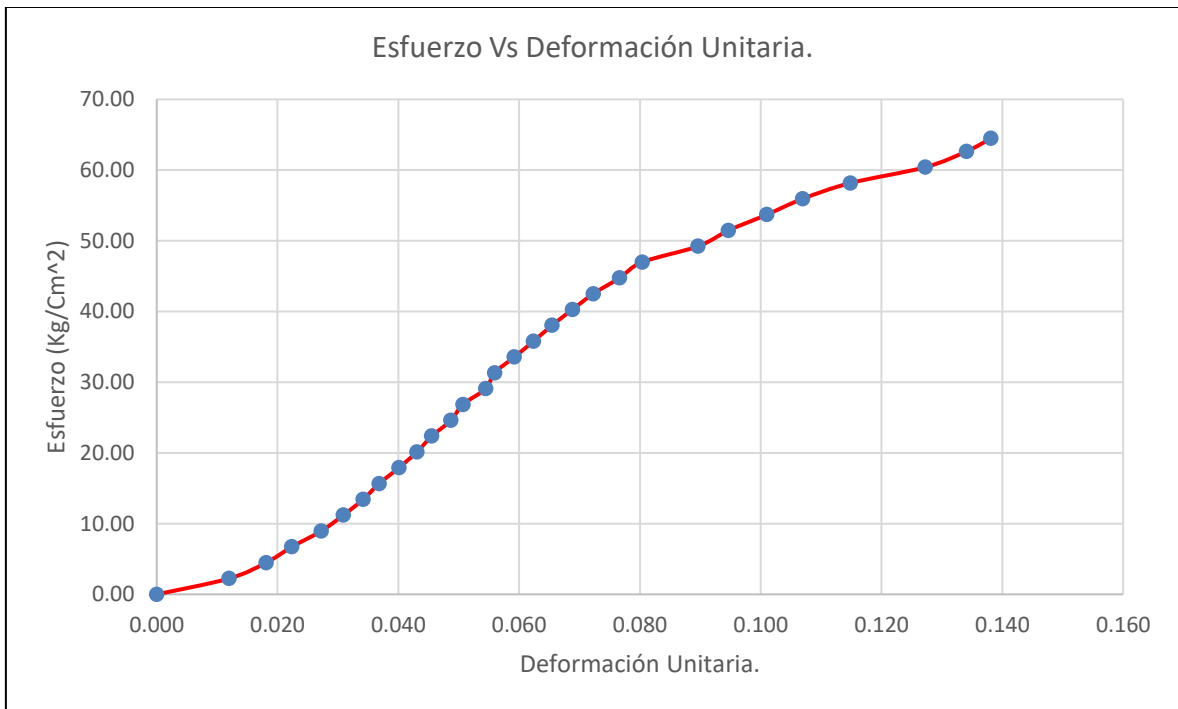


Grafico 30. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-4 con 1.5% Fibra de Fique.

Tabla 49.

*Ensayo a compresión de la M-5 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.90</b>	<b>15.25</b>	<b>10.20</b>	<b>227.23</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.55	0.005	2.20
3	1000	1.25	0.012	4.40
4	1500	1.78	0.017	6.60
5	2000	2.25	0.022	8.80
6	2500	2.58	0.025	11.00
7	3000	3.02	0.030	13.20
8	3500	3.38	0.033	15.40
9	4000	3.66	0.036	17.60
10	4500	4.00	0.039	19.80
11	5000	4.27	0.042	22.00
12	5500	4.62	0.045	24.21
13	6000	4.92	0.048	26.41
14	6500	5.28	0.052	28.61
15	7000	5.66	0.055	30.81
16	7500	6.10	0.060	33.01
17	8000	6.46	0.063	35.21
18	8500	6.92	0.068	37.41
19	9000	7.35	0.072	39.61
20	9500	7.92	0.078	41.81
21	10000	8.52	0.084	44.01
22	10500	9.02	0.088	46.21
23	11000	9.65	0.095	48.41
24	11500	10.05	0.099	50.61
25	12000	10.78	0.106	52.81
26	12500	11.42	0.112	55.01
27	13000	12.20	0.120	57.21
28	13500	13.18	0.129	59.41
<b>29</b>	<b>13732</b>	<b>13.75</b>	<b>0.135</b>	<b>60.43</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

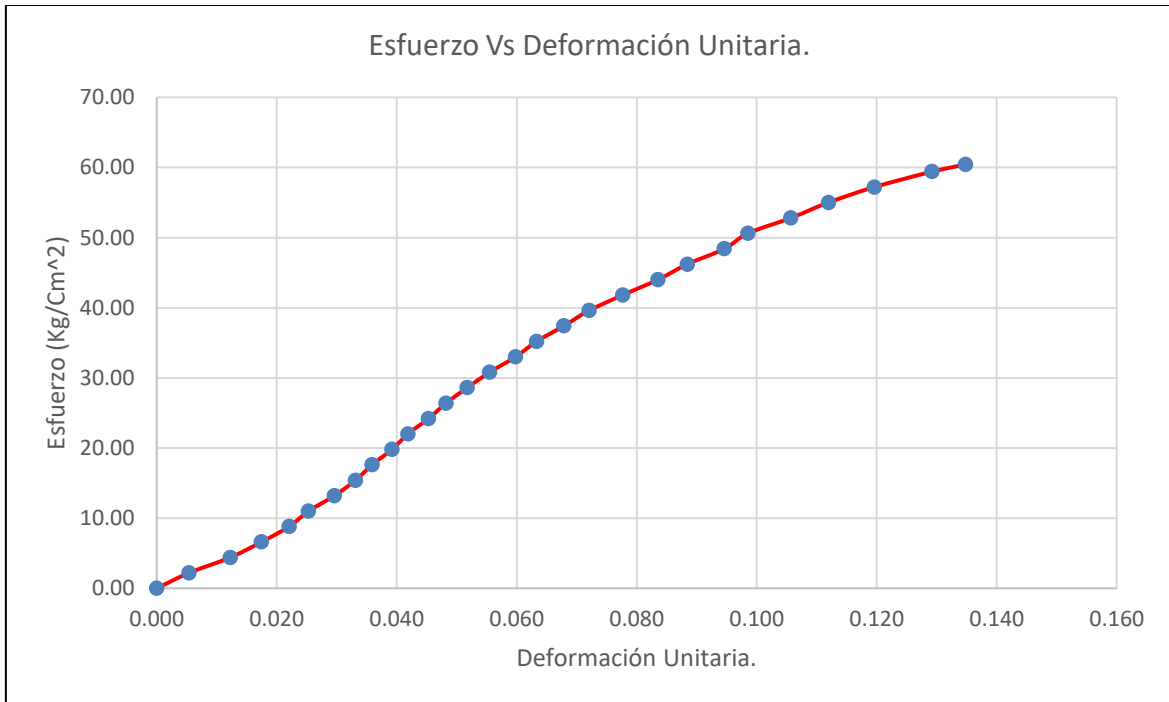


Grafico 31. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-5 con 1.5% Fibra de Fique.

Tabla 50.

*Ensayo a compresión de la M-6 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>15.25</b>	<b>15.20</b>	<b>10.10</b>	<b>231.80</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.94	0.009	2.16
3	1000	1.58	0.016	4.31
4	1500	1.92	0.019	6.47
5	2000	2.34	0.023	8.63
6	2500	2.66	0.026	10.79
7	3000	2.92	0.029	12.94
8	3500	3.32	0.033	15.10
9	4000	3.60	0.036	17.26
10	4500	3.92	0.039	19.41
11	5000	4.24	0.042	21.57
12	5500	4.58	0.045	23.73
13	6000	4.86	0.048	25.88
14	6500	5.28	0.052	28.04
15	7000	5.66	0.056	30.20
16	7500	6.04	0.060	32.36
17	8000	6.54	0.065	34.51
18	8500	6.96	0.069	36.67
19	9000	7.48	0.074	38.83
20	9500	7.95	0.079	40.98
21	10000	10.54	0.104	43.14
22	10500	11.04	0.109	45.30
23	11000	11.86	0.117	47.45
24	11500	12.50	0.124	49.61
25	12000	13.36	0.132	51.77
26	12500	14.56	0.144	53.93
27	13000	15.26	0.151	56.08
<b>28</b>	<b>13266</b>	<b>15.42</b>	<b>0.153</b>	<b>57.23</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

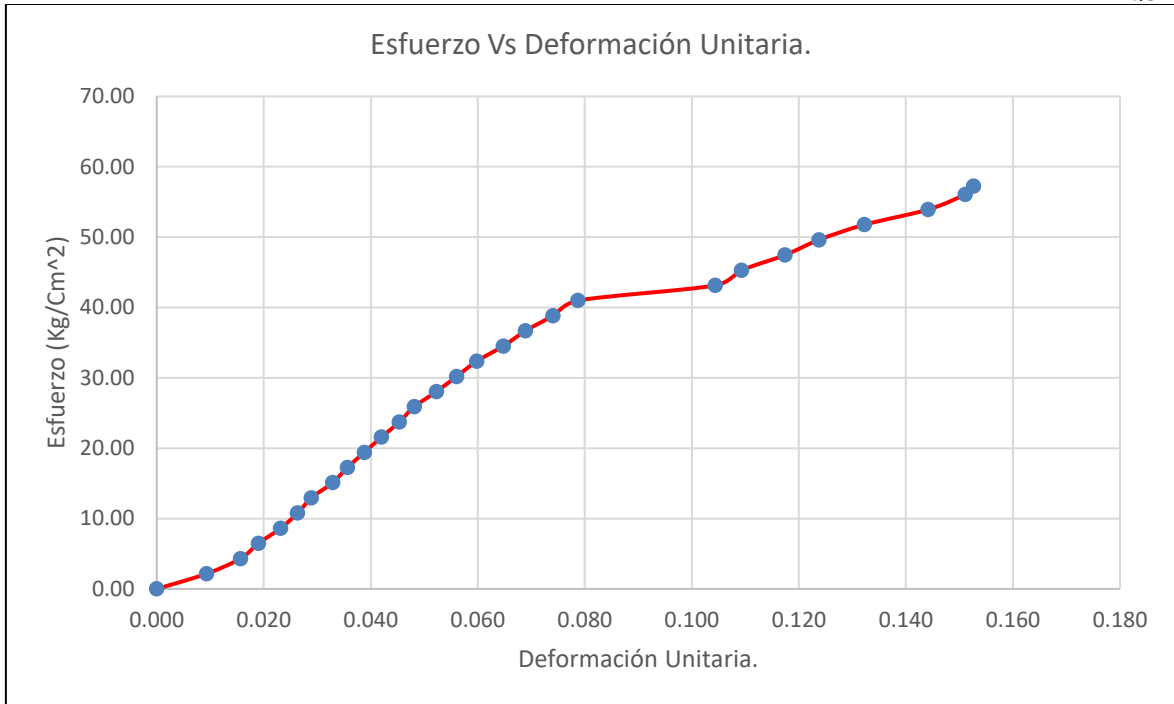


Gráfico 32. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-6 con 1.5% Fibra de Fique.

Tabla 51.

*Ensayo a compresión de la M-7 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>15.20</b>	<b>15.10</b>	<b>10.10</b>	<b>229.52</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.78	0.018	2.18
3	1000	2.40	0.024	4.36
4	1500	2.88	0.029	6.54
5	2000	3.33	0.033	8.71
6	2500	3.68	0.036	10.89
7	3000	4.05	0.040	13.07
8	3500	4.40	0.044	15.25
9	4000	4.76	0.047	17.43
10	4500	5.15	0.051	19.61
11	5000	5.48	0.054	21.78
12	5500	5.86	0.058	23.96
13	6000	6.25	0.062	26.14
14	6500	6.76	0.067	28.32
15	7000	7.20	0.071	30.50
16	7500	7.76	0.077	32.68
17	8000	8.32	0.082	34.86
18	8500	8.90	0.088	37.03
19	9000	9.50	0.094	39.21
20	9500	10.18	0.101	41.39
21	10000	10.56	0.105	43.57
22	10500	11.66	0.115	45.75
23	11000	12.58	0.125	47.93
24	11500	13.46	0.133	50.10
25	12000	14.48	0.143	52.28
26	12500	15.46	0.153	54.46
27	13000	16.55	0.164	56.64
<b>28</b>	<b>13351</b>	<b>16.95</b>	<b>0.168</b>	<b>58.17</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

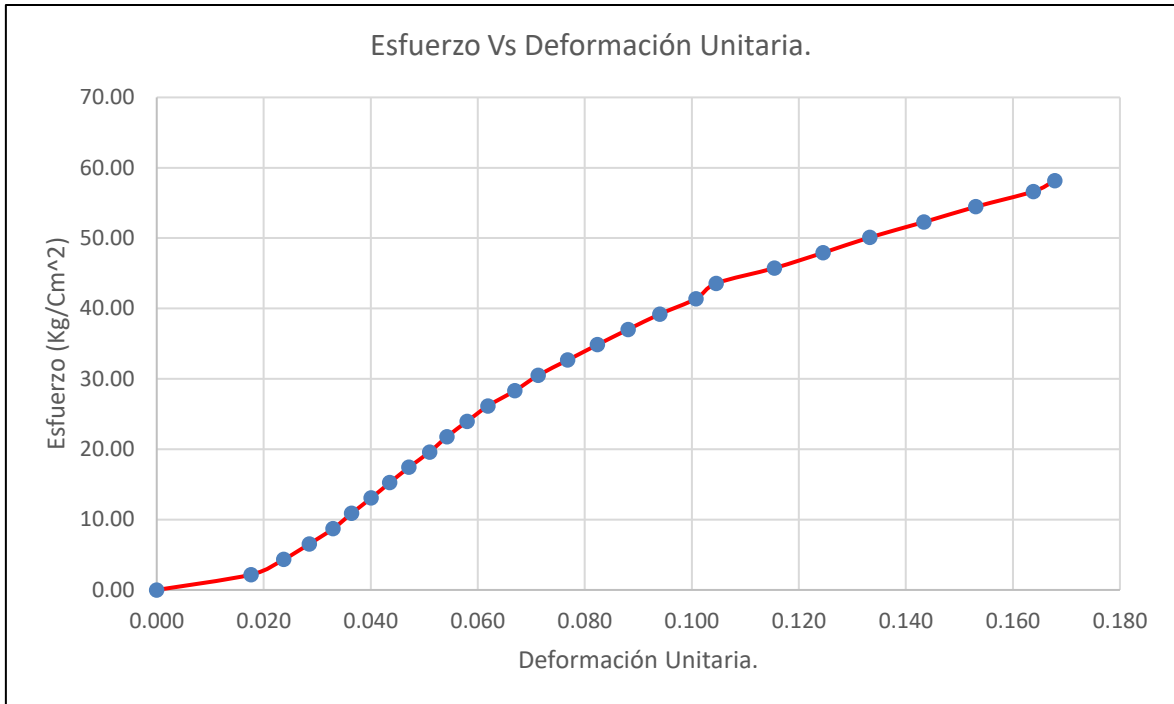


Gráfico 33. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-7 con 1.5% Fibra de Fique.

Tabla 52.

