



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y
ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON
ADICIÓN DE GOMA DE TUNA.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero civil

Autor:

Juan Bolaños Rodríguez

Asesor:

Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz

Cajamarca – Perú

2016

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Juan Bolaños Rodríguez**, denominada:

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABSORCIÓN DEL ADOBE COMPACTADO CON ADICIÓN DE GOMA DE TUNA.”

Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz

ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliga

**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Anita Alva Sarmiento

**JURADO
SECRETARIO**

Ing. Teresa Chávez Toledo

**JURADO
VOCAL**

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida, salud y por guiarme por el camino del bien todos los días de mi vida y por darme la fuerza para lograr parte de mis sueños.

A MI FAMILIA

Por el apoyo absoluto, por sus consejos, por apoyarme en los momentos más difíciles, por el apoyo económico para poder estudiar y terminar mi carrera y sobre todo por su apoyo incondicional para poder superarme como persona y como profesional.

A MIS HERMANOS

Por su apoyo leal y por animarme en los momentos difíciles

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz por ayudarme con su asesoramiento, por su sacrificio y su dedicación mediante su conocimiento y experiencia al desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga, por su apoyo en la revisión y realización de esta tesis.

A los profesores de la Universidad Privada del Norte, quienes con su conocimiento y experiencia ayudaron para la culminación de esta tesis.

A la Universidad Privada del Norte por darme la oportunidad de estudiar y formarme como persona y como profesional y por permitirme hacer uso del laboratorio y equipos para la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema.....	19
1.3. Justificación	20
1.4. Objetivos	20
1.5.1. Objetivo General	20
1.5.2. Objetivos Específicos	20
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes.....	21
2.2. