



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“PROPIEDADES MECÁNICAS Y ABSORCIÓN DEL ADOBE
COMPACTADO AL INCORPORAR POLÍMERO NATURAL
DE PENCA, CAJAMARCA 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

John Anderson Diaz Limay

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

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

- Diaz Limay John Anderson

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “PROPIEDADES MECÁNICAS Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO AL INCORPORAR POLÍMERO NATURAL DE PENCA, CAJAMARCA 2018” para aspirar al título profesional de: **INGENIERO CIVIL** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: JOHN ANDERSON DIAZ LIMAY, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: "PROPIEDADES MECÁNICAS Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO AL INCORPORAR POLÍMERO NATURAL DE PENCA, CAJAMARCA 2018"

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

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Jurado
Presidente

Ing. Iván Mejía Díaz
Jurado

Ing. Eryln Salazar Huamán
Jurado

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo a mi madre, mi hermana y mi familia por su constante apoyo y motivación que me ha permitido seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme seguir adelante
A mi asesor, por su apoyo con su experiencia y conocimiento
A la Universidad Privada del Norte por darme la oportunidad de formarme como persona y
Profesional

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE GRÁFICAS	15
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	20
RESUMEN.....	21
ABSTRACT	22
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	23
1.1. Realidad problemática.....	23
1.2. Formulación del problema	30
1.3. Objetivos	30
1.3.1. Objetivo general.....	30
1.3.2. Objetivos específicos	30
1.4. Hipótesis.....	30
1.4.1. Hipótesis general.....	30
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	31
2.1. Tipo de investigación	31
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	31

2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	32
2.4.	Procedimiento.....	32
2.4.1.	Obtención y caracterización de materiales.....	32
2.4.2.	Estudio de suelos.....	34
2.4.3.	Elaboración de Adobes	44
2.4.4.	Evaluación de las propiedades de los adobes.....	45
2.5.	Aspectos Éticos.	48
CAPÍTULO III. RESULTADOS		49
3.1.	Resultados de los ensayos para la clasificación del suelo	49
3.1.1.	Contenido de Humedad.....	49
3.1.2.	Límites de Consistencia	49
3.1.2.1.	Límite Líquido	49
3.1.2.2.	Límite Plástico	50
3.1.2.3.	Índice de Plasticidad	50
3.1.3.	Análisis Granulométrico	51
3.1.4.	Proctor Modificado	53
3.1.4.1.	Proctor Modificado para la muestra patrón.....	53
3.1.4.2.	Proctor Modificado con 5% de Polímero Natural de Penca ...	54
3.1.4.3.	Proctor Modificado con 6% de Polímero Natural de Penca ...	55
3.1.4.4.	Proctor Modificado con 7% de Polímero Natural de Penca ...	56
3.2.	Resultados de los ensayos a los bloques de Tierra.....	57
3.2.1.	Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión.....	57
3.2.2.	Resultados de Ensayos de Resistencia a la Flexión	58
3.2.3.	Resultados de Ensayos de Resistencia a la Absorción.....	59
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		60
4.1	Discusión.....	60
4.2	Conclusiones	61
REFERENCIAS		62

ANEXOS	63
1. Matriz de Consistencia	64
2. Matriz de Operacionalización de Variables	65
3. Extracción de Polímero Natural de Penca.....	66
4. Ensayo de Contenido de Humedad	67
5. Ensayo de Granulometría por Lavado.....	68
6. Ensayos de Límites de Consistencia	70
7. Ensayo de Proctor.....	71
8. Elaboración de Adobes.....	72
9. Ensayos de Compresión y Flexión.....	73
10. Ensayos de Absorción	78
11. Resultados de Ensayos a Compresión.....	82
11.1. Muestra Patrón	82
11.2. Ensayo a compresión con 5% de polímero natural de penca.....	90
11.3. Ensayo a compresión con 6% de polímero natural de penca.....	98
11.4. Ensayo a compresión con 7% de polímero natural de penca.....	106
12. Resultados de Ensayos a Flexión	114
12.1. Ensayo a flexión de la muestra patrón.	114
12.2. Resultados De Ensayos A Flexión Con 5% De Polímero Natural De Penca	122
12.3. Resultados De Ensayos A Flexión Con 6% De Polímero Natural De Penca	130
12.4. Resultados De Ensayos A Flexión Con 7% De Polímero Natural De Penca	138
13. Resultados ensayo de absorción de agua de adobe estabilizado y compactado.....	146
14. Ficha Técnica de la Penca	148
15. Clasificación de suelo SUCS	149
16. Formatos de Laboratorio	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Viviendas particulares con ocupantes presentes, según material predominante en las paredes exteriores, 2001 y 2015</i>	25
Tabla 2. <i>Departamento de Cajamarca: Viviendas con ocupantes, según el material predominante en las paredes exteriores de la Vivienda, 1993 y 2007</i>	26
Tabla 3. <i>Muestra de Adobes</i>	32
Tabla 4. <i>Técnicas en Instrumentos de recolección y análisis de datos</i>	32
Tabla 5. <i>Determinación del Contenido de Humedad</i>	49
Tabla 6. <i>Determinación de Límite Líquido (LL)</i>	49
Tabla 7. <i>Determinación de Límite Plástico (LP)</i>	50
Tabla 8. <i>Granulometría por Lavado</i>	51
Tabla 9. <i>Proctor Muestra Patrón</i>	53
Tabla 10. <i>Proctor con 5% de Polímero Natural de Penca</i>	54
Tabla 11. <i>Proctor con 6% de Polímero Natural de Penca</i>	55
Tabla 12. <i>Proctor con 7% de Polímero Natural de Penca</i>	56
Tabla 13. <i>Resistencia a la Compresión</i>	57
Tabla 14. <i>Resistencia a la Flexión</i>	58
Tabla 15. <i>Resistencia a la Absorción</i>	59
Tabla 16. <i>Matriz De Consistencia</i>	64
Tabla 17. <i>Matriz De Operacionalización de Variables</i>	65
Tabla 18. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 1</i>	82
Tabla 19. <i>Resultado de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 2.</i>	83
Tabla 20. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 3</i>	84
Tabla 21. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 4 de bloque de adobe compactado.</i>	85
Tabla 22. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 5</i>	86
Tabla 23. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 6 de bloque de adobe compactado.</i>	87
Tabla 24. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 7</i>	88
Tabla 25. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 8</i>	89
Tabla 26. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	90
Tabla 27. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	91
Tabla 28. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	92
Tabla 29. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	93
Tabla 30. <i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	94

Tabla 31.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.....</i>	95
Tabla 32.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.....</i>	96
Tabla 33.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.....</i>	97
Tabla 34.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.....</i>	98
Tabla 35.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.....</i>	99
Tabla 36.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.....</i>	100
Tabla 37.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.....</i>	101
Tabla 38.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.....</i>	102
Tabla 39.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.....</i>	103
Tabla 40.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.....</i>	104
Tabla 41.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.....</i>	105
Tabla 42.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.....</i>	106
Tabla 43.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.....</i>	107
Tabla 44.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.....</i>	108
Tabla 45.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.....</i>	109
Tabla 46.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.....</i>	110
Tabla 47.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.....</i>	111
Tabla 48.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.....</i>	112
Tabla 49.	<i>Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.....</i>	113
Tabla 50.	<i>Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 1 del bloque de adobe compactado.....</i>	114
Tabla 51.	<i>Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 2 del bloque de adobe compactado.....</i>	115
Tabla 52.	<i>Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 3 del bloque de adobe compactado.....</i>	116
Tabla 53.	<i>Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 4 del bloque de adobe compactado.....</i>	117
Tabla 54.	<i>Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 5 del bloque de adobe compactado.....</i>	118

Tabla 55. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 6 del bloque de adobe compactado.....	119
Tabla 56. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 7 del bloque de adobe compactado.....	120
Tabla 57. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 8 del bloque de adobe compactado.....	121
Tabla 58. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.	122
Tabla 59. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.	123
Tabla 60. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.	124
Tabla 61. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.	125
Tabla 62. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.	126
Tabla 63. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.	127
Tabla 64. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.	128
Tabla 65. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.	129
Tabla 66. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.	130
Tabla 67. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.	131
Tabla 68. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.	132
Tabla 69. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.	133
Tabla 70. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.	134
Tabla 71. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.	135
Tabla 72. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.	136
Tabla 73. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.	137
Tabla 74. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.	138
Tabla 75. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.	139
Tabla 76. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.	140
Tabla 77. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.	141
Tabla 78. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.	142

Tabla 79. <i>Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	143
Tabla 80. <i>Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	144
Tabla 81. <i>Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	145
Tabla 82. <i>Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural.</i>	146
Tabla 83. <i>Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural.</i>	147
Tabla 84. <i>Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural.</i>	147
Tabla 85. <i>Descripción botánica y composición de la Penca.</i>	148
Tabla 86. <i>Sistema unificado de clasificación de suelos.</i>	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución mundial de la arquitectura de la tierra.....	23
Figura 2 Ubicación de Cantera “Shaullo Chico”	33
Figura 3 Material extraído de calicata.	33
Figura 4 Ubicación de Pencas “Namora”	34
Figura 5 Realizando ensayo de contenido de humedad.....	36
Figura 6 Realizando ensayo de Granulometría por Lavado	38
Figura 7 Realizando ensayos de Límites de Consistencia – Límite Líquido.	41
Figura 8 Realizando ensayos de Límites de Consistencia – Límite Plástico.	42
Figura 9 Realizando el ensayo de proctor modificado.	44
Figura 10 Elaborando adobes con compañeros de la UPN.	45
Figura 11 Ensayo a Compresión.....	46
Figura 12 Ensayo a Flexión.....	47
Figura 13 Ensayo a Absorción	48
Figura 14 Extracción de Polímero Natural de Penca	66
Figura 15 Extracción de Polímero Natural de Penca mediante Torsión	66
Figura 16 Colocando las taras al horno por el encargado del laboratorio de suelos durante 24 horas a 105°C	67
Figura 17 Pesando la muestra seca.	67
Figura 18 Tamizando la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua.	68
Figura 19 Colocando la muestra que queda en la malla N°200 al horno.	68
Figura 20 Realizando la granulometría del material lavado después de secarse en el horno.	69
Figura 21 Pesando el material tamizado por las mallas correspondientes.	69
Figura 22 Realizando una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quedo dividida en dos partes.	70
Figura 23 Sacando muestra de la copa de Casagrande en taras.	70
Figura 24 Midiendo el molde para el ensayo de proctor modificado.....	71
Figura 25 Pesando el molde para el ensayo de proctor modificado.	71

Figura 26 Elaboración de Adobes y Supervisión de nuestro Asesor.	72
Figura 27 Culminación de Elaboración de Adobes.....	72
Figura 28 Adobes en Laboratorio de Concreto	73
Figura 29 Medición de los Adobes.....	73
Figura 30 Inicio para ensayos de Compresión	74
Figura 31 Realizando ensayos	74
Figura 32 Realizando ensayos con apoyo de asesor.....	75
Figura 33 Realizando ensayo de Compresión	75
Figura 34 Realizando ensayo de Compresión	76
Figura 35 Realizando ensayo de Flexión.....	76
Figura 36 Realizando ensayo de Flexión de diferentes porcentajes.....	77
Figura 37 Culminación de Ensayos.....	77
Figura 38 Pesado de los Adobes.....	78
Figura 39 Pesado de los Adobes de Diferentes Porcentajes.....	78
Figura 40 Poner a sumergir el adobe en agua.....	79
Figura 41 Colocando todos los adobes de diferentes porcentajes en agua.....	79
Figura 42 Retirado de Adobes después de haber estado sumergido en agua por 24 horas	80
Figura 43 Resto de Adobes por haber estado sumergido en agua.....	80
Figura 44 Adobes con incorporación de polímero de Penca.....	81
Figura 45 Pesado de Adobes después de haber estado sumergido al agua	81
Figura 46 Resto de Adobes sumergido en agua	82

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. <i>Límite Líquido</i>	50
Gráfico 2. <i>Curva Granulométrica</i>	51
Gráfico 3. <i>Gráfica de Plasticidad USCS</i>	52
Gráfico 4. <i>Proctor Muestra Patrón</i>	54
Gráfico 5. <i>Proctor con 5% de Polímero de Penca</i>	55
Gráfico 6. <i>Proctor con 6% de Polímero de Penca</i>	56
Gráfico 7. <i>Proctor con 7% de Polímero de Penca</i>	57
Gráfico 8. <i>Resumen General de la Resistencia a Compresión</i>	58
Gráfico 9. <i>Resumen General de la Resistencia a la Flexión</i>	58
Gráfico 10. <i>Resumen General de la Resistencia a la Absorción</i>	59
Gráfico 11. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1</i>	83
Gráfico 12. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2</i>	84
Gráfico 13. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3</i>	85
Gráfico 14. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4</i>	86
Gráfico 15. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5</i>	87
Gráfico 16. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe compactado</i>	88
Gráfico 17. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7</i>	89
Gráfico 18. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8</i>	90
Gráfico 19. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca</i>	91
Gráfico 20. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca</i>	92
Gráfico 21. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca</i>	93
Gráfico 22. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca</i>	94
Gráfico 23. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca</i>	95

Gráfico 24. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	96
Gráfico 25. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	97
Gráfico 26. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	98
Gráfico 27. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	99
Gráfico 28. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	100
Gráfico 29. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	101
Gráfico 30. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	102
Gráfico 31. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	103
Gráfico 32. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	104
Gráfico 33. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	105
Gráfico 34. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	106
Gráfico 35. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	107
Gráfico 36. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	108
Gráfico 37. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	109
Gráfico 38. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	110
Gráfico 39. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	111

Gráfico 40. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	112
Gráfico 41. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	113
Gráfico 42. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	114
Gráfico 43. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe compactado.</i>	115
Gráfico 44. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe compactado.</i>	116
Gráfico 45. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe compactado.</i>	117
Gráfico 46. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe compactado.</i>	118
Gráfico 47. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe compactado.</i>	119
Gráfico 48. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe compactado.</i>	120
Gráfico 49. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe compactado.</i>	121
Gráfico 50. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe compactado.</i>	122
Gráfico 51. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	123
Gráfico 52. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	124
Gráfico 53. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	125
Gráfico 54. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	126
Gráfico 55. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	127

Gráfico 56. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	128
Gráfico 57. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	129
Gráfico 58. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.</i>	130
Gráfico 59. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	131
Gráfico 60. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	132
Gráfico 61. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	133
Gráfico 62. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	134
Gráfico 63. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	135
Gráfico 64. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	136
Gráfico 65. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	137
Gráfico 66. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.</i>	138
Gráfico 67. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	139
Gráfico 68. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	140
Gráfico 69. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	141
Gráfico 70. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	142
Gráfico 71. <i>Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.</i>	143

Gráfico 72. *Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca. 144*

Gráfico 73. *Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca. 145*

Gráfico 74. *Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca. 146*

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Contenido de Humedad</i>	35
Ecuación 2 <i>Porcentaje de los pesos retenidos</i>	37
Ecuación 3 <i>Porcentaje que pasa en cada tamiz</i>	38
Ecuación 4 <i>Índice de Plasticidad</i>	43
Ecuación 5 <i>Resistencia a la compresión</i>	45
Ecuación 6 <i>Resistencia a la Flexión</i>	46
Ecuación 7 <i>Absorción de Agua</i>	47

RESUMEN

Esta investigación se ha realizado con la finalidad de determinar la propiedades mecánicas tanto compresión, flexión y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca en porcentajes de 5%, 6% y 7%. Primero se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas de la tierra para elaborar el adobe compactado, luego se elaboraron los adobes patrones y los adobes con los diferentes porcentajes de aditivos de 5%, 6% y 7%. Los resultados obtenidos de las pruebas de compresión muestran que los adobes con el aditivo en los diferentes porcentajes aumentan hasta en 62.64% respecto a los adobes de muestra patrón que es de 14.55 kg/cm², en los ensayos de flexión llega a superar hasta en 44.46% sobre los adobes patrones que es de 14.8 kg/cm². Los adobes sometidos a absorción con aditivo natural de penca en porcentajes 5%, 6% y 7% logran resistir sin embargo de los adobes patrones no logran pasar la prueba. Se evidencia que la hipótesis se ha superado respecto al 10%, esto nos indica que el polímero natural de penca ayuda a mejorar las propiedades mecánicas y absorción del adobe, cumpliendo con los datos que se presenta en la norma E.080 que son de 10.2 kg/cm² y 0.81 kg/cm² de resistencia a compresión y flexión respectivamente.

Palabras clave: Adobe compactado, Polímero natural, Propiedades Mecánicas, Absorción

ABSTRACT

This investigation has been carried out with the purpose of determining the mechanical properties of compression, bending and absorption of adobe compacted by incorporating natural polymer of penca in percentages of 5%, 6% and 7%. First laboratory tests were carried out to determine the properties of the earth to elaborate the compacted adobe, then the adobe patterns and the adobes were elaborated with the different percentages of additives of 5%, 6% and 7%. The results obtained from the compression tests show that the adobes with the additive in the different percentages increase up 62.64% with respect to the adobes of the standard sample which is 14.55 kg/cm², in the bending tests it reaches even in a 44.46% on the adobes patrones that is of 14.8 kg/cm². The adobes subjected to absorption with natural additive of penca in percentages 5%, 6% and 7% manage to resist, however, the adobe standards fail to pass the test. It is evident that the hypothesis has been exceeded with respect to 10%, this indicates that the natural polymer of penca helps to improve the mechanical properties and absorption of the adobe, complying with the data presented in the E.080 standard that are 10.2 kg/cm² and 0.81 kg/cm² of resistance to compression and flexion respectively.

Keywords: Compacted Adobe, Natural polymer, Mechanical Properties, Absorption

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La tierra ha sido utilizada para la construcción no solo de viviendas sino también para templos la cual se realizaba con elementos de adobe, ladrillos secados al sol y, en contados casos, de ladrillo cocido. Si nos han quedado restos de los palacios que nos permiten su construcción, ha sido por la solidez y la riqueza constructiva, pero no por una diferencia sustancial de materiales. No hay que olvidar que en la gran llanura Mesopotámica no había piedra ni madera, sólo arcilla transportada por los ríos (Cano, 2008).

El uso de adobe es muy común en algunas regiones, tradicionalmente América Latina, África, el subcontinente indio y otras partes de Asia, Oriente Medio y Europa del sur. Alrededor del 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra (Rael, 2009). Aproximadamente el 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo la mayoría de la población rural y por lo menos el 20% de la población urbana y urbano marginal, viven en casas de tierra (Houben & Guillard , 1994). En India, de acuerdo al Censo de 1971, 73% de todas las edificaciones son hechas de tierra 67 millones de casas habitadas por 374 millones de personas. En Irán la construcción de adobe está muy extendida y es utilizado tanto en zonas rurales y urbanas, a pesar de ello no se ha realizado ningún refuerzo sísmico en los adobes usados para evitar mayores desastres. En general, este tipo de construcción ha sido usada principalmente por la población rural de bajo ingreso económico ver figura 1 (Enciclopedia Mundial de Vivienda, 2014).



Figura 1 Distribución mundial de la arquitectura de la tierra

Fuente: De Sensi 2003

La utilización del adobe representa una alternativa viable para resolver el problema de la falta de vivienda, a través de la propuesta de una casa auto construible de bajo costo. Sin embargo, una limitante para desarrollar tal alternativa consiste en que la mayoría de las técnicas constructivas tradicionales que utilizan materiales obtenidos a partir del suelo, son resultado del conocimiento empírico. Dicho conocimiento generalmente es asistemático, varía en cada cultura y región, y carece de una terminología interdisciplinaria (Gama, et al., 2012).

Sin embargo, debido a la intervención de agentes externos como la lluvia, viento y sismos, además de la naturaleza propia de los suelos con los que se elaboran, tienen una durabilidad muy limitada, su interacción con el agua reduce la resistencia mecánica y culmina en su desintegración (Benites, 2017). Siendo una de las más frecuentes problemáticas su vulnerabilidad ante los efectos de la humedad haciendo que este pierda su resistencia mecánica, además que el proceso de secado después de una precipitación puede provocar la creación de ciertos surcos, grietas, fisuras profundas, haciendo que los muros se sobresalgan y se deformen poco a poco. Por estas razones, el tiempo de duración de las estructuras de adobe depende en mantenerlas libres de la humedad excesiva. Este material es muy utilizado en la sierra en donde las precipitaciones son más frecuente, especialmente en zonas rurales por personas de bajos recursos económicos.

En muchas ciudades del Centro América la construcción de adobes aún sigue vigente, pero se viene amenazada por la humedad del suelo, las constantes lluvias pueden hacer deshacer los adobes, generalmente requiere un mantenimiento sostenido y esto hace que las propiedades mecánicas y de absorción se modifiquen haciendo que pierda la estabilidad del adobe (Carranza, 2010). Muchas investigaciones se llevan a cabo para evaluar la durabilidad de adobes estabilizados con diferentes aglomerantes inorgánicos como cemento, cal, yeso, asfalto así como con insumos naturales como la miel, mostrando buenos resultados para la construcción en áreas propensas a inundaciones y mejores propiedades resistentes frente a la humedad (Rodríguez & Saroza, 2006). En el Perú, podemos encontrar diversas construcciones a base tierra desde la época pre-hispánica. En la actualidad las viviendas de tierra en el Perú se encuentran en zonas urbanas y rurales. Según la Encuesta Nacional de Hogares del 2015 realizado por la

INEI, tienen como material predominante adobe o tapial, lo que representa el 33.5%. Siendo el adobe o tapial el segundo material más usado para la construcción de viviendas después del ladrillo o bloque de cemento que representa el 51.7% (INEI, Encuesta Nacional de Hogares, 2015).

Tabla 1 *Viviendas particulares con ocupantes presentes, según material predominante en las paredes exteriores, 2001 y 2015*

Material predominante en las paredes exteriores / Áreas de residencia	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	100	100	100	100.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ladrillo o bloque de cemento	44.3	45.4	45.4	45.1	46	46.7	48.2	49.4	50.1	51.4	50.6	51.5	52.2	51.7	51.7
Piedra o sillar con cal o cemento	1.1	1.3	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6
Adobe o Tapial	40	37.3	37.8	38.7	37.4	38.1	35.7	34.9	34.8	34.2	34.4	34.1	33.6	34.3	33.5
Quincha (caña con barro)	2.7	3.2	2.9	2.4	2.5	2.2	2	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6	1.7
Piedra con barro	1.1	1.8	1.3	1.2	1.3	1	1.2	1.1	0.9	0.9	1	1	0.9	0.9	0.8
Madera	7.2	7.4	7.5	7	7.3	6.1	5.8	6.3	6.6	6.1	6.9	7	7.6	7.7	8.5
Estera	1	1.1	0.9	1	0.7	0.6	0.9	1.1	0.9	0.6	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4
Otro material	2.4	2.5	3.4	3.9	3.9	4.4	5.2	4.8	4.2	4.4	3.9	3.4	2.8	2.8	2.8

Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Hogares.

En Cajamarca a pesar de las lluvias intensas en los meses de diciembre a marzo (SENAMHI, 2017), algunas quebradas se desbordan y las viviendas se perjudican debido a ello y algunas quedan inhabilitadas, mientras que otras se ven afectadas seriamente (Correo, 2015), pero aún se sigue utilizando el adobe como material de construcción mayormente en la zona rural debido al bajo costo que este representa, es por eso que se necesita un adecuado tratamiento para estabilizar los adobes y mejorar sus propiedades mecánicas y de absorción.

Según el Censo del 2007, en el departamento de Cajamarca, del total de viviendas particulares con ocupantes presentes, que suman 325 mil 399 viviendas, se destaca que 241 mil 413 tienen como material predominante en las paredes exteriores adobe o tapial, lo que representa el 74,2% y en menores proporciones las viviendas tienen como material en las paredes exteriores, quincha 3,8%, piedra con barro 3,1%, madera 1,6%, y estera 0,1% (INEI, Perfil Sociodemográfico del Departamento de Cajamarca, 2008).

Tabla 2 *Departamento de Cajamarca: Viviendas con ocupantes, según el material predominante en las paredes exteriores de la Vivienda, 1993 y 2007*

Material predominante de la vivienda	1993		2007		Incremento intercensal		Incremento Anual		Tasa de Crecimiento Promedio Anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Anual	Anual	
Total	250459	100	325399	100	74940	29.9	5353	1.9	
Parquet o madera pulida	843	0.3	1797	0.6	954	113.2	68	5.4	
Láminas asfálticas, vinilos o similares	376	0.2	174	0.1	-202	-53.7	-14	-5.3	
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	1725	0.7	7955	2.4	6230	361.2	445	11.3	
Madera	6100	2.4	3794	1.2	-2306	-37.8	-165	-3.3	
Cemento	37567	15.0	69824	21.5	32257	85.9	2304	4.4	
Tierra	203158	81.1	241413	74.2	38255	18.8	2733	1.2	
Otro material	690	0.3	442	0.1	-248	-35.9	-18	-3.1	

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

En todas las edificaciones hechas de adobe el principal problema es la baja resistencia que éste representa, según norma E-080 del 2017, éstos tienen una resistencia a la compresión por unidad de 10.2 kg/cm^2 (SENCICO, 2017), el cual es muy baja para resistir grandes esfuerzos, otro de los problemas del adobe es la resistencia a la absorción debido a su composición de sus materiales, pero aun así este material es muy utilizado en la sierra especialmente en la zona rural por personas de bajos recursos; es por ello que es necesario buscar alternativas de solución frente a baja resistencia mecánica y de la absorción del adobe.

Muchas investigaciones se han llevado a cabo acerca de adobes estabilizados, podemos encontrar antecedente internacional tales como: M. A. Rodríguez y B. Saroza en su investigación en el artículo científico “Identificación de la composición óptima del adobe como material de construcción de una escuela en Cuba”, cuyo objetivo fue estudiar la composición que debe tener el adobe, tanto simple como estabilizado como material de construcción, en la cual se utilizaron estabilizantes como: cal, miel, combinación de cal y miel y asfalto (Rodríguez & Saroza, 2006). En otra investigación Pedro Montes García, en su Tesis “Efectos de la Adición de Látex Natural y Jabón en la Resistencia Mecánica y Absorción del Adobe Compactado”, su objetivo principal

fue evaluar los efectos de la adición de ácidos grasos emulsificados y un polímero natural en la resistencia mecánica y absorción de agua del adobe, y adobe compactado y estabilizado con cemento, mientras que Ruben Salvador Roux Gutiérrez y Manuel Olivares Santiago en su investigación en el artículo científico “Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con Cemento Portland al 6% y reforzados con fibra de coco, para muros de carga en Tampico”, su objetivo principal fue la caracterización del procedimiento correcto de utilización de la fibra de coco como refuerzo en adobes estabilizados con cemento portland tipo I al 6% para la fabricación de ladrillos de adobe.

En el Perú también se han realizado muchas tesis sobre estabilización de Adobes, José Benllochpiquer Castro en su Tesis “Mejora del Adobe a partir de sus estabilización con el material confitillo”, cuyo objetivo principal fue: Establecer una nueva técnica de Fabricación de unidades de tierra, a partir de su estabilización dimensional empleando material de granulometría regulada, que permite y garantice mayores resistencias y durabilidad tanto en edificaciones nuevas, como en antiguas para la conservación y restauración del patrimonio edificado. También Ramsey Álvarez Calderon en su Tesis: “Evaluación del comportamiento del adobe estabilizado con cal y goma de tuna” cuyo objetivo principal fue evaluar el comportamiento físico – mecánico del adobe estabilizado con Cal o con Goma de Tuna, mediante ensayos de resistencia a la compresión, humedad y acción de desgaste producido por el agua. Se prepararon testigos de suelo sin estabilizar, estabilizados con cal entres proporciones diferentes con respecto al peso del suelo seco (2%, 5% y 8%), y estabilizados con goma de tuna, también en tres proporciones diferentes (1.5%, 3% y 5%).

En la ciudad de Cajamarca también se han realizado muchas tesis acerca de la estabilización de adobes, Juan Bolaños Rodríguez en su Tesis: “Resistencia a Compresión, Flexión Y Absorción Del Adobe Compactado Con Adición De Goma De Tuna”, cuyo objetivo principal fue determinar la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna en diferentes porcentajes. También Iván Mejía Díaz en su tesis “Adobe estabilizado y compactado en Cajamarca 2014”, nos dice que la resistencia a compresión del bloque de adobe

estabilizado y compactado, en porcentajes de 8, 10, 12 y 14% de cemento presentó valores de 35.63, 46.24, 49.50 y 52.36 kg/cm² respectivamente.

Para tener una idea más clara en la presente investigación tenemos tener conceptos básicos y fundamentales tales como: el Adobe, que según la norma E.080 de diseño y construcción con tierra reforzada, se define como unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017). Podemos encontrar diferentes tipos de adobes uno de ellos es: El Adobe estabilizado se define como el 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, 2018). Y por último el Adobe Compactado que es una alternativa en la que se aprovecha las ventajas del adobe tradicional para minimizar sus desventajas de resistencia, ya que al mezclar adecuadamente los ingredientes del adobe tradicional y luego a éstos agregarle una fuerza de compactación con una prensa se obtiene un material más homogéneo (Ríos, 2010). Polímero es un compuesto orgánico, natural o sintético, de elevado peso molecular constituido por unidades estructurales repetitivas que se componen básicamente de C, H, O, N (Vilela, 2010). Los polímeros impermeabilizan e hidrofugan el adobe. Esto consiste en recubrir los granos de tierra con una película impermeable y eliminar al máximo la absorción del agua, estabilizando la mezcla ante la acción del agua e incrementando incluso la resistencia (Vilela, 2010).

El suelo es la materia prima para la elaboración del bloque de adobe compactado el cual está compuesto por tres fases: mineral, gaseosa y líquida. La fase mineral la conforman partículas de diferentes tamaños como grava, arena, limo y arcilla. Las fases restantes, conformadas por gases y líquidos, lo cual ocupan espacios vacíos entre las partículas sólidas (Sánchez, 2009).

En la presente investigación se van a realizar diferentes ensayos, primero se va a comenzar el por el Contenido de Humedad, que es la cantidad de agua que hay en un muestra de suelo, y se determina como la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso seco y se expresa en porcentaje (Norma Técnica Peruana NTP

339.127, 1998). Luego realizamos el Ensayo de Granulometría Método de Lavado, consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de los suelos (Norma Técnica Peruana NTP 339.128, 1999). Después los límites de Atterberg o Límites de Consistencia que nos permiten determinar la facilidad con la cual un suelo puede ser deformado, para ellos se determina el Límite Líquido que es el contenido de humedad en el cual el suelo se halla entre el límite líquido y plástico (Norma Técnica Peruana NTP 339.129, 1999) y el Límite Plástico que es el contenido de humedad, el cual el suelo se halla en el límite entre estado plástico y semisólido (Norma Técnica Peruana NTP 339.129, 1999). Luego se calcula el Índice de Plasticidad es numéricamente la diferencia entre el Límite Líquido y el Límite Plástico (Norma Técnica Peruana NTP 339.129, 1999).

Finalmente realizamos en ensayo de Compactación Proctor Modificado Método A, se determina la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco compactado, es decir se determinar el contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca (Norma Técnica Peruana NTP 339-141, 1999), tanto para muestra patrón como los diferentes porcentajes. Después de haber elaborado los adobes realizamos el ensayo de Resistencia a la Compresión, que muestra la capacidad de los adobes cuando se somete a una carga axial (Benites, 2017). El ensayo de Resistencia a la flexión permite determinar la deformación del material y su capacidad de resistencia a la tracción (Sánchez, 2009). Y el último ensayo que se realiza es el Ensayo de Absorción de Agua, que mide la absorción de la unidad sumergida en agua durante veinticuatro horas (Roux & Olivares, 2002).

Después de haber conocidos los conceptos básicos y teniendo una idea más clara del tema y debido a que el adobe es muy utilizado en la región Cajamarca en la zona rural, la presente investigación pretende mejorar las propiedades mecánicas y de absorción del adobe al incorporar polímero natural de penca, ya que en la región Cajamarca la alternativa de utilizar materiales propios de la zona para estabilizar adobes aún no se han investigado en su totalidad, a ello se puede añadir que los residuos producidos por estos materiales no son contaminantes ni dañinos para el medio ambiente ya que es de índole natural, ya que por medio de un proceso natural de degradación se van reincorporando al medio ambiente sin ninguna agresión para éste.