*Ensayo a compresión de la M-8 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>15.90</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>241.68</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.32	0.013	2.07
3	1000	2.05	0.020	4.14
4	1500	2.52	0.025	6.21
5	2000	2.85	0.028	8.28
6	2500	3.15	0.031	10.34
7	3000	3.34	0.033	12.41
8	3500	3.62	0.035	14.48
9	4000	3.92	0.038	16.55
10	4500	4.20	0.041	18.62
11	5000	4.46	0.044	20.69
12	5500	4.72	0.046	22.76
13	6000	4.98	0.049	24.83
14	6500	5.34	0.052	26.90
15	7000	5.64	0.055	28.96
16	7500	5.88	0.058	31.03
17	8000	6.10	0.060	33.10
18	8500	6.42	0.063	35.17
19	9000	6.92	0.068	37.24
20	9500	7.84	0.077	39.31
21	10000	8.88	0.087	41.38
22	10500	9.54	0.094	43.45
23	11000	10.52	0.103	45.51
24	11500	11.56	0.113	47.58
25	12000	12.54	0.123	49.65
26	12500	13.58	0.133	51.72
<b>27</b>	<b>12594</b>	<b>13.75</b>	<b>0.135</b>	<b>52.11</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

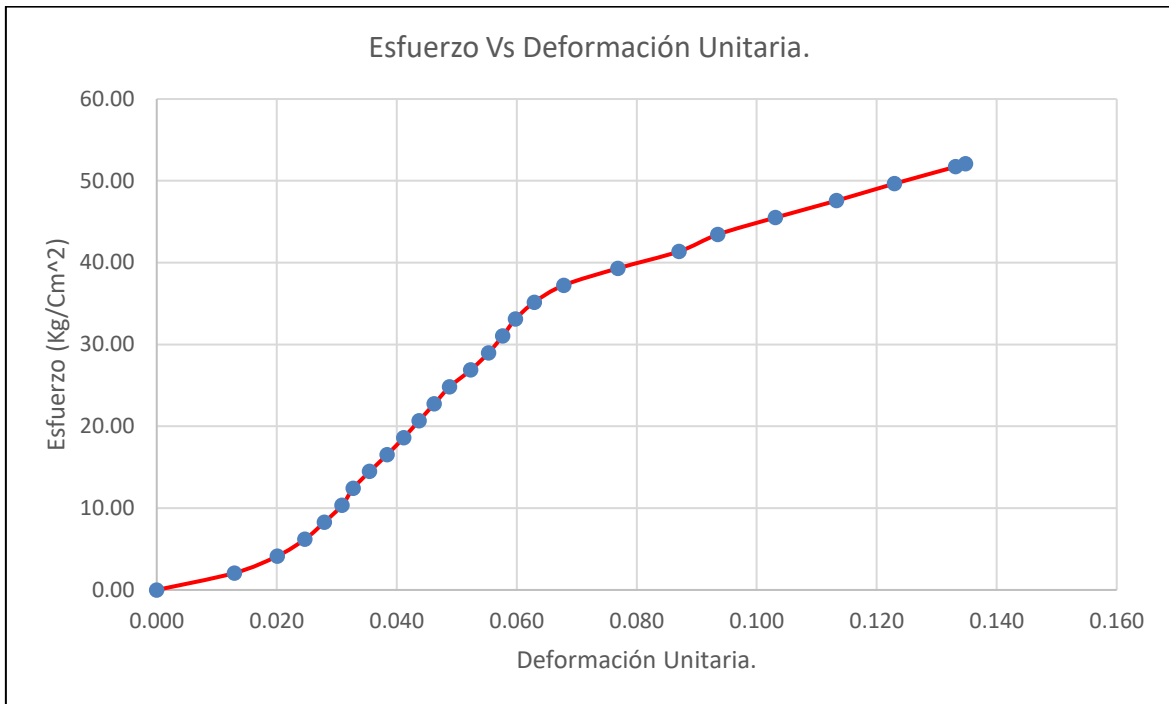


Gráfico 34. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-8 con 1.5% Fibra de Fique.

Tabla 53.

*Ensayo a compresión de la M-1 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.95</b>	<b>15.25</b>	<b>10.10</b>	<b>227.99</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.72	0.017	2.19
3	1000	2.22	0.022	4.39
4	1500	2.68	0.027	6.58
5	2000	2.98	0.030	8.77
6	2500	3.32	0.033	10.97
7	3000	3.74	0.037	13.16
8	3500	4.12	0.041	15.35
9	4000	4.32	0.043	17.54
10	4500	4.63	0.046	19.74
11	5000	4.95	0.049	21.93
12	5500	5.20	0.051	24.12
13	6000	5.42	0.054	26.32
14	6500	5.77	0.057	28.51
15	7000	6.08	0.060	30.70
16	7500	6.38	0.063	32.90
17	8000	6.80	0.067	35.09
18	8500	7.30	0.072	37.28
19	9000	7.56	0.075	39.48
20	9500	8.04	0.080	41.67
21	10000	8.56	0.085	43.86
22	10500	9.14	0.090	46.06
23	11000	9.66	0.096	48.25
24	11500	10.32	0.102	50.44
25	12000	11.12	0.110	52.63
<b>26</b>	<b>12487</b>	<b>12.05</b>	<b>0.119</b>	<b>54.77</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

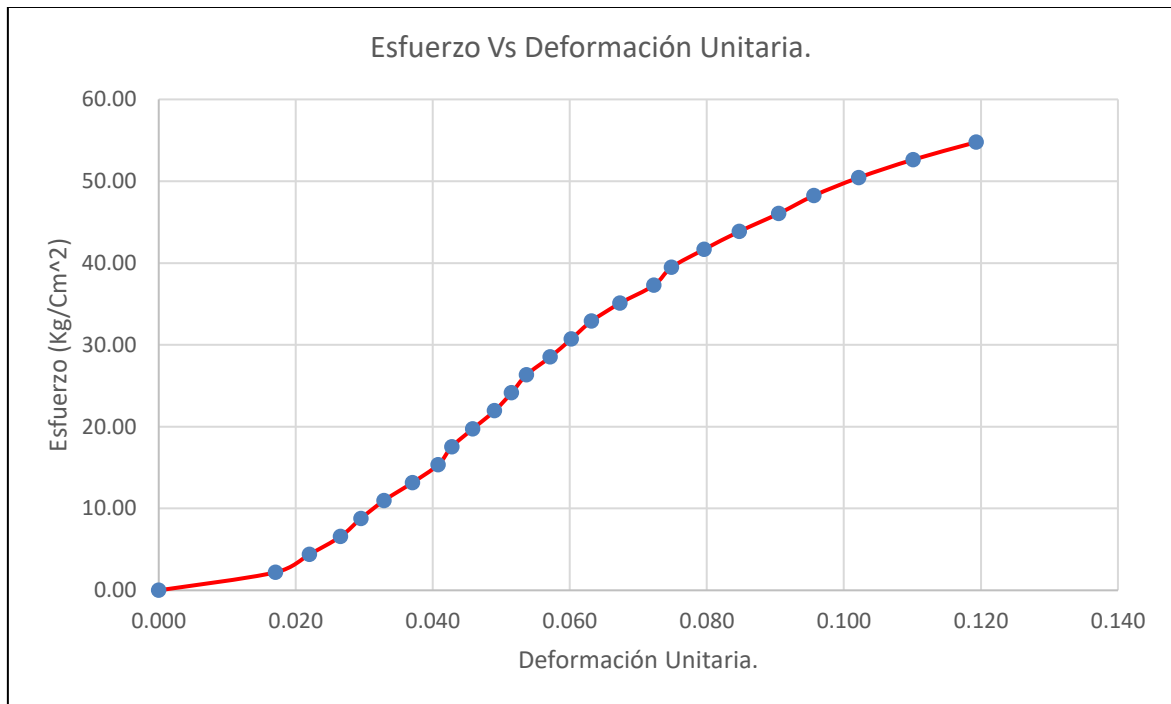


Gráfico 35. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-1 con 2% Fibra de Fique.

Tabla 54.

*Ensayo a compresión de la M-2 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.80</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>224.96</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.14	0.011	2.22
3	1000	1.72	0.017	4.45
4	1500	2.15	0.021	6.67
5	2000	2.45	0.024	8.89
6	2500	2.72	0.027	11.11
7	3000	3.02	0.030	13.34
8	3500	3.22	0.032	15.56
9	4000	3.48	0.034	17.78
10	4500	3.72	0.036	20.00
11	5000	4.00	0.039	22.23
12	5500	4.24	0.042	24.45
13	6000	4.48	0.044	26.67
14	6500	4.72	0.046	28.89
15	7000	5.06	0.050	31.12
16	7500	5.35	0.052	33.34
17	8000	5.62	0.055	35.56
18	8500	5.98	0.059	37.78
19	9000	6.40	0.063	40.01
20	9500	6.86	0.067	42.23
21	10000	7.34	0.072	44.45
22	10500	8.08	0.079	46.67
23	11000	9.28	0.091	48.90
<b>24</b>	<b>11207</b>	<b>9.85</b>	<b>0.097</b>	<b>49.82</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

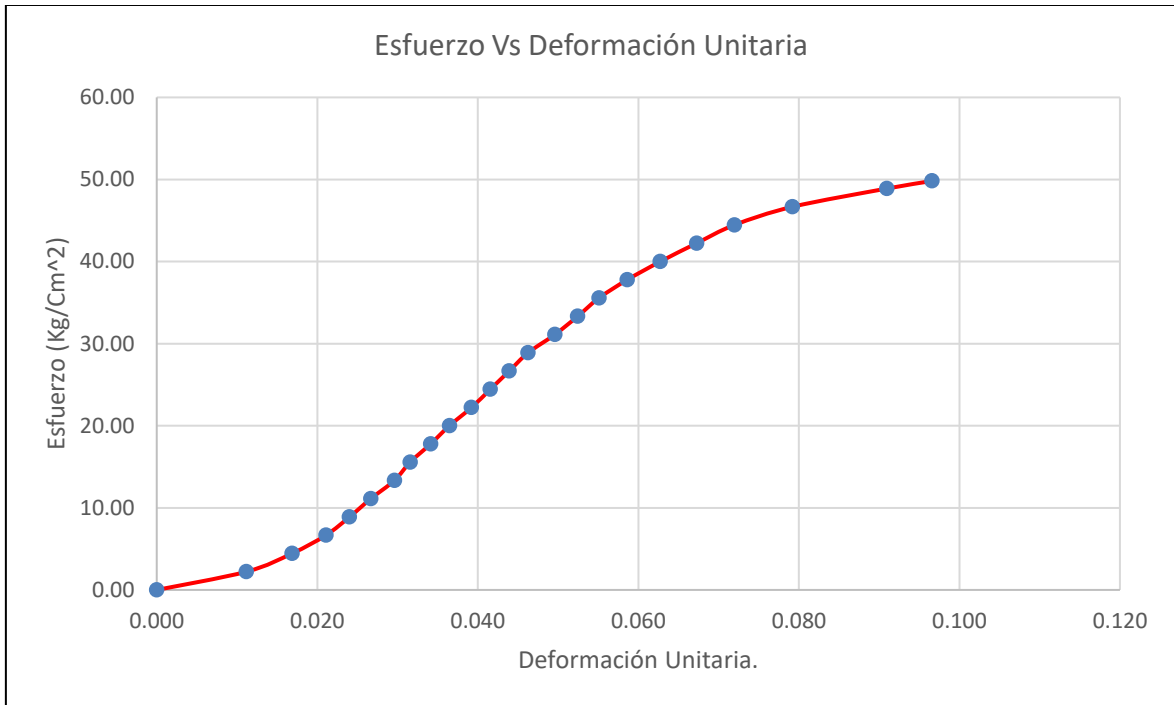


Gráfico 36. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-2 con 2% Fibra de Fique.

Tabla 55.

*Ensayo a compresión de la M-3 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.90</b>	<b>15.20</b>	<b>10.10</b>	<b>226.48</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.40	0.014	2.21
3	1000	1.95	0.019	4.42
4	1500	2.28	0.023	6.62
5	2000	2.65	0.026	8.83
6	2500	2.94	0.029	11.04
7	3000	3.18	0.031	13.25
8	3500	3.42	0.034	15.45
9	4000	3.64	0.036	17.66
10	4500	3.88	0.038	19.87
11	5000	4.08	0.040	22.08
12	5500	4.42	0.044	24.28
13	6000	4.68	0.046	26.49
14	6500	4.98	0.049	28.70
15	7000	5.24	0.052	30.91
16	7500	5.55	0.055	33.12
17	8000	5.84	0.058	35.32
18	8500	6.17	0.061	37.53
19	9000	6.58	0.065	39.74
20	9500	7.03	0.070	41.95
21	10000	7.42	0.073	44.15
22	10500	7.96	0.079	46.36
23	11000	8.74	0.087	48.57
24	11500	9.45	0.094	50.78
25	12000	10.78	0.107	52.98
<b>26</b>	<b>12198</b>	<b>10.94</b>	<b>0.108</b>	<b>53.86</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

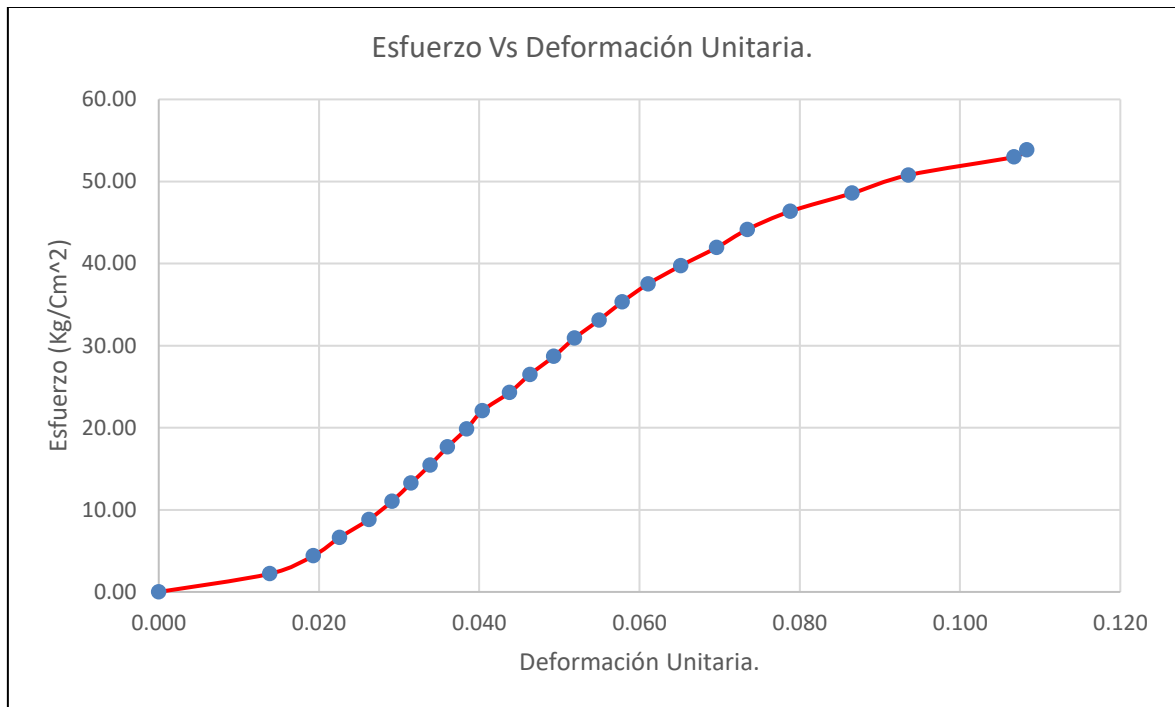


Gráfico 37. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-3 con 2% Fibra de Fique.

Tabla 56.

*Ensayo a compresión de la M-4 con 2% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
15.95	15.15	10.10	241.64	500
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	0.40	0.004	2.07
3	1000	0.58	0.006	4.14
4	1500	0.94	0.009	6.21
5	2000	1.34	0.013	8.28
6	2500	1.62	0.016	10.35
7	3000	1.94	0.019	12.42
8	3500	2.22	0.022	14.48
9	4000	2.48	0.025	16.55
10	4500	2.76	0.027	18.62
11	5000	3.05	0.030	20.69
12	5500	3.38	0.033	22.76
13	6000	3.72	0.037	24.83
14	6500	4.02	0.040	26.90
15	7000	4.40	0.044	28.97
16	7500	4.76	0.047	31.04
17	8000	5.16	0.051	33.11
18	8500	5.56	0.055	35.18
19	9000	6.08	0.060	37.25
20	9500	6.68	0.066	39.31
21	10000	7.52	0.074	41.38
22	10500	8.98	0.089	43.45
<b>23</b>	<b>10626</b>	<b>9.24</b>	<b>0.091</b>	<b>43.97</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

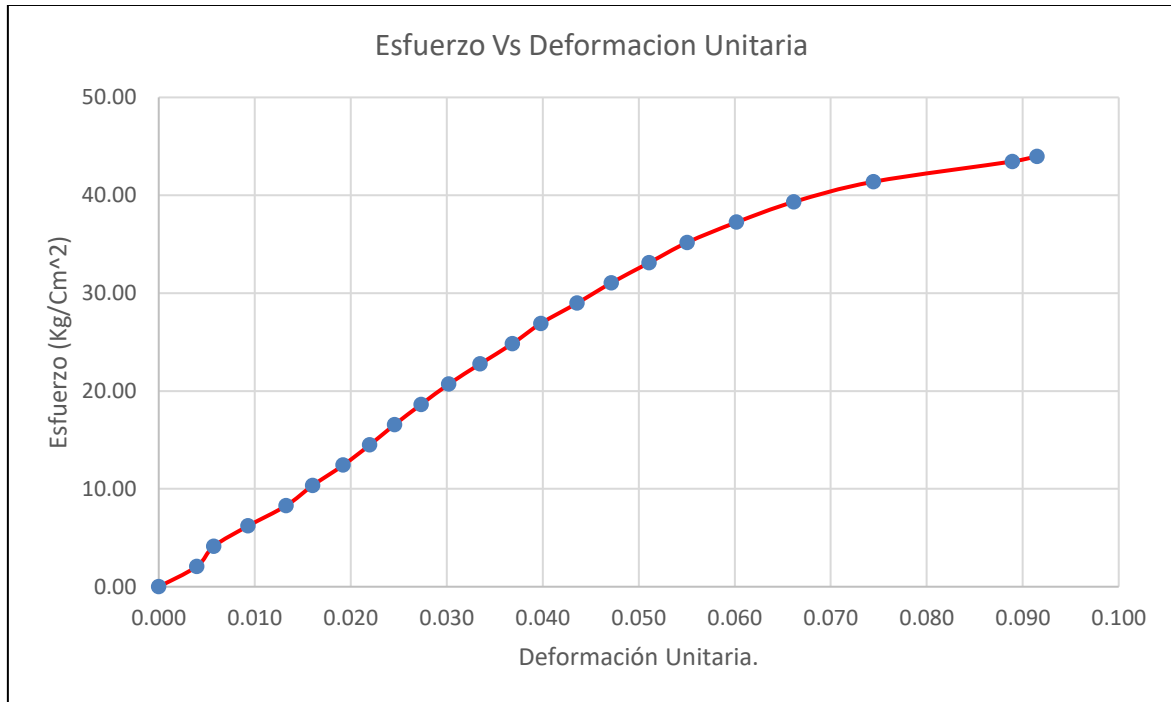


Gráfico 38. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-4 con 2% Fibra de Fique.

Tabla 57.

*Ensayo a compresión de la M-5 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.90</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>226.48</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.04	0.010	2.21
3	1000	1.68	0.016	4.42
4	1500	2.12	0.021	6.62
5	2000	2.54	0.025	8.83
6	2500	2.86	0.028	11.04
7	3000	3.20	0.031	13.25
8	3500	3.52	0.035	15.45
9	4000	3.75	0.037	17.66
10	4500	4.06	0.040	19.87
11	5000	4.36	0.043	22.08
12	5500	4.70	0.046	24.28
13	6000	5.05	0.050	26.49
14	6500	5.35	0.052	28.70
15	7000	5.74	0.056	30.91
16	7500	6.22	0.061	33.12
17	8000	6.54	0.064	35.32
18	8500	6.84	0.067	37.53
19	9000	7.30	0.072	39.74
20	9500	7.90	0.077	41.95
21	10000	8.52	0.084	44.15
22	10500	9.05	0.089	46.36
23	11000	9.68	0.095	48.57
24	11500	10.54	0.103	50.78
25	12000	11.50	0.113	52.98
<b>26</b>	<b>12488</b>	<b>12.05</b>	<b>0.118</b>	<b>55.14</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

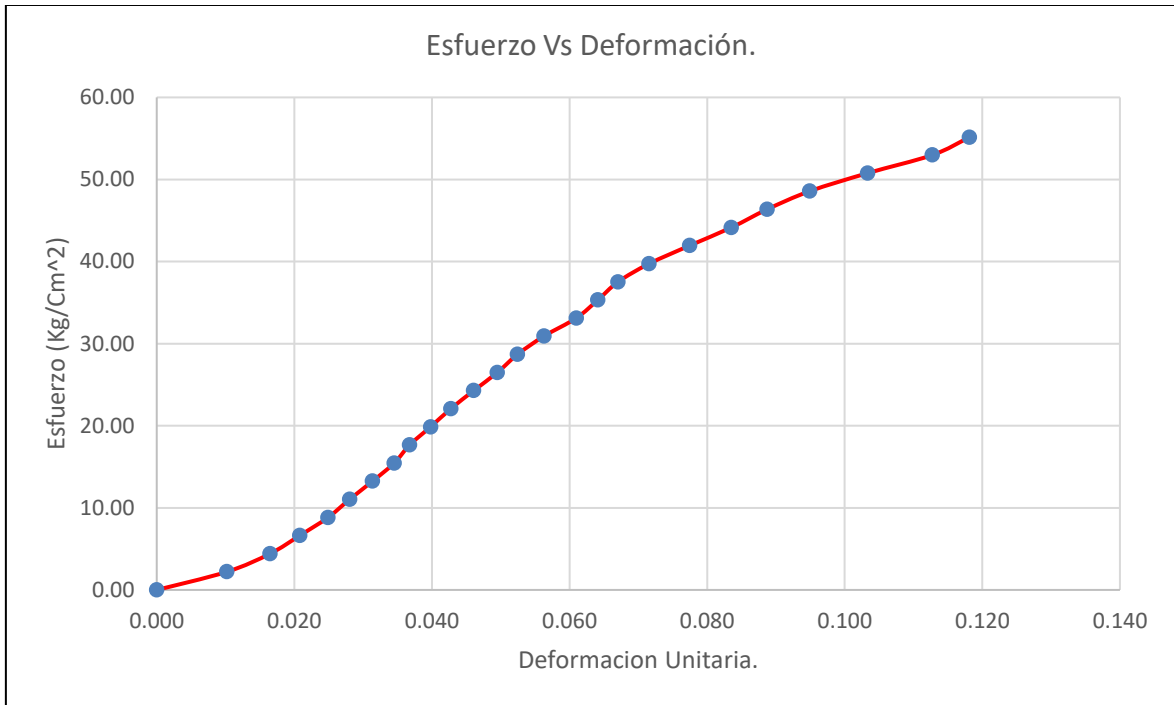


Gráfico 39. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-5 con 2% Fibra de Fique.

Tabla 58.

*Ensayo a compresión de la M-6 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>15.00</b>	<b>15.20</b>	<b>10.15</b>	<b>228</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.98	0.020	2.19
3	1000	2.62	0.026	4.39
4	1500	3.12	0.031	6.58
5	2000	3.45	0.034	8.77
6	2500	3.82	0.038	10.96
7	3000	4.15	0.041	13.16
8	3500	4.42	0.044	15.35
9	4000	4.68	0.046	17.54
10	4500	5.02	0.049	19.74
11	5000	5.30	0.052	21.93
12	5500	5.60	0.055	24.12
13	6000	5.90	0.058	26.32
14	6500	6.25	0.062	28.51
15	7000	6.52	0.064	30.70
16	7500	6.88	0.068	32.89
17	8000	7.25	0.071	35.09
18	8500	7.72	0.076	37.28
19	9000	8.15	0.080	39.47
20	9500	8.58	0.085	41.67
21	10000	9.12	0.090	43.86
22	10500	9.78	0.096	46.05
23	11000	10.55	0.104	48.25
24	11500	11.50	0.113	50.44
25	12000	12.98	0.128	52.63
<b>26</b>	<b>12200</b>	<b>13.28</b>	<b>0.131</b>	<b>53.51</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

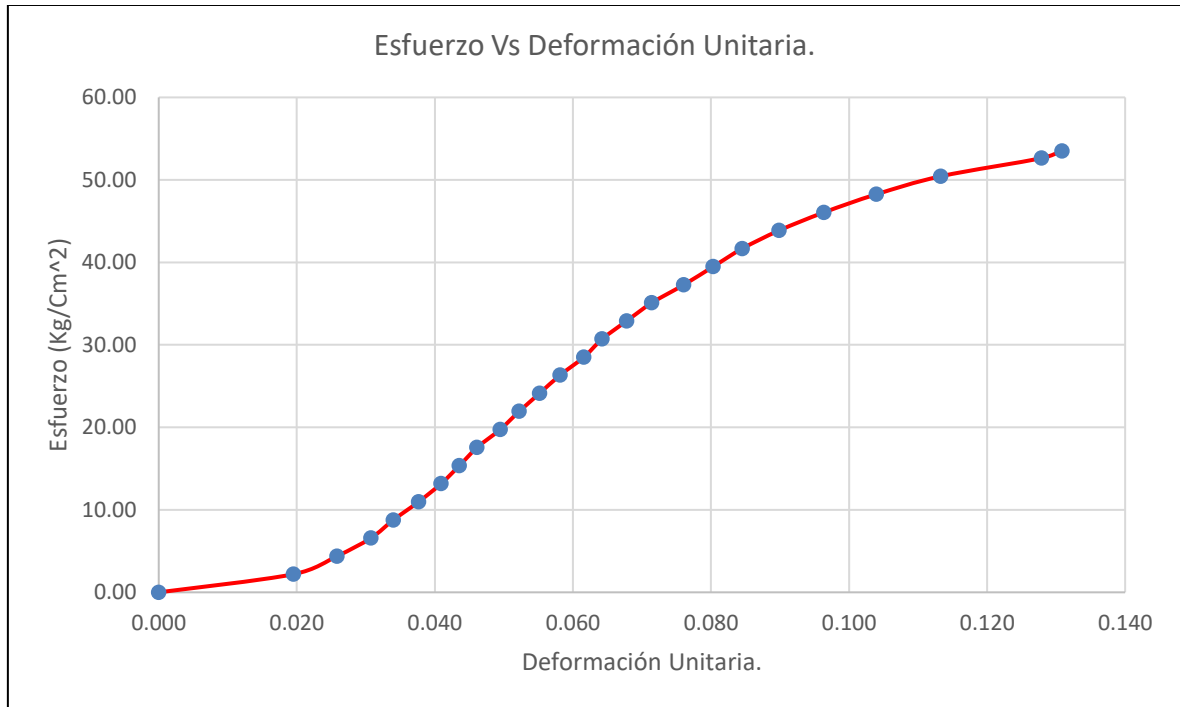


Gráfico 40. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-6 con 2% Fibra de Fique.

Tabla 59.

*Ensayo a compresión de la M-7 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>14.80</b>	<b>15.25</b>	<b>10.20</b>	<b>225.70</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	1.62	0.016	2.22
3	1000	2.55	0.025	4.43
4	1500	3.22	0.032	6.65
5	2000	3.65	0.036	8.86
6	2500	4.08	0.040	11.08
7	3000	4.52	0.044	13.29
8	3500	4.94	0.048	15.51
9	4000	5.28	0.052	17.72
10	4500	5.70	0.056	19.94
11	5000	6.02	0.059	22.15
12	5500	6.34	0.062	24.37
13	6000	6.75	0.066	26.58
14	6500	7.15	0.070	28.80
15	7000	7.43	0.073	31.01
16	7500	7.86	0.077	33.23
17	8000	8.28	0.081	35.45
18	8500	8.75	0.086	37.66
19	9000	9.20	0.090	39.88
20	9500	9.75	0.096	42.09
21	10000	10.34	0.101	44.31
22	10500	11.15	0.109	46.52
23	11000	12.02	0.118	48.74
24	11500	13.38	0.131	50.95
25	12000	15.95	0.156	53.17
<b>26</b>	<b>12182</b>	<b>16.20</b>	<b>0.159</b>	<b>53.97</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

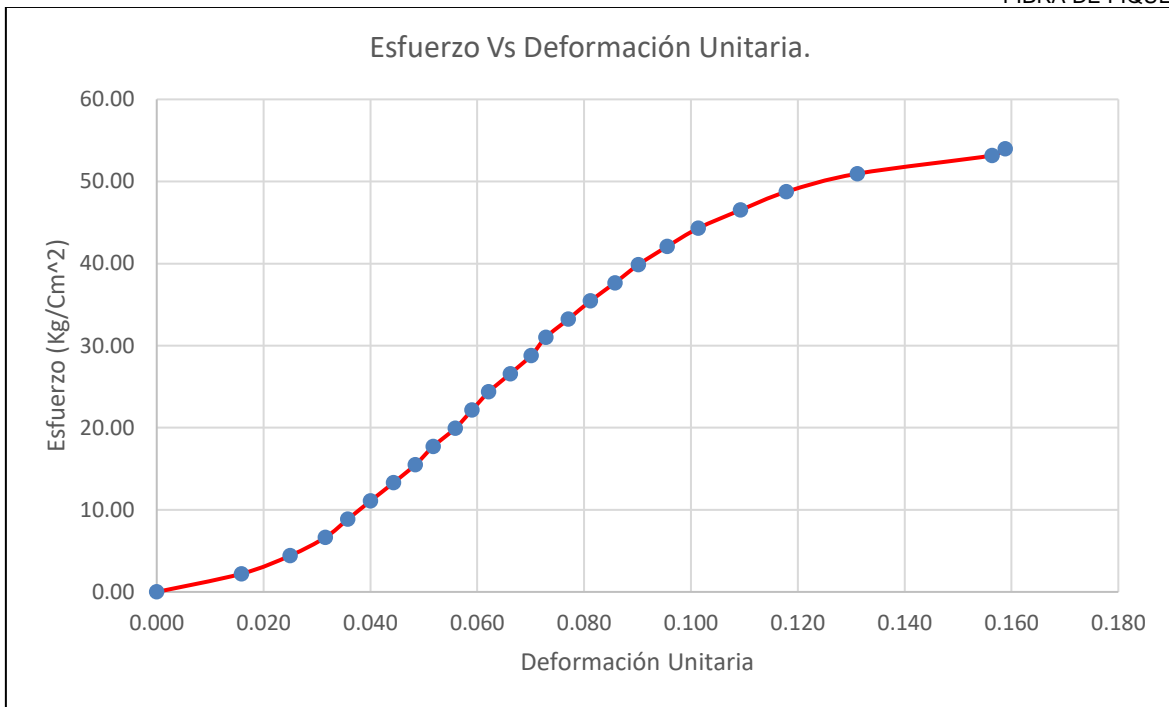


Gráfico 41. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-7 con 2% Fibra de Fique.

Tabla 60.