1.2. Formulación del problema

¿En cuánto varía las propiedades mecánicas y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las propiedades mecánicas y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca.

1.3.2. Objetivos específicos

-Determinar la resistencia a compresión axial de adobes compactados al incorporar polímero natural de penca en dosis de 5%, 6% y 7% y de adobe sin adición para comparar sus resultados.

-Determinar la resistencia a la flexión axial de adobes compactados al incorporar polímero natural de penca en dosis de 5%, 6% y 7% y de adobe sin adición para comparar sus resultados.

-Determinar el porcentaje de absorción de agua de adobes compactados al incorporar polímero natural de penca en dosis de 5%, 6% y 7% y de adobe sin adición para comparar sus resultados.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las propiedades mecánicas y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca, varían hasta en 10% en comparación con los adobes compactados sin adición.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según su propósito es una investigación aplicada, ya que se realizan ensayos y procesos mediante normas y procedimientos de laboratorio.

Según su diseño de la investigación es experimental porque sigue los principios del método científico, los experimentos pueden ser llevados a cabo en el laboratorio.

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

2.2.1. Unidad de Estudio

La unidad de estudio es el Adobe compactado. Las dimensiones que tendrá el adobe para el ensayo de compresión y absorción es de 15cm * 15cm * 10cm y las dimensiones del adobe para el ensayo de flexión tendrá las dimensiones de 30cm * 15cm * 10cm.

2.2.2. Población

La población es igual a la muestra ya que es intencionada y a conveniencia el cual se realizaron un total de 88 Adobes siguiendo las normas que se describen en la muestra.

2.2.3. Muestra

La muestra es no probabilística de acuerdo a las norma de adobe E- 080, el cual indica un mínimo de 6 adobes para ensayo a compresión y la norma ASTM C-67 indica mínimo 5 mitades de unidades.

Para la flexión y absorción también la norma ASTM-C67 indica un mínimo de 5 unidades, se elaboró 8 unidades para flexión para cada muestra y para absorción se elaboró 6 unidades para cada muestra.

En total se realizaron 88 unidades de adobe estabilizado con polímero natural de penca y adobes patrón.

Tabla 3 Muestra de Adobes

Prueba	Patrón	5%	6%	7%
Resistencia Compresión	8	8	8	8
Resistencia Flexión	8	8	8	8
Absorción	6	6	6	6
TOTAL	22	22	22	22
TOTAL ADOBES		88		

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 4 Técnicas en Instrumentos de recolección y análisis de datos

Variable Dependiente	Recolección de Datos			Análisis de Datos
	Fuente	Técnica	Instrumento	
Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión			-Diagramas de Barras
	Resistencia a la Flexión	Experimento	Observación	-Comparación de Resultados con
Absorción del Adobe				-Excel Norma E-0.80

2.4. Procedimiento

Para realizar la presente investigación se ha seguido los siguientes procedimientos:

2.4.1. Obtención y caracterización de materiales

2.4.1.1. Suelo. La extracción del material se realizó por excavación manual en la cantera

“Shaullo Chico”, para llegar a la cantera existe dos vías de acceso, una es partiendo

y la otra vía es por la Av. Los Eucaliptos.

Ubicación de la cantera

Departamento: Cajamarca.

Provincia: Cajamarca.

Distrito: Los Baños del Inca

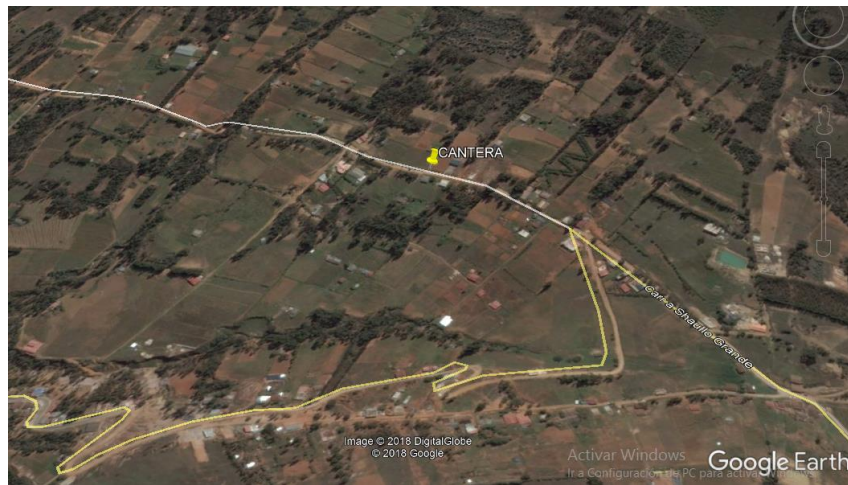


Figura 2 Ubicación de Cantera “Shaullo Chico”

Fuente: Google Earth Pro



Figura 3 Material extraído de calicata.

2.4.1.2. Polímero Natural de Penca. El Polímero Natural de penca se extrajo de la localidad de Namora, que se encuentra a 40 minutos de la ciudad de Cajamarca en bus, para obtener el Polímero se puede realizar de dos maneras una de ellas es realizar un orificio ubicado en el tronco, se corta las hojas exteriores para hacer el camino hacia el centro de la planta, la otra forma es cortar las hojas y exprimir para obtener el polímero natural de penca.

Ubicación de donde se obtuvo la penca

Departamento: Cajamarca.

Provincia: Cajamarca.

Distrito: Namora.

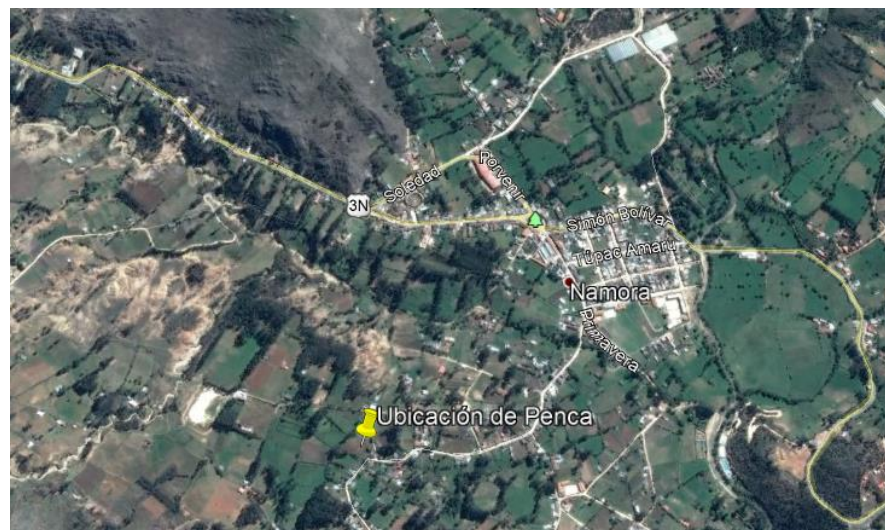


Figura 4 Ubicación de Pencas “Namora”

Fuente: Google Earth Pro

2.4.2. Estudio de suelos

Para la elaboración de adobes compactados se realizó el estudio de suelos en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, el cual se detalla a continuación:

2.4.2.1. Humedad

Para el contenido de humedad se colocó en bolsas y sacos el material después de haber sido extraído de la cantera para no alterar su humedad, este ensayo se lo realizó siguiendo la norma NTP 339.127, 1999.

Según la norma técnica peruana NTP 339.127, 1999, el contenido de humedad es la cantidad de agua que hay en una muestra de suelo, se determina como la relación que existe entre el peso del agua (W_w) contenida en la muestra y el peso de fase sólida (W_s). Generalmente se expresa en porcentaje.

Ecuación 1 *Contenido de Humedad*

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W = Contenido de agua o humedad (%).

W_w = Peso de agua presente en la masa de suelos (gr).

W_s = Peso de la muestra seca (gr).

Material

Muestra alterada extraída del estrato de estudio

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura
- Taras

Procedimiento

Pesar la tara (W_t)

Pesar la muestra húmeda en la tara ($W_h + t$)

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

Pesar la muestra seca en la tara (WS + t)

Determinar el peso del agua $W_w = (W_h + t) - (W_s + t)$

Determinar el peso de la muestra seca $W_s = (W_s + t) - W_t$

Determinar el contenido de humedad $W\% = (W_w/W_s) * 100$



Figura 5 Realizando ensayo de contenido de humedad

2.4.2.2. Granulometría por Lavado

El análisis granulométrico nos permite determinar la composición de tamaño de las partículas del suelo, este ensayo se realizó por el método de lavado siguiendo la norma NTP 339.128, 1999.

Según la norma técnica peruana NTP 339.128, 1999, la granulometría consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de los suelos.

La clasificación de las partículas mayores que 75 μm (retenido en el tamiz N° 200) se

efectúa por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75 μm se realiza mediante un proceso de sedimentación basada en la ley de Stokes utilizando un densímetro adecuado.

Material

Muestra seca aproximadamente 200 gr si es material arcillo limoso y 500 gr si es material granular que contiene finos.

Equipo

- Juego de tamices
- Balanza con aproximación de 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 seca 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 *Porcentaje de los pesos retenidos*

$$\%RP = \frac{PRP}{W_s} * 100$$

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

$$\%RA1 = \%RP1$$

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

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

Se determina los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

Ecuación 3 *Porcentaje que pasa en cada tamiz*

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

Finalmente se dibuja la curva granulométrica en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registra la abertura de las mallas en milímetros y en el eje de ordenadas se registra los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan.



Figura 6 Realizando ensayo de Granulometría por Lavado

2.4.2.3.Límites de consistencia o Atterberg.

Este ensayo nos permite clasificar el suelo, se realizó el ensayo de límite líquido, límite plástico y por diferencia se calculó el índice de plasticidad siguiendo la norma (NTP 339.129, 1999).

2.4.2.3.1. Límite Líquido (LL)

Según la norma técnica peruana NTP 339.129, 1999, el límite líquido 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 los largo de su fondo en la distancia de 13 mm (1/2 pulgada) cuando se deja caer la copa 25 veces una altura de 1cm a razón de dos caídas por segundo.

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.
- Cápsula de porcelana
- Taras identificadas

Procedimiento

Es una cápsula de porcelana se mezcla el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme. Se coloca una porción de pasta en la copa de Casagrande, nivelado mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.

En el centro se hace una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quede dividida en dos partes. Se eleva y deja caer la copa mediante la manivela a razón de 2 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 se retira la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.

Se retira el suelo remanente de la copa de Casagrande y se coloca en la cápsula 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. (El número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35).

Lavar y secar la copa y el acanalador.

Repetir el ensayo mínimo 2 veces más.

Se dibuja la curva de fluidez en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registra el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.

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



Figura 7 Realizando ensayos de Límites de Consistencia – Límite Líquido.

2.4.2.3.2. 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 más bajo al cual el suelo puede ser rolando en hilo de 3,2mm. (1/8 pulgada) sin que se rompan en pedazos.

Material

Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido

Equipo

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa
- Espátula
- Cápsula de porcelana
- Placa de vidrio
- Taras identificadas

Procedimiento

El límite plástico se determinó 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.



Figura 8 Realizando ensayos de Límites de consistencia – Límite plástico.

2.4.2.3.3. 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 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 Atterberg:

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

2.4.2.4. Ensayo de Proctor.

Para este ensayo se secó el material y se utilizó el método A del Proctor Modificado, este ensayo se realizó siguiendo la norma (NTP 339-141, 1999).

El objetivo del ensayo Proctor es determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco compactado con una energía de compactación determinada, es decir determinar el contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca.

Material: Se emplea el que pasa por el tamiz N° 4 (4,75 mm).

Molde: 4 pulgadas de diámetro.

Volumen del molde: 1/30 pie³.

Número de golpes por capa: 25 golpes/capa.



Figura 9 Realizando el ensayo de proctor modificado.

2.4.3. Elaboración de Adobes

Los adobes no se realizaron en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte por el poco espacio que éste presenta, por lo cual se elaboraron fuera de la Universidad.

El local utilizado contó con los espacios adecuado para la elaboración de los bloques compactados, que se elaboraron con la maquina CINVA RAM de acuerdo a los porcentajes establecidos en esta investigación.



Figura 10 Elaborando adobes con compañeros de la UPN.

2.4.4. Evaluación de las propiedades de los adobes

2.4.4.1. Ensayo a Compresión. Según norma E-080 la resistencia a compresión de la unidad se determina ensayando cubos labrados, éstas se deberán ensayar en un mínimo de 6 cubos. Para el ensayo a compresión se utiliza la Norma ASTM C-67 - Norma de método de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales.

La resistencia a la compresión (f^b) se determinó dividiendo la carga de rotura (P_u) entre el área bruta (A) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta (A) cuando es hueca o perforada; la norma peruana; sin embargo, considera siempre como divisor el área bruta, para evitar errores y poder comparar valores de resistencia directamente. Así, se obtiene el valor (Gallegos & Casabonne, 2005).

Ecuación 5 Resistencia a la compresión

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

Donde:

f = Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

P_u = Carga Aplicada (Kg)

A = Área de aplicación de la carga (cm²)



Figura 11 Ensayo a Compresión.

2.4.4.2. Ensayo a Flexión. Los especímenes se ensayaron siguiendo la Norma ASTM C-67

- Norma de métodos de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales.

Según Gallegos & Casabonne (2005), el ensayo de tracción por flexión se efectúa en la máquina de compresión sobre una unidad entera a la cual se apoya con una luz no mayor de 18cm y se carga al centro.

Ecuación 6 Resistencia a la Flexión

$$f = \frac{3 * P_u * L}{2 * b * t^2}$$

Donde:

f = Resistencia a la flexión (Kg/cm^2)

P_u = Carga de rotura (Kg)

L = Luz entre ejes de apoyos (cm)

b = Ancho de la unidad (cm)

t = Altura (cm)



Figura 12 Ensayo a Flexión

2.4.4.3. Ensayo de Absorción. Según la Norma ASTM C-67 - Norma de métodos de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales, indica que la absorción de cada espécimen se mide como la relación que existe entre el peso del agua absorbida por la unidad después de haberla sumergido durante 24 horas en una poza de agua.

Ecuación 7 Absorción de Agua

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

Donde:

$\%ABS$ = Porcentaje de absorción de agua (%)

P1 = Peso de la unidad seca (gr)

P2 = Peso de la unidad saturada (gr)



Figura 13 Ensayo a Absorción

2.5. Aspectos Éticos.

En la presente investigación los aspectos éticos que se han considerado, es la confiabilidad de los resultados obtenidos a través de los ensayos realizados en laboratorio, siguiendo los procedimientos establecidos en las normas.

Otro aspecto ético a considerar es que el uso del aditivo para estabilizar el adobe compactado, no sea perjudicial para el medio ambiente y no dañe a las personas que puedan utilizar en la investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de los ensayos para la clasificación del suelo

3.1.1. Contenido de Humedad

Tabla 5 Determinación del Contenido de Humedad

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	4
A	Nº Recipiente (Tara)		Nº 01	Nº 02	Nº 03
B	Peso del Recipiente	gr	27.40	27.10	27.50
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	115.10	134.80	129.10
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	104.30	121.50	116.90
E	Peso del Suelo Húmedo (Ww) C - D	gr	10.80	13.30	12.20
F	Peso Suelo Seco (Ww) D - B	gr	76.90	94.40	89.40
W%	Porcentaje de humedad (E/F)*100	%	14.04 %	14.09 %	13.65 %
	PROMEDIO W (%)		13.93 %		

Según el resultado del ensayo de contenido de humedad que se obtuvo de la muestra es de 13.93%.

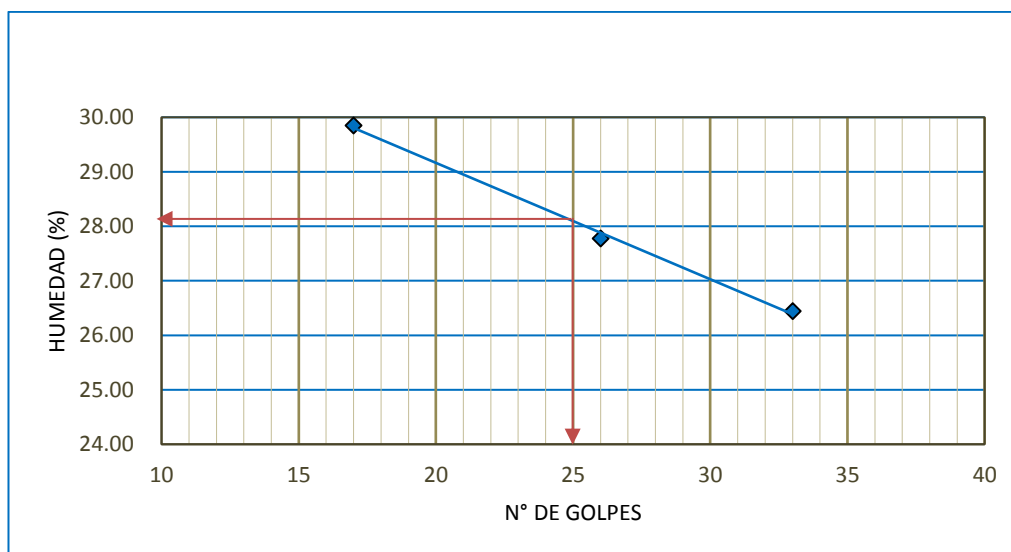
3.1.2. Límites de Consistencia

3.1.2.1. Límite Líquido

Tabla 6 Determinación de Límite Líquido (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	3	4
A	Identificación de Recipiente	Nº	Nº 01	Nº 03	Nº 04
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	35.30	38.30	42.50
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	33.30	35.80	39.30
D	Peso de Recipiente	gr	26.60	26.80	27.20
E	Peso del Agua	gr	2.00	2.50	3.20
F	Peso Suelo Seco	gr	6.70	9.00	12.10
G	Nº de Golpes	N	17	26	33
H	Contenido de Humedad	%	29.85	27.78	26.45
				28.02	

Gráfico 1. Límite Líquido



Del ensayo de laboratorio realizado se determinó el límite líquido un valor de: 28.02%

3.1.2.2. Límite Plástico

Tabla 7 Determinación de Límite Plástico (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación de Recipiente	Nº	Nº 01	Nº 03	Nº 05
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	31.50	34.80	33.80
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	31.00	33.80	32.70
D	Peso de Recipiente	gr	28.00	27.20	26.20
E	Peso del Agua	gr	0.50	1.00	1.10
F	Peso Suelo Seco	gr	3.00	6.60	6.50
G	Contenido de Humedad	%	16.67	15.15	16.92
H	PROMEDIO LÍMITE PLASTICO	%		16.25 %	

Del ensayo de laboratorio realizado se determinó el límite plástico con un valor de: 16.25%

3.1.2.3. Índice de Plasticidad

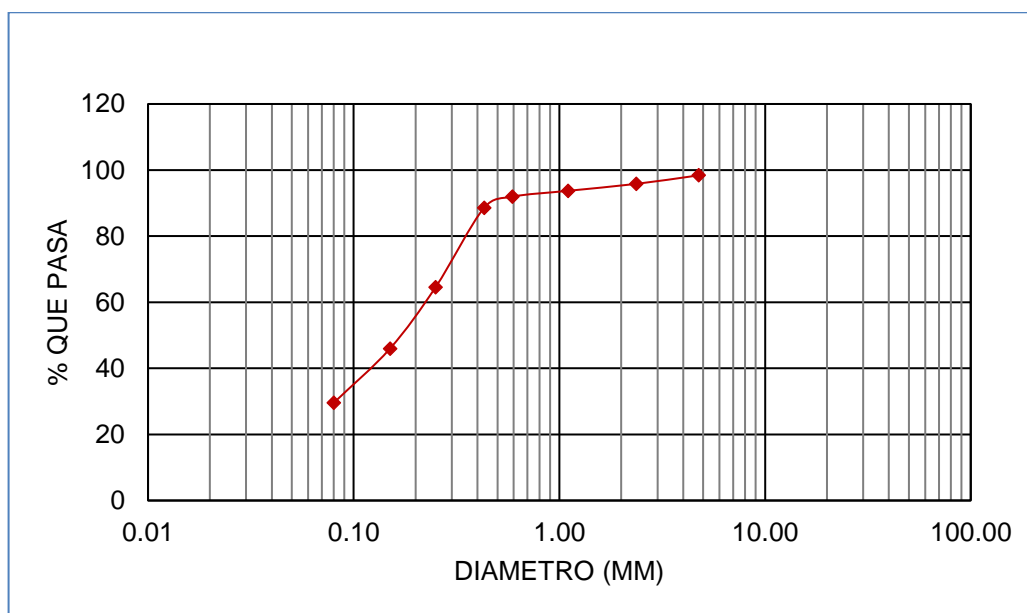
De los resultados del límite líquido y del límite plástico se obtiene el Índice de plasticidad = 11.77%

3.1.3. Análisis Granulométrico

Tabla 8 *Granulometría por Lavado*

TAMIZ ASTM		PESO RETENIDO		% ACUMULADO	
Malla	mm	GRAMOS	%	RETENIDO	% Q' PASA
N° 4	4.75	8.00	1.60	1.6	98.40 %
N° 10	2.36	12.90	2.58	4.18	95.82 %
N° 16	1.10	10.50	2.10	6.28	93.72 %
N° 30	0.59	8.90	1.78	8.06	91.94 %
N° 40	0.43	17.00	3.40	11.46	88.54 %
N° 60	0.25	120.00	24.00	35.46	64.54 %
N° 100	0.15	92.90	18.58	54.04	45.96 %
N° 200	0.08	82.00	16.40	70.44	29.56 %
PERDIDA		147.8	29.56	100	0.00
TOTAL		500.00	100		

Gráfico 2. *Curva Granulométrica*



Del ensayo de granulometría por lavado se obtuvo:

Porcentaje que pasa la malla N° 4 = 98.40%

Más del 12% pasa la malla N° 200 = 29.56%

Podemos decir que el suelo es adecuado para la elaboración de adobes, ya que según la norma E.080, la gradación del suelo debe aproximarse a: arcilla 10-20%, limo 15-15% y arena 55-70% y no se deberá utilizar suelos orgánicos, cumpliendo en nuestro caso.

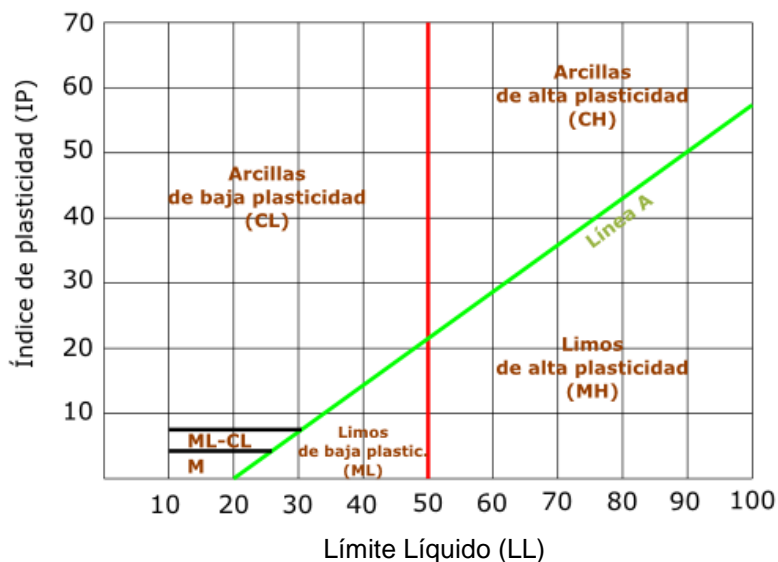
3.1.2.1 Clasificación del Suelo

Con los resultados previamente definidos de límites de consistencia, se procedió a clasificar el suelo en la carta de plasticidad obteniendo el siguiente resultado:

Menos del 50% pasa la malla N° 200, con los datos de Límite Líquido e Índice de Plasticidad, se lleva estos valores a la Carta de Plasticidad, en la cual los valores se ubican encima de la Línea A, además su Índice de Plasticidad es mayor que 7, por lo que su clasificación se considera como:

Según clasificación SUCS es un SC: Arena arcillosa.

Gráfico 3. *Gráfica de Plasticidad USCS*



Fuente: Clasificación Unificada de Suelos

3.1.4. Proctor Modificado

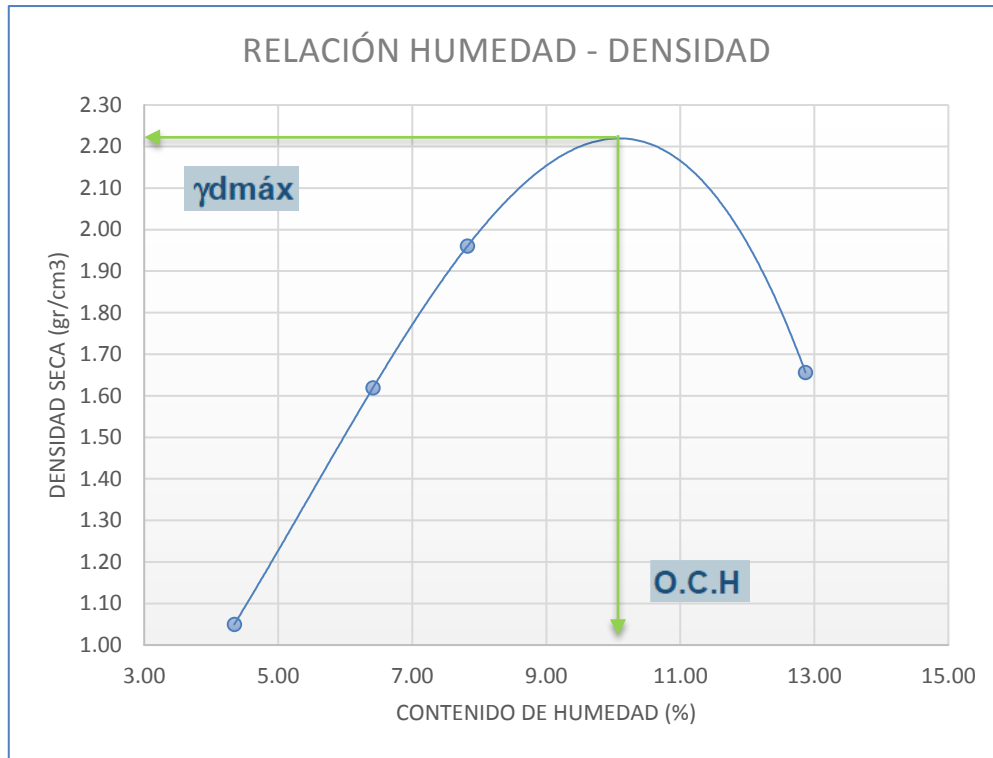
Para determinar el contenido óptimo de humedad y así tener el óptimo grado de compactación, se procedió a realizar el ensayo de Proctor Modificado (Método A) según la ASTM D-1557.91, con cada uno de los materiales estabilizantes y porcentajes utilizados.

3.1.4.1. Proctor Modificado para la muestra patrón.

Tabla 9 Proctor Muestra Patrón

MOLDE N°	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03		MOLDE N° 04	
Peso molde (gr)	4181.10		4181.10		4181.10		4181.10	
Pmh + molde (gr)	5207.50		5795.70		6162.00		5933.10	
Pmh (gr)	1026.40		1614.60		1980.90		1752.00	
Vmh (cm ³)	937.22		937.22		937.22		937.22	
Dh (gr/cm ³)	1.10		1.72		2.11		1.87	
Tara N°	a	b	a	b	a	b	a	b
Pt (gr)	26.60	28.00	27.60	27.20	28.10	27.80	27.10	27.30
Pmh + t (gr)	87.00	72.90	52.70	78.30	88.70	75.50	114.00	107.00
Pms + t (gr)	84.80	70.80	51.10	75.40	84.10	72.20	105.00	97.10
Pw (gr)	2.20	2.10	1.60	2.90	4.60	3.30	9.00	9.90
Pms (gr)	58.20	42.80	23.50	48.20	56.00	44.40	77.90	69.80
W (%)	3.78	4.91	6.81	6.02	8.21	7.43	11.55	14.18
W prom (%)	4.34		6.41		7.82		12.87	
Ds (gr/cm ³)	1.05		1.62		1.96		1.66	

Gráfico 4. Proctor Muestra Patrón



Densidad Seca (Gr/cm³) = 2.21 gr/cm³

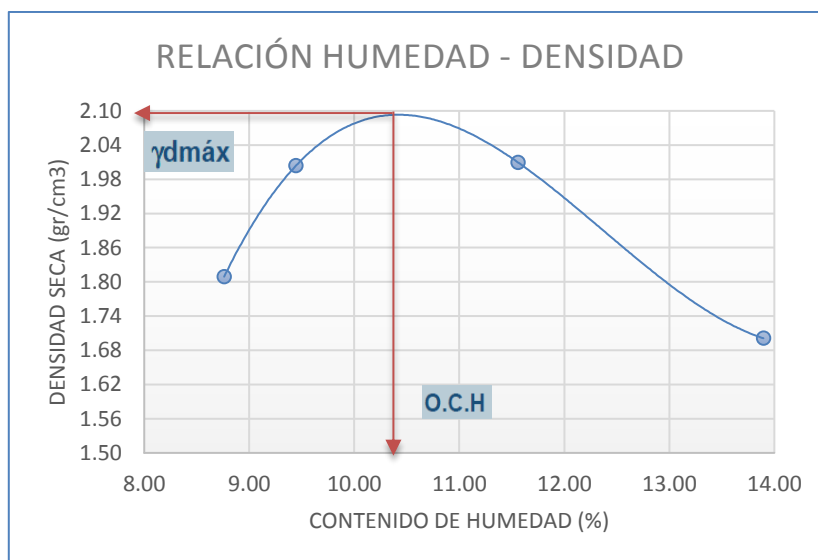
Humedad óptima= 10.2 %

3.1.4.2. Proctor Modificado con 5% de Polímero Natural de Penca

Tabla 10 Proctor con 5% de Polímero Natural de Penca

MOLDE N°	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03		MOLDE N° 04	
Peso molde (gr)	4182.60		4182.60		4182.60		4182.60	
Pmh + molde (gr)	6237.90		6283.80		5998.50		6026.50	
Pmh (gr)	2055.30		2101.20		1815.90		1843.90	
Vmh (cm ³)	937.22		937.22		937.22		937.22	
Dh (gr/cm ³)	2.19		2.24		1.94		1.97	
Tara N°	a	b	a	b	a	b	a	b
Pt (gr)	26.60	28.00	27.60	27.20	28.10	27.80	27.10	27.30
Pmh + t (gr)	108.70	130.20	110.90	134.90	123.40	134.10	113.90	115.60
Pms + t (gr)	101.60	121.40	102.30	123.70	111.80	121.10	106.70	108.70
Pw (gr)	7.10	8.80	8.60	11.20	11.60	13.00	7.20	6.90
Pms (gr)	75.00	93.40	74.70	96.50	83.70	93.30	79.60	81.40
W (%)	9.47	9.42	11.51	11.61	13.86	13.93	9.05	8.48
W prom (%)	9.44		11.56		13.90		8.76	
Ds (gr/cm ³)	2.00		2.01		1.70		1.81	