*Ensayo a compresión de la M-8 con 2% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
15.00	15.20	10.20	228	500
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	500	2.28	0.022	2.19
3	1000	3.20	0.031	4.39
4	1500	3.84	0.038	6.58
5	2000	4.28	0.042	8.77
6	2500	4.82	0.047	10.96
7	3000	5.20	0.051	13.16
8	3500	5.65	0.055	15.35
9	4000	6.00	0.059	17.54
10	4500	6.30	0.062	19.74
11	5000	6.80	0.067	21.93
12	5500	7.13	0.070	24.12
13	6000	7.56	0.074	26.32
14	6500	8.10	0.079	28.51
15	7000	8.52	0.084	30.70
16	7500	9.06	0.089	32.89
17	8000	9.56	0.094	35.09
18	8500	10.13	0.099	37.28
19	9000	10.78	0.106	39.47
20	9500	11.50	0.113	41.67
21	10000	12.25	0.120	43.86
22	10500	13.28	0.130	46.05
23	11000	14.72	0.144	48.25
24	11500	17.25	0.169	50.44
<b>25</b>	<b>11557</b>	<b>17.34</b>	<b>0.170</b>	<b>50.69</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

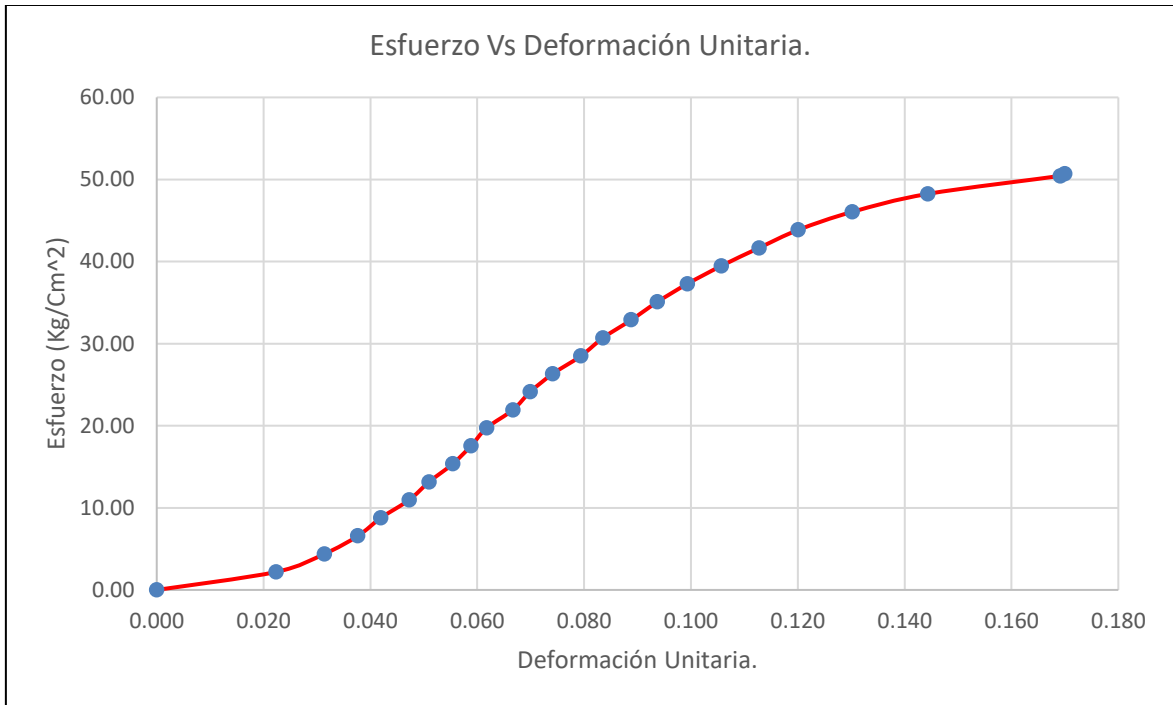


Gráfico 42. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Compresión M-8 con 2% Fibra de Fique.

Tabla 61.

*Ensayo a flexión de la muestra patrón 1*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.80	15.05	10.20	448.49	50
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	2.10	0.021	0.84
3	100	2.50	0.025	1.69
4	150	2.95	0.029	2.53
5	200	3.25	0.032	3.37
6	250	3.45	0.034	4.22
7	300	3.60	0.035	5.06
8	350	3.90	0.038	5.90
9	400	4.10	0.040	6.74
10	450	4.22	0.041	7.59
11	500	4.35	0.043	8.43
12	550	4.95	0.049	9.27
<b>13</b>	<b>579</b>	<b>5.40</b>	<b>0.053</b>	<b>9.76</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

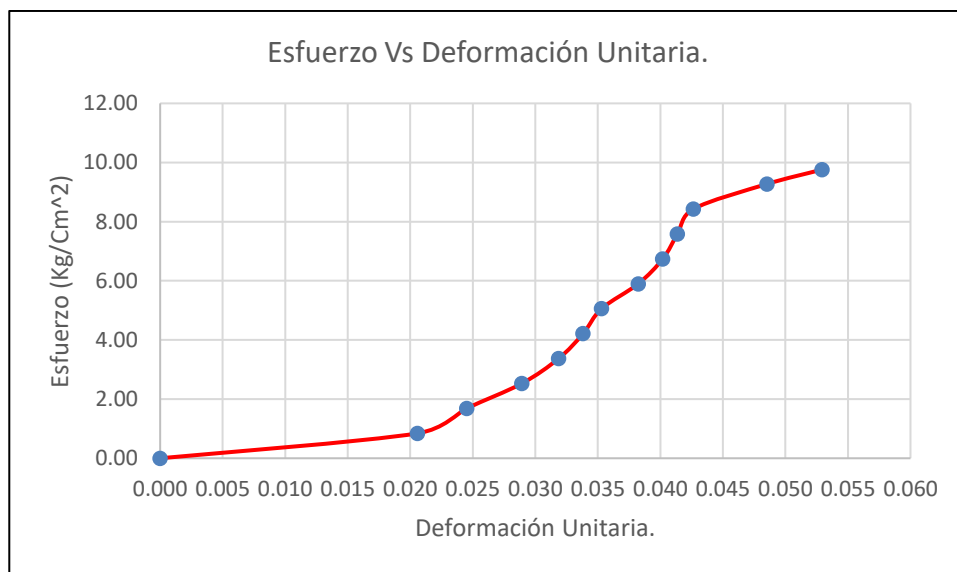


Gráfico 43. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-1 Patrón.

Tabla 62.  
*Ensayo a flexión de la muestra patrón 2*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.90	15.20	10.10	454.48	50

N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	0.10	0.001	0.85
3	100	2.05	0.020	1.70
4	150	2.50	0.025	2.55
5	200	2.65	0.026	3.41
6	250	2.75	0.027	4.26
7	300	2.85	0.028	5.11
8	350	2.95	0.029	5.96
9	400	3.10	0.031	6.81
10	450	3.25	0.032	7.66
11	500	3.35	0.033	8.51
12	550	3.50	0.035	9.36
13	600	3.60	0.036	10.22
<b>14</b>	<b>627</b>	<b>3.63</b>	<b>0.036</b>	<b>10.68</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

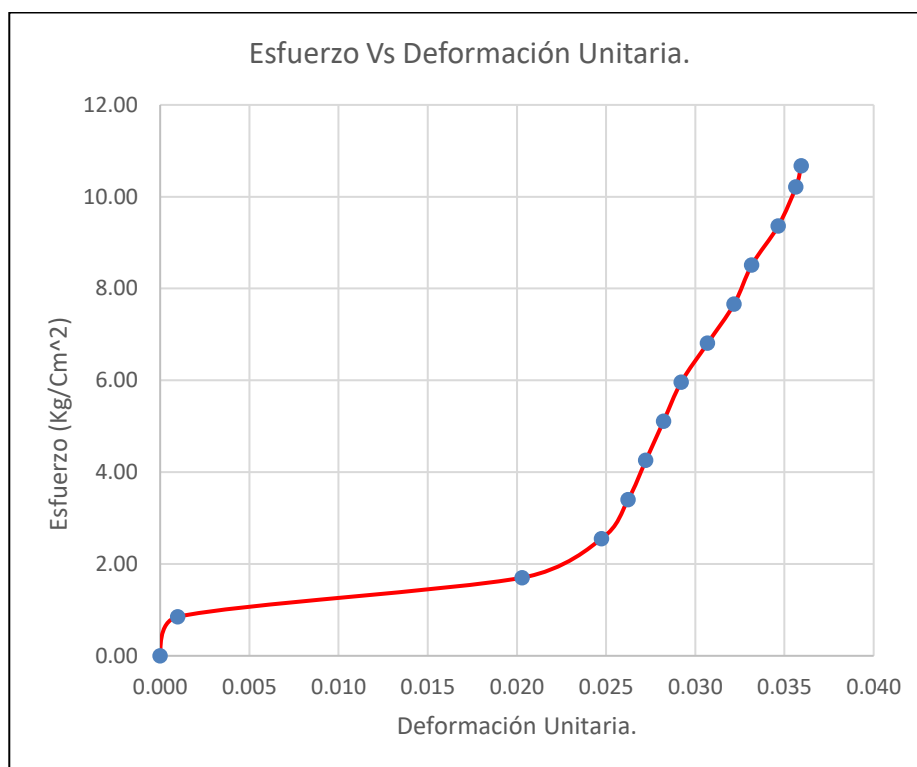


Gráfico 44. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-2 Patrón.

Tabla 63.  
*Ensayo a flexión de la muestra patrón 3*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.80	15.25	10.25	454.45	50
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	3.42	0.033	0.82
3	100	4.20	0.041	1.65
4	150	4.30	0.042	2.47
5	200	4.38	0.043	3.30
6	250	4.45	0.043	4.12
7	300	4.52	0.044	4.94
8	350	4.60	0.045	5.77
9	400	4.66	0.045	6.59
<b>10</b>	<b>448</b>	<b>4.70</b>	<b>0.046</b>	<b>7.38</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

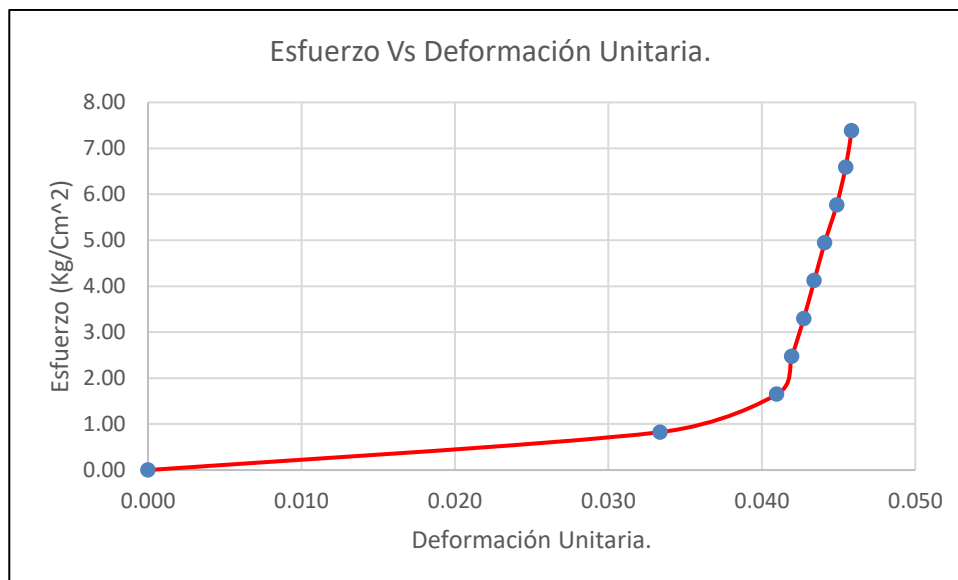


Gráfico 45. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-3 Patrón.

Tabla 64.  
*Ensayo a flexión de la muestra patrón 4*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.90	15.20	10.10	454.48	50
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	1.38	0.014	0.85
3	100	1.65	0.016	1.70
4	150	1.95	0.019	2.55
5	200	2.15	0.021	3.41
6	250	2.35	0.023	4.26
7	300	2.50	0.025	5.11
<b>8</b>	<b>323</b>	<b>2.55</b>	<b>0.025</b>	<b>5.50</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

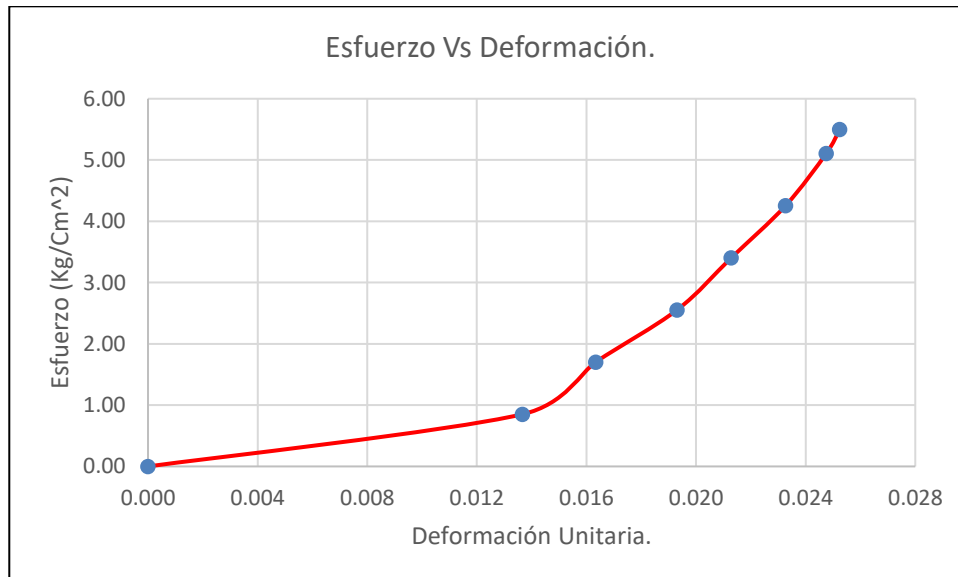


Grafico 46. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-4 Patrón.

Tabla 65.  
*Ensayo a flexión de la muestra patrón 5*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.80	15.25	10.20	454.45	50
Nº	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	1.53	0.015	0.83
3	100	4.90	0.048	1.66
4	150	5.90	0.058	2.50
5	200	5.98	0.059	3.33
6	250	6.05	0.059	4.16
7	300	6.12	0.060	4.99
8	350	6.20	0.061	5.82
9	400	6.28	0.062	6.66
10	450	6.34	0.062	7.49
11	500	6.38	0.063	8.32
12	550	6.50	0.064	9.15
<b>13</b>	<b>555</b>	<b>6.52</b>	<b>0.064</b>	<b>9.23</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

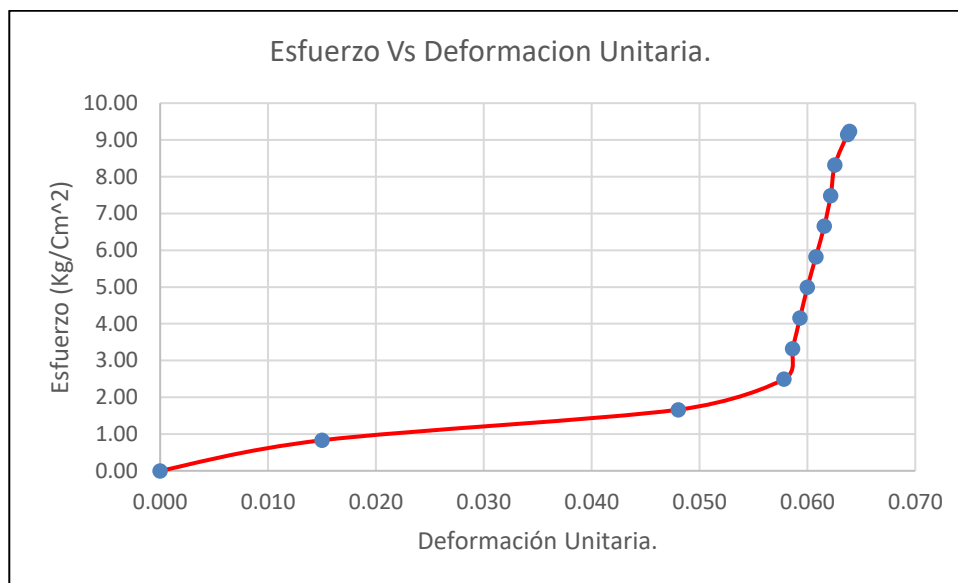


Grafico 47. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-5 Patrón.

Tabla 66.  
*Ensayo a flexión de la muestra patrón 6*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.80</b>	<b>15.20</b>	<b>10.25</b>	<b>452.96</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	1.40	0.014	0.83
3	100	1.80	0.018	1.65
4	150	2.08	0.020	2.48
5	200	2.35	0.023	3.31
6	250	2.98	0.029	4.13
7	300	3.15	0.031	4.96
8	350	3.56	0.035	5.79
9	400	3.92	0.038	6.61
10	450	4.25	0.041	7.44
11	500	4.48	0.044	8.27
12	550	4.90	0.048	9.09
13	600	5.45	0.053	9.92
14	650	5.98	0.058	10.75
<b>15</b>	<b>655</b>	<b>6.00</b>	<b>0.059</b>	<b>10.83</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

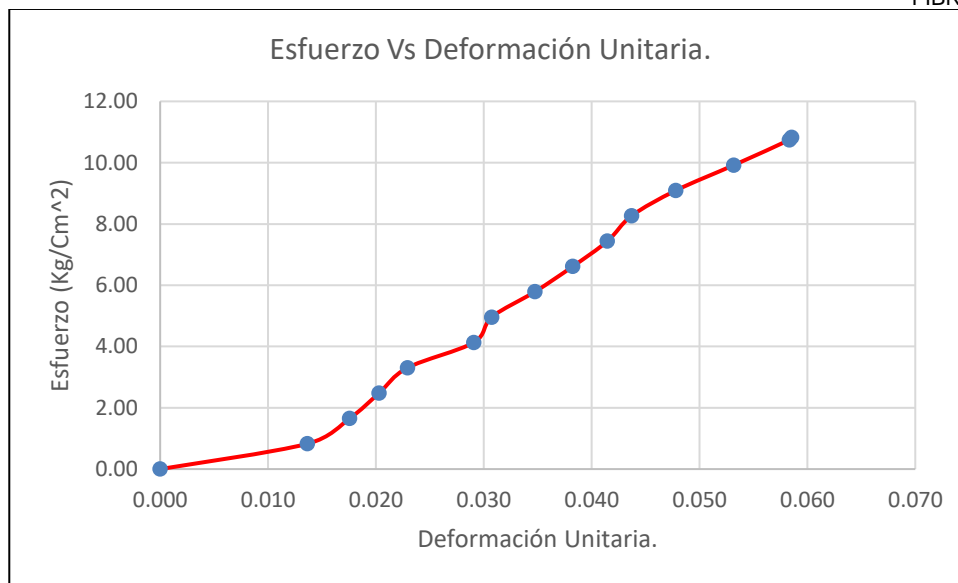


Grafico 48. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-6 Patrón.