Gráfico 5. Proctor con 5% de Polímero de Penca



Densidad Seca (Gr/cm³) = 2.09 gr/cm³

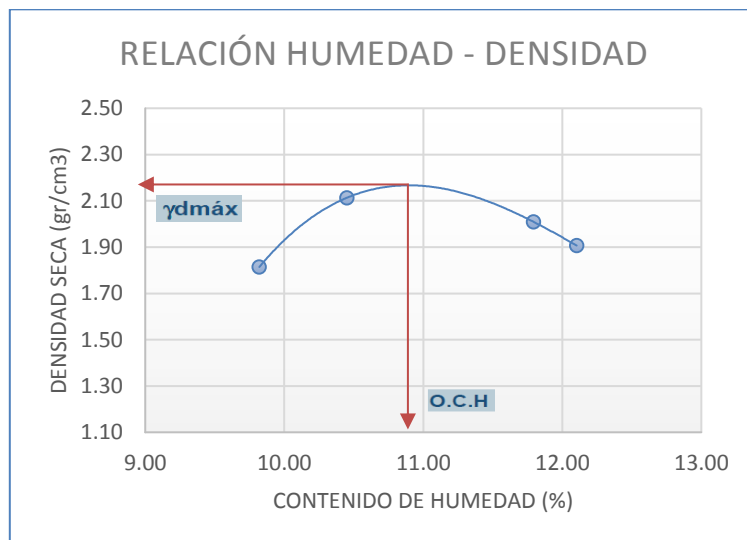
Humedad óptima= 10.4 %

3.1.4.3. Proctor Modificado con 6% de Polímero Natural de Penca

Tabla 11 Proctor con 6% de Polímero Natural de Penca

MOLDE N°	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03		MOLDE N° 04	
Peso molde (gr)	4182.30		4182.30		4182.30		4182.30	
Pmh + molde (gr)	6049.60		6370.10		6287.70		6185.30	
Pmh (gr)	1867.30		2187.80		2105.40		2003.00	
Vmh (cm ³)	937.22		937.22		937.22		937.22	
Dh (gr/cm ³)	1.99		2.33		2.25		2.14	
Tara N°	a	b	a	b	a	b	a	b
Pt (gr)	26.60	28.00	27.60	27.20	28.10	27.90	27.20	27.60
Pmh + t (gr)	114.80	121.80	118.90	117.00	151.50	144.40	143.70	176.90
Pms + t (gr)	107.40	112.90	111.20	107.60	138.60	132.00	131.50	160.30
Pw (gr)	7.40	8.90	7.70	9.40	12.90	12.40	12.20	16.60
Pms (gr)	80.80	84.90	83.60	80.40	110.50	104.10	104.30	132.70
W (%)	9.16	10.48	9.21	11.69	11.67	11.91	11.70	12.51
W prom (%)	9.82		10.45		11.79		12.10	
Ds (gr/cm ³)	1.81		2.11		2.01		1.91	

Gráfico 6. Proctor con 6% de Polímero de Penca



Densidad Seca (Gr/cm³) = 2.18 gr/cm³

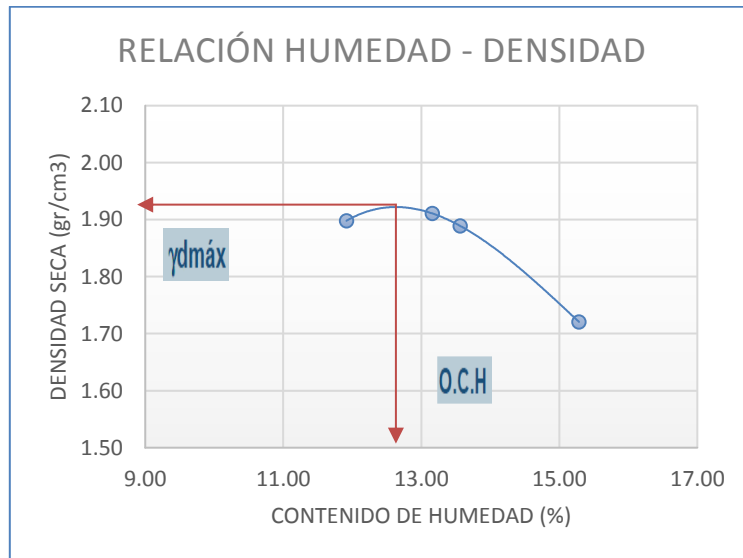
Humedad óptima= 10.9 %

3.1.4.4. Proctor Modificado con 7% de Polímero Natural de Penca

Tabla 12 Proctor con 7% de Polímero Natural de Penca

MOLDE N°	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03		MOLDE N° 04	
Peso molde (gr)	4182.30		4182.30		4182.30		4182.30	
Pmh + molde (gr)	6173.1		6208.9		6192.8		6041.4	
Pmh (gr)	1990.8		2026.6		2010.5		1859.1	
Vmh (cm ³)	937.22		937.22		937.22		937.22	
Dh (gr/cm ³)	2.12		2.16		2.15		1.98	
Tara N°	a	b	a	b	a	b	a	b
Pt (gr)	27.2	27.3	27.3	22.5	21.2	21.4	22.2	21.2
Pmh + t (gr)	128.5	135.4	114.4	121	130.5	141.3	168.4	136.1
Pms + t (gr)	117.8	123.8	104.4	109.4	117.7	126.7	149.1	120.8
Pw (gr)	10.7	11.6	10	11.6	12.8	14.6	19.3	15.3
Pms (gr)	90.6	96.5	77.1	86.9	96.5	105.3	126.9	99.6
W (%)	11.81	12.02	12.97	13.35	13.26	13.87	15.21	15.36
W prom (%)	11.92		13.16		13.56		15.29	
Ds (gr/cm ³)	1.90		1.91		1.89		1.72	

Gráfico 7. Proctor con 7% de Polímero de Penca



Densidad Seca (Gr/cm³) = 1.92 gr/cm³

Humedad óptima= 12.6 %

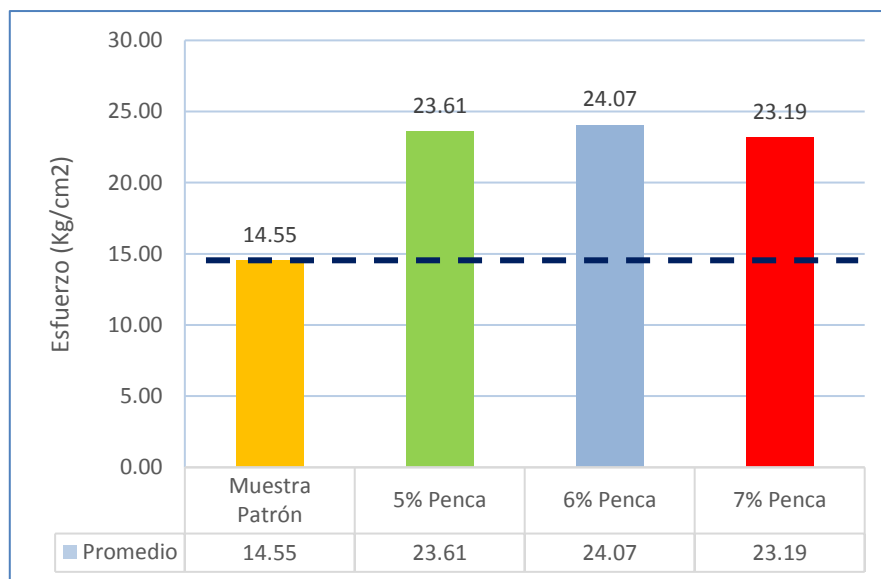
3.2. Resultados de los ensayos a los bloques de Tierra

3.2.1. Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión

Tabla 13 Resistencia a la Compresión

Adobe	Porcentaje	f ^b (Resistencia Promedio)
Compactado	Muestra	14.55
	Patrón	
Polímero de Penca	5% Penca	23.61
	6% Penca	24.07
	7% Penca	23.19

Gráfico 8. *Resumen General de la Resistencia a Compresión*

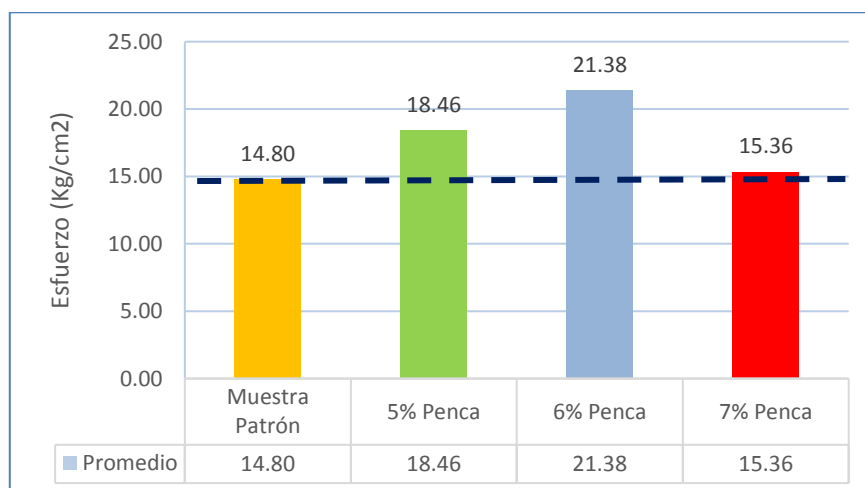


3.2.2. Resultados de Ensayos de Resistencia a la Flexión

Tabla 14 *Resistencia a la Flexión*

Adobe	Porcentaje	f'b (Resistencia Promedio)
Compactado	Muestra Patrón	14.80
Polímero de Penca	5% Penca	18.46
	6% Penca	21.38
	7% Penca	15.36

Gráfico 9. *Resumen General de la Resistencia a la Flexión*

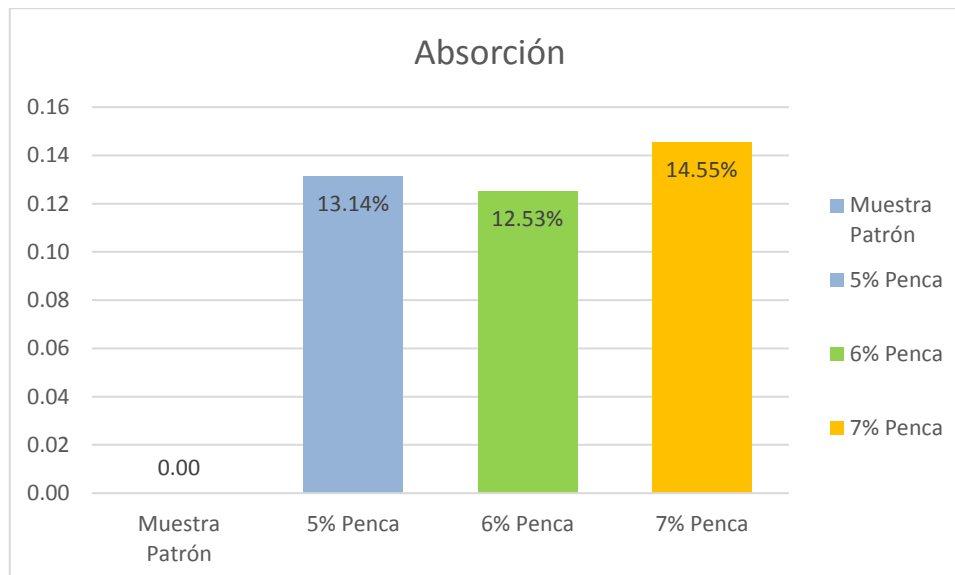


3.2.3. Resultados de Ensayos de Resistencia a la Absorción

Tabla 15 Resistencia a la Absorción

Adobe	Porcentaje	% Absorción
Compactado	Muestra Patrón	----
Polímero de Penca	5% Penca	13.14%
	6% Penca	12.53%
	7% Penca	14.55%

Gráfico 10. Resumen General de la Resistencia a la Absorción



CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los bloques de adobe elaborados con la máquina CINVA RAM de la muestra patrón sin polímero ensayados a compresión superan al valor mínimo que exige la norma E.080 de 10.2 kg/cm², y los bloques con aditivo en porcentajes del 5%, 6% y 7% superan su resistencia a los bloques de adobe de la muestra patrón hasta en un 62.64%.

La resistencia a flexión del adobe compactado con 5% aumenta en un 24.73 % respecto del adobe patrón, el de 6% aumenta en 44.46% con respecto al adobe compactado sin polímero de penca; sin embargo, con un 7% de aditivo la resistencia a la flexión aumenta solo en un 3.78 % respecto de la muestra patrón.

Respecto a la absorción del agua los resultados demuestran la baja resistencia de los adobes patrón sin ninguna adición el cual no resisten 24 horas sumergidas, sin embargo los resultados obtenidos de los adobe compactados con porcentajes de 5%, 6% y 7% si logra resistir 24 horas sumergidos en agua.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación con otras investigaciones, encontramos que los esfuerzos de compresión con la adición de polímero natural de penca en porcentajes de 5%, 6% y 7% superan hasta en un 62.64% mientras que flexión superan hasta 44.46% y respecto a absorción del agua llega hasta un 12.53%, el cual con los resultados obtenidos en la tesis de “Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna”, estos llegan en Compresión hasta 43%, en Flexión hasta un 42% y en Absorción del agua llegando hasta un 15%. Lo que nos muestra que los aditivos naturales si contribuyen a mejorar las características mecánicas y absorción del adobe.

4.2 Conclusiones

- ✓ El polímero natural de penca sí contribuye significativamente a la estabilización del adobe, mejorando sus propiedades mecánicas y la absorción del adobe compactado.
- ✓ El adobe compactado con adición de polímero natural de penca en porcentajes de 5%, 6% y 7% aumenta la resistencia a compresión hasta 23.61 Kg/cm², 24.07 Kg/cm² y 23.19 Kg/cm² respectivamente, y el adobe patrón llega a 14.55 Kg/cm², siendo estos valores mayor a lo que especifica la norma E.080 – Adobe, el cual indica una resistencia mínima a compresión de 10.2 kg/cm².
- ✓ El adobe compactado con adición de polímero natural de penca en porcentajes de 5%, 6% y 7% aumentan la resistencia a la flexión hasta 18.46 Kg/cm², 21.38 Kg/cm² y 15.36 Kg/cm² respectivamente y el adobe patrón llega a 14.80 Kg/cm², siendo estos valores mayor a los que especifica la norma E.080 – Adobe, el cual indica una resistencia mínima a flexión de 0.81 kg/cm².
- ✓ La prueba de absorción de agua para la muestra patrón no resistió, pero los bloques de adobe con adición de polímero natural de penca en porcentajes de 5%, 6% y 7% logran resistir los efectos del agua con porcentaje de absorción de 13.14%, 12.53% y 14.55% respectivamente.
- ✓ La hipótesis sobre la resistencia a compresión en porcentajes de 5%, 6% y 7% con polímero natural de penca no cumple ya que la resistencia llega hasta 59.53%, 62.64% y 56.69 % respectivamente respecto al adobe patrón, la resistencia flexión en porcentajes de 5% y 6% con polímero natural de penca no cumple la hipótesis ya que aumenta hasta un 24.73% y 44.46 % respectivamente, sin embargo con el porcentaje de 7% con polímero natural de penca si cumple ya que llega hasta 3.78% respecto al adobe patrón, y la prueba de absorción del adobe no cumple ya que superan el 10 % de absorción establecido en la hipótesis.

REFERENCIAS

- Houben, H., & Guillard, H. (1994). *Earth Construction: A comprehensive guide*. London, UK: Practical Action .
- Baldeón, E. (2013). Estudio De Retención De Metales Pesados En Aguas Sintéticas (Preparadas En El Laboratorio) Utilizando Como Lecho Filtrante La Fibra De Cabuya *Furcraea Andina* Como Alternativa De Biorremediación.
- Benites, V. B. (2017). “*Adobe estabilizado con extracto de cabuya (Furcraea andina)*” (Tesis en licenciatura en ingeniería civil). (F. d. Ingeniería, Ed.) Piura, Perú: Universidad de Piura. Obtenido de https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI_237.pdf?sequence=1
- Bosch, D. (2010). *Identificación y Clasificación De Suelos*. Argentina. Obtenido de <http://ing.unne.edu.ar/pub/Geotecnia/2k8-04-10/u-iv-b.pdf>
- Cano, J. (2008). *Introducción A La Historia Del Urbanismo*. México, D.F: Limusa S.A. Obtenido de http://www.academia.edu/22562434/INTRODUCCION_A_LA_HISTORIA_DEL_URBANISMO
- Carranza, M. (2010). *¿Existen técnicas adecuadas de construcción con tierra para países sísmico?* Barcelona. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13543/Carranza_Marcela_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Correo. (07 de Marzo de 2015). Cajamarca: Más de 20 viviendas inundadas por desborde. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/ciudad/cajamarca-mas-de-20-viviendas-inundadas-por-desborde-570316/1>
- Gama, J., Cruz Cruz, T., Pi Puig, T., Alcalá Martínez, R., Cabadas Báez, H., Jasso Castañeda, C., . . . Vilanova de Allende, R. (2012). Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(2), 177-188.
- INEI. (2008). *Perfil Sociodemográfico del Departamento de Cajamarca*. Cajamarca, Perú. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1136/libro.pdf
- INEI. (2015). *Encuesta Nacional de Hogares* (Segunda ed.). Lima, Perú. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma E.080 "Diseño Y Construcción Con Tierra Reforzada"*.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.129. (1999). Límite Líquido. *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=3308
- Norma Técnica Peruana NTP 339.127. (1998). Contenido de Humedad. *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. Lima. Obtenido de

https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=3306

- Norma Técnica Peruana NTP 339.128. (1999). Ensayo de Granulometría método de lavado. *Método de ensayo para el análisis granulométrico*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=3307
- Norma Técnica Peruana NTP 339-141. (1999). Proctor Modificado Método A. *Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³))*. Lima. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=3405
- NTE E.080. (2018). *Norma Técnica de Edificación E 080 - Adobe*. Obtenido de http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/TITULO_III_EDIFICACIONES/III.2%20ESTRUCTURAS/E.080%20ADOBE.pdf
- Pardavé, M. (2010). *uni.edu.pe*. Obtenido de <http://cefcic.uni.edu.pe/archivos/Clasificacion%20de%20suelos%20-%20MAD.pdf>
- Rael, R. (2009). *Earth Architecture*. New York, EE.UU: Princeton Architectural Press. Obtenido de https://books.google.com.pe/books/about/Earth_Architecture.html?id=BsLAeifqe4EC&redir_esc=y
- Ríos, E. (2010). *Efecto de la adición de látex natural y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado*. Instituto Politécnico Nacional., Oaxaca, México. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10621/199.pdf?sequence=1>
- Rodríguez, & Saroza. (2006). *Materiales de Construcción - Identificación de la composición óptima del adobe como material de construcción de una escuela en Cuba*. España. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/26524174_Determination_of_the_optimum_composition_of_adobe_brick_for_a_school_in_Cuba?origin=publication_list
- Roux, R. S., & Olivares, M. (2002). *Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con Cemento Portland al 6% y reforzados con fibra de Coco, para muros de carga en Tampico*. Tamaulipas: Informe de la Construcción.
- Sánchez, K. Y. (2009). *Propuesta de aditivos naturales y microfibras de papel para reparar fisuras en muros de monumentos históricos de tierra*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/506>
- SENAMHI. (03 de Octubre de 2017). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Del Perú*. Obtenido de <http://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0011>
- SENCICO, C. S. (07 de Abril de 2017). E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada. *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- Vilela. (2010). *Estabilización de suelos dirigida a la fabricación de bloques de adobe, propuesta metodológica*. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

ANEXOS

1. Matriz de Consistencia

“PROPIEDADES MECÁNICAS Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO AL INCORPORAR POLÍMERO NATURAL DE PENCA, CAJAMARCA 2018”

Tabla 16 Matriz De Consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO	INSTRUMENTO	ESTADÍSTICA
<p>Pregunta General</p> <p>¿En cuánto varía las propiedades mecánicas y la absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de Penca?</p>	<p>Objetivos General</p> <p>Determinar las propiedades mecánicas y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Las propiedades mecánicas y absorción del adobe compactado al incorporar polímero natural de penca, varían hasta en 10% en comparación con los adobes compactados sin adición.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Porcentaje Incorporación de polímero natural de penca</p>	<p>Población:</p> <p>Adobes</p> <p>Muestra:</p> <p>Se realizará 88 bloques de adobe</p> <p>-Compresión: 32 Adobes</p> <p>-Flexión: 32 Adobes</p> <p>-Absorción: 24 Adobes</p>	<p>Método:</p> <p>Experimental</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Diseño:</p> <p>Aplicativo - Experimental</p>	<p>Fichas técnicas</p> <p>Fichas de recolección de datos de Ensayos</p> <p>Formatos de Laboratorio</p>	<p>Muestra No probabilística</p>
<p>Objetivos Específicos</p> <p>-Determinar la resistencia a compresión axial de adobes compactados al incorporar polímero natural de penca en dosis de 5%, 6% y 7% y de adobe sin adición para comparar sus resultados.</p> <p>-Determinar la resistencia a la flexión axial de adobes compactados al incorporar polímero natural de penca en dosis de 5%, 6% y 7% y de adobe sin adición para comparar sus resultados.</p> <p>-Determinar el porcentaje de absorción de agua de adobes compactados al incorporar polímero natural de penca en dosis de 5%, 6% y 7% y de adobe sin adición para comparar sus resultados.</p>			<p>Variables Dependientes:</p> <p>Resistencia Mecánica</p> <p>Absorción del adobe</p>				

2. Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 17 Matriz De Operacionalización de Variables

Variable Independiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Medición
Porcentaje de Incorporación de Polímero Natural de Penca	Modifica la resistencia mecánica y absorción del adobes compactado	Estabilización del Adobe	Dosificación	% de Polímero Natural de Penca

Variables dependientes	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumento	
Propiedades Mecánicas	Resistencia a Compresión	Resistencia a la Compresión	Esfuerzo	Kg/cm ²	Compresómetro	
			Deformación	mm		
		Distribución Granulométrica	Curva Granulométrica	Unidad	Normas, Formatos	
		Dimensiones de Adobe	Longitud del Tizón	Cm	Bernier	
			Longitud de la Soga	Cm		
	Longitud del Grueso		cm			
	Resistencia a Flexión	Permite determinar la deformación del material y su capacidad de resistencia a la tracción. (Sánchez, 2009)	Resistencia a la Flexión	Esfuerzo	Kg/cm ²	Compresómetro
				Deformación	mm	
			Distribución Granulométrica	Curva Granulométrica	Unidad	Normas, Formatos
			Dimensiones de Adobe	Longitud del Tizón	Cm	Bernier
Longitud de la Soga				Cm		
Longitud del Grueso	cm					
Longitud entre Ejes de Apoyos	cm					
	Longitud entre Ejes de Apoyos	cm				
	Absorción del Adobe	Mide la absorción de la unidad sumergida en agua. (Roux & Olivares, 2002)	Porcentaje de Absorción de Agua	Ensayo de Absorción de Agua	Porcentaje (%)	Balanza con precisión a gramos

3. Extracción de Polímero Natural de Penca



Figura 14 Extracción de Polímero Natural de Penca



Figura 15 Extracción de Polímero Natural de Penca mediante Torsión

4. Ensayo de Contenido de Humedad



Figura 16 Colocando las taras al horno por el encargo del laboratorio de suelos durante 24 horas a 105°C



Figura 17 Pesando la muestra seca.

5. Ensayo de Granulometría por Lavado



Figura 18 Tamizando la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua.



Figura 19 Colocando la muestra que queda en la malla N°200 al horno.



Figura 20 Realizando la granulometría del material lavado después de secarse en el horno.



Figura 21 Pesando el material tamizado por las mallas correspondientes.

6. Ensayos de Límites de Consistencia

6.1. Límite Líquido



Figura 22 Realizando una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quedo dividida en dos partes.



Figura 23 Sacando muestra de la copa de Casagrande en taras.

7. Ensayo de Proctor



Figura 24 Midiendo el molde para el ensayo de proctor modificado.



Figura 25 Pesando el molde para el ensayo de proctor modificado.

8. Elaboración de Adobes



Figura 26 Elaboración de Adobes y Supervisión de nuestro Asesor.



Figura 27 Culminación de Elaboración de Adobes

9. Ensayos de Compresión y Flexión



Figura 28 Adobes en Laboratorio de Concreto



Figura 29 Medición de los Adobes



Figura 30 Inicio para ensayos de Compresión



Figura 31 Realizando ensayos



Figura 32 Realizando Ensayos con apoyo de asesor



Figura 33 Realizando ensayo de Compresión



Figura 34 Realizando ensayo de Compresión



Figura 35 Realizando ensayo de Flexión



Figura 36 Realizando ensayo de Flexión de diferentes porcentajes



Figura 37 Culminación de Ensayos

10. Ensayos de Absorción



Figura 38 Pesado de los Adobes



Figura 39 Pesado de los Adobes de Diferentes Porcentajes



Figura 40 Poner a sumergir el adobe en agua



Figura 41 Colocando todos los adobes de diferentes porcentajes en agua



Figura 42 Retirado de Adobes después de haber estado sumergido en agua por 24 horas



Figura 43 Resto de Adobes por haber estado sumergido en agua



Figura 44 Adobes con incorporación de polímero de Penca



Figura 45 Pesado de Adobes después de haber estado sumergido al agua



Figura 46 Resto de Adobes sumergido en agua

11. Resultados de Ensayos a Compresión

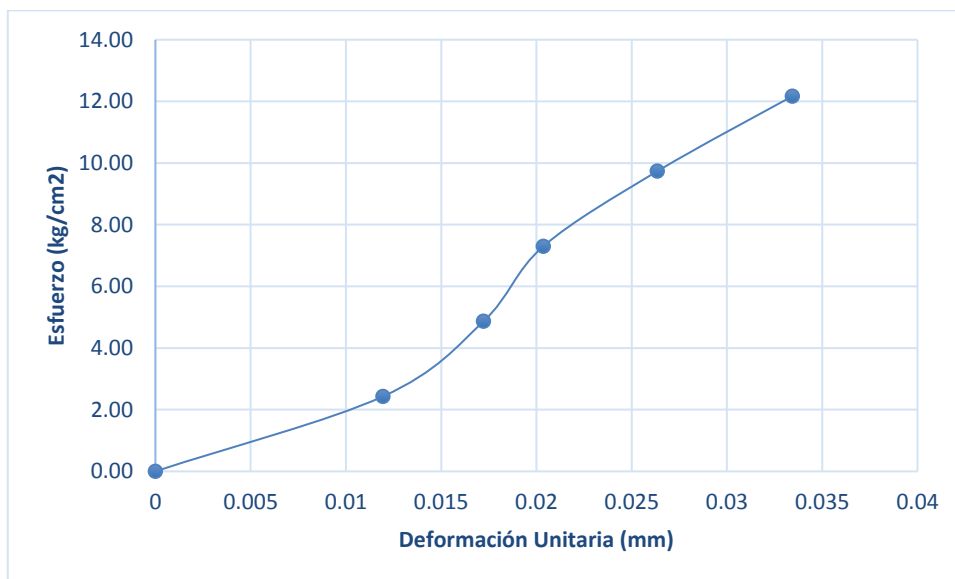
11.1. Muestra Patrón

Muestra N° 1

Tabla 18 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 1

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,43	1,18	0,01
1000	4,87	1,70	0,02
1500	7,30	2,01	0,02
2000	9,73	2,60	0,03
2500	12,17	3,30	0,03

Gráfico 11. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1

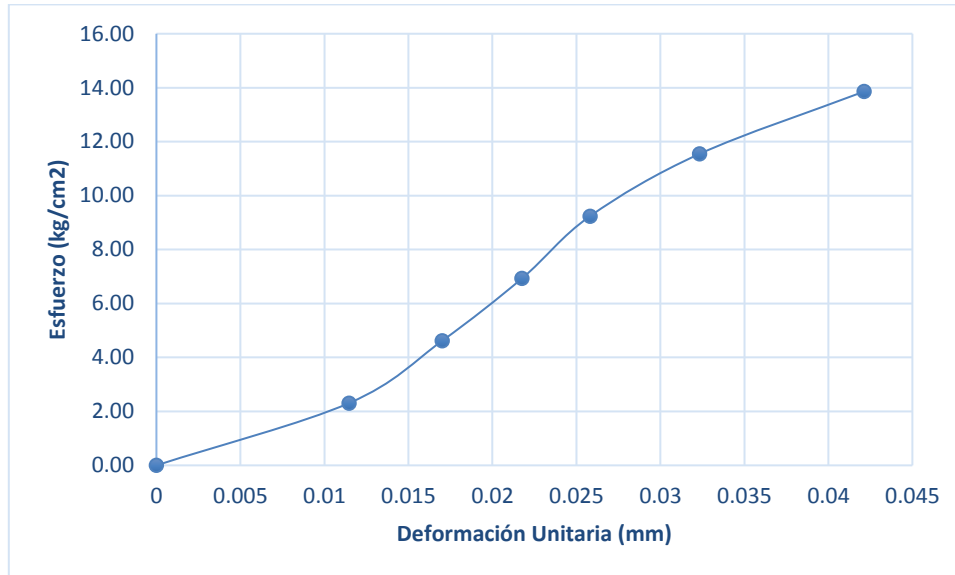


Muestra N° 2

Tabla 19 Resultado de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 2.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,31	1,16	0,01
1000	4,62	1,72	0,02
1500	6,93	2,20	0,02
2000	9,24	2,61	0,03
2500	11,55	3,27	0,03
3000	13,86	4,26	0,04

Gráfico 12. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2

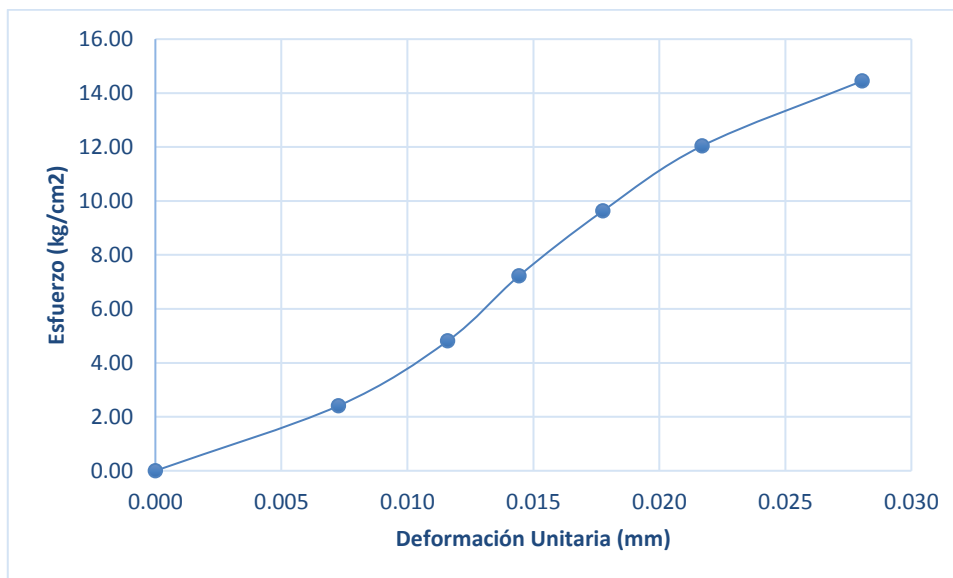


Muestra N° 3

Tabla 20 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 3

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0,000
500	2,41	0,72	0,007
1000	4,82	1,15	0,012
1500	7,22	1,43	0,014
2000	9,63	1,76	0,018
2500	12,04	2,15	0,022
3000	14,45	2,78	0,028

Gráfico 13. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3.

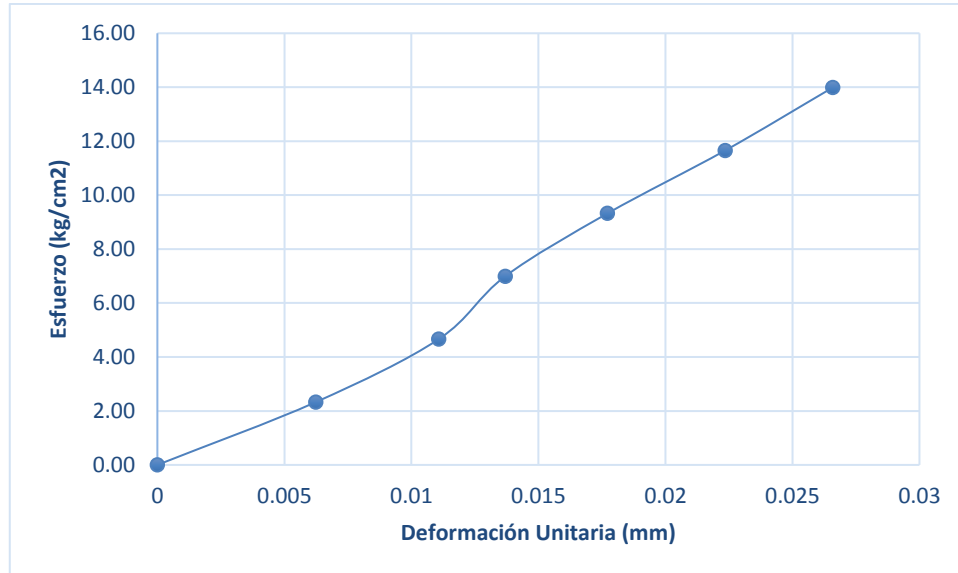


Muestra N° 4

Tabla 21 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 4 de bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,33	0,62	0,01
1000	4,66	1,10	0,01
1500	6,99	1,36	0,01
2000	9,33	1,76	0,02
2500	11,66	2,22	0,02
3000	13,99	2,64	0,03

Gráfico 14. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4.

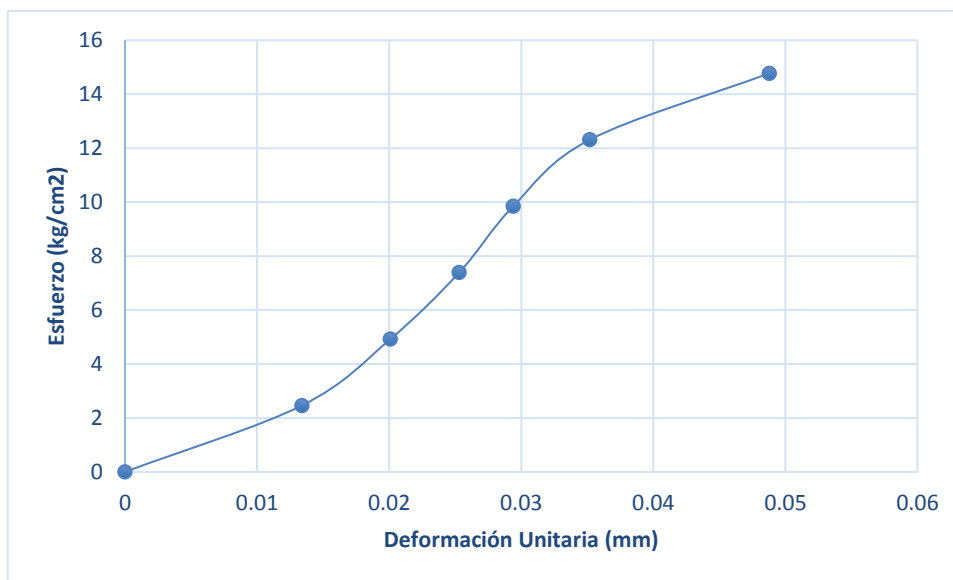


Muestra N° 5

Tabla 22 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 5.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0	0	0
500	2,46	1,34	0,01
1000	4,93	2,01	0,02
1500	7,39	2,53	0,03
2000	9,85	2,94	0,03
2500	12,31	3,52	0,04
3000	14,78	4,88	0,05

Gráfico 15. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5

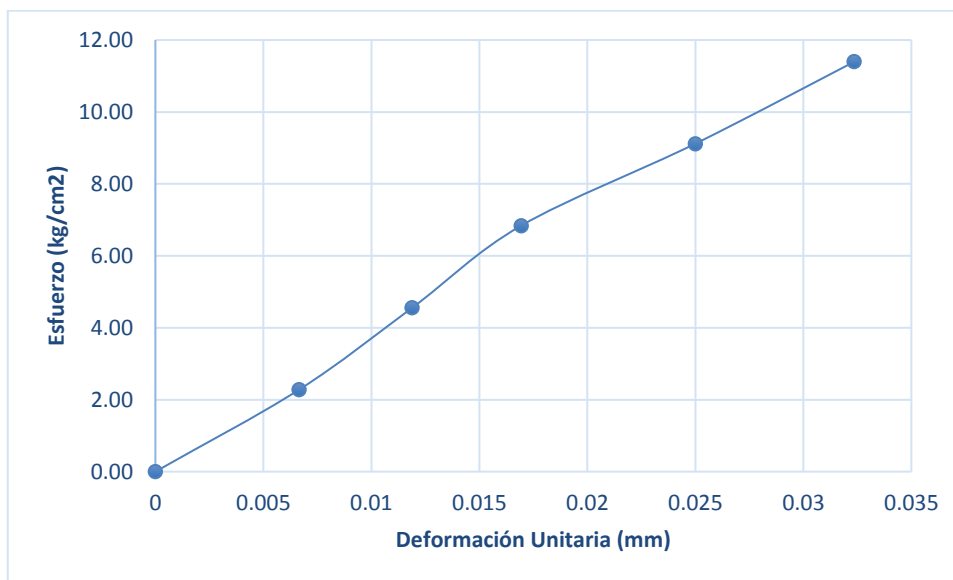


Muestra N° 6

Tabla 23 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 6 de bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,28	0,66	0,01
1000	4,56	1,18	0,01
1500	6,84	1,68	0,02
2000	9,12	2,48	0,03
2500	11,40	3,21	0,03

Gráfico 16. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe compactado.

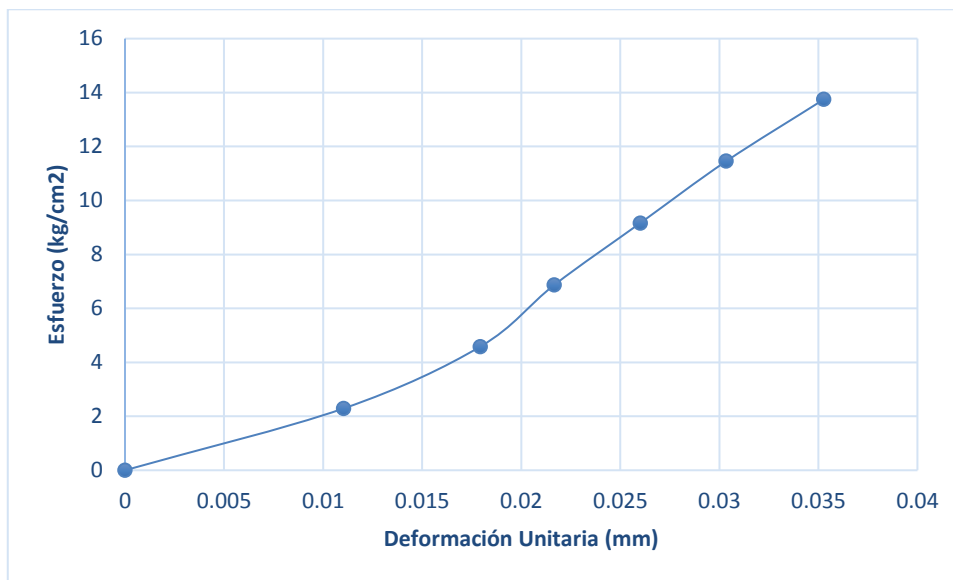


Muestra N° 7

Tabla 24 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 7.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0	0	0
500	2,29	1,12	0,01
1000	4,58	1,82	0,02
1500	6,87	2,20	0,02
2000	9,16	2,64	0,03
2500	11,45	3,08	0,03
3000	13,75	3,58	0,04

Gráfico 17. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7.

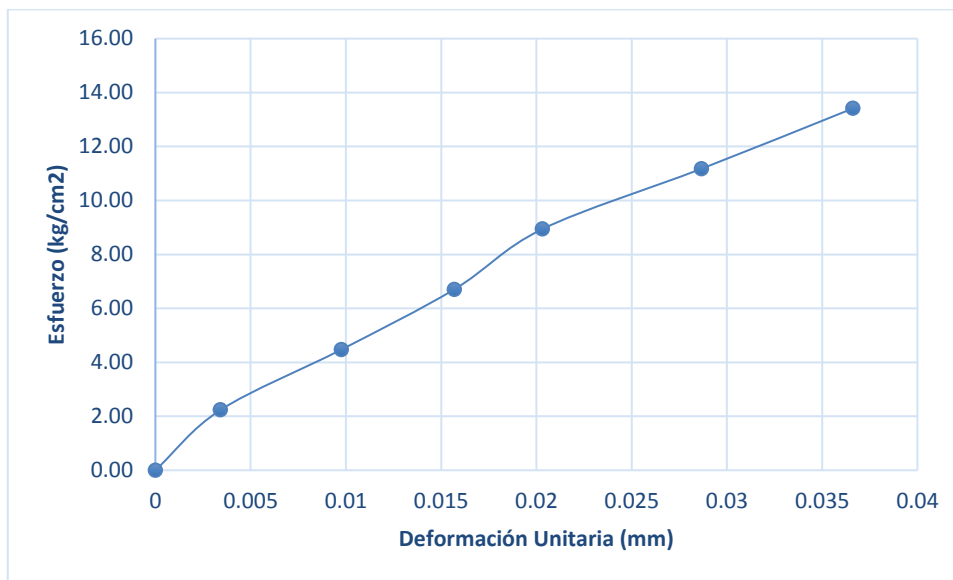


Muestra N° 8

Tabla 25 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 8

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,24	0,34	0,00
1000	4,47	0,97	0,01
1500	6,71	1,56	0,02
2000	8,94	2,02	0,02
2500	11,18	2,85	0,03
3000	13,41	3,64	0,04

Gráfico 18. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8



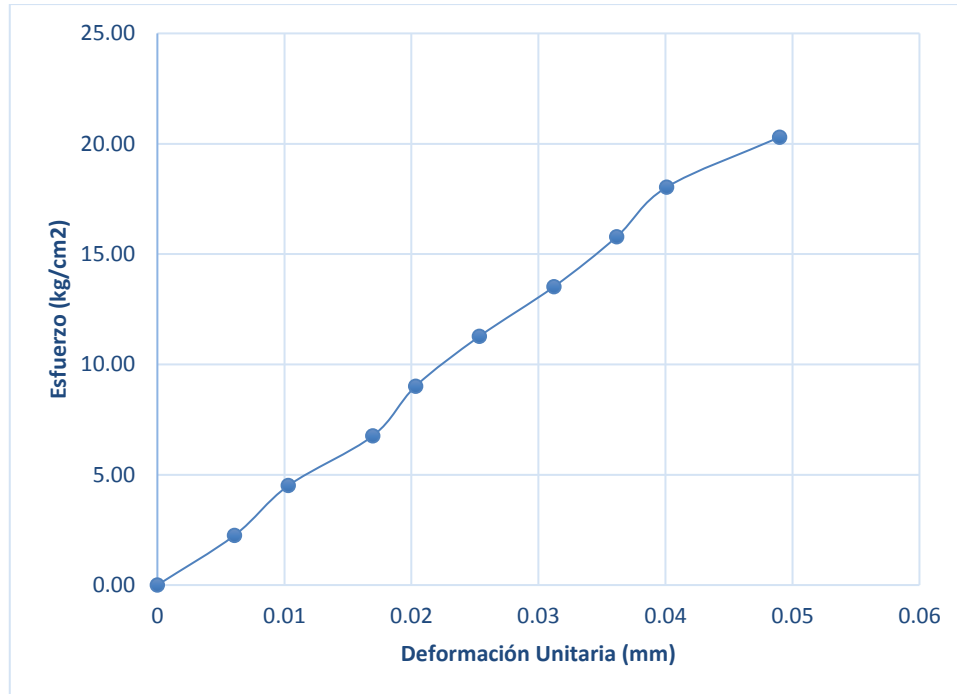
11.2. Ensayo a compresión con 5% de polímero natural de penca.

Muestra N° 1

Tabla 26 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.25	0.63	0.01
1000	4.51	1.07	0.01
1500	6.76	1.76	0.02
2000	9.02	2.11	0.02
2500	11.27	2.63	0.03
3000	13.53	3.24	0.03
3500	15.78	3.75	0.04
4000	18.04	4.16	0.04
4500	20.29	5.08	0.05

Gráfico 19. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

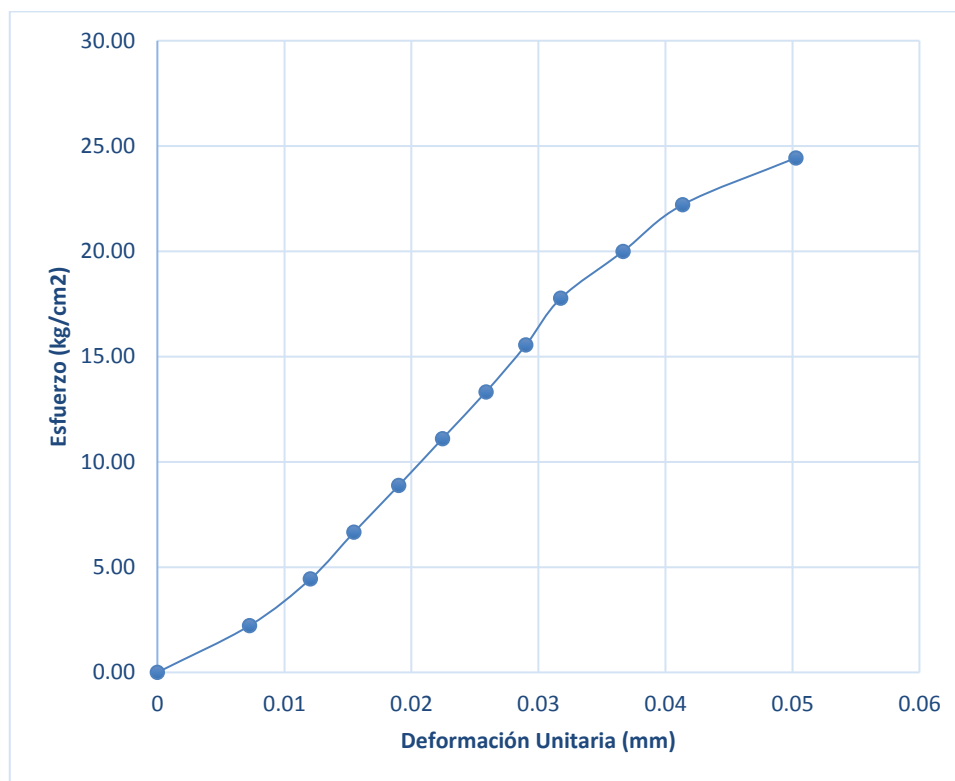


Muestra N° 2

Tabla 27 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,22	0,74	0,0072549
1000	4,44	1,23	0,01205882
1500	6,67	1,58	0,0154902
2000	8,89	1,94	0,01901961
2500	11,11	2,29	0,02245098
3000	13,33	2,64	0,02588235
3500	15,55	2,96	0,02901961
4000	17,77	3,24	0,03176471
4500	20,00	3,74	0,03666667
5000	22,22	4,22	0,04137255
5500	24,44	5,13	0,05029412

Gráfico 20. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

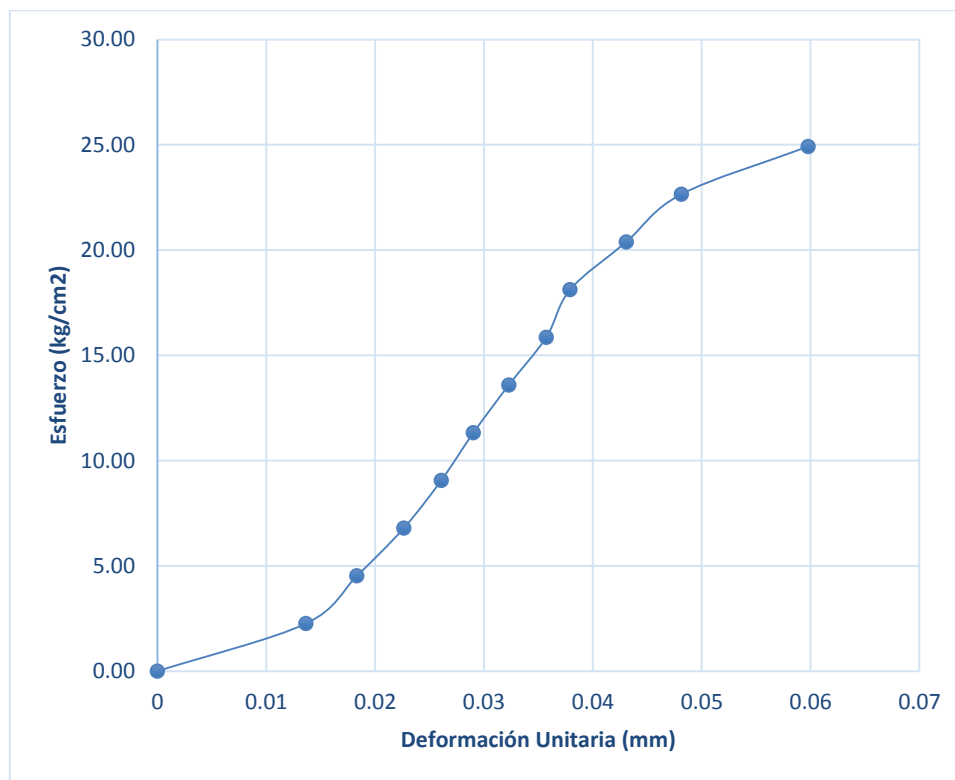


Muestra N° 3

Tabla 28 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,27	1,43	0,01
1000	4,53	1,92	0,02
1500	6,80	2,37	0,02
2000	9,06	2,73	0,03
2500	11,33	3,04	0,03
3000	13,59	3,38	0,03
3500	15,86	3,74	0,04
4000	18,12	3,97	0,04
4500	20,39	4,51	0,04
5000	22,66	5,04	0,05
5500	24,92	6,26	0,06

Gráfico 21. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

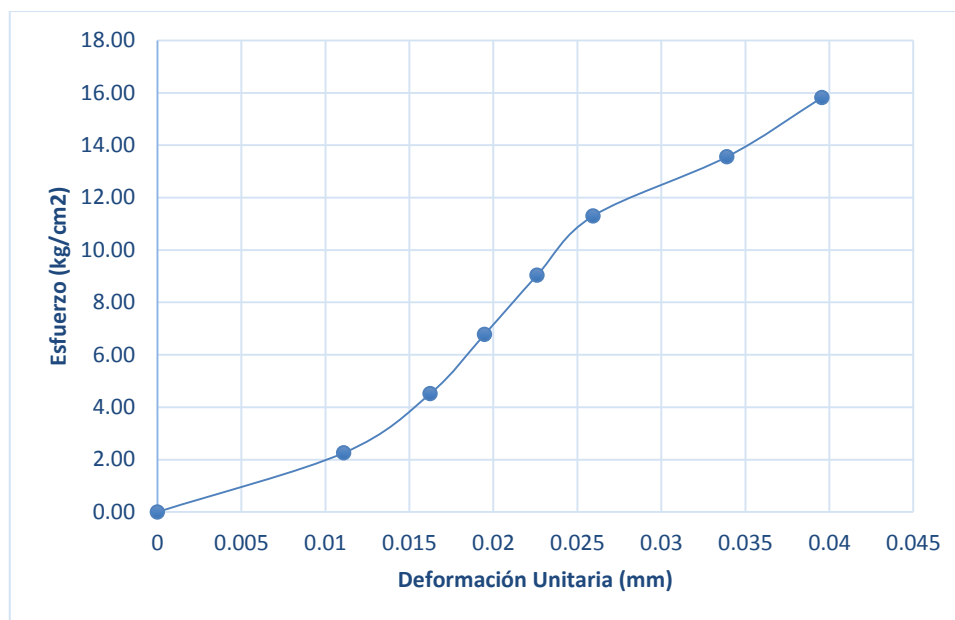


Muestra N° 4

Tabla 29 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,26	1,10	0,01
1000	4,52	1,61	0,02
1500	6,78	1,93	0,02
2000	9,04	2,24	0,02
2500	11,30	2,57	0,03
3000	13,56	3,36	0,03
3500	15,82	3,92	0,04

Gráfico 22. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

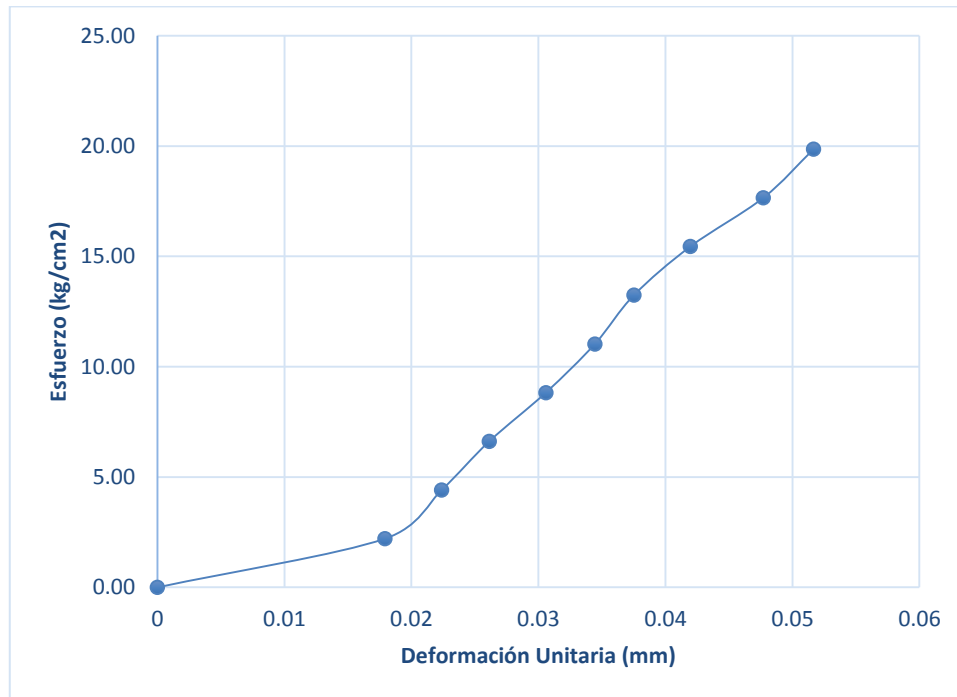


Muestra N° 5

Tabla 30 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.21	1.81	0.02
1000	4.42	2.26	0.02
1500	6.62	2.64	0.03
2000	8.83	3.09	0.03
2500	11.04	3.48	0.03
3000	13.25	3.79	0.04
3500	15.45	4.24	0.04
4000	17.66	4.82	0.05
4500	19.87	5.22	0.05

Gráfico 23. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

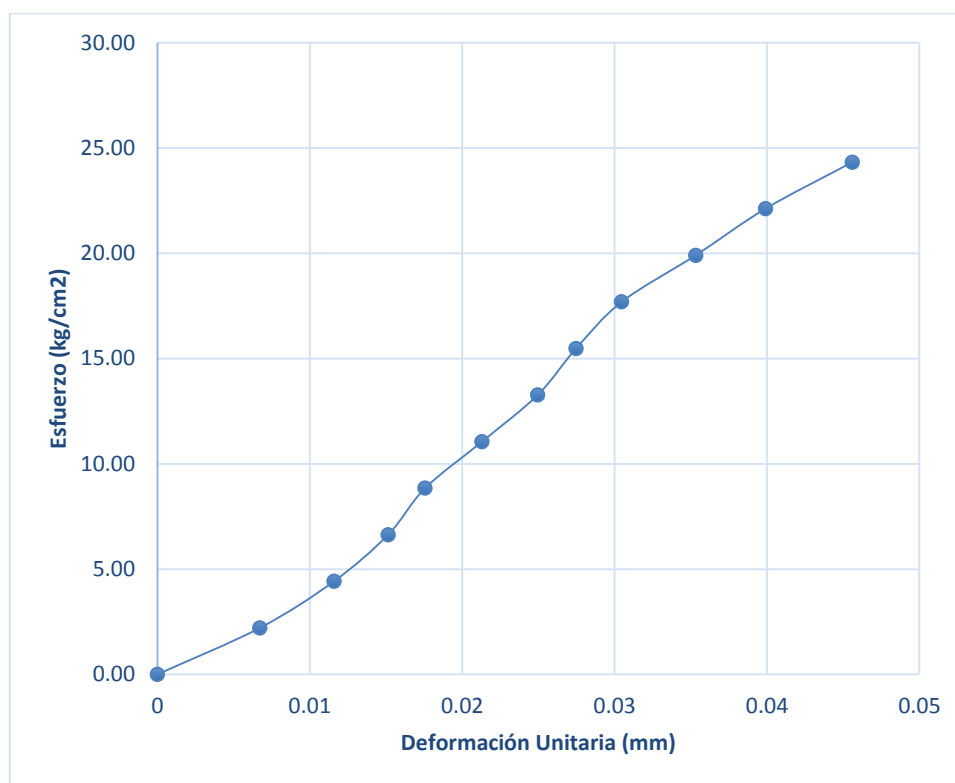


Muestra N° 6

Tabla 31 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.21	0.72	0.01
1000	4.42	1.24	0.01
1500	6.64	1.62	0.02
2000	8.85	1.88	0.02
2500	11.06	2.28	0.02
3000	13.27	2.67	0.02
3500	15.48	2.94	0.03
4000	17.70	3.26	0.03
4500	19.91	3.78	0.04
5000	22.12	4.27	0.04
5500	24.33	4.88	0.05

Gráfico 24. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

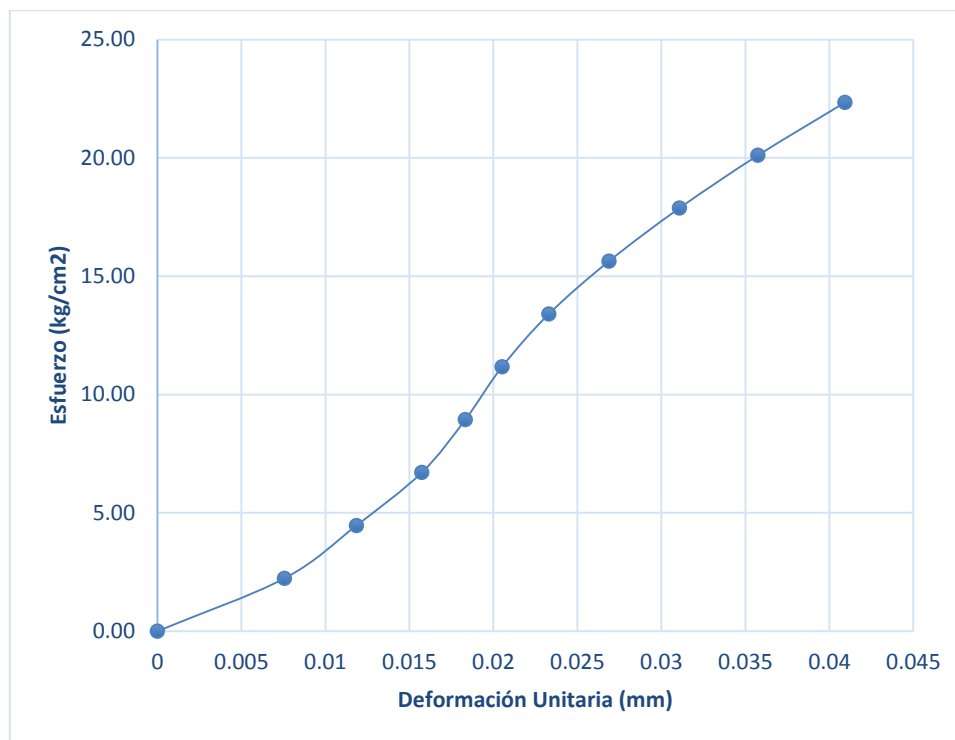


Muestra N° 7

Tabla 32 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.23	0.76	0.01
1000	4.47	1.19	0.01
1500	6.70	1.58	0.02
2000	8.94	1.84	0.02
2500	11.17	2.06	0.02
3000	13.41	2.34	0.02
3500	15.64	2.70	0.03
4000	17.87	3.12	0.03
4500	20.11	3.59	0.04
5000	22.34	4.11	0.04

Gráfico 25. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

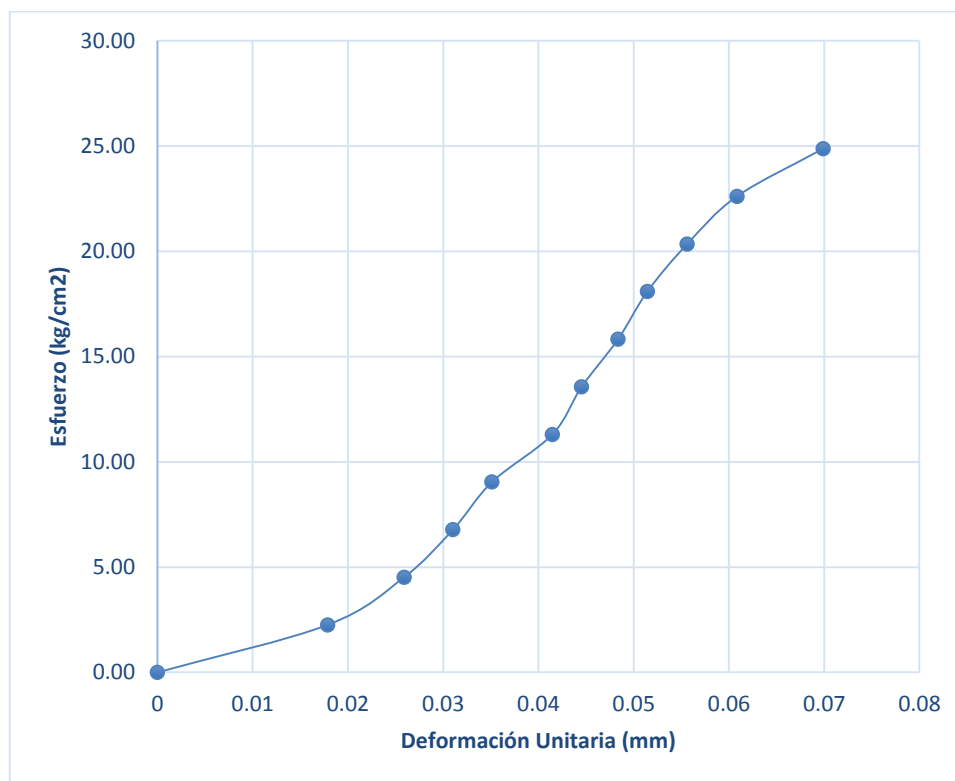


Muestra N° 8

Tabla 33 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,26	1,92	0,02
1000	4,52	2,78	0,03
1500	6,78	3,33	0,03
2000	9,05	3,77	0,04
2500	11,31	4,45	0,04
3000	13,57	4,78	0,04
3500	15,83	5,19	0,05
4000	18,09	5,52	0,05
4500	20,35	5,97	0,06
5000	22,61	6,53	0,06
5500	24,88	7,50	0,07

Gráfico 26. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.



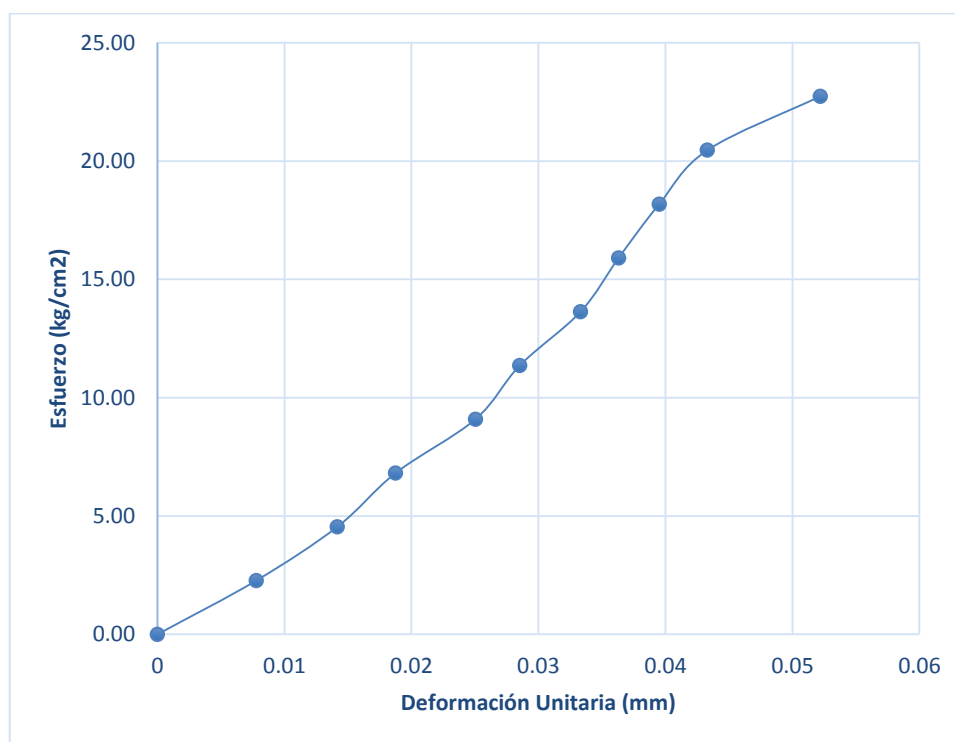
11.3. Ensayo a compresión con 6% de polímero natural de penca.