Tabla 67.

*Ensayo a flexión de la M-1 con 1% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
<b>29.25</b>	<b>15.10</b>	<b>10</b>	<b>441.68</b>	<b>50</b>
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	1.95	0.020	0.87
3	100	2.64	0.026	1.75
4	150	2.75	0.028	2.62
5	200	2.85	0.029	3.50
6	250	2.95	0.030	4.37
7	300	3.05	0.031	5.25
8	350	3.10	0.031	6.12
9	400	3.15	0.032	6.99
10	450	3.20	0.032	7.87
11	500	3.25	0.033	8.74
12	550	3.30	0.033	9.62
13	600	3.35	0.034	10.49
14	650	3.40	0.034	11.36
15	700	3.50	0.035	12.24
16	750	3.55	0.036	13.11
17	800	3.65	0.037	13.99
18	850	3.70	0.037	14.86
<b>19</b>	<b>860</b>	<b>3.73</b>	<b>0.037</b>	<b>15.04</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

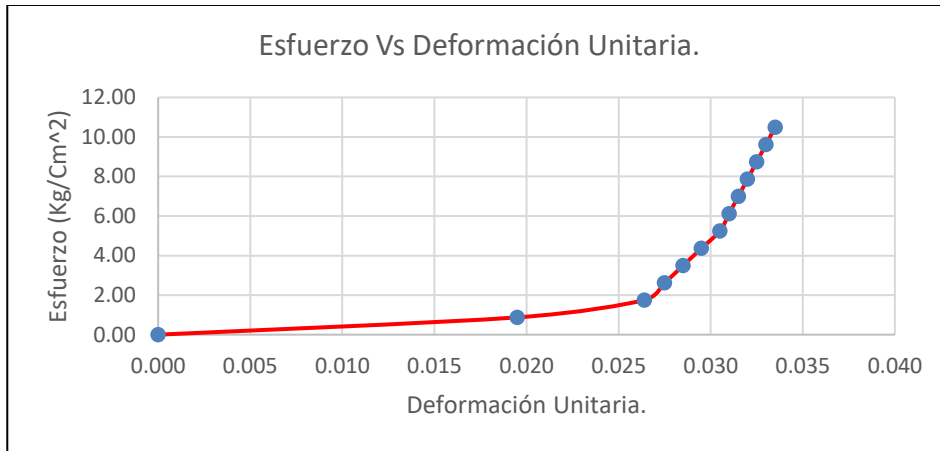


Gráfico 49. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-1 con 1% de Fibra de Fique.

Tabla 68.

*Ensayo a flexión de la M-2 con 1% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.90	15.10	10.20	451.49	50
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	3.75	0.037	0.84
3	100	4.65	0.046	1.68
4	150	4.80	0.047	2.52
5	200	4.95	0.049	3.36
6	250	5.05	0.050	4.20
7	300	5.15	0.050	5.04
8	350	5.30	0.052	5.88
9	400	5.45	0.053	6.72
10	450	5.60	0.055	7.56
11	500	5.70	0.056	8.40
12	550	6.05	0.059	9.24
13	600	6.34	0.062	10.08
14	650	6.60	0.065	10.92
15	700	6.95	0.068	11.76
16	750	10.03	0.098	12.60
17	800	10.15	0.100	13.44
<b>18</b>	<b>830</b>	<b>11.55</b>	<b>0.113</b>	<b>13.95</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

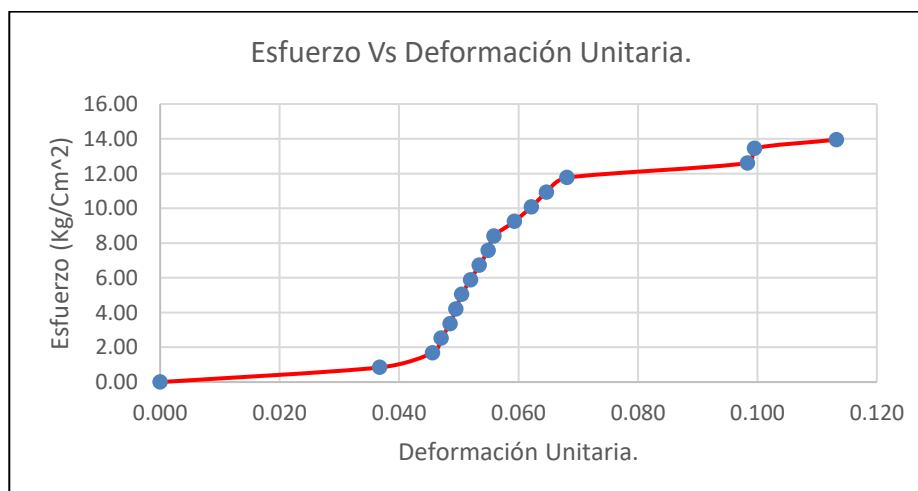


Gráfico 50. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-2 con 1% de Fibra de Fique.

Tabla 69.  
*Ensayo a flexión de la M-3 con 1% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.85	15.20	10.20	453.72	50

N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	1.90	0.019	0.83
3	100	2.55	0.025	1.67
4	150	2.90	0.028	2.50
5	200	3.15	0.031	3.34
6	250	3.40	0.033	4.17
7	300	3.70	0.036	5.01
8	350	4.22	0.041	5.84
9	400	4.52	0.044	6.68
10	450	4.78	0.047	7.51
11	500	5.12	0.050	8.35
12	550	5.38	0.053	9.18
13	600	5.66	0.055	10.02
14	650	6.02	0.059	10.85
15	700	6.88	0.067	11.69
16	750	8.36	0.082	12.52
17	800	10.25	0.100	13.36
<b>18</b>	<b>832</b>	<b>13.44</b>	<b>0.132</b>	<b>13.89</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

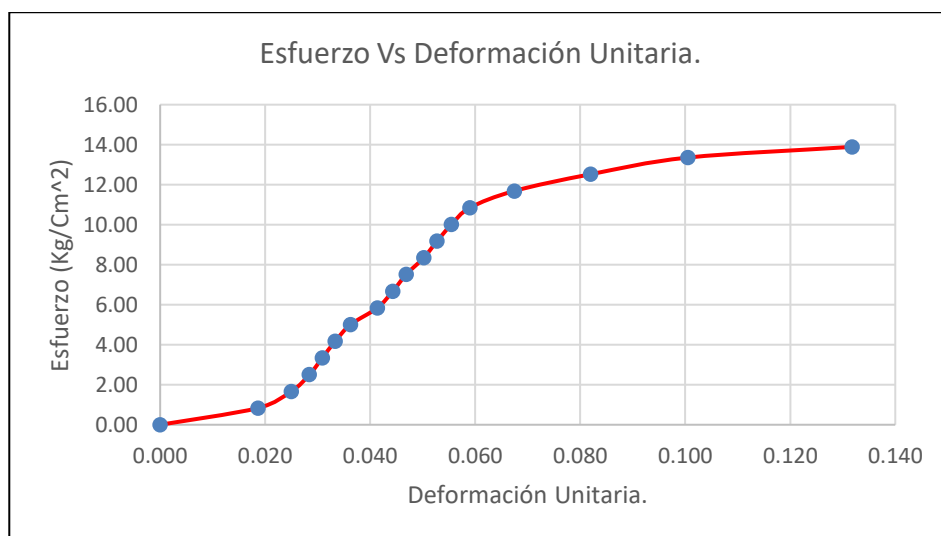


Gráfico 51. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-3 con 1% de Fibra de Fique.

Tabla 70.

*Ensayo a flexión de la M-4 con 1% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.80	15.10	10.10	449.98	50

N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	0.64	0.006	0.86
3	100	2.44	0.024	1.71
4	150	3.22	0.032	2.57
5	200	3.68	0.036	3.43
6	250	4.08	0.040	4.28
7	300	4.38	0.043	5.14
8	350	4.72	0.047	6.00
9	400	5.00	0.050	6.86
10	450	5.25	0.052	7.71
11	500	7.15	0.071	8.57
12	550	7.85	0.078	9.43
13	600	9.00	0.089	10.28
14	650	10.85	0.107	11.14
<b>15</b>	<b>681</b>	<b>13.30</b>	<b>0.132</b>	<b>11.67</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

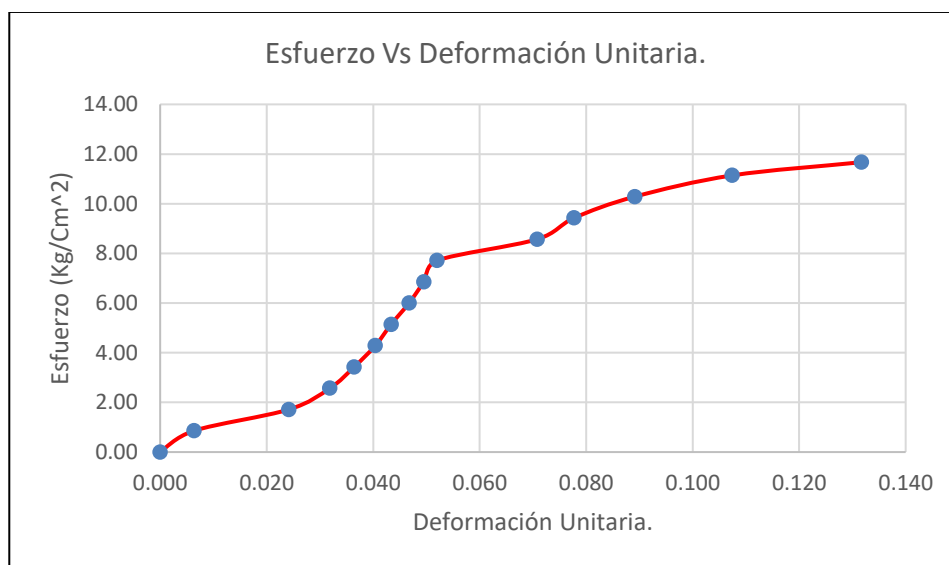


Gráfico 52. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-4 con 1% de Fibra de Fique.

Tabla 71.  
*Ensayo a flexión de la M-5 con 1% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
<b>29.80</b>	<b>15.10</b>	<b>10.20</b>	<b>449.98</b>	<b>50</b>
Nº	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	3.65	0.036	0.84
3	100	7.05	0.069	1.68
4	150	7.55	0.074	2.52
5	200	8.05	0.079	3.36
6	250	8.40	0.082	4.20
7	300	8.65	0.085	5.04
8	350	8.98	0.088	5.88
9	400	9.20	0.090	6.72
10	450	9.56	0.094	7.56
11	500	9.84	0.096	8.40
12	550	10.15	0.100	9.24
13	600	11.22	0.110	10.08
14	650	11.58	0.114	10.92
15	700	12.00	0.118	11.76
<b>16</b>	<b>728</b>	<b>12.40</b>	<b>0.122</b>	<b>12.23</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

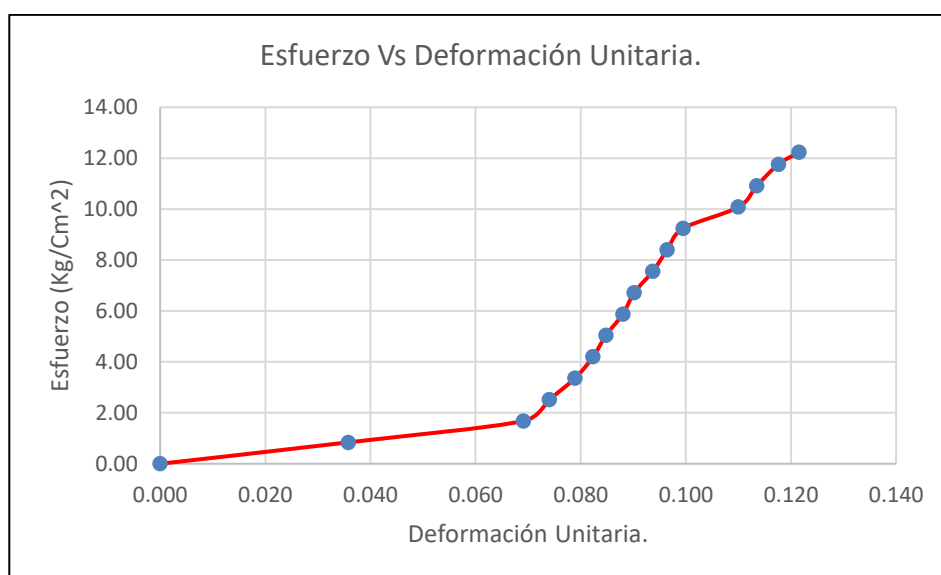


Gráfico 53. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-5 con 1% de Fibra de Fique.

Tabla 72.  
*Ensayo a flexión de la M-6 con 1% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
<b>29.90</b>	<b>15.10</b>	<b>10.00</b>	<b>451.49</b>	<b>50</b>
N°	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	1.80	0.018	0.87
3	100	2.58	0.026	1.75
4	150	3.16	0.032	2.62
5	200	3.45	0.035	3.50
6	250	3.83	0.038	4.37
7	300	4.26	0.043	5.25
8	350	4.68	0.047	6.12
9	400	5.24	0.052	6.99
10	450	5.78	0.058	7.87
11	500	6.32	0.063	8.74
12	550	7.02	0.070	9.62
13	600	8.40	0.084	10.49
14	650	9.56	0.096	11.36
15	700	11.70	0.117	12.24
<b>16</b>	<b>729</b>	<b>12.98</b>	<b>0.130</b>	<b>12.75</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

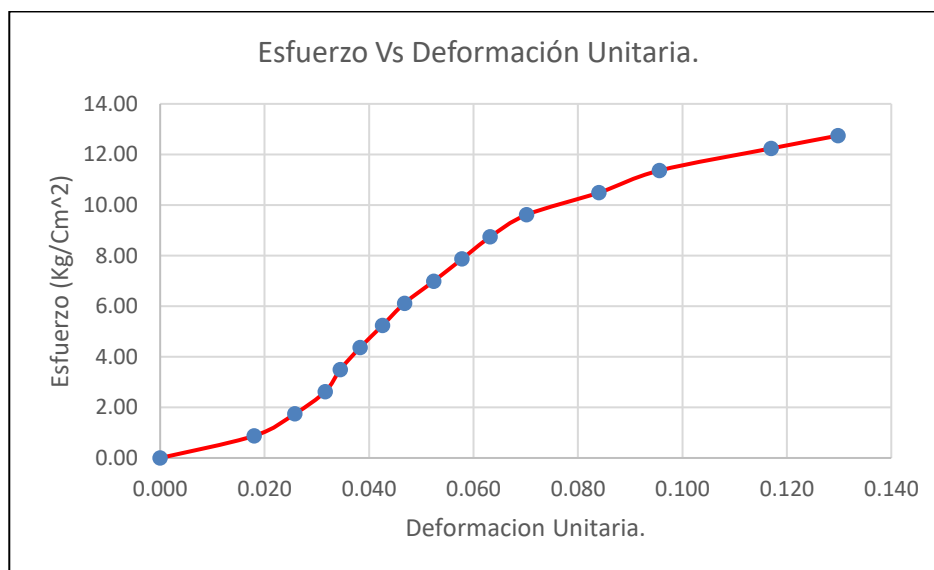


Gráfico 54. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-6 con 1% de Fibra de Fique.