Muestra N° 1

Tabla 34 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,27	0,78	0,01
1000	4,55	1,42	0,01
1500	6,82	1,88	0,02
2000	9,09	2,51	0,03
2500	11,37	2,86	0,03
3000	13,64	3,34	0,03
3500	15,92	3,64	0,04
4000	18,19	3,96	0,04
4500	20,46	4,34	0,04
5000	22,74	5,23	0,05

Gráfico 27. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

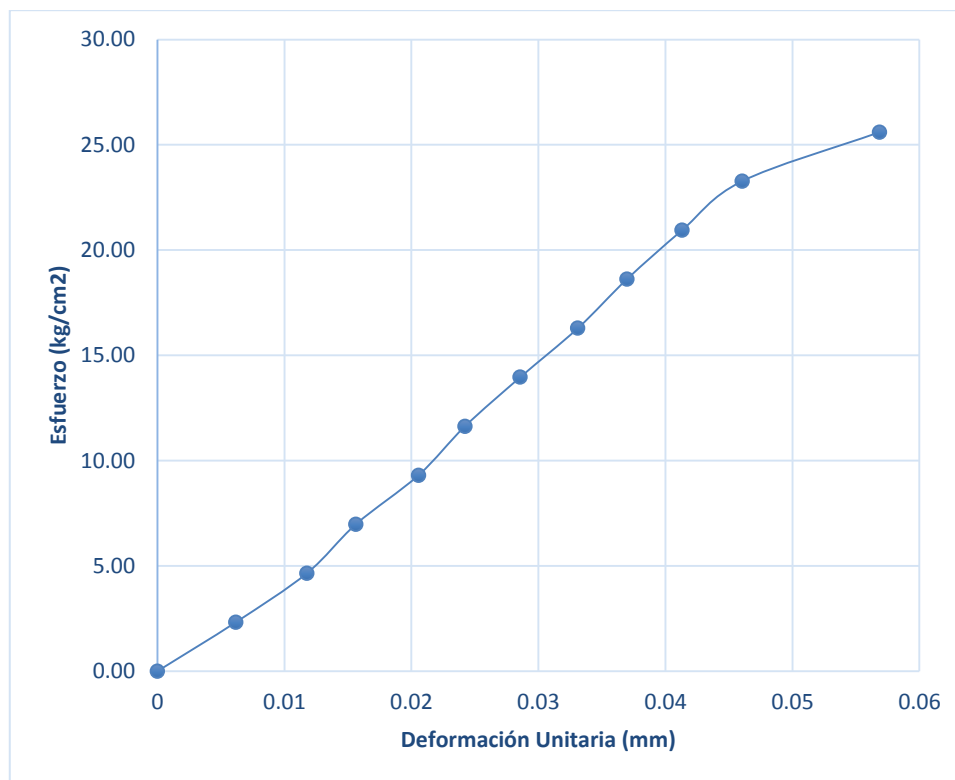


Muestra N° 2

Tabla 35 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,33	0,64	0,01
1000	4,65	1,22	0,01
1500	6,98	1,62	0,02
2000	9,31	2,13	0,02
2500	11,64	2,51	0,02
3000	13,96	2,96	0,03
3500	16,29	3,43	0,03
4000	18,62	3,83	0,04
4500	20,95	4,28	0,04
5000	23,27	4,77	0,05
5500	25,60	5,89	0,06

Gráfico 28. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

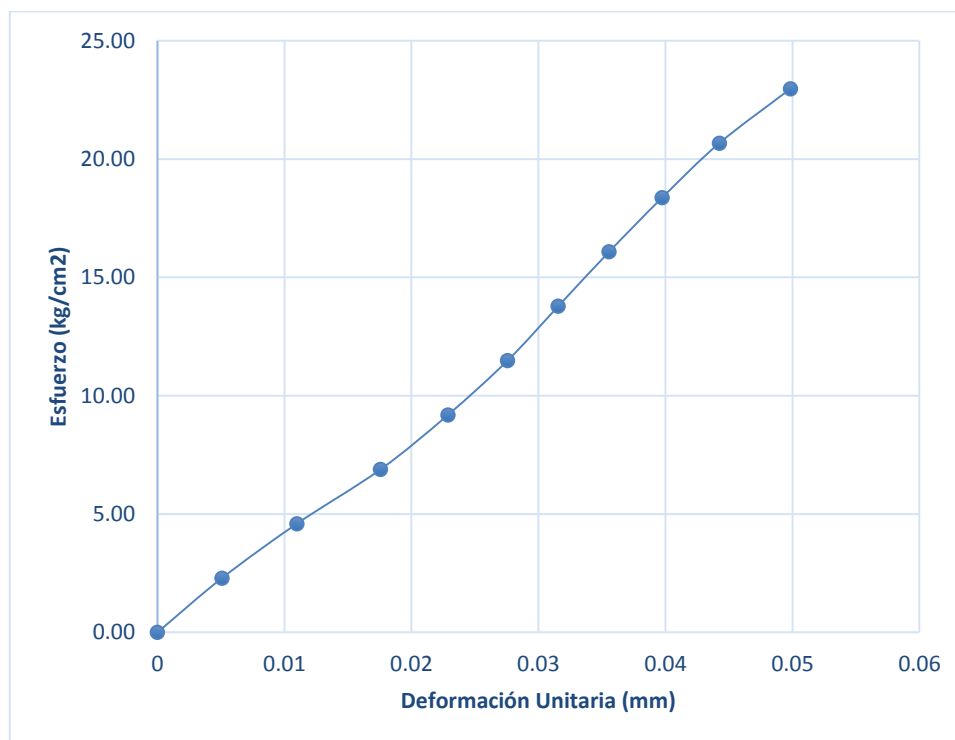


Muestra N° 3

Tabla 36 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,30	0,51	0,01
1000	4,59	1,10	0,01
1500	6,89	1,76	0,02
2000	9,19	2,29	0,02
2500	11,49	2,76	0,03
3000	13,78	3,16	0,03
3500	16,08	3,56	0,04
4000	18,38	3,98	0,04
4500	20,68	4,43	0,04
5000	22,97	4,99	0,05

Gráfico 29. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

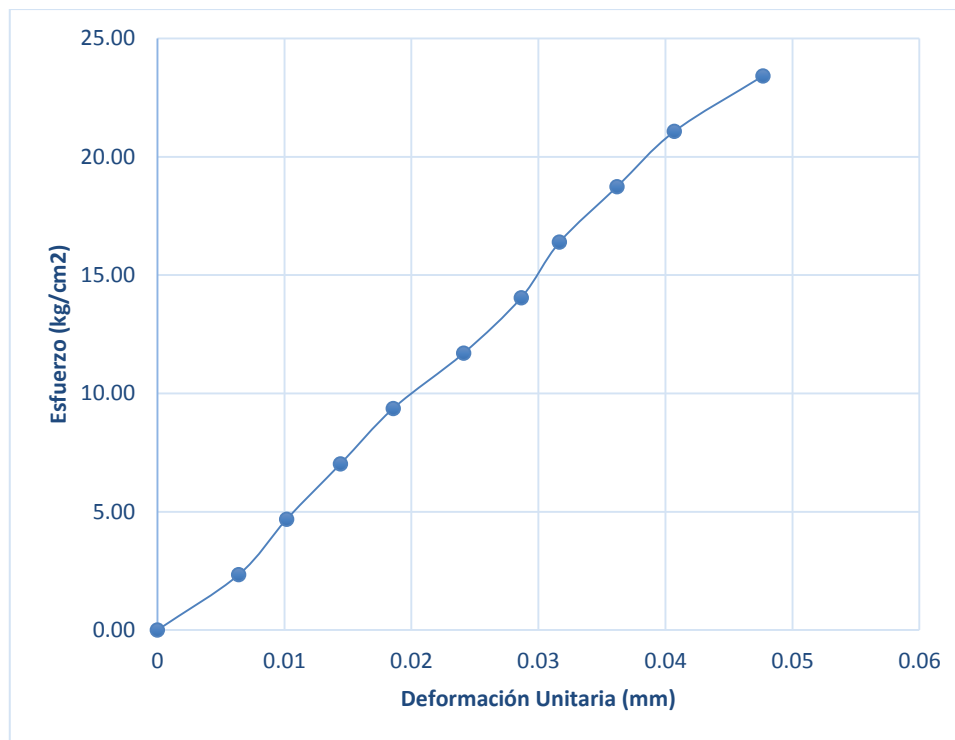


Muestra N° 4

Tabla 37 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,34	0,68	0,01
1000	4,68	1,08	0,01
1500	7,02	1,53	0,01
2000	9,37	1,97	0,02
2500	11,71	2,56	0,02
3000	14,05	3,04	0,03
3500	16,39	3,36	0,03
4000	18,73	3,84	0,04
4500	21,07	4,32	0,04
5000	23,42	5,06	0,05

Gráfico 30. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

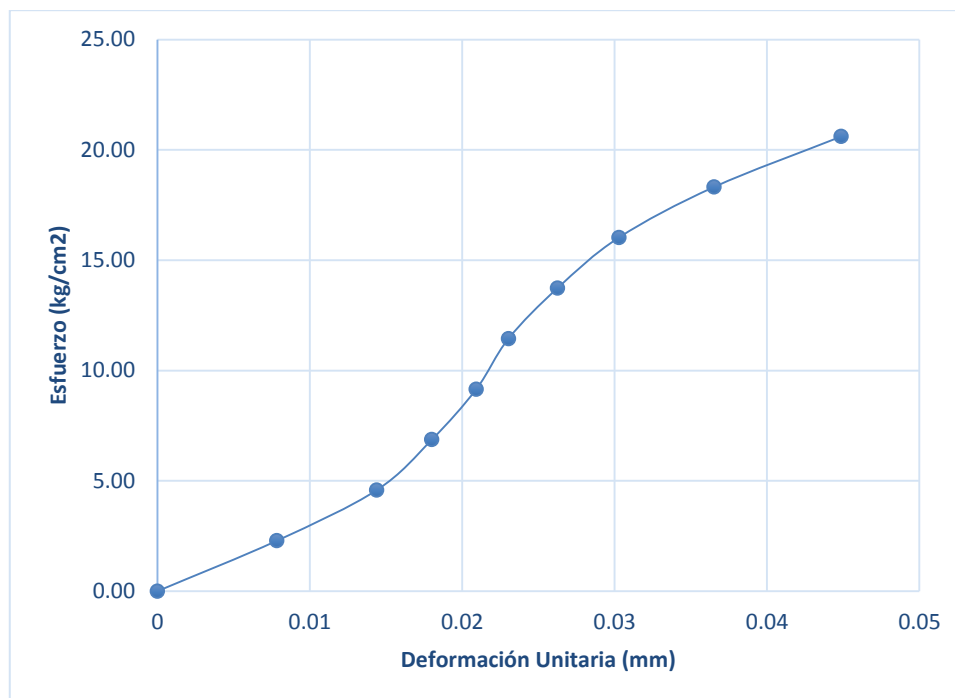


Muestra N° 5

Tabla 38 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,29	0,78	0,01
1000	4,58	1,43	0,01
1500	6,87	1,79	0,02
2000	9,16	2,08	0,02
2500	11,45	2,29	0,02
3000	13,74	2,61	0,03
3500	16,03	3,01	0,03
4000	18,32	3,63	0,04
4500	20,61	4,46	0,04

Gráfico 31. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

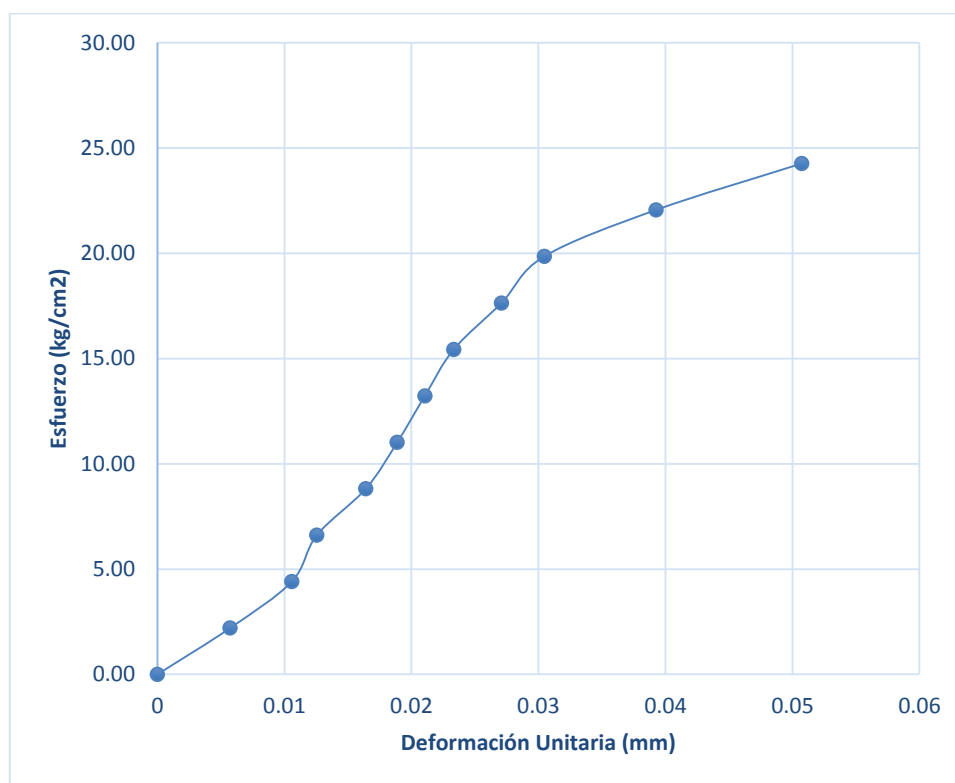


Muestra N° 6

Tabla 39 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.21	0.58	0.01
1000	4.41	1.07	0.01
1500	6.62	1.27	0.01
2000	8.82	1.66	0.02
2500	11.03	1.91	0.02
3000	13.24	2.13	0.02
3500	15.44	2.36	0.02
4000	17.65	2.74	0.03
4500	19.85	3.08	0.03
5000	22.06	3.97	0.04
5500	24.27	5.13	0.05

Gráfico 32. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

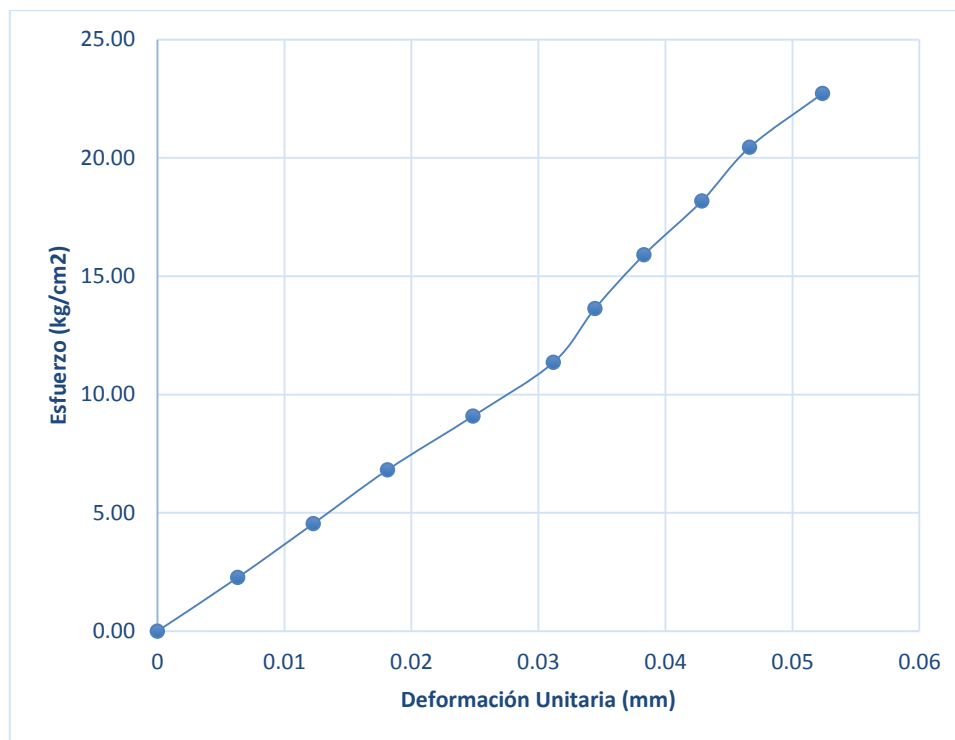


Muestra Nº 7

Tabla 40 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,27	0,64	0,01
1000	4,54	1,24	0,01
1500	6,82	1,83	0,02
2000	9,09	2,51	0,02
2500	11,36	3,15	0,03
3000	13,63	3,48	0,03
3500	15,91	3,87	0,04
4000	18,18	4,33	0,04
4500	20,45	4,71	0,05
5000	22,72	5,29	0,05

Gráfico 33. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

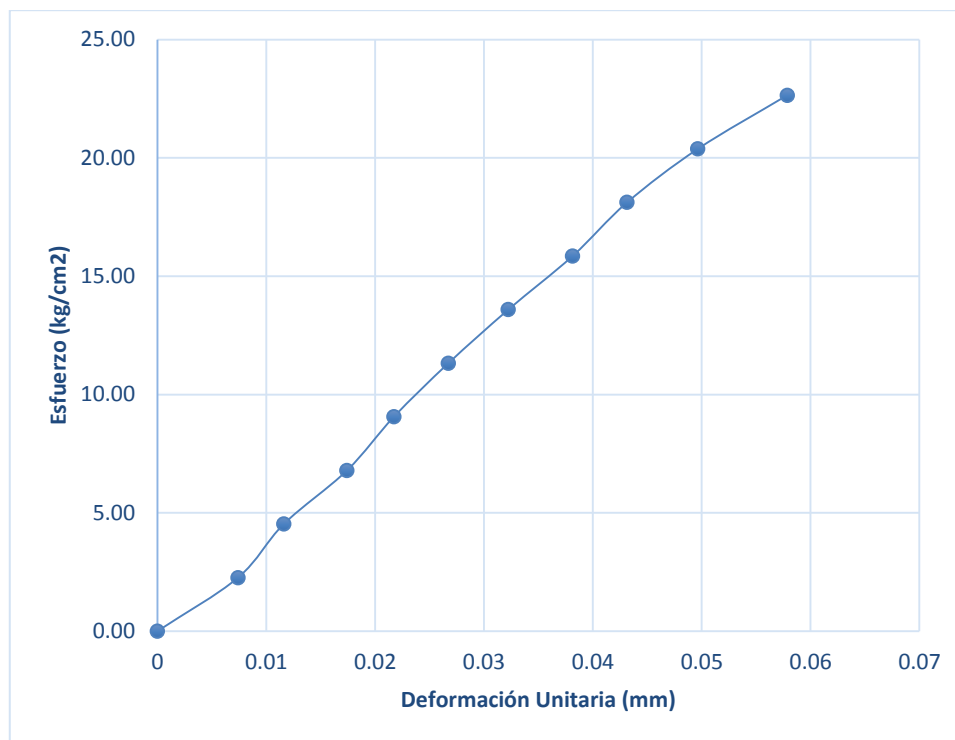


Muestra N° 8

Tabla 41 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.26	0.74	0.01
1000	4.53	1.16	0.01
1500	6.79	1.74	0.02
2000	9.06	2.17	0.02
2500	11.32	2.67	0.03
3000	13.59	3.22	0.03
3500	15.85	3.81	0.04
4000	18.12	4.31	0.04
4500	20.38	4.96	0.05
5000	22.65	5.78	0.06

Gráfico 34. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.



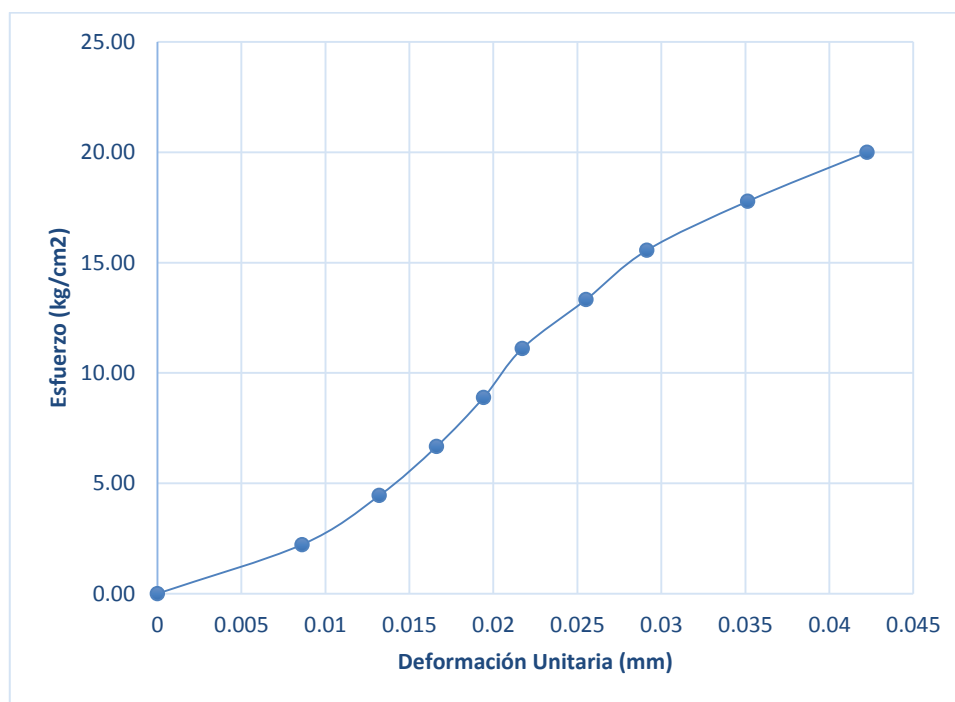
11.4. Ensayo a compresión con 7% de polímero natural de penca.

Muestra N° 1

Tabla 42 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.22	0.86	0.01
1000	4.44	1.32	0.01
1500	6.67	1.66	0.02
2000	8.89	1.94	0.02
2500	11.11	2.17	0.02
3000	13.33	2.55	0.03
3500	15.56	2.91	0.03
4000	17.78	3.51	0.04
4500	20.00	4.22	0.04

Gráfico 35. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

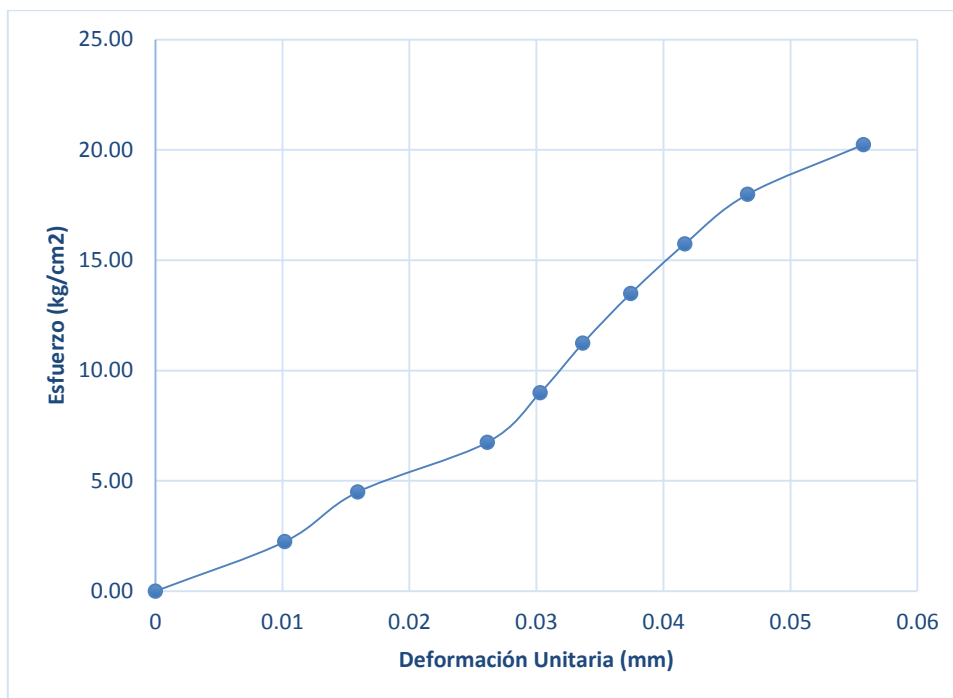


Muestra N° 2

Tabla 43 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.25	1.03	0.01
1000	4.50	1.61	0.02
1500	6.74	2.64	0.03
2000	8.99	3.06	0.03
2500	11.24	3.40	0.03
3000	13.49	3.78	0.04
3500	15.74	4.21	0.04
4000	17.99	4.71	0.05
4500	20.23	5.63	0.06

Gráfico 36. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

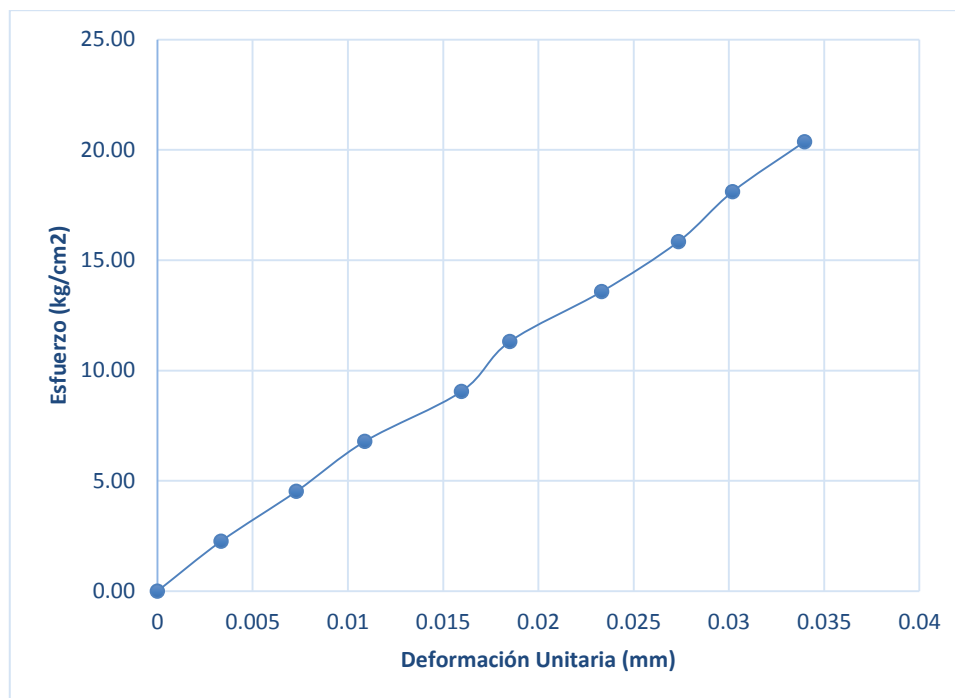


Muestra N° 3

Tabla 44 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.26	0.54	0.00
1000	4.53	1.18	0.01
1500	6.79	1.76	0.01
2000	9.05	2.58	0.02
2500	11.32	2.99	0.02
3000	13.58	3.77	0.02
3500	15.84	4.42	0.03
4000	18.11	4.88	0.03
4500	20.37	5.49	0.03

Gráfico 37. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

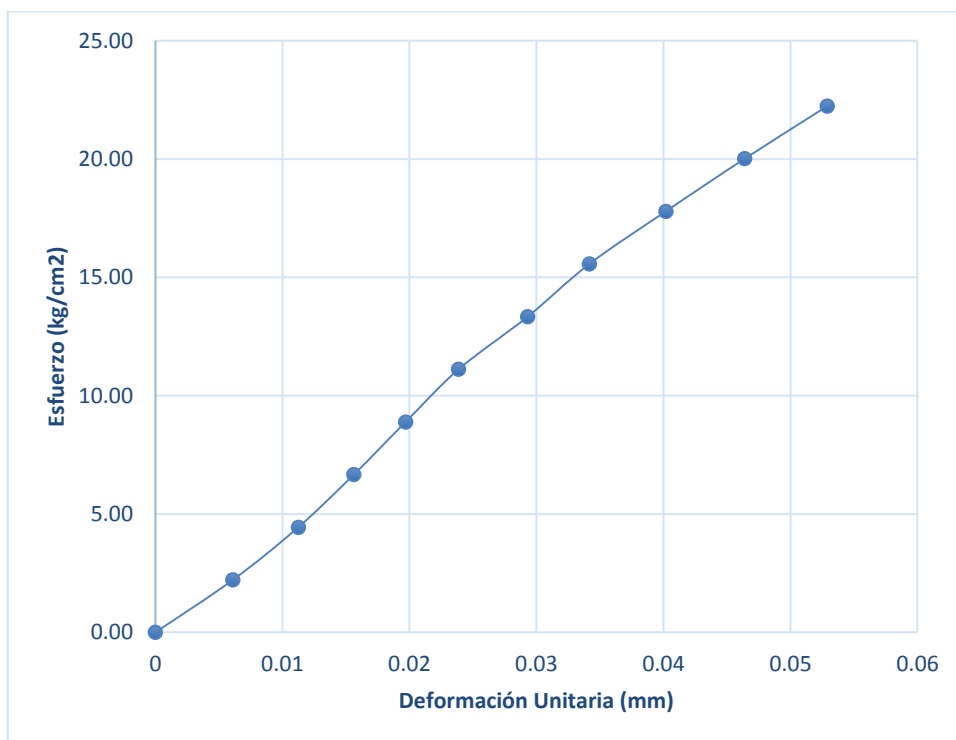


Muestra N° 4

Tabla 45 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,22	0,63	0,01
1000	4,45	1,16	0,01
1500	6,67	1,61	0,02
2000	8,90	2,03	0,02
2500	11,12	2,46	0,02
3000	13,35	3,02	0,03
3500	15,57	3,52	0,03
4000	17,79	4,14	0,04
4500	20,02	4,78	0,05
5000	22,24	5,45	0,05

Gráfico 38. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

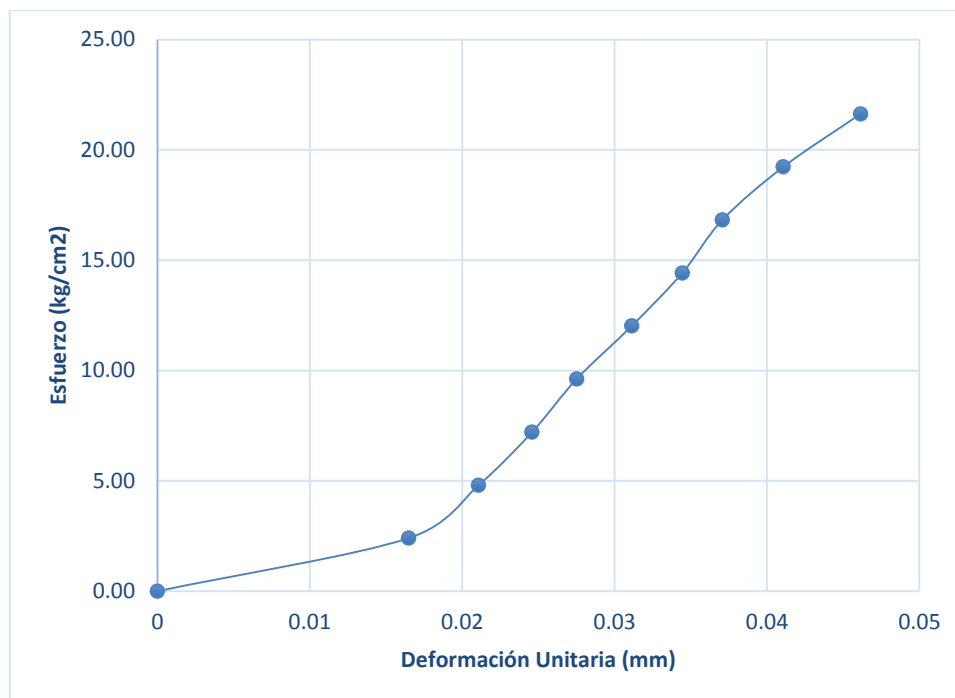


Muestra N° 5

Tabla 46 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.40	1.69	0.02
1000	4.81	2.16	0.02
1500	7.21	2.52	0.02
2000	9.62	2.82	0.03
2500	12.02	3.19	0.03
3000	14.42	3.53	0.03
3500	16.83	3.80	0.04
4000	19.23	4.21	0.04
4500	21.63	4.73	0.05

Gráfico 39. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

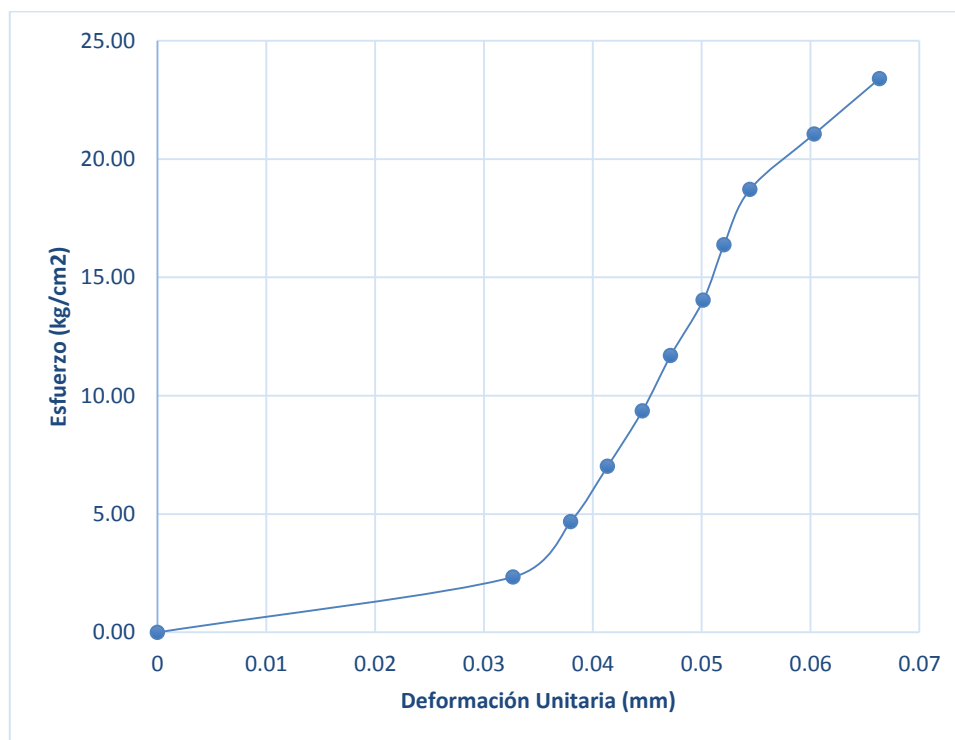


Muestra N° 6

Tabla 47 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,34	3,27	0,03
1000	4,68	3,80	0,04
1500	7,02	4,14	0,04
2000	9,36	4,46	0,04
2500	11,70	4,72	0,05
3000	14,04	5,02	0,05
3500	16,38	5,21	0,05
4000	18,72	5,45	0,05
4500	21,06	6,04	0,06
5000	23,40	6,64	0,07

Gráfico 40. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

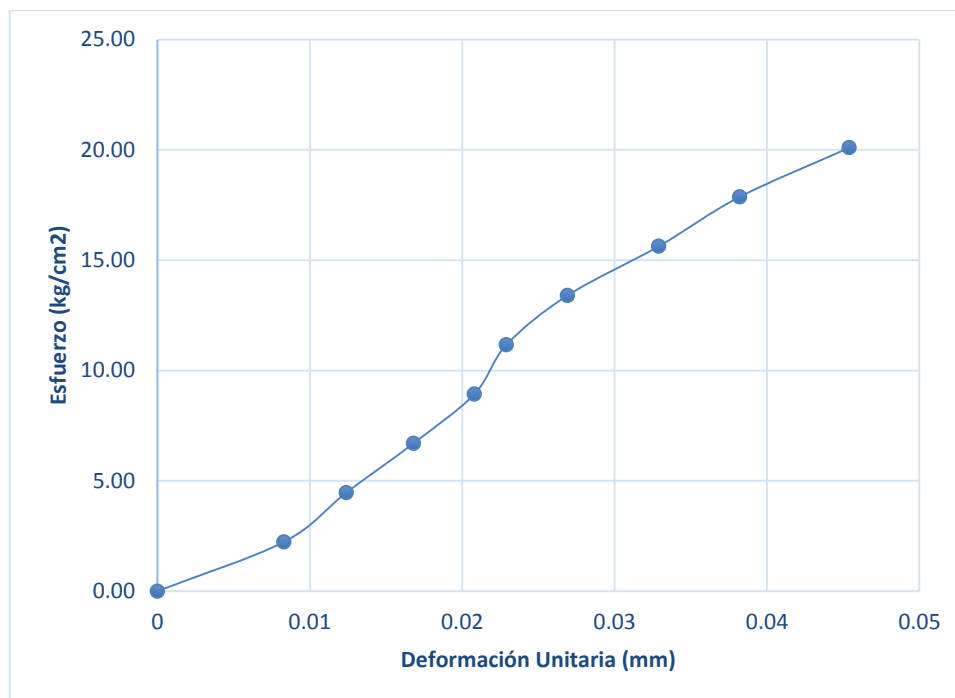


Muestra N° 7

Tabla 48 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
500	2.23	0.83	0.01
1000	4.47	1.24	0.01
1500	6.70	1.68	0.02
2000	8.93	2.08	0.02
2500	11.17	2.29	0.02
3000	13.40	2.69	0.03
3500	15.63	3.29	0.03
4000	17.86	3.82	0.04
4500	20.10	4.54	0.05

Gráfico 41. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

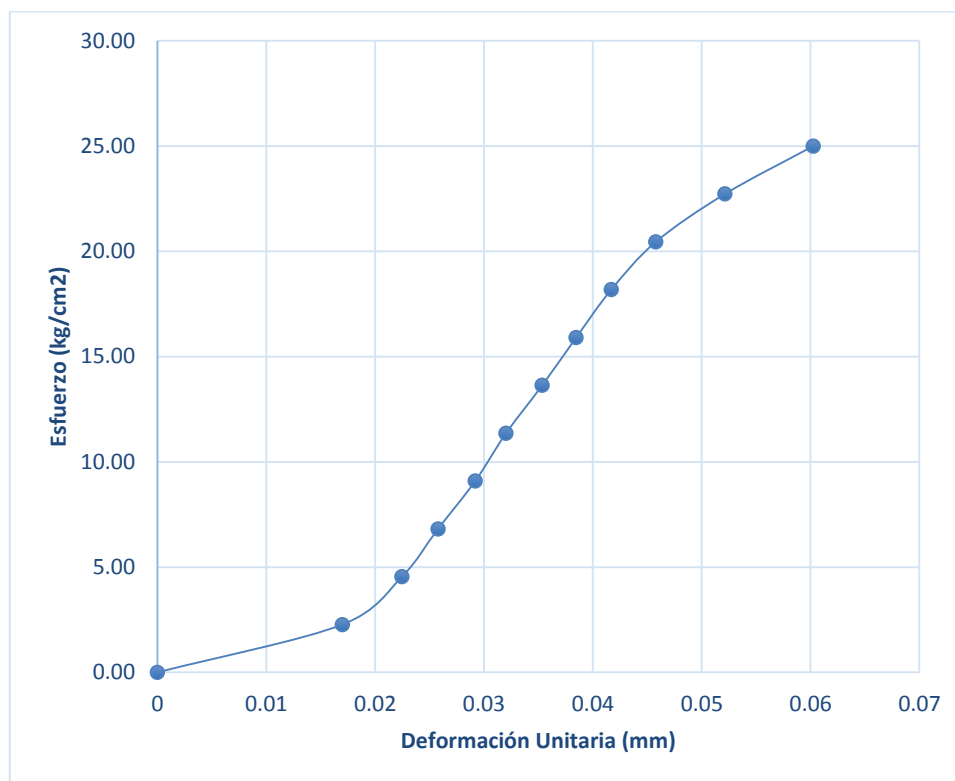


Muestra N° 8

Tabla 49 Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
500	2,27	1,74	0,02
1000	4,55	2,30	0,02
1500	6,82	2,64	0,03
2000	9,09	2,99	0,03
2500	11,36	3,28	0,03
3000	13,64	3,62	0,04
3500	15,91	3,94	0,04
4000	18,18	4,27	0,04
4500	20,45	4,69	0,05
5000	22,73	5,34	0,05
5500	25,00	6,17	0,06

Gráfico 42. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.



12. Resultados de Ensayos a Flexión

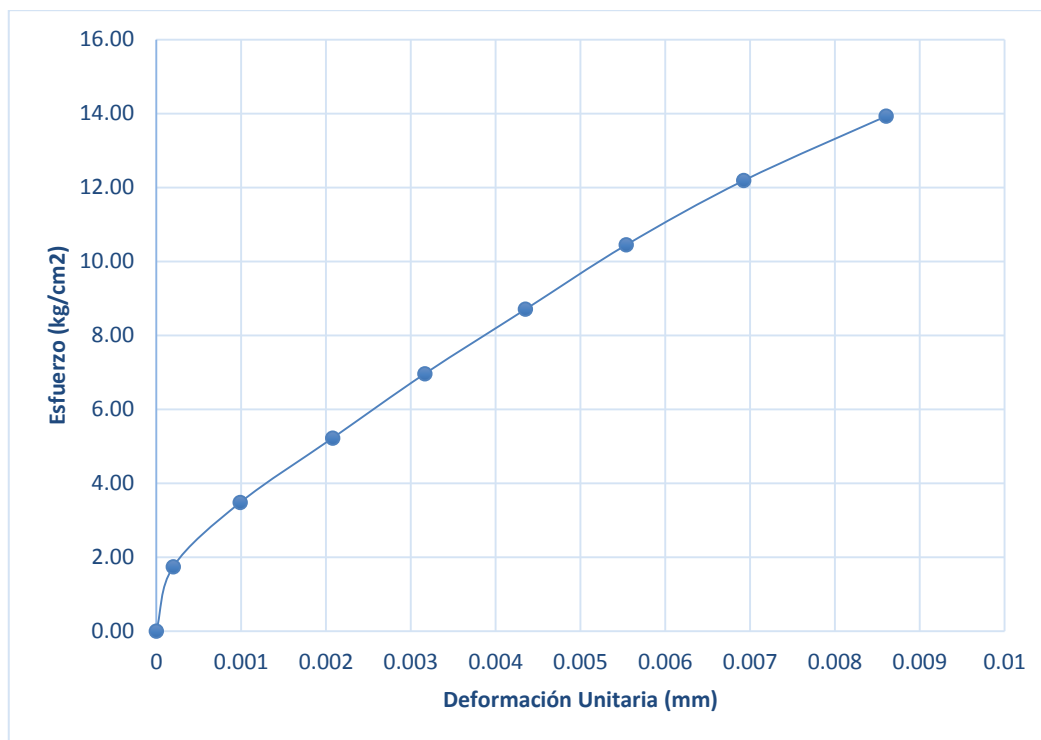
12.1. Ensayo a flexión de la muestra patrón.

Muestra N° 1

Tabla 50. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 1 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,74	0,02	0,000
200	3,48	0,10	0,001
300	5,22	0,21	0,002
400	6,96	0,32	0,003
500	8,70	0,44	0,004
600	10,44	0,56	0,006
700	12,19	0,70	0,007
800	13,93	0,87	0,009

Gráfico 43. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe compactado.

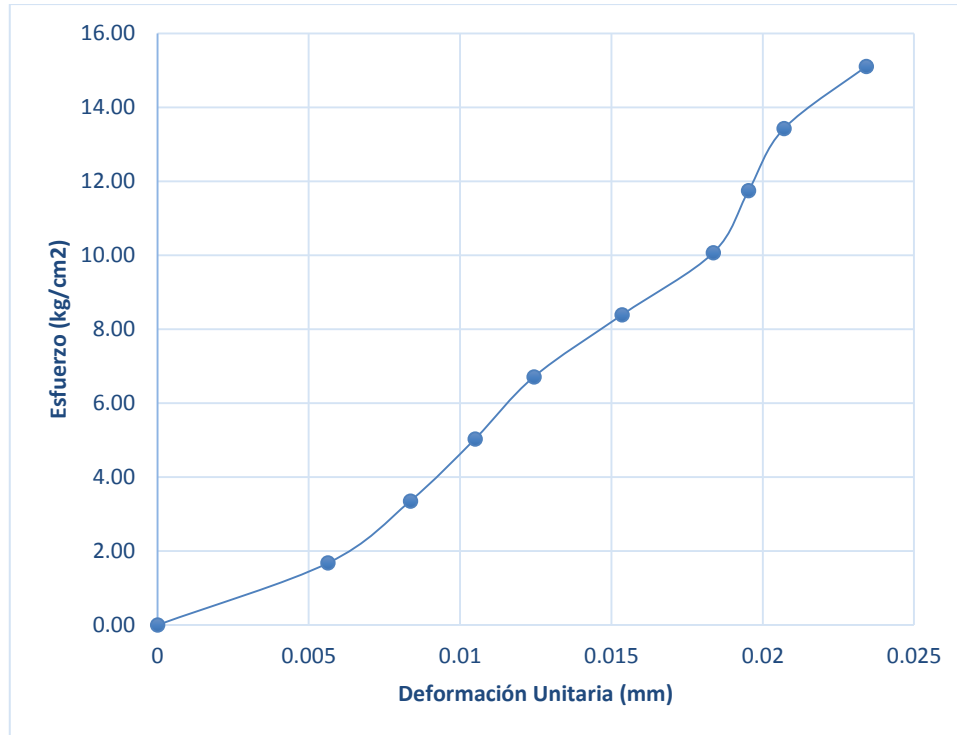


Muestra N° 2

Tabla 51 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 2 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.68	0.58	0.006
200	3.36	0.86	0.008
300	5.03	1.08	0.010
400	6.71	1.28	0.012
500	8.39	1.58	0.015
600	10.07	1.89	0.018
700	11.75	2.01	0.020
800	13.42	2.13	0.021
900	15.10	2.41	0.023

Gráfico 44. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe compactado.

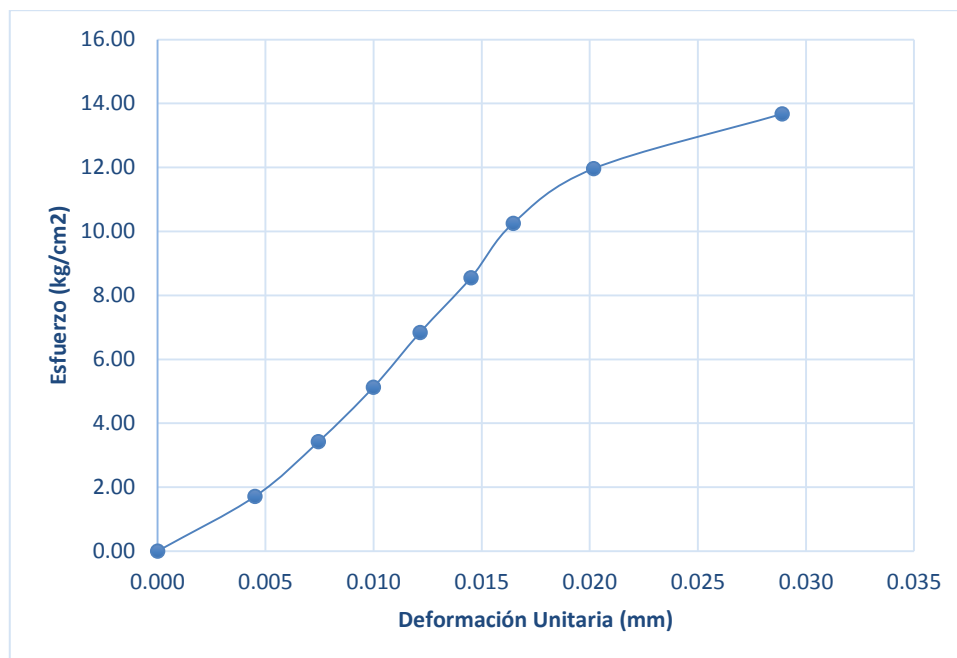


Muestra N° 3

Tabla 52 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 3 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0,000
100	1,71	0,46	0,005
200	3,42	0,76	0,007
300	5,13	1,02	0,010
400	6,84	1,24	0,012
500	8,55	1,48	0,014
600	10,25	1,68	0,016
700	11,96	2,06	0,020
800	13,67	2,95	0,029

Gráfico 45. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe compactado.

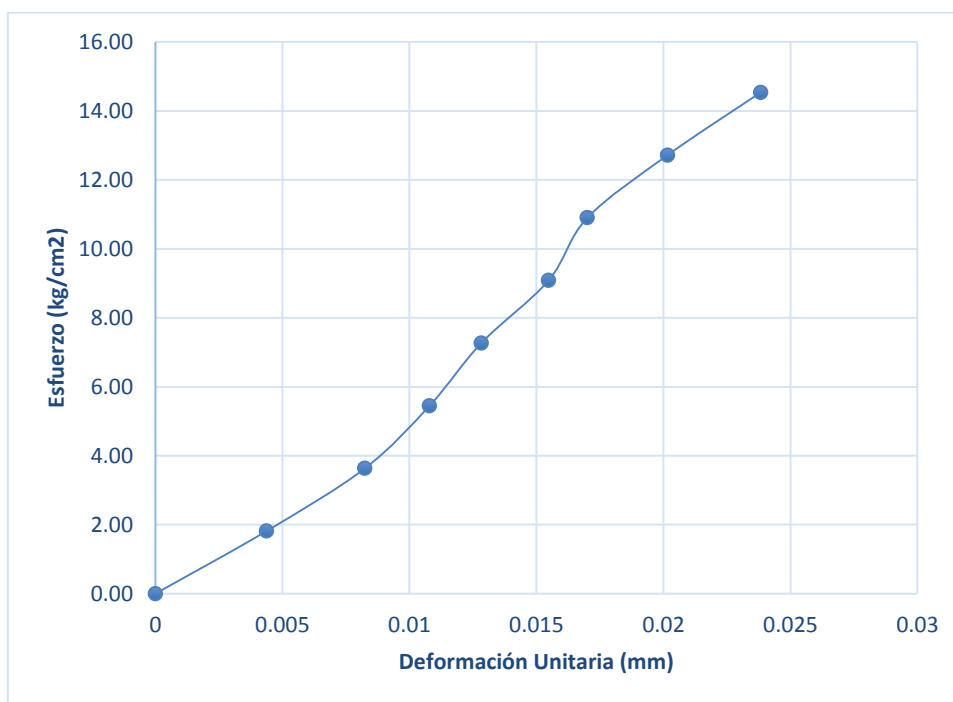


Muestra N° 4

Tabla 53 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 4 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,82	0,43	0,004
200	3,63	0,81	0,008
300	5,45	1,06	0,011
400	7,27	1,26	0,013
500	9,08	1,52	0,015
600	10,90	1,67	0,017
700	12,72	1,98	0,020
800	14,54	2,34	0,024

Gráfico 46. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe compactado.

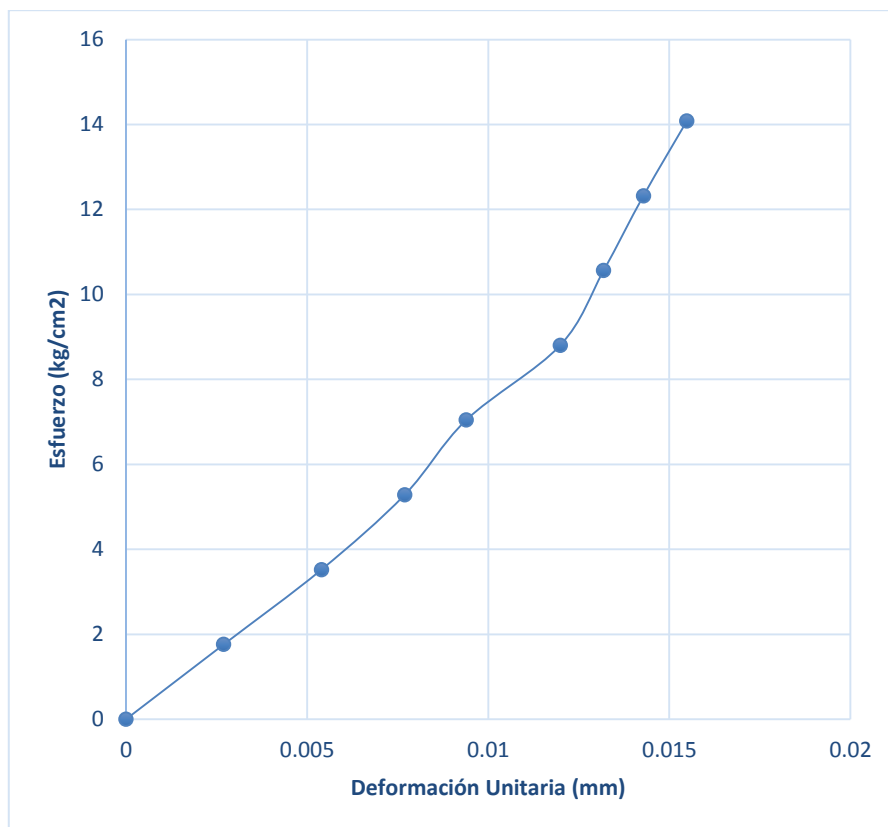


Muestra N° 5

Tabla 54 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 5 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0	0	0
100	1,76	0,27	0,003
200	3,52	0,54	0,005
300	5,28	0,77	0,008
400	7,04	0,94	0,009
500	8,80	1,20	0,012
600	10,56	1,32	0,013
700	12,32	1,43	0,014
800	14,08	1,55	0,015

Gráfico 47. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe compactado.

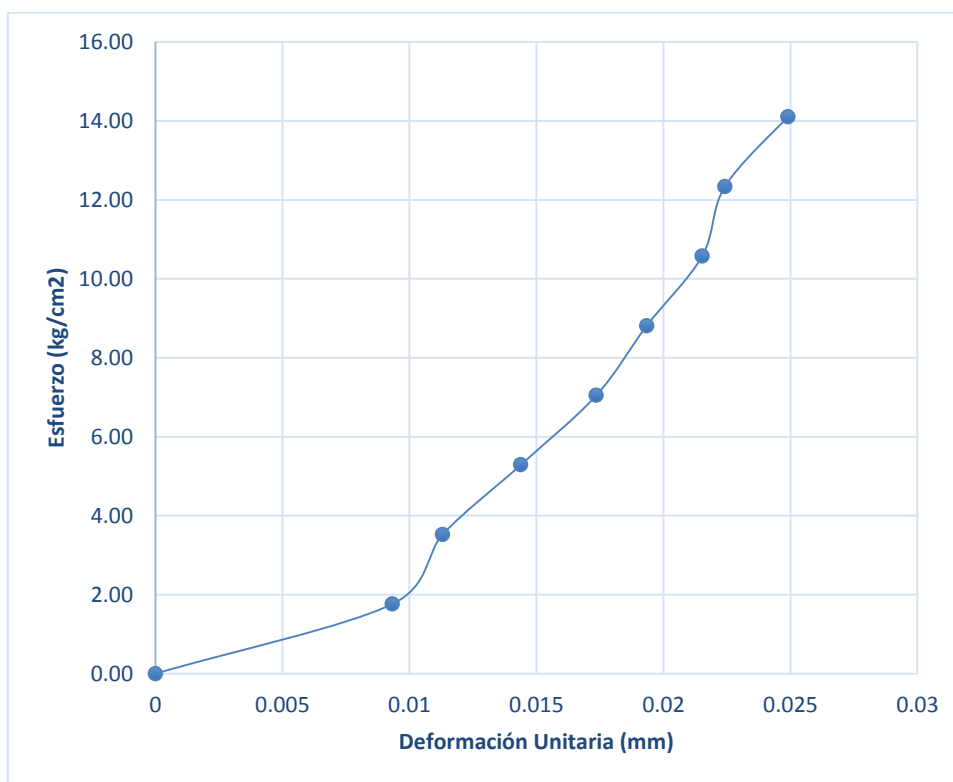


Muestra N° 6

Tabla 55 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 6 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,76	0,94	0,009
200	3,53	1,14	0,011
300	5,29	1,45	0,014
400	7,05	1,75	0,017
500	8,81	1,95	0,019
600	10,58	2,17	0,022
700	12,34	2,26	0,022
800	14,10	2,51	0,025

Gráfico 48. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe compactado.

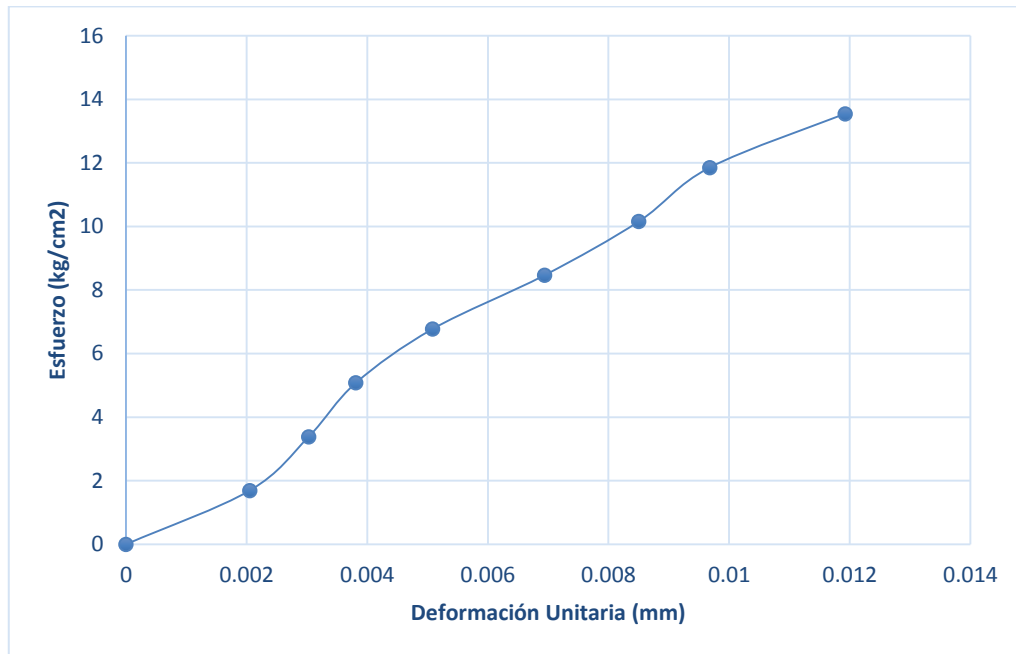


Muestra N° 7

Tabla 56 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 7 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0	0	0
100	1,69	0,21	0,002
200	3,39	0,31	0,003
300	5,08	0,39	0,004
400	6,77	0,52	0,005
500	8,47	0,71	0,007
600	10,16	0,87	0,009
700	11,85	0,99	0,010
800	13,55	1,22	0,012

Gráfico 49. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe compactado.

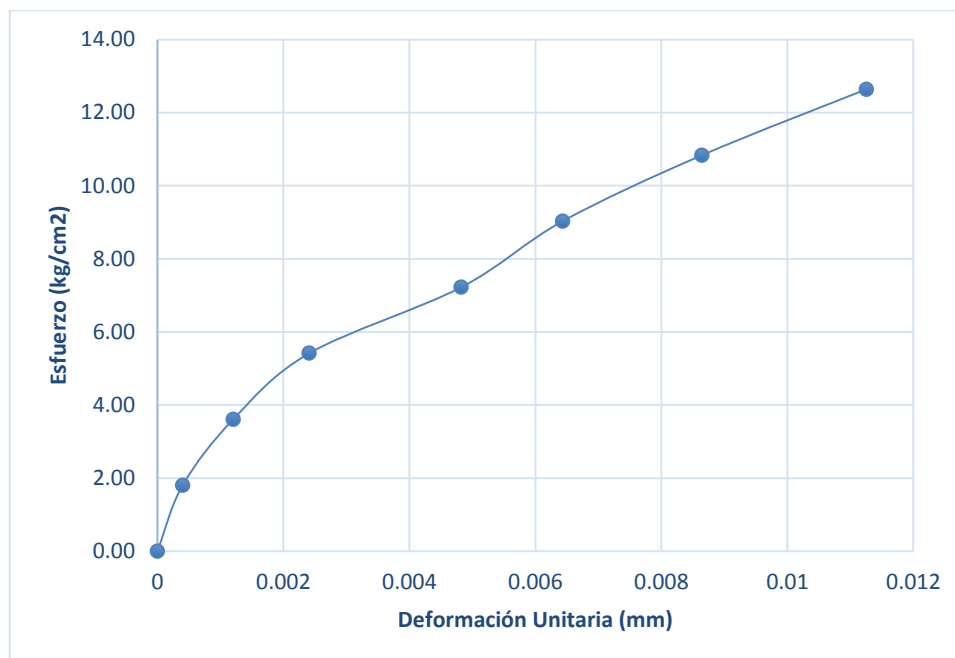


Muestra N° 8

Tabla 57 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 8 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,81	0,04	0,000
200	3,61	0,12	0,001
300	5,42	0,24	0,002
400	7,22	0,48	0,005
500	9,03	0,64	0,006
600	10,83	0,86	0,009
700	12,64	1,12	0,011

Gráfico 50. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe compactado.