Tabla 73.

*Ensayo a flexión de la muestra M-1 con 1.5% fibra de fique*

Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Alto (Cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)
29.80	15.20	10.10	452.96	50
Nº	Carga (Kg)	Deformación (mm)	Def. Unitaria	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	0.10	0.001	0.85
3	100	2.25	0.022	1.70
4	150	2.42	0.024	2.55
5	200	2.54	0.025	3.41
6	250	2.65	0.026	4.26
7	300	2.73	0.027	5.11
8	350	2.87	0.028	5.96
9	400	2.92	0.029	6.81
10	450	3.04	0.030	7.66
11	500	3.12	0.031	8.51
12	550	3.23	0.032	9.36
13	600	3.31	0.033	10.22
14	650	3.52	0.035	11.07
15	700	3.62	0.036	11.92
16	750	3.73	0.037	12.77
17	800	3.90	0.039	13.62
18	850	4.00	0.040	14.47
19	900	4.16	0.041	15.32
20	950	4.40	0.044	16.17
21	1000	4.56	0.045	17.03
<b>22</b>	<b>1021</b>	<b>4.90</b>	<b>0.049</b>	<b>17.38</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

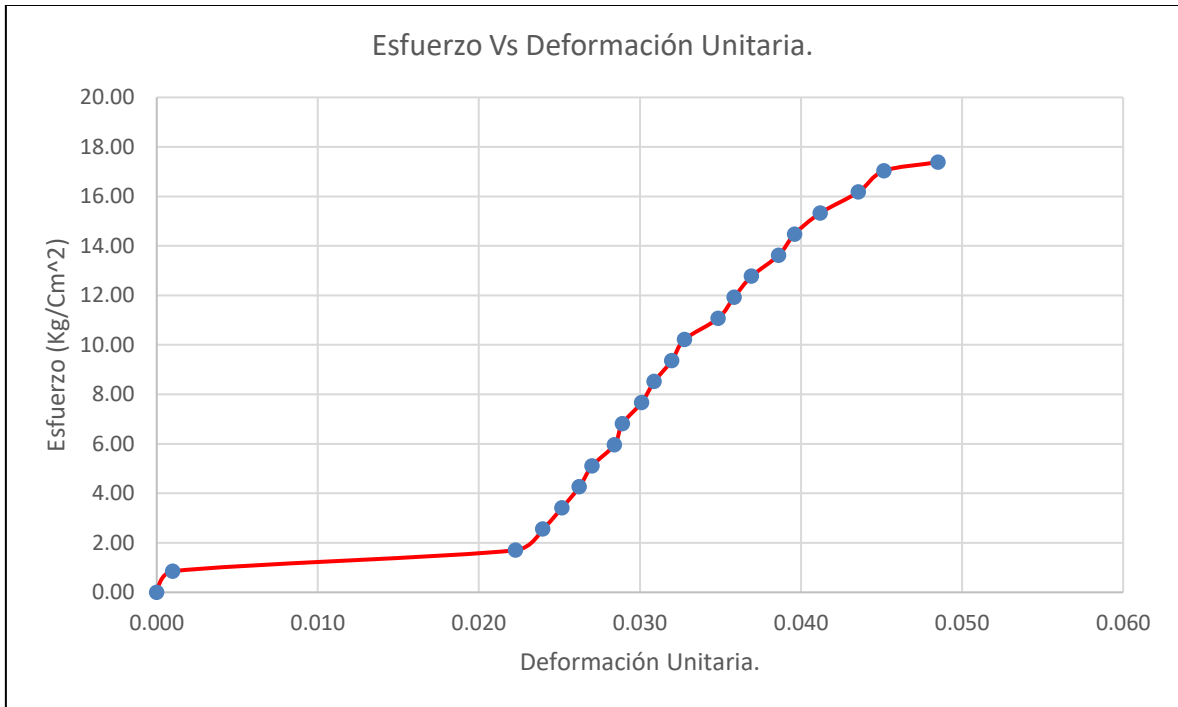


Gráfico 55. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-1 con 1.5% de Fibra de Fique.

Tabla 74.

*Ensayo a flexión de la muestra M-2 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.80</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>452.96</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	2.30	0.023	0.83
3	100	2.60	0.025	1.67
4	150	2.75	0.027	2.50
5	200	2.90	0.028	3.34
6	250	3.05	0.030	4.17
7	300	3.20	0.031	5.01
8	350	3.35	0.033	5.84
9	400	3.50	0.034	6.68
10	450	3.63	0.036	7.51
11	500	3.75	0.037	8.35
12	550	3.83	0.038	9.18
13	600	3.92	0.038	10.02
14	650	3.98	0.039	10.85
15	700	4.05	0.040	11.69
16	750	4.25	0.042	12.52
17	800	4.40	0.043	13.36
18	850	4.80	0.047	14.19
19	900	5.10	0.050	15.02
<b>20</b>	<b>917</b>	<b>5.17</b>	<b>0.051</b>	<b>15.31</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

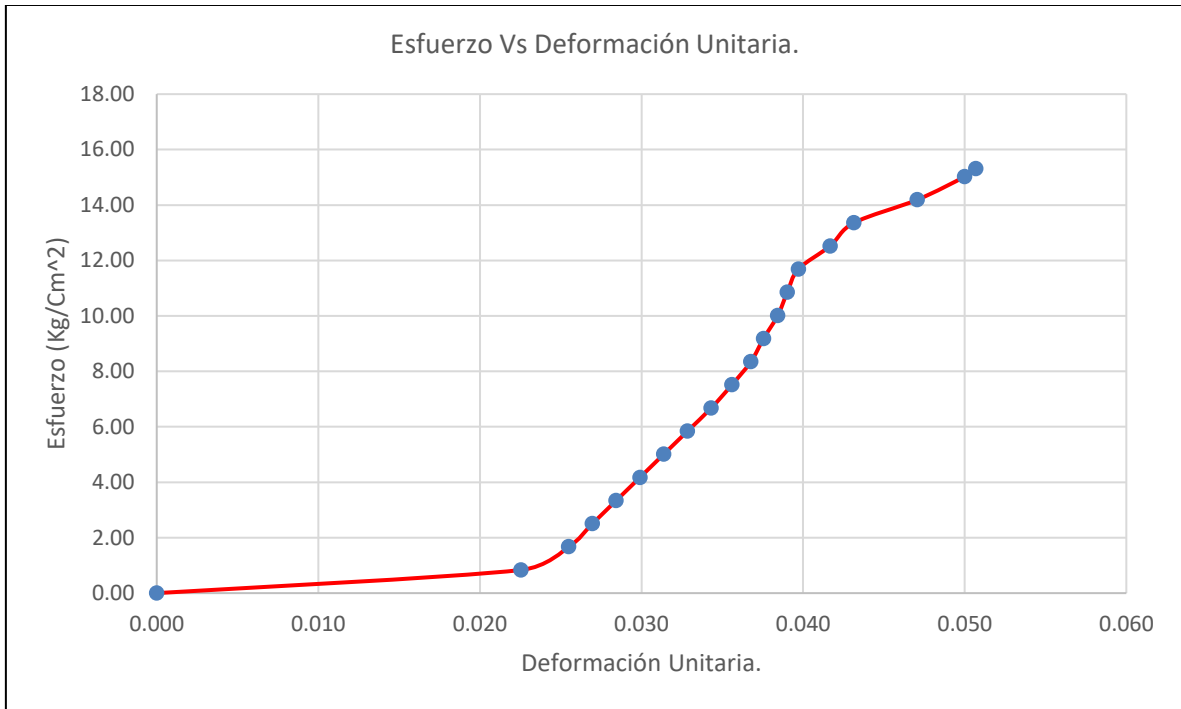


Gráfico 56. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-2 con 1.5% de Fibra de Fique.

Tabla 75.

*Ensayo a flexión de la muestra M-3 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.70</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>451.44</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	5.90	0.058	0.83
3	100	7.70	0.075	1.67
4	150	7.80	0.076	2.50
5	200	8.05	0.079	3.34
6	250	8.20	0.080	4.17
7	300	8.32	0.082	5.01
8	350	8.45	0.083	5.84
9	400	8.60	0.084	6.68
10	450	8.68	0.085	7.51
11	500	8.75	0.086	8.35
12	550	8.82	0.086	9.18
13	600	8.88	0.087	10.02
14	650	8.95	0.088	10.85
15	700	9.00	0.088	11.69
16	750	9.08	0.089	12.52
17	800	9.15	0.090	13.36
<b>18</b>	<b>838</b>	<b>9.20</b>	<b>0.090</b>	<b>13.99</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

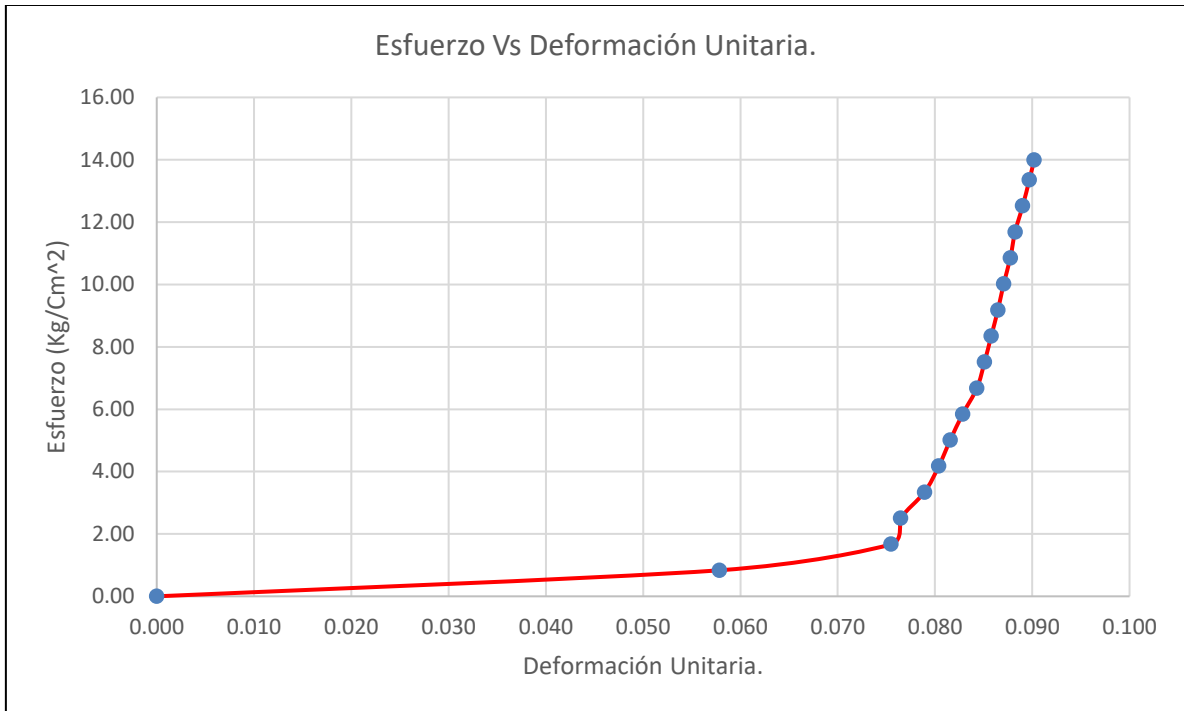


Gráfico 57. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-3 con 1.5% de Fibra de Fique.

Tabla 76.

*Ensayo a flexión de la muestra M-4 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.90</b>	<b>15.20</b>	<b>10.00</b>	<b>454.48</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	2.20	0.022	0.87
3	100	2.35	0.024	1.74
4	150	2.60	0.026	2.61
5	200	2.98	0.030	3.47
6	250	3.15	0.032	4.34
7	300	3.45	0.035	5.21
8	350	3.80	0.038	6.08
9	400	4.02	0.040	6.95
10	450	4.38	0.044	7.82
11	500	4.60	0.046	8.68
12	550	5.08	0.051	9.55
13	600	5.34	0.053	10.42
14	650	5.66	0.057	11.29
15	700	6.15	0.062	12.16
16	750	6.50	0.065	13.03
17	800	6.95	0.070	13.89
18	850	7.08	0.071	14.76
19	900	7.36	0.074	15.63
20	950	7.85	0.079	16.50
21	1000	8.14	0.081	17.37
<b>22</b>	<b>1030</b>	<b>8.25</b>	<b>0.083</b>	<b>17.89</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

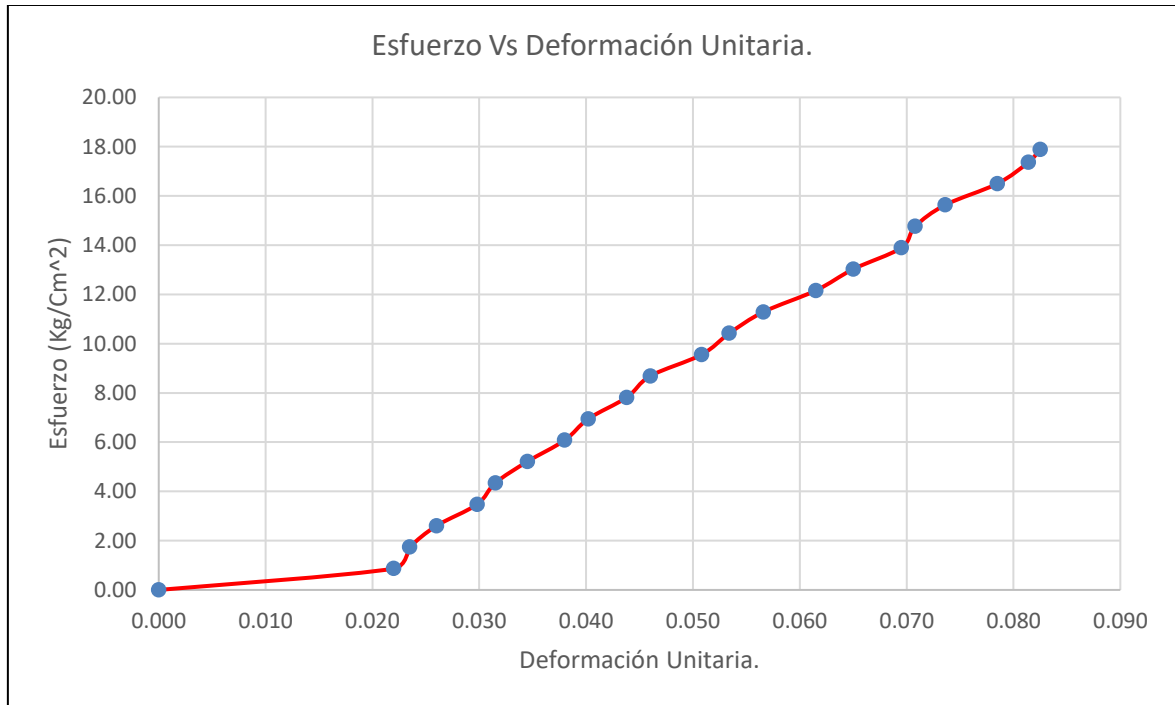


Gráfico 58. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-4 con 1.5% de Fibra de Fique.

Tabla 77.

*Ensayo a flexión de la muestra M-5 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.80</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>452.96</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	2.08	0.020	0.83
3	100	2.15	0.021	1.67
4	150	2.30	0.023	2.50
5	200	2.56	0.025	3.34
6	250	2.88	0.028	4.17
7	300	3.00	0.029	5.01
8	350	3.25	0.032	5.84
9	400	3.60	0.035	6.68
10	450	3.95	0.039	7.51
11	500	4.02	0.039	8.35
12	550	4.28	0.042	9.18
13	600	4.44	0.044	10.02
14	650	4.86	0.048	10.85
15	700	5.15	0.050	11.69
16	750	5.55	0.054	12.52
17	800	5.92	0.058	13.36
18	850	6.18	0.061	14.19
19	900	6.50	0.064	15.02
20	950	6.85	0.067	15.86
21	1000	7.00	0.069	16.69
<b>22</b>	<b>1018</b>	<b>7.10</b>	<b>0.070</b>	<b>16.99</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

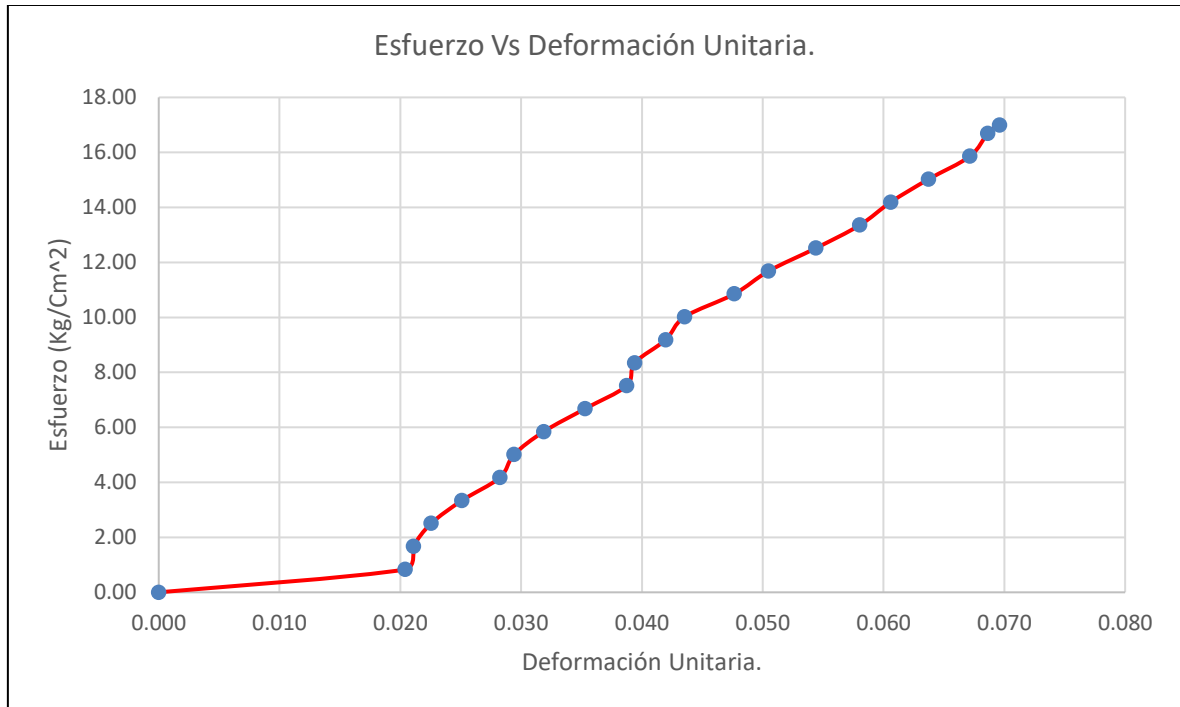


Grafico 59. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-5 con 1.5% de Fibra de Fique.

Tabla 78.

*Ensayo a flexión de la muestra M-6 con 1.5% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.70</b>	<b>15.10</b>	<b>10.20</b>	<b>448.47</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	2.30	0.023	0.84
3	100	4.10	0.040	1.68
4	150	5.05	0.050	2.52
5	200	6.27	0.061	3.36
6	250	7.15	0.070	4.20
7	300	7.76	0.076	5.04
8	350	8.30	0.081	5.88
9	400	9.10	0.089	6.72
10	450	9.90	0.097	7.56
11	500	10.70	0.105	8.40
12	550	11.20	0.110	9.24
13	600	11.85	0.116	10.08
14	650	12.00	0.118	10.92
15	700	12.05	0.118	11.76
16	750	12.70	0.125	12.60
17	800	13.20	0.129	13.44
18	850	13.90	0.136	14.28
19	900	14.60	0.143	15.12
20	950	15.60	0.153	15.96
21	1000	16.65	0.163	16.80
<b>22</b>	<b>1011</b>	<b>16.90</b>	<b>0.166</b>	<b>16.99</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

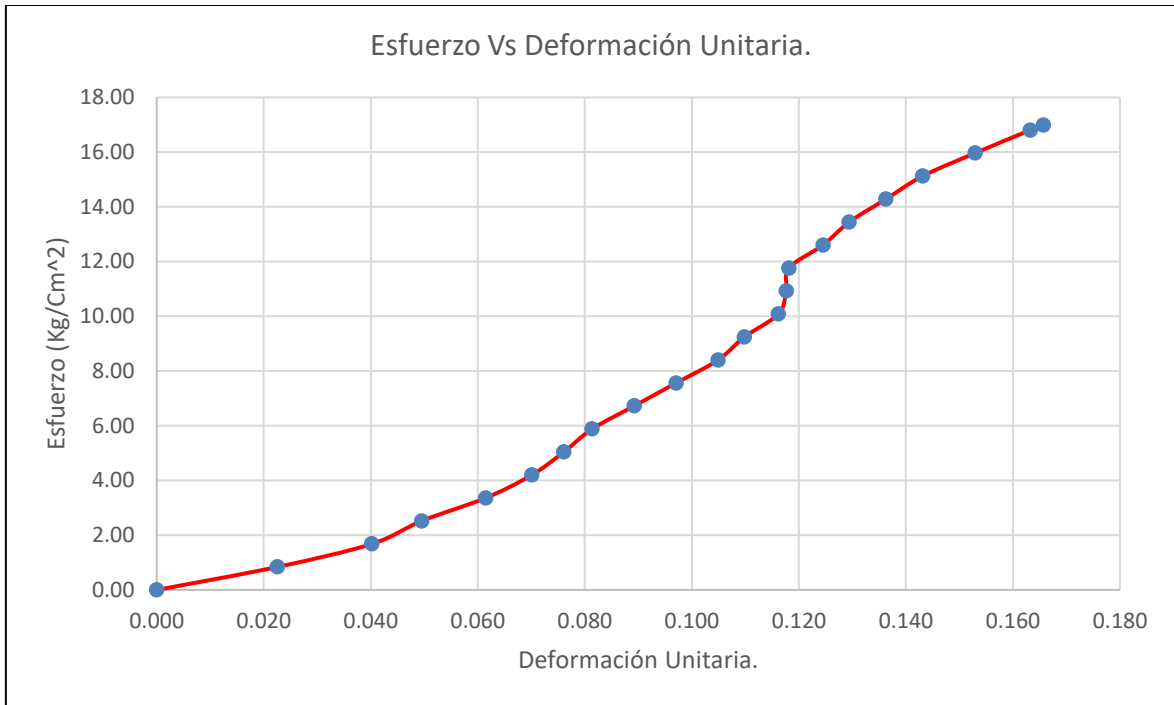


Gráfico 60. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-6 con 1.5% de Fibra de Fique.

Tabla 79.

*Ensayo a flexión de la M-1 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.85</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>453.72</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	0.35	0.003	0.83
3	100	0.70	0.007	1.67
4	150	1.10	0.011	2.50
5	200	1.50	0.015	3.34
6	250	2.70	0.026	4.17
7	300	3.84	0.038	5.01
8	350	4.30	0.042	5.84
9	400	4.76	0.047	6.68
10	450	5.13	0.050	7.51
11	500	5.50	0.054	8.35
12	550	5.75	0.056	9.18
13	600	6.15	0.060	10.02
14	650	6.58	0.065	10.85
15	700	7.00	0.069	11.69
16	750	8.13	0.080	12.52
17	800	9.26	0.091	13.36
18	850	9.68	0.095	14.19
19	900	10.10	0.099	15.02
20	950	10.80	0.106	15.86
21	1000	11.50	0.113	16.69
22	1050	12.00	0.118	17.53
23	1100	12.76	0.125	18.36

24	1150	13.30	0.130	19.20
25	1200	14.00	0.137	20.03
26	1250	14.70	0.144	20.87
27	1300	15.70	0.154	21.70
<b>28</b>	<b>1333</b>	<b>16.00</b>	<b>0.157</b>	<b>22.25</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

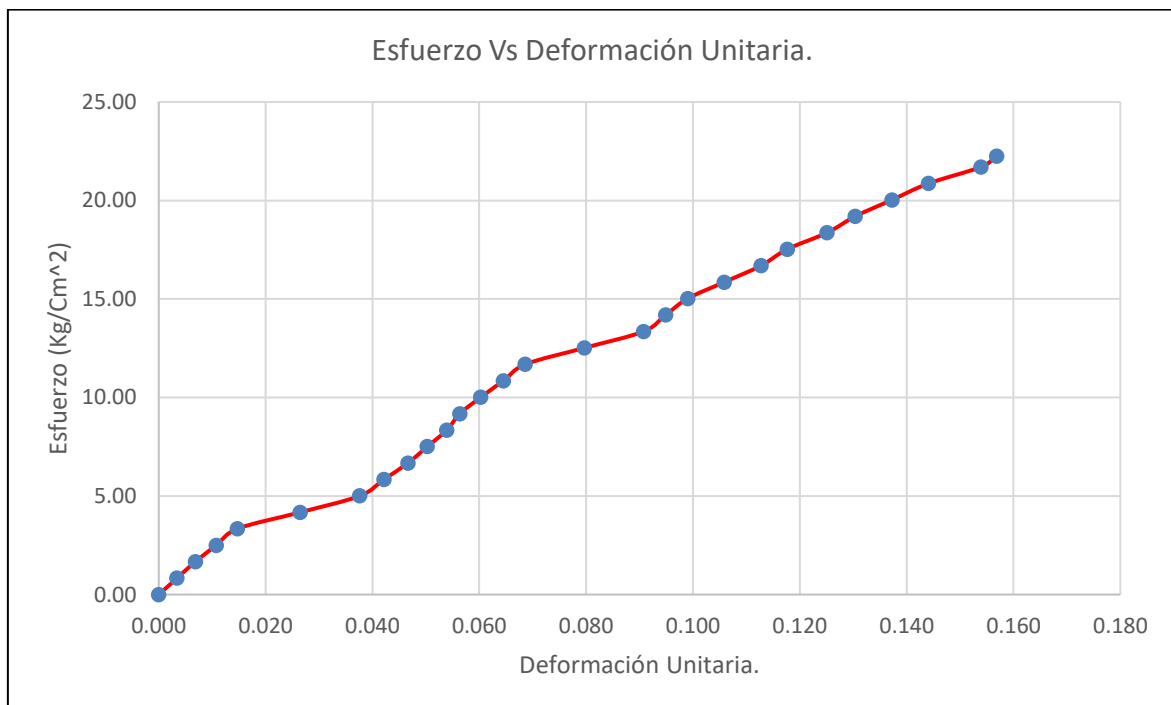


Gráfico 61. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-1 con 2% de Fibra de Fique.

Tabla 80.

*Ensayo a flexión de la M-2 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.80</b>	<b>15.25</b>	<b>10.20</b>	<b>454.45</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	3.55	0.035	0.83
3	100	4.20	0.041	1.66
4	150	4.90	0.048	2.50
5	200	5.44	0.053	3.33
6	250	6.12	0.060	4.16
7	300	6.81	0.067	4.99
8	350	7.50	0.074	5.82
9	400	8.09	0.079	6.66
10	450	9.10	0.089	7.49
11	500	10.18	0.100	8.32
12	550	10.74	0.105	9.15
13	600	11.30	0.111	9.98
14	650	12.00	0.118	10.82
15	700	12.44	0.122	11.65
16	750	13.10	0.128	12.48
17	800	13.55	0.133	13.31
18	850	14.20	0.139	14.14
19	900	14.84	0.145	14.98
20	950	15.15	0.149	15.81
21	1000	15.55	0.152	16.64
22	1050	16.30	0.160	17.47
23	1100	17.00	0.167	18.30
24	1150	17.30	0.170	19.14

25	1200	17.75	0.174	19.97
26	1250	18.00	0.176	20.80
<b>27</b>	<b>1270</b>	<b>18.25</b>	<b>0.179</b>	<b>21.13</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

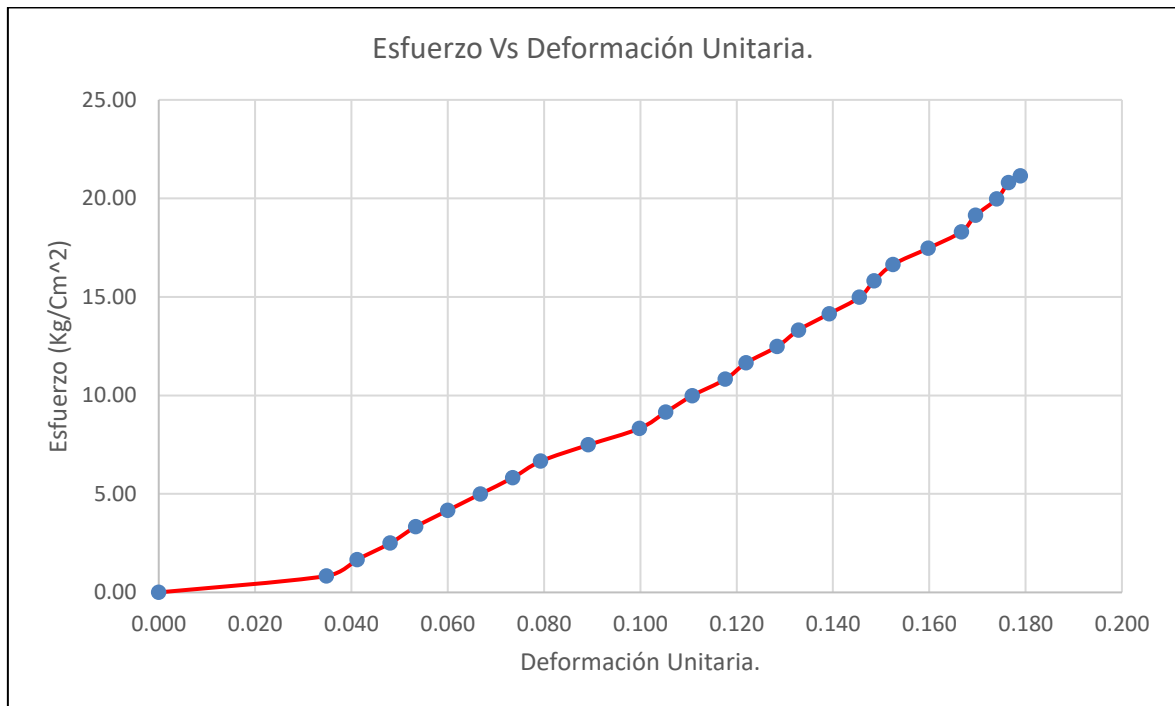


Gráfico 62. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-2 con 2% de Fibra de Fique.

Tabla 81.