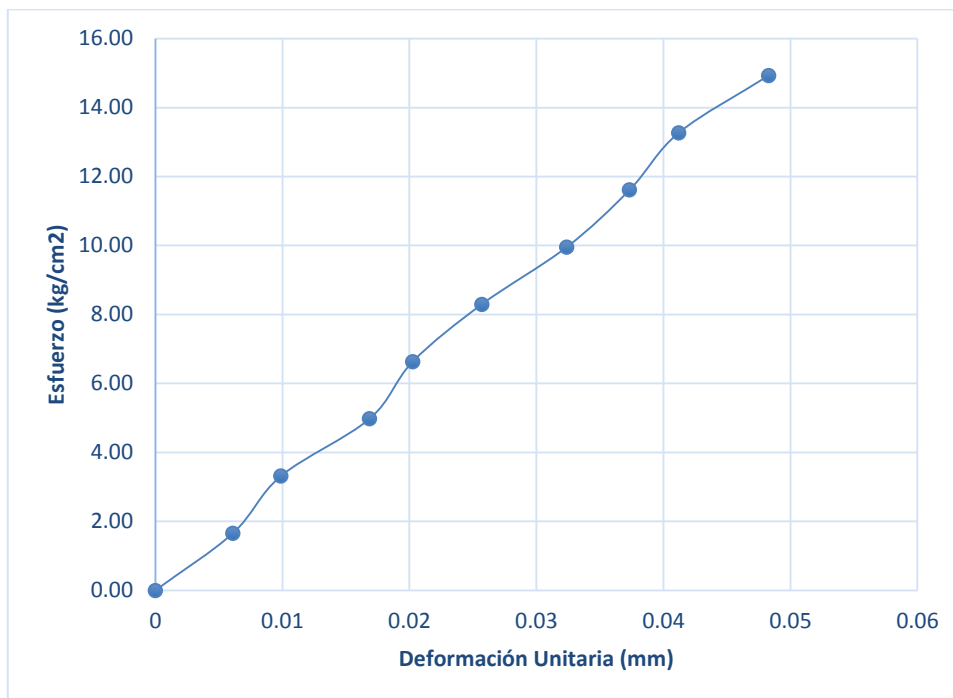
12.2. Resultados De Ensayos A Flexión Con 5% De Polímero Natural De Penca

Muestra N° 1

Tabla 58 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.66	0.63	0.01
200	3.32	1.02	0.01
300	4.98	1.74	0.02
400	6.64	2.09	0.02
500	8.30	2.65	0.03
600	9.96	3.34	0.03
700	11.62	3.85	0.04
800	13.27	4.25	0.04
900	14.93	4.98	0.05

Gráfico 51. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

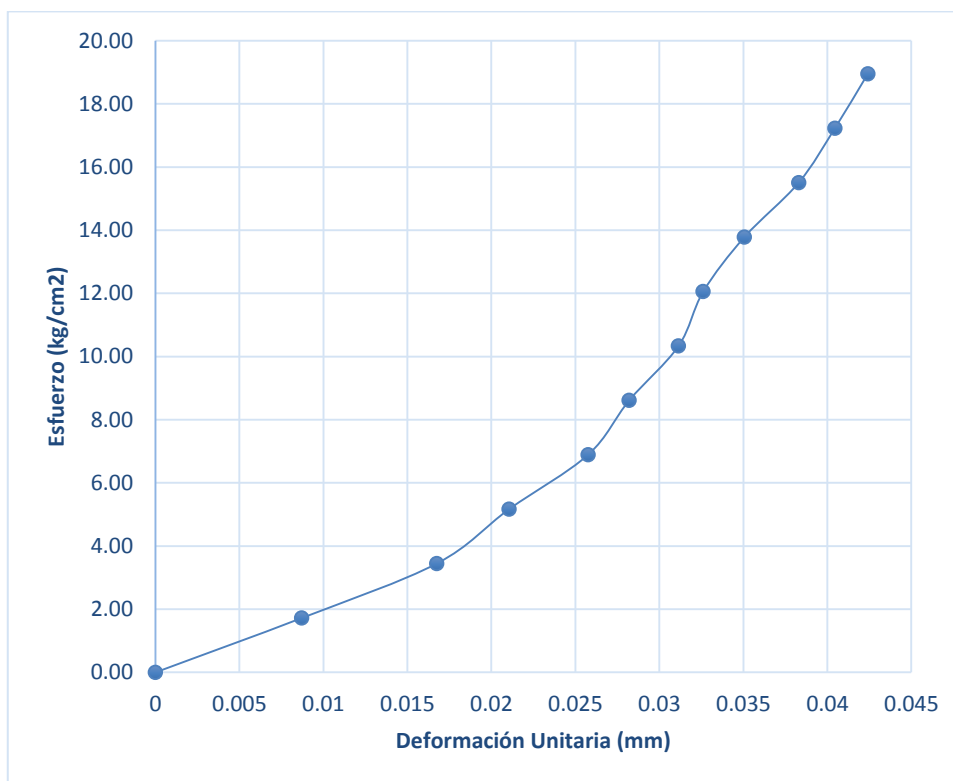


Muestra N° 2

Tabla 59 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,72	0,89	0,009
200	3,45	1,71	0,017
300	5,17	2,15	0,021
400	6,89	2,63	0,026
500	8,62	2,88	0,028
600	10,34	3,18	0,031
700	12,06	3,33	0,033
800	13,78	3,58	0,035
900	15,51	3,91	0,038
1000	17,23	4,13	0,040
1100	18,95	4,33	0,042

Gráfico 52. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

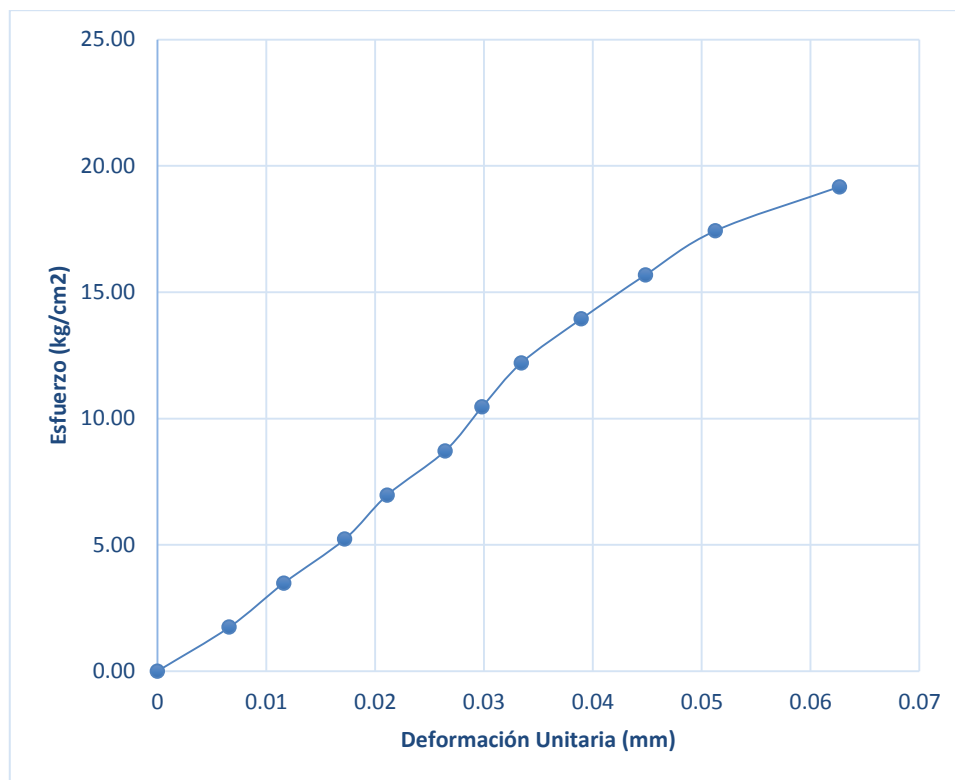


Muestra N° 3

Tabla 60 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,74	0,66	0,01
200	3,49	1,16	0,01
300	5,23	1,72	0,02
400	6,97	2,11	0,02
500	8,71	2,64	0,03
600	10,46	2,98	0,03
700	12,20	3,34	0,03
800	13,94	3,89	0,04
900	15,69	4,48	0,04
1000	17,43	5,12	0,05
1100	19,17	6,26	0,06

Gráfico 53. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

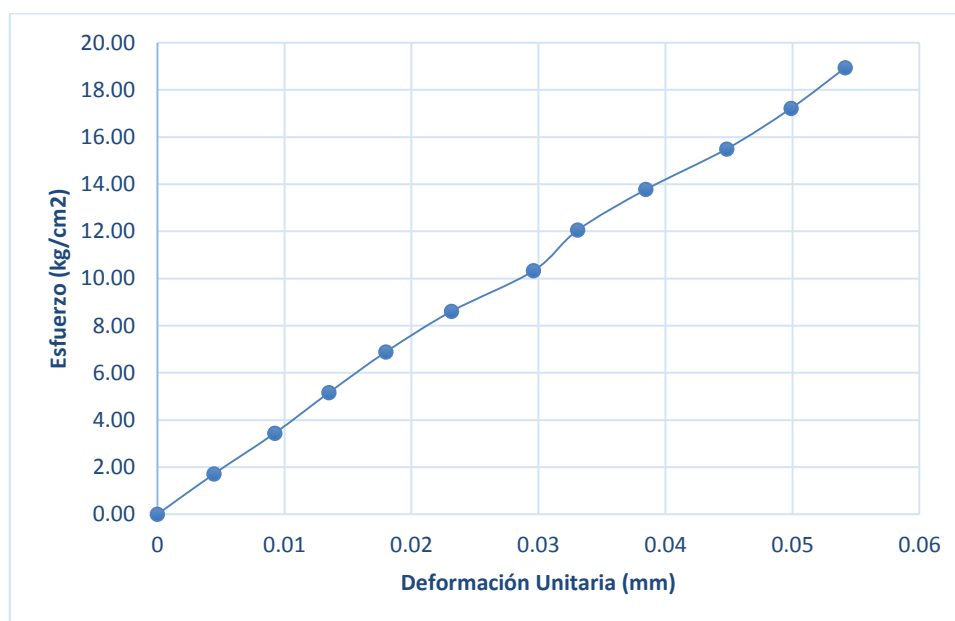


Muestra N° 4

Tabla 61 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.72	0.45	0.004
200	3.44	0.93	0.009
300	5.17	1.36	0.014
400	6.89	1.81	0.018
500	8.61	2.33	0.023
600	10.33	2.98	0.030
700	12.06	3.33	0.033
800	13.78	3.87	0.038
900	15.50	4.51	0.045
1000	17.22	5.02	0.050
1100	18.94	5.45	0.05

Gráfico 54. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

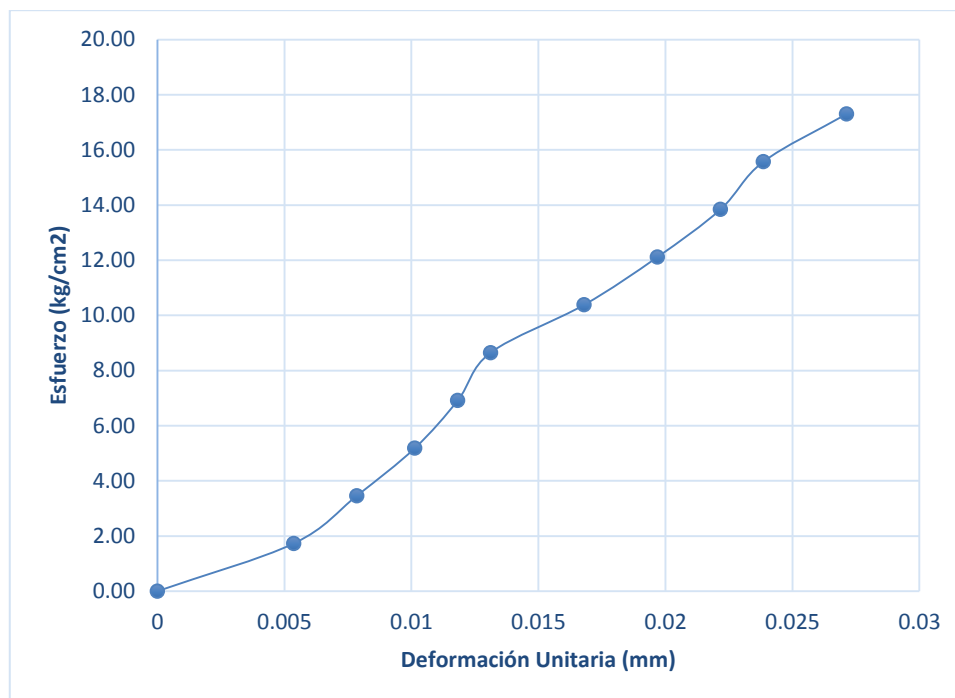


Muestra N° 5

Tabla 62 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,73	0,54	0,005
200	3,46	0,79	0,008
300	5,19	1,02	0,010
400	6,92	1,19	0,012
500	8,65	1,32	0,013
600	10,38	1,69	0,017
700	12,11	1,98	0,020
800	13,84	2,23	0,022
900	15,57	2,40	0,024
1000	17,30	2,73	0,027

Gráfico 55. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

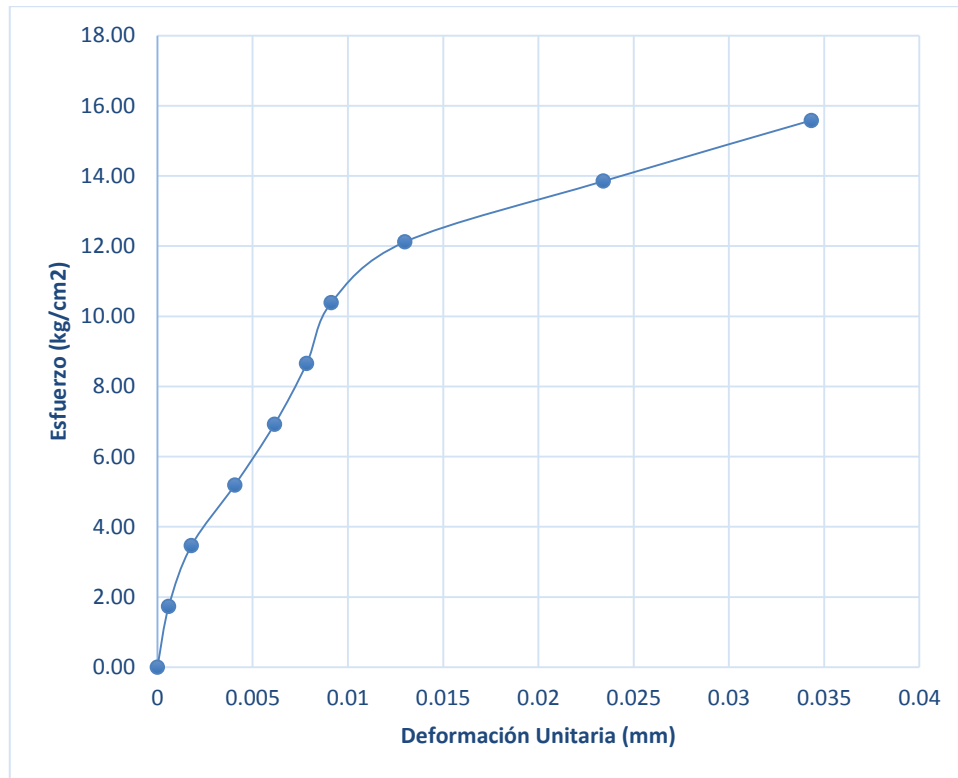


Muestra N° 6

Tabla 63 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.73	0.06	0.001
200	3.46	0.18	0.002
300	5.19	0.41	0.004
400	6.93	0.62	0.006
500	8.66	0.79	0.008
600	10.39	0.92	0.009
700	12.12	1.31	0.013
800	13.85	2.36	0.023
900	15.58	3.46	0.034

Gráfico 56. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

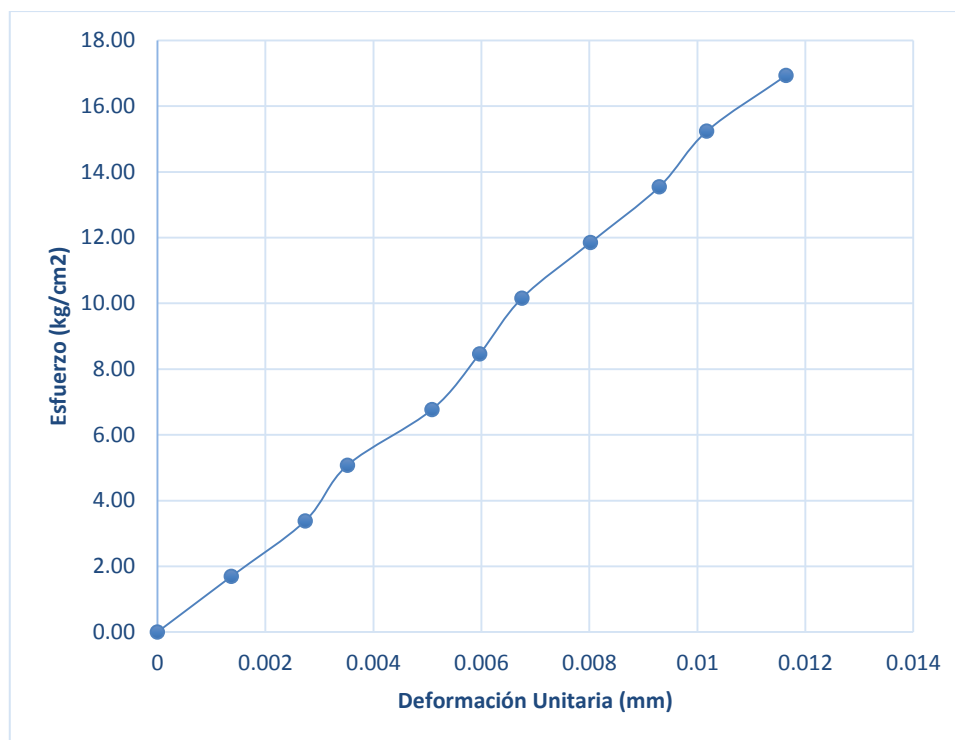


Muestra N° 7

Tabla 64 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,69	0,14	0,001
200	3,39	0,28	0,003
300	5,08	0,36	0,004
400	6,77	0,52	0,005
500	8,47	0,61	0,006
600	10,16	0,69	0,007
700	11,85	0,82	0,008
800	13,55	0,95	0,009
900	15,24	1,04	0,010
1000	16,93	1,19	0,012

Gráfico 57. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

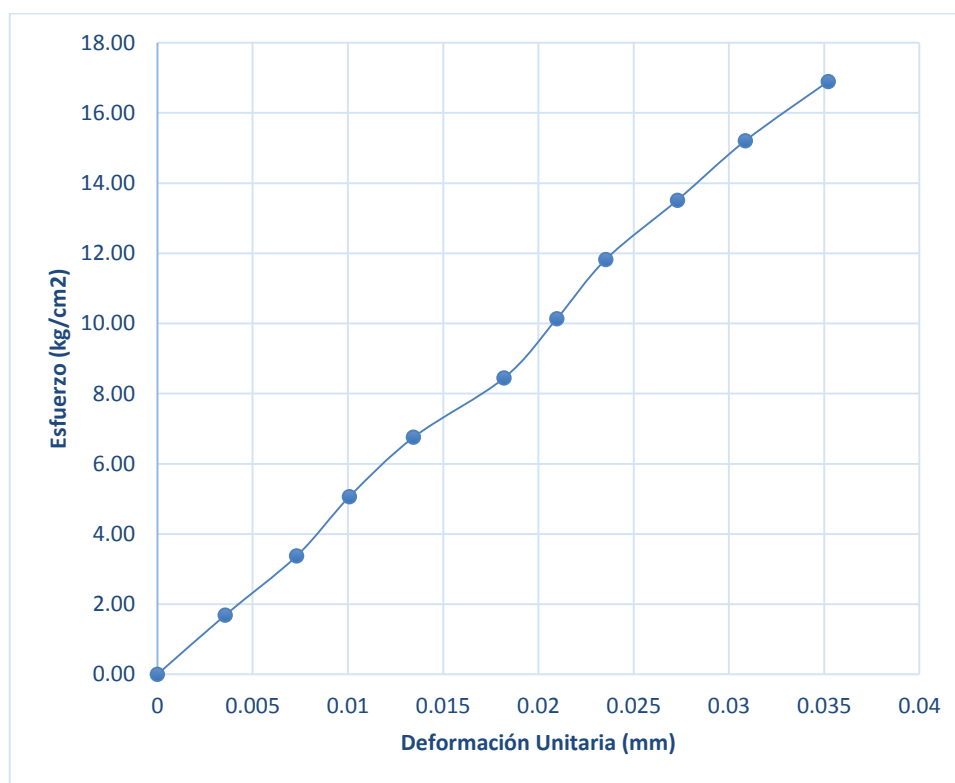


Muestra N° 8

Tabla 65 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,69	0,36	0,004
200	3,38	0,74	0,007
300	5,07	1,02	0,010
400	6,76	1,36	0,013
500	8,45	1,84	0,018
600	10,14	2,12	0,021
700	11,83	2,38	0,024
800	13,52	2,76	0,027
900	15,21	3,12	0,031
1000	16,90	3,56	0,035

Gráfico 58. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural de penca.



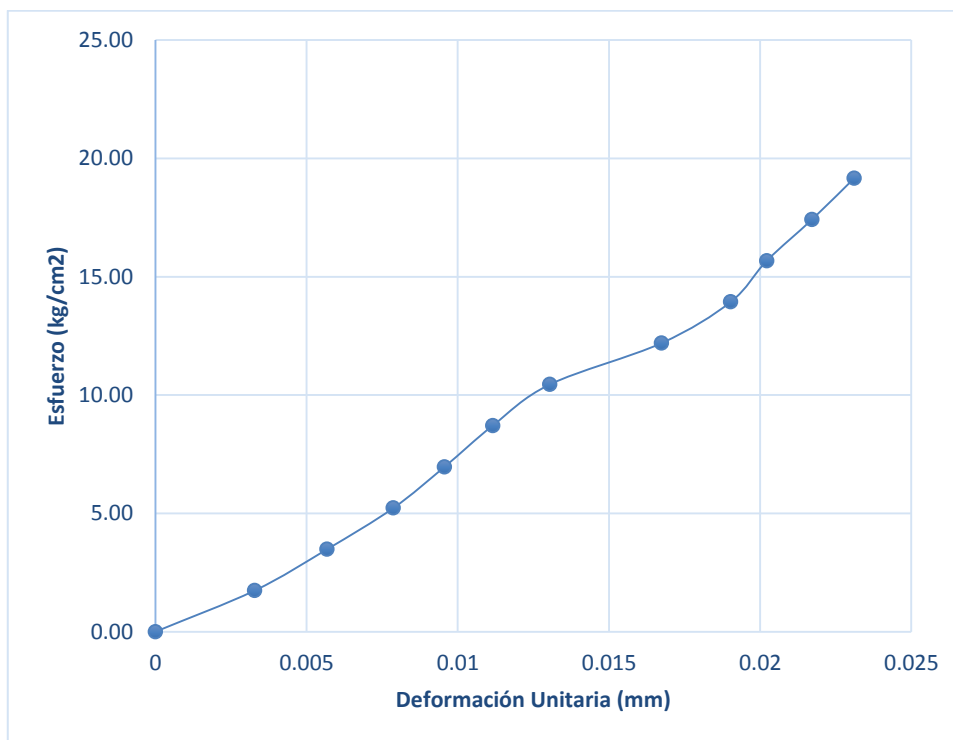
12.3. Resultados De Ensayos A Flexión Con 6% De Polímero Natural De Penca

Muestra N° 1

Tabla 66 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,74	0,33	0,003
200	3,48	0,57	0,006
300	5,23	0,79	0,008
400	6,97	0,96	0,010
500	8,71	1,12	0,011
600	10,45	1,31	0,013
700	12,19	1,68	0,017
800	13,93	1,91	0,019
900	15,68	2,03	0,020
1000	17,42	2,18	0,022
1100	19,16	2,32	0,023

Gráfico 59. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

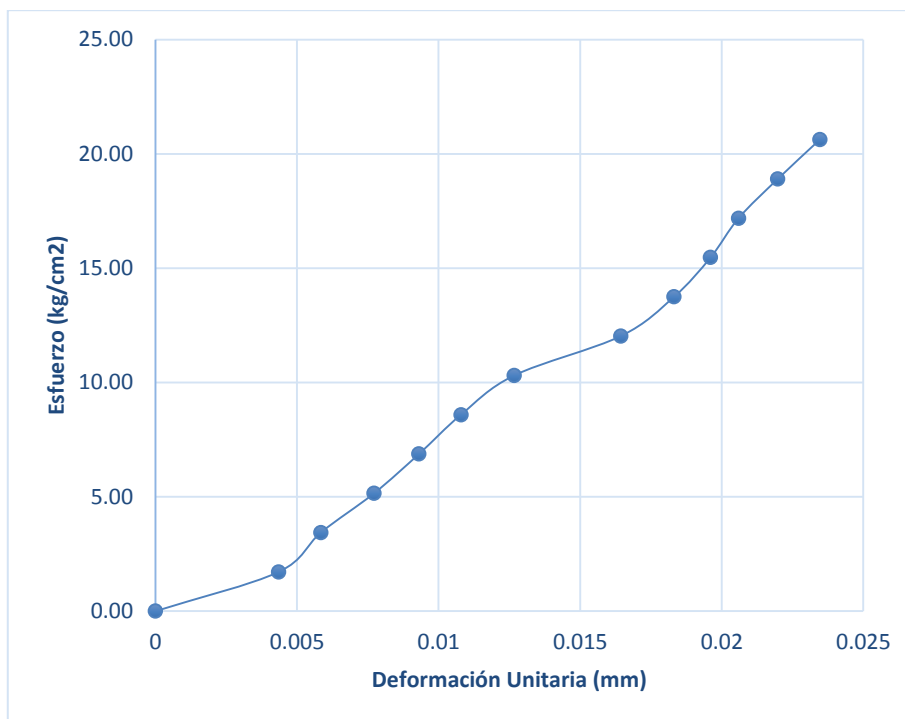


Muestra N° 2

Tabla 67 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.72	0.44	0.004
200	3.44	0.59	0.006
300	5.16	0.78	0.008
400	6.88	0.94	0.009
500	8.59	1.09	0.011
600	10.31	1.28	0.013
700	12.03	1.66	0.016
800	13.75	1.85	0.018
900	15.47	1.98	0.020
1000	17.19	2.08	0.021
1100	18.91	2.22	0.022
1200	20.63	2.37	0.023

Gráfico 60. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

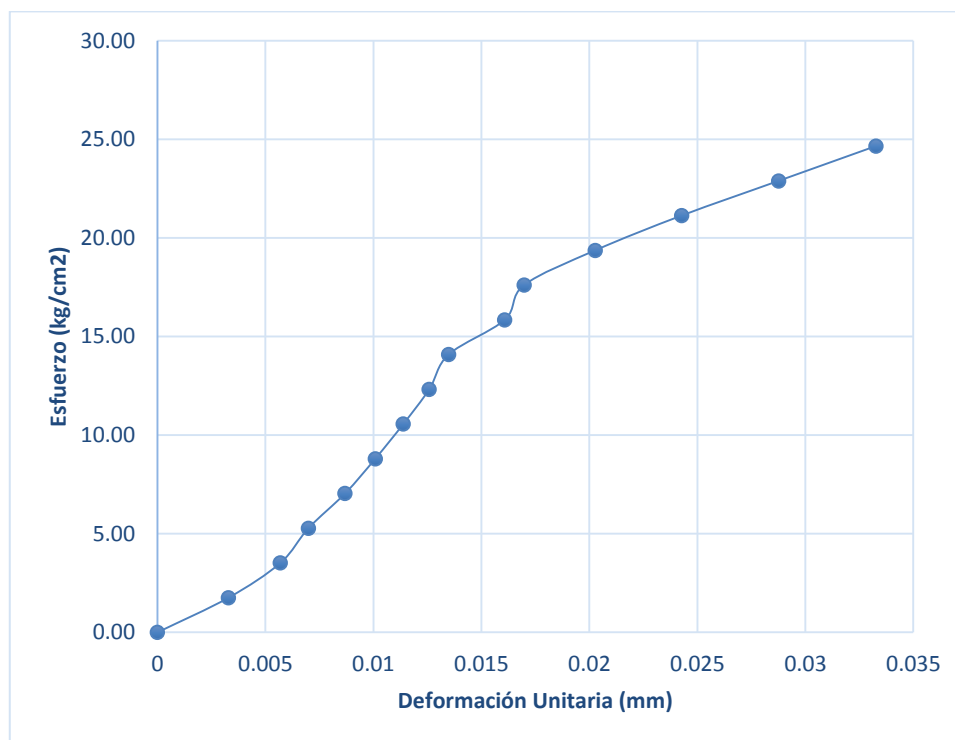


Muestra N° 3

Tabla 68 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,76	0,33	0,003
200	3,52	0,57	0,006
300	5,28	0,70	0,007
400	7,05	0,87	0,009
500	8,81	1,01	0,010
600	10,57	1,14	0,011
700	12,33	1,26	0,013
800	14,09	1,35	0,013
900	15,85	1,61	0,016
1000	17,61	1,70	0,017
1100	19,38	2,03	0,020
1200	21,14	2,43	0,024
1300	22,90	2,88	0,029
1400	24,66	3,33	0,033

Gráfico 61. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

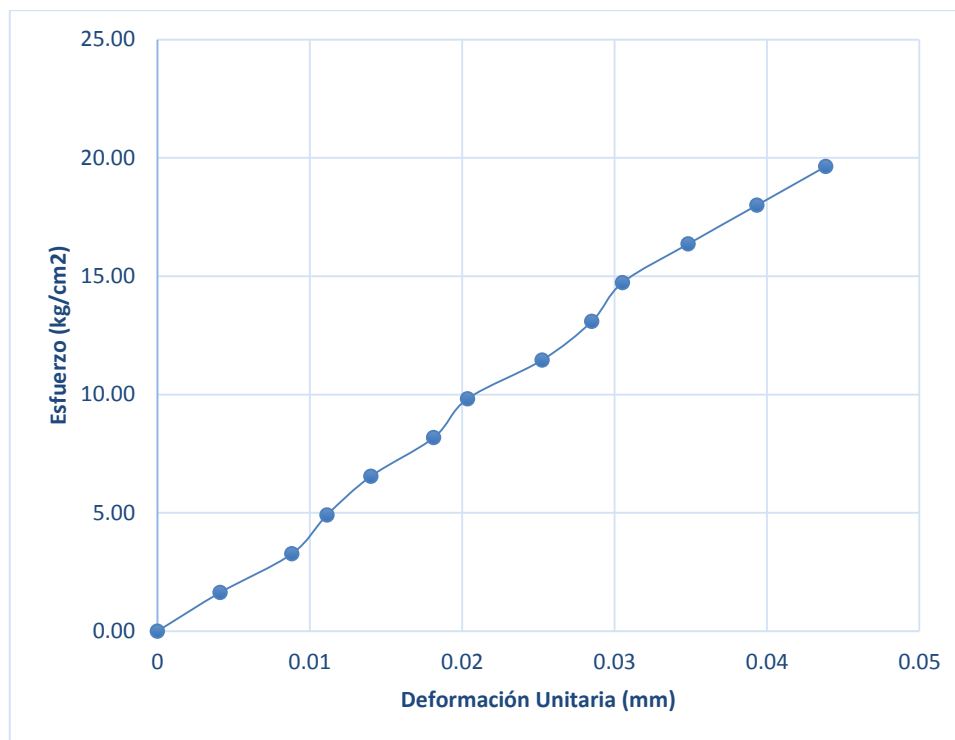


Muestra N° 4

Tabla 69 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.64	0.43	0.004
200	3.27	0.92	0.009
300	4.91	1.16	0.011
400	6.55	1.46	0.014
500	8.18	1.89	0.018
600	9.82	2.12	0.020
700	11.46	2.63	0.025
800	13.09	2.97	0.029
900	14.73	3.18	0.031
1000	16.36	3.63	0.035
1100	18.00	4.10	0.039
1200	19.64	4.57	0.044

Gráfico 62. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

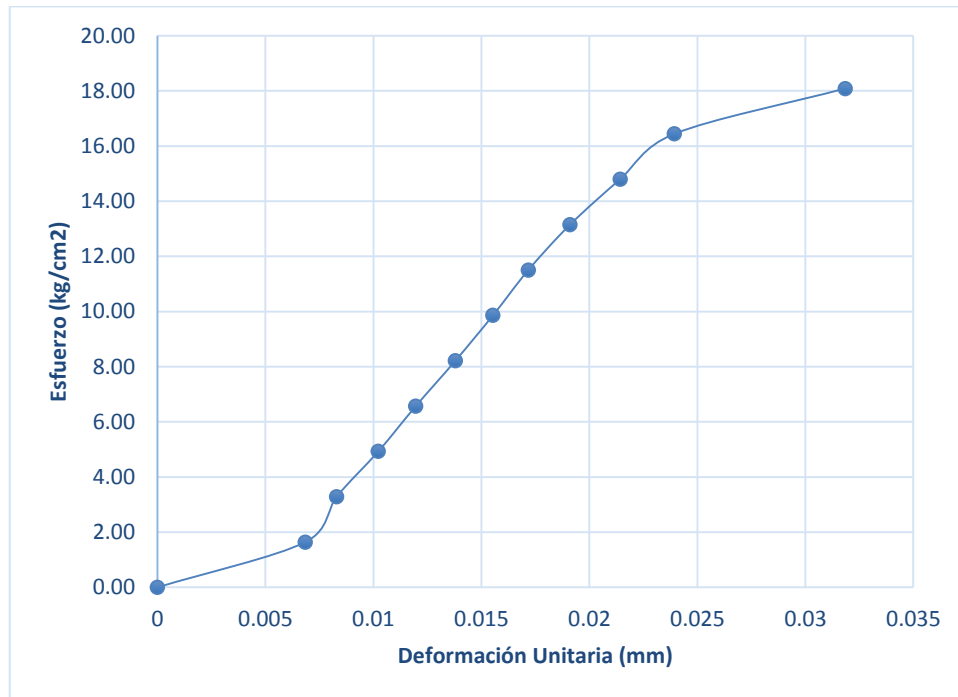


Muestra N° 5

Tabla 70 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,64	0,71	0,007
200	3,29	0,86	0,008
300	4,93	1,06	0,010
400	6,58	1,24	0,012
500	8,22	1,43	0,014
600	9,87	1,61	0,016
700	11,51	1,78	0,017
800	13,16	1,98	0,019
900	14,80	2,22	0,021
1000	16,44	2,48	0,024
1100	18,09	3,30	0,032