*Ensayo a flexión de la M-3 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.90</b>	<b>15.25</b>	<b>10.10</b>	<b>455.98</b>	<b>500</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	1.70	0.017	0.85
3	100	2.90	0.029	1.70
4	150	3.20	0.032	2.55
5	200	3.55	0.035	3.39
6	250	3.85	0.038	4.24
7	300	4.10	0.041	5.09
8	350	4.30	0.043	5.94
9	400	4.55	0.045	6.79
10	450	4.80	0.048	7.64
11	500	5.05	0.050	8.49
12	550	5.20	0.051	9.33
13	600	5.48	0.054	10.18
14	650	5.65	0.056	11.03
15	700	6.00	0.059	11.88
16	750	6.30	0.062	12.73
17	800	6.65	0.066	13.58
18	850	7.05	0.070	14.42
19	900	7.55	0.075	15.27
20	950	8.00	0.079	16.12
21	1000	8.65	0.086	16.97
<b>22</b>	<b>1024</b>	<b>8.85</b>	<b>0.088</b>	<b>17.38</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

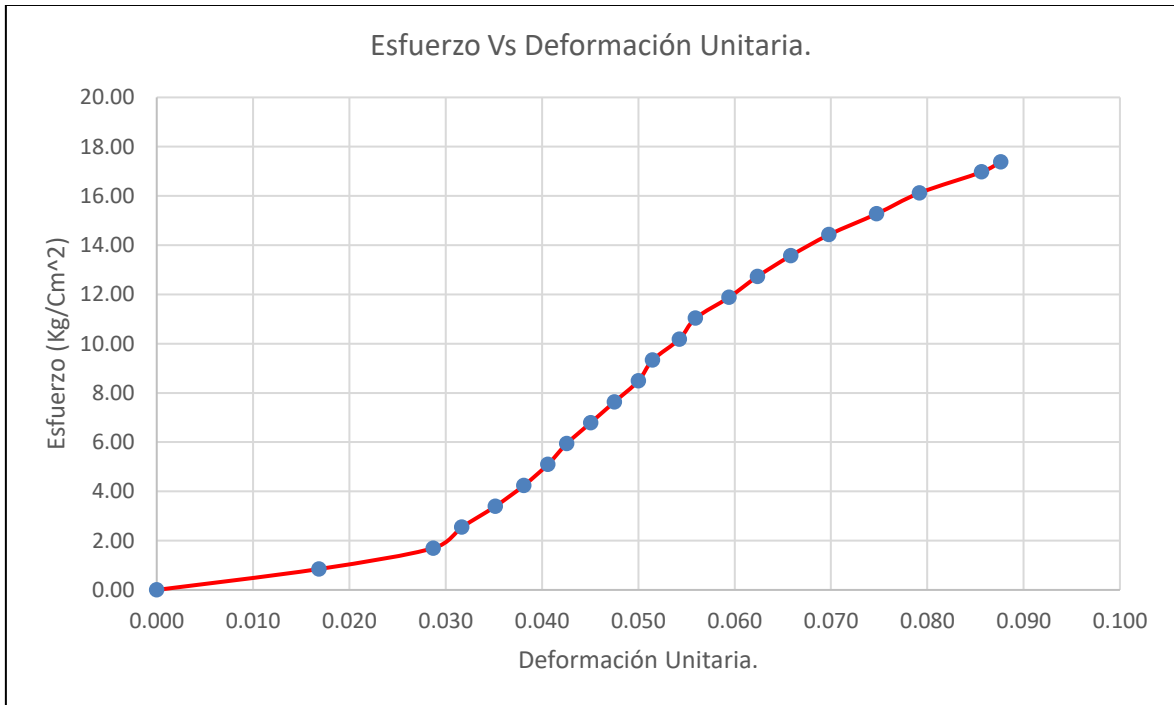


Gráfico 63. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-3 con 2% de Fibra de Fique.

Tabla 82.

*Ensayo a flexión de la M-4 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.80</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>452.96</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	0.25	0.002	0.83
3	100	3.30	0.032	1.67
4	150	3.60	0.035	2.50
5	200	3.90	0.038	3.34
6	250	4.15	0.041	4.17
7	300	4.39	0.043	5.01
8	350	4.55	0.045	5.84
9	400	4.75	0.047	6.68
10	450	4.90	0.048	7.51
11	500	5.05	0.050	8.35
12	550	5.15	0.050	9.18
13	600	5.35	0.052	10.02
14	650	5.90	0.058	10.85
15	700	6.40	0.063	11.69
16	750	6.90	0.068	12.52
17	800	7.32	0.072	13.36
18	850	8.00	0.078	14.19
19	900	8.50	0.083	15.02
20	950	9.15	0.090	15.86
21	1000	9.80	0.096	16.69
22	1050	10.50	0.103	17.53
23	1100	11.30	0.111	18.36
24	1150	11.80	0.116	19.20
25	1200	12.30	0.121	20.03

26	1250	12.90	0.126	20.87
<b>27</b>	<b>1280</b>	<b>13.20</b>	<b>0.129</b>	<b>21.37</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

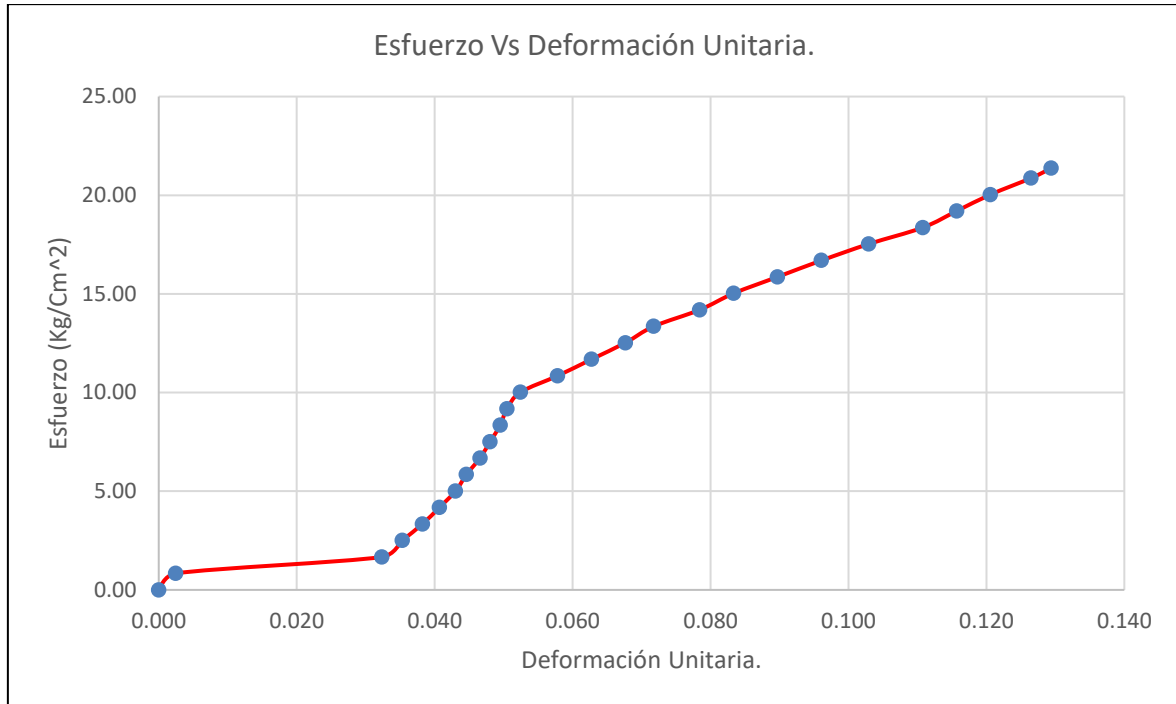


Gráfico 64. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-4 con 2% de Fibra de Fique.

Tabla 83.

*Ensayo a flexión de la M-5 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.80</b>	<b>15.20</b>	<b>10.20</b>	<b>452.96</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	1.54	0.015	0.83
3	100	2.90	0.028	1.67
4	150	3.15	0.031	2.50
5	200	3.43	0.034	3.34
6	250	3.60	0.035	4.17
7	300	3.85	0.038	5.01
8	350	4.00	0.039	5.84
9	400	4.20	0.041	6.68
10	450	4.35	0.043	7.51
11	500	4.54	0.045	8.35
12	550	4.70	0.046	9.18
13	600	4.91	0.048	10.02
14	650	5.05	0.050	10.85
15	700	5.21	0.051	11.69
16	750	5.50	0.054	12.52
17	800	5.80	0.057	13.36
18	850	6.00	0.059	14.19
19	900	6.20	0.061	15.02
20	950	6.40	0.063	15.86
21	1000	6.61	0.065	16.69
22	1050	6.80	0.067	17.53
23	1100	6.98	0.068	18.36
24	1150	7.22	0.071	19.20
25	1200	7.46	0.073	20.03
26	1250	7.75	0.076	20.87

27	1300	8.06	0.079	21.70
28	1350	8.35	0.082	22.54
29	1400	8.62	0.085	23.37
30	1450	9.00	0.088	24.21
31	1500	9.31	0.091	25.04
32	1550	9.80	0.096	25.88
33	1600	10.35	0.101	26.71
34	1650	10.80	0.106	27.55
35	1700	11.38	0.112	28.38
36	1750	12.00	0.118	29.21
37	1800	12.69	0.124	30.05
<b>38</b>	<b>1842</b>	<b>13.05</b>	<b>0.128</b>	<b>30.75</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

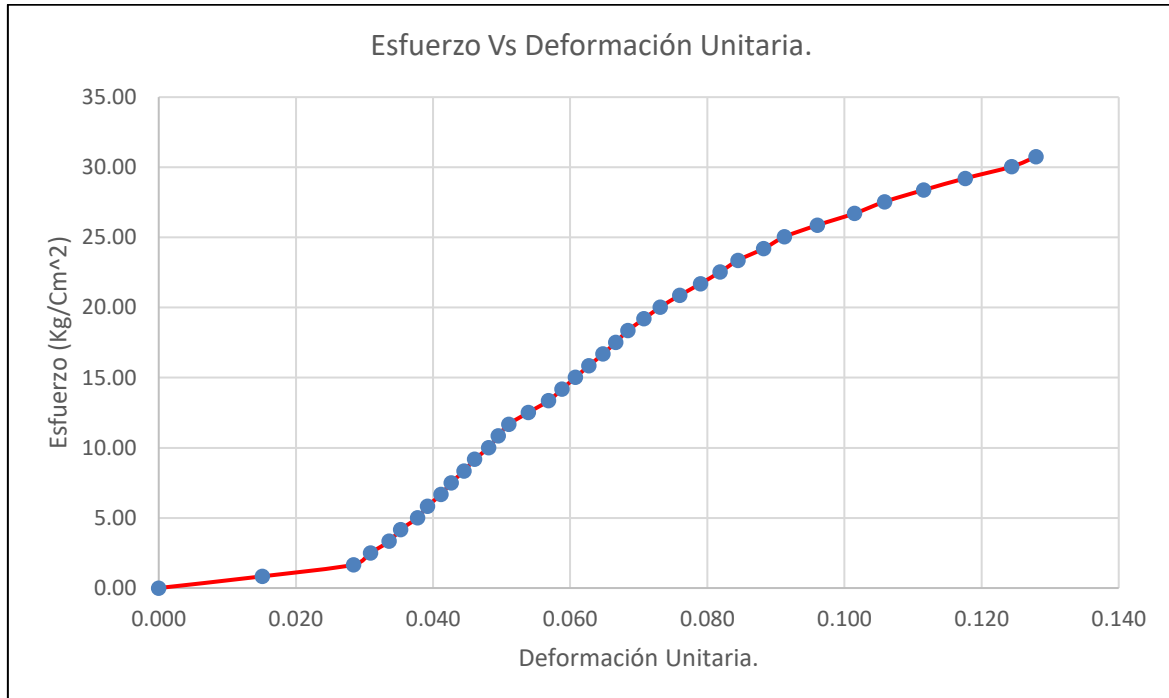


Gráfico 65. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-5 con 2% de Fibra de Fique.

Tabla 84.

*Ensayo a flexión de la M-6 con 2% fibra de fique*

<b>Largo (Cm)</b>	<b>Ancho (Cm)</b>	<b>Alto (Cm)</b>	<b>Área (Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kg)</b>
<b>29.90</b>	<b>15.20</b>	<b>10.10</b>	<b>454.48</b>	<b>50</b>
<b>N°</b>	<b>Carga (Kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Def. Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0	0.00	0.000	0.00
2	50	0.50	0.005	0.85
3	100	1.68	0.017	1.70
4	150	1.98	0.020	2.55
5	200	2.20	0.022	3.41
6	250	2.45	0.024	4.26
7	300	2.75	0.027	5.11
8	350	3.00	0.030	5.96
9	400	3.25	0.032	6.81
10	450	3.46	0.034	7.66
11	500	3.75	0.037	8.51
12	550	3.98	0.039	9.36
13	600	4.28	0.042	10.22
14	650	4.50	0.045	11.07
15	700	4.82	0.048	11.92
16	750	5.08	0.050	12.77
17	800	5.60	0.055	13.62
18	850	6.30	0.062	14.47
19	900	7.65	0.076	15.32
20	950	8.58	0.085	16.17
21	1000	9.50	0.094	17.03
22	1050	10.78	0.107	17.88
23	1100	12.05	0.119	18.73
<b>24</b>	<b>1122</b>	<b>13.00</b>	<b>0.129</b>	<b>19.10</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021

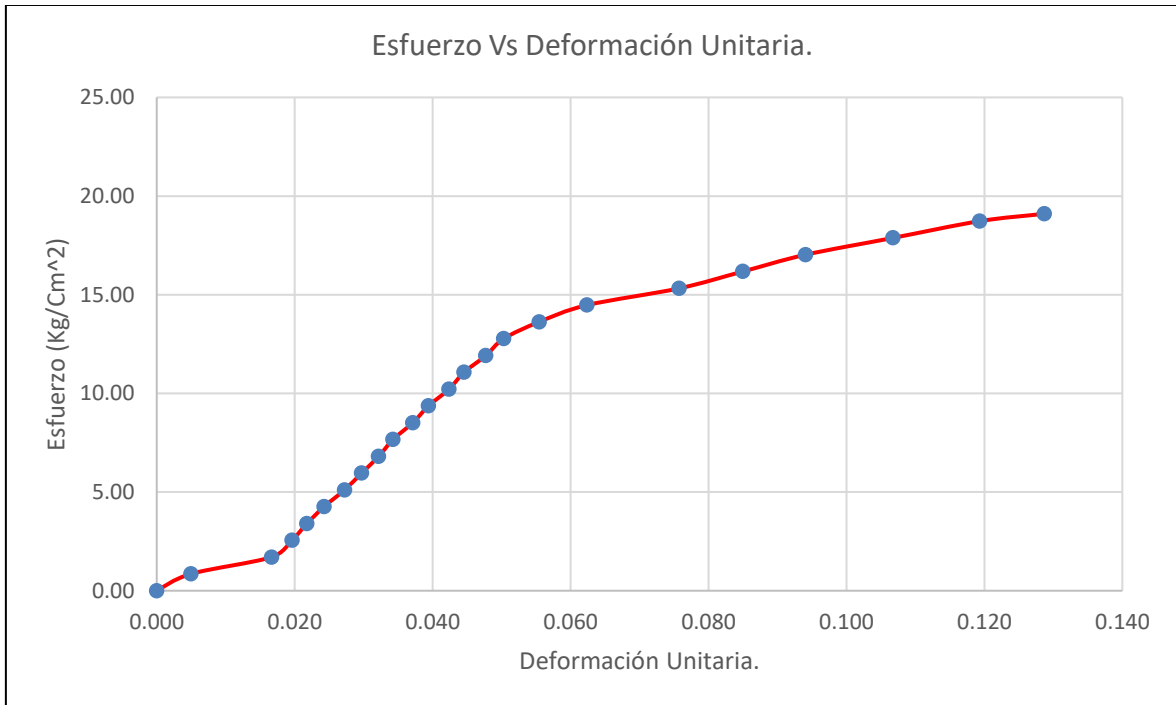


Gráfico 66. Curva Esfuerzo VS Deformación del Ensayo a Flexión M-6 con 2% de Fibra de Fique.

Tabla 85.  
*Ensayo de absorción con 1% fibra de fique*

Muestra	Peso seco (gr)	Peso Húmedo (gr)	% Absorción de Agua.
1	4092.80	4497.20	8.99
2	3555.00	3943.40	9.85
3	3737.30	3994.00	6.43
4	4002.70	4251.40	5.85
5	4207.50	4756.70	11.55
6	3537.90	3937.30	10.14

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 86.  
*Ensayo de absorción con 1.5% fibra de fique*

Muestra	Peso seco (gr)	Peso Húmedo (gr)	% Absorción de Agua.
1	4246.40	4874.50	12.89
2	4272.00	4980.70	14.23
3	4074.30	4823.40	15.53
4	3978.30	4481.00	11.22
5	3758.20	4324.90	13.10
6	3850.70	4575.80	15.85

Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 87.  
*Ensayo de absorción con 2% fibra de fique*

Muestra	Peso seco (gr)	Peso Húmedo (gr)	% Absorción de Agua.
1	4155.00	4485.60	7.37
2	3954.40	4186.90	5.55
3	4058.20	4298.50	5.59
4	4111.30	4379.80	6.13
5	4083.40	4533.00	9.92
6	3826.60	4015.30	4.70

Fuente: Elaboración propia, 2021