Gráfico 63. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

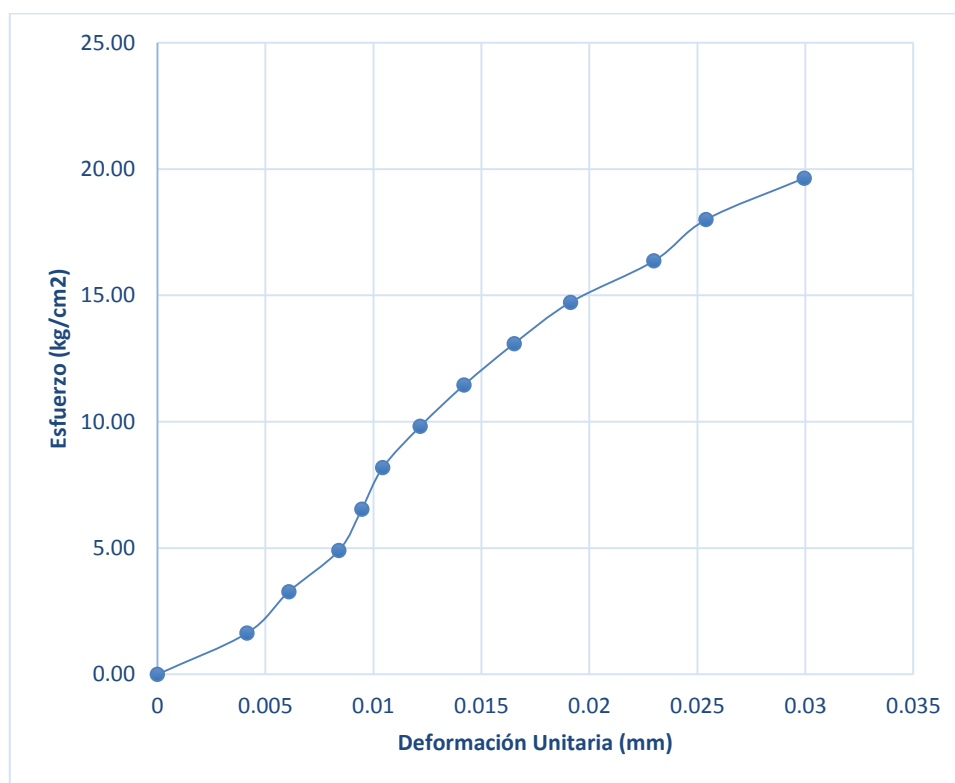


Muestra N° 6

Tabla 71 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.64	0.43	0.004
200	3.27	0.63	0.006
300	4.91	0.87	0.008
400	6.55	0.98	0.009
500	8.18	1.08	0.010
600	9.82	1.26	0.012
700	11.46	1.47	0.014
800	13.09	1.71	0.017
900	14.73	1.98	0.019
1000	16.37	2.38	0.023
1100	18.00	2.63	0.025
1200	19.64	3.10	0.030

Gráfico 64. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

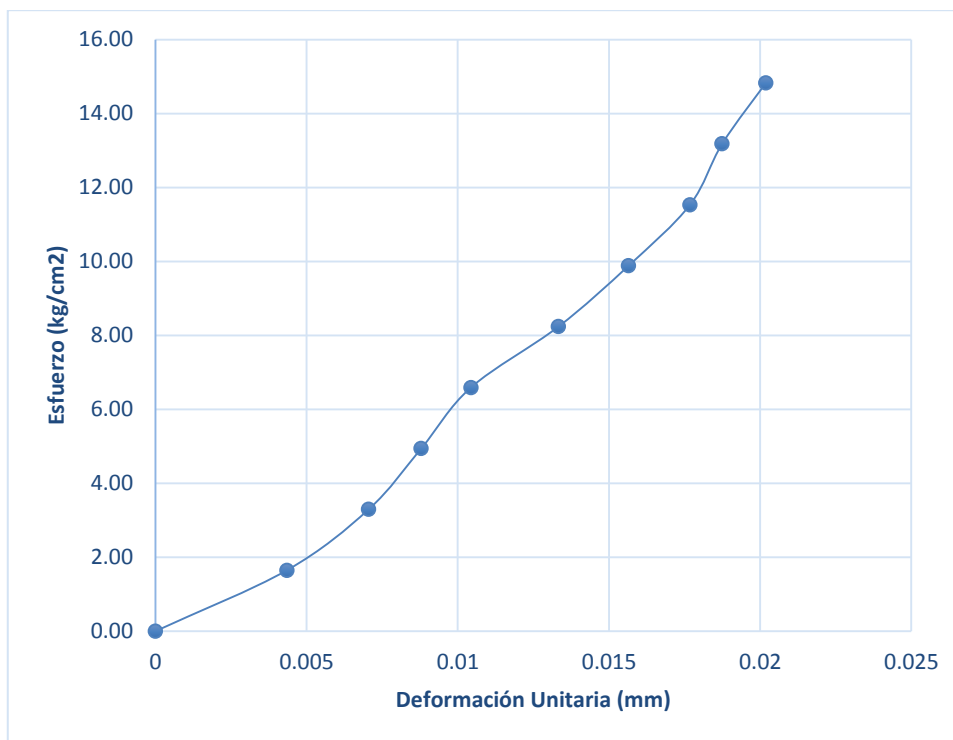


Muestra N° 7

Tabla 72 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.65	0.45	0.004
200	3.30	0.73	0.007
300	4.94	0.91	0.009
400	6.59	1.08	0.010
500	8.24	1.38	0.013
600	9.89	1.62	0.016
700	11.53	1.83	0.018
800	13.18	1.94	0.019
900	14.83	2.09	0.020

Gráfico 65. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

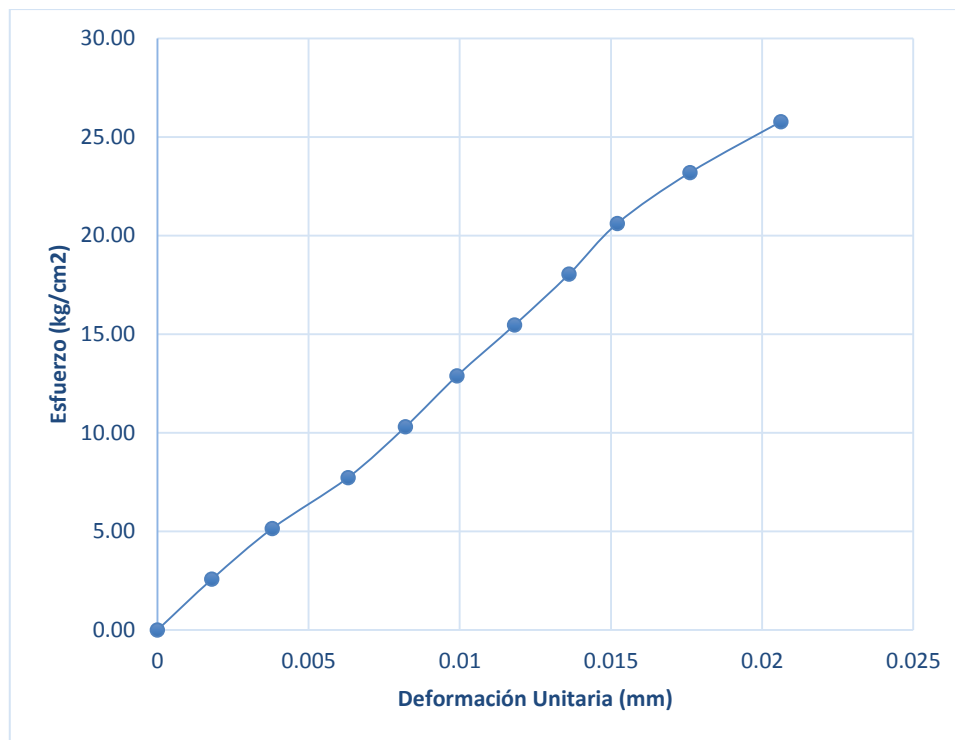


Muestra N° 8

Tabla 73 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	2,58	0,18	0,002
200	5,16	0,38	0,004
300	7,73	0,63	0,006
400	10,31	0,82	0,008
500	12,89	0,99	0,010
600	15,47	1,18	0,012
700	18,05	1,36	0,014
800	20,62	1,52	0,015
900	23,20	1,76	0,018
1000	25,78	2,06	0,021

Gráfico 66. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural de penca.



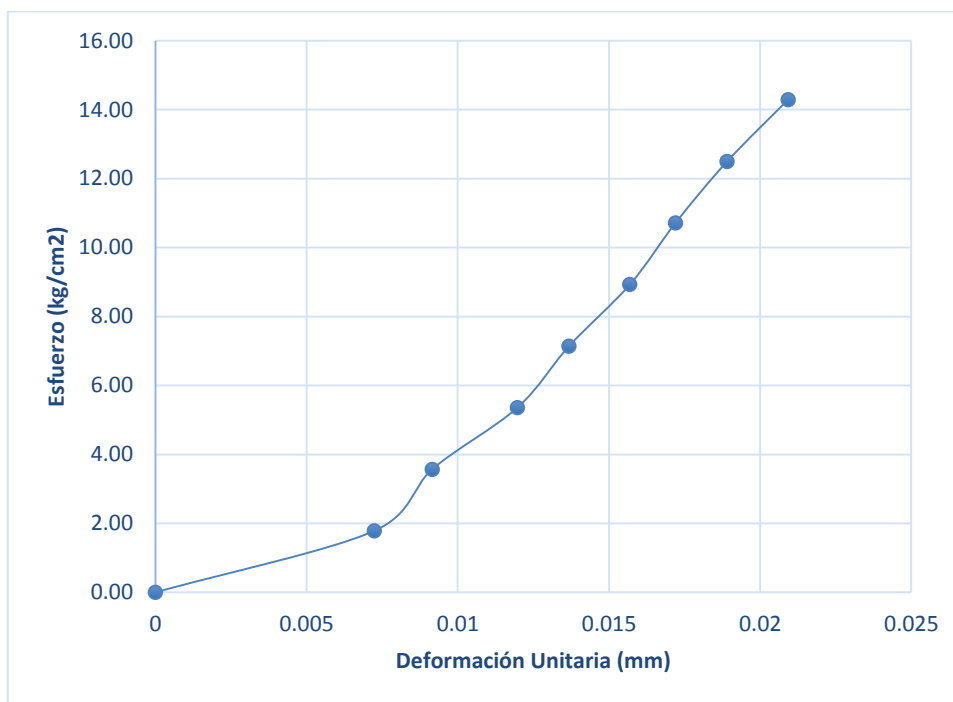
12.4. Resultados De Ensayos A Flexión Con 7% De Polímero Natural De Penca

Muestra N° 1

Tabla 74 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,79	0,72	0,007
200	3,57	0,91	0,009
300	5,36	1,19	0,012
400	7,15	1,36	0,014
500	8,93	1,56	0,016
600	10,72	1,71	0,017
700	12,50	1,88	0,019
800	14,29	2,08	0,021

Gráfico 67. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

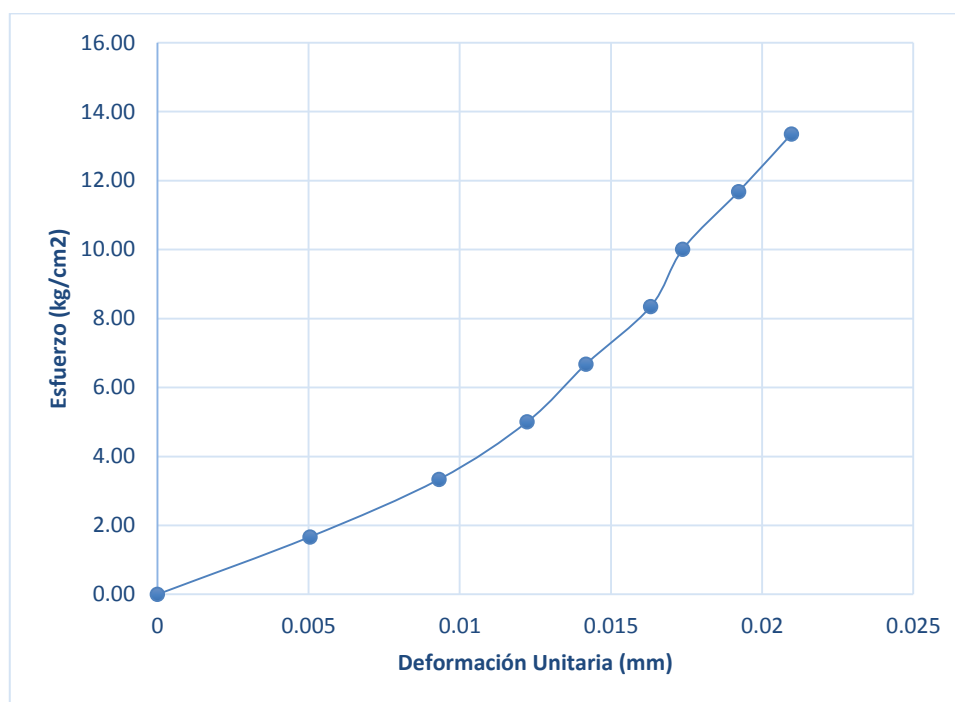


Muestra N° 2

Tabla 75 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,67	0,52	0,005
200	3,34	0,96	0,009
300	5,01	1,26	0,012
400	6,68	1,46	0,014
500	8,35	1,68	0,016
600	10,02	1,79	0,017
700	11,68	1,98	0,019
800	13,35	2,16	0,021

Gráfico 68. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

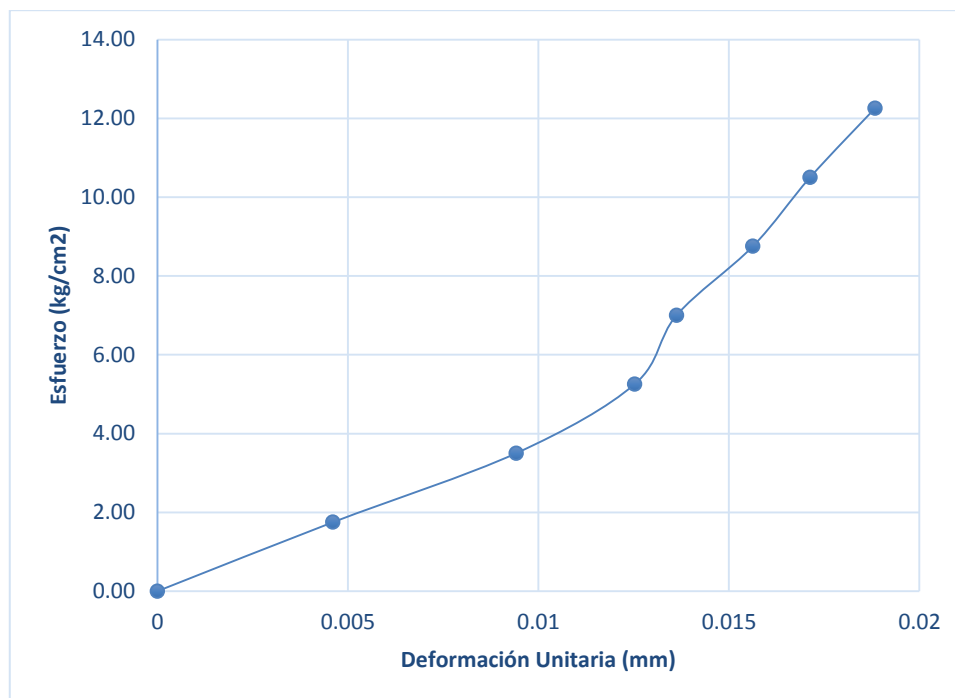


Muestra N° 3

Tabla 76 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,75	0,46	0,005
200	3,50	0,94	0,009
300	5,25	1,25	0,013
400	7,00	1,36	0,014
500	8,76	1,56	0,016
600	10,51	1,71	0,017
700	12,26	1,88	0,019

Gráfico 69. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

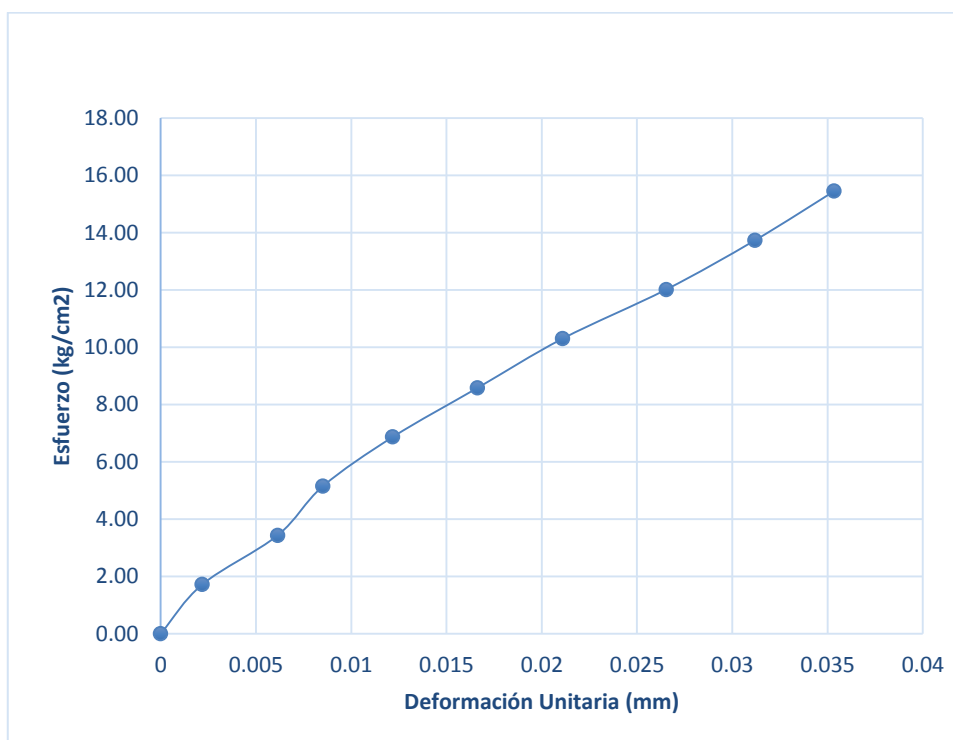


Muestra N° 4

Tabla 77 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.72	0.22	0.002
200	3.43	0.62	0.006
300	5.15	0.86	0.009
400	6.87	1.23	0.012
500	8.58	1.68	0.017
600	10.30	2.13	0.021
700	12.02	2.68	0.027
800	13.73	3.15	0.031
900	15.45	3.57	0.04

Gráfico 70. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

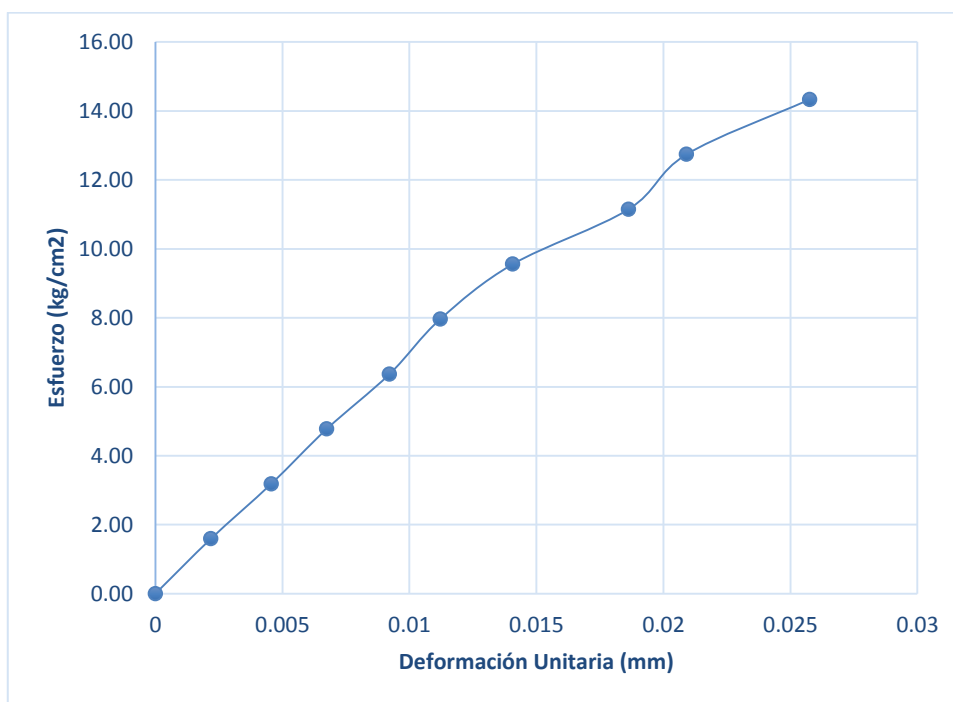


Muestra N° 5

Tabla 78 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,59	0,23	0,002
200	3,19	0,48	0,005
300	4,78	0,71	0,007
400	6,37	0,97	0,009
500	7,96	1,18	0,011
600	9,56	1,48	0,014
700	11,15	1,96	0,019
800	12,74	2,20	0,021
900	14,33	2,71	0,03

Gráfico 71. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

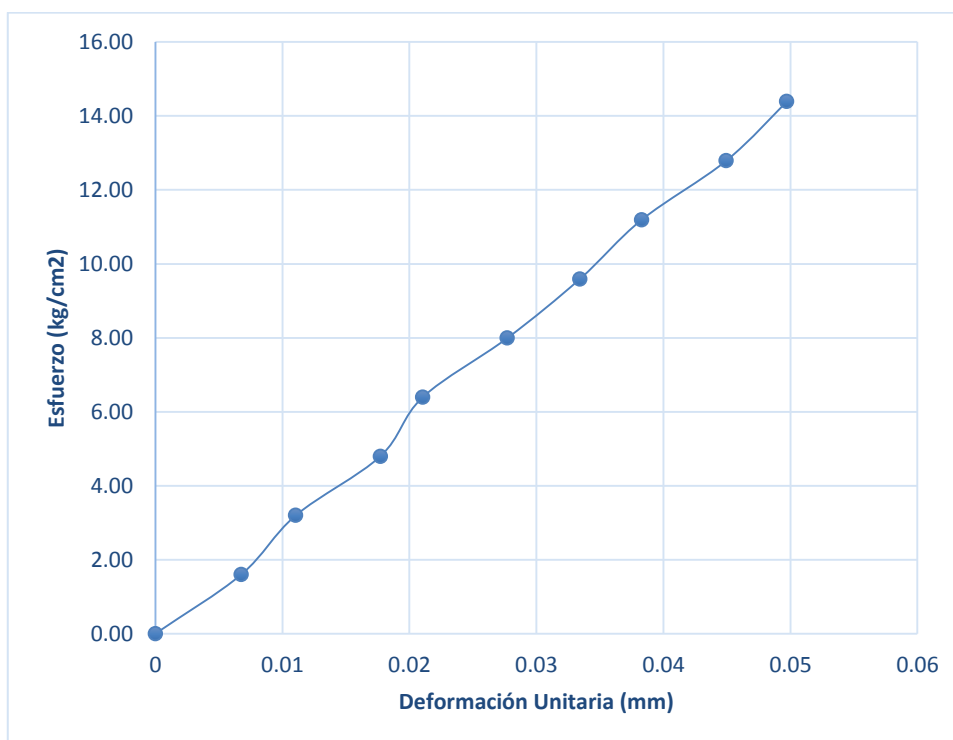


Muestra N° 6

Tabla 79 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.60	0.71	0.007
200	3.20	1.16	0.011
300	4.80	1.86	0.018
400	6.40	2.21	0.021
500	7.99	2.91	0.028
600	9.59	3.51	0.033
700	11.19	4.02	0.038
800	12.79	4.72	0.045
900	14.39	5.22	0.05

Gráfico 72. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

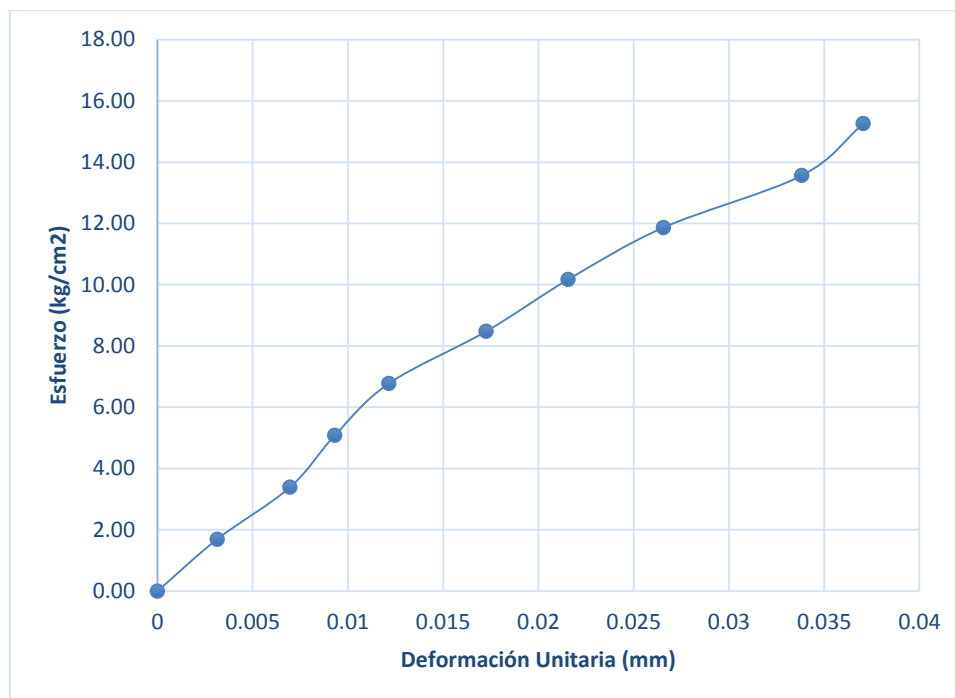


Muestra N° 7

Tabla 80 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0.00	0	0
100	1.70	0.32	0.003
200	3.39	0.71	0.007
300	5.09	0.95	0.009
400	6.78	1.24	0.012
500	8.48	1.76	0.017
600	10.17	2.20	0.022
700	11.87	2.71	0.027
800	13.56	3.45	0.034
900	15.26	3.78	0.04

Gráfico 73. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

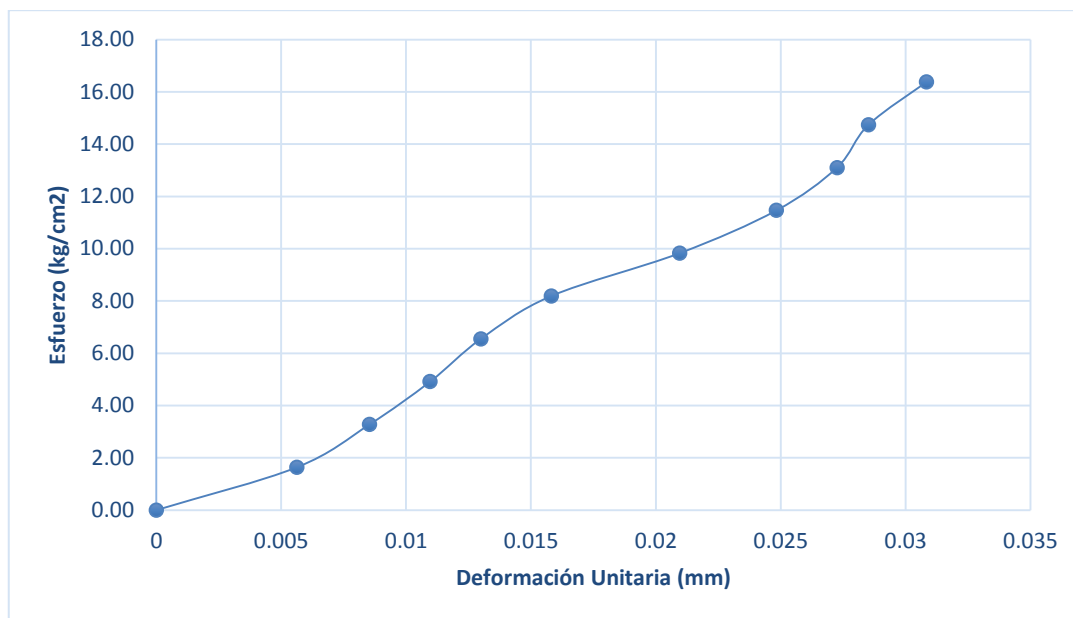


Muestra N° 8

Tabla 81 Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
0	0,00	0	0
100	1,64	0,58	0,006
200	3,28	0,88	0,009
300	4,91	1,13	0,011
400	6,55	1,34	0,013
500	8,19	1,63	0,016
600	9,83	2,16	0,021
700	11,46	2,56	0,025
800	13,10	2,81	0,027
900	14,74	2,94	0,029
1000	16,38	3,18	0,031

Gráfico 74. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural de penca.



13. Resultados ensayo de absorción de agua de adobe estabilizado y compactado.

Tabla 82 Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de polímero natural.

5% Penca	Peso Seco (kg)	Peso Húmedo (kg)	Absorción
5P01	4.44	5.02	13.13%
5P02	4.14	4.68	13.12%
5P03	4.23	4.79	13.35%
5P04	4.41	4.94	12.21%
5P05	4.45	5.10	14.66%
5P06	4.24	4.76	12.33%
		Promedio	13.14%

Tabla 83 Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de polímero natural.


6% Penca	Peso Seco (kg)	Peso Húmedo (kg)	Absorción
P01	4.34	4.87	12.12%
P02	4.22	4.76	12.80%
P03	4.18	4.70	12.40%
P04	4.24	4.78	12.70%
P05	3.89	4.38	12.68%
P06	4.26	4.79	12.46%
		Promedio	12.53%

Tabla 84 Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 7% de polímero natural.

7% Penca	Peso Seco (kg)	Peso Húmedo (kg)	Absorción
P01	4.15	4.76	14.83%
P02	4.08	4.65	14.13%
P03	3.90	4.48	14.89%
P04	4.16	4.76	14.58%
P05	4.16	4.78	14.70%
P06	4.29	4.90	14.17%
		Promedio	14.55%

14. Ficha Técnica de la Penca

Tabla 85. Descripción botánica y composición de la Penca

	
Penca	
Nombres Comunes	Penca, Cabuya, Pita, Maguey, Cabui, Chuchao, Cocuiza.
Nombre Científico	Furcraea andina
Reino	Plantae
Familia	Agavaceae
Género	Furcraea
Especie	Furcraea andina
Aprovechamiento de la hoja	Fibra larga 4% Fibra Corta 1% Bagazo 32% Jugos 40% Agua 21%
Descripción Botánica	Herbácea grande, de hojas verdes, largas y delgadas, provistas de espinas en sus bordes; escapo sólido y pesado. Sus hojas son carnosas y muy fibrosas. Posee flores amarillas. Se reproduce por renuevos que brotan del contorno de sus raíces.
Composición	Sus constituyentes físicos, químicos y mineralógicos, se conocen en forma cuantitativa, siendo agua, celulosa, materia orgánica y minerales, con los siguientes valores porcentuales: ✓ 85% Humedad ✓ 6% Celulosa ✓ 8% parte orgánica y amorfa (con sacarosa, proteínas, nitrógeno, fosforo, calcio, potasio, saponinas y sapogeninas). ✓ 1% Minerales
El extracto de Penca, es un polímero natural de origen vegetal oriundo de la sierra (Zapata, 2017). Según López & Mendoza (2003), consideran el extracto de penca es un fructano, un polímero de fructuosa.	

Fuente: (Baldeón, 2013)

15. Clasificación de suelo SUCS

Tabla 86. Sistema unificado de clasificación de suelos

DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% ->GW,GP,SW,SP. >12% ->GM,GC,SM,SC. 5 al 12% ->casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan	
				SC		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.
			Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML		Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
				CL		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.					
	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.					
	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.					
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
Suelos muy orgánicos			PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

Fuente: (Bosch, 2010)

16. Formatos de Laboratorio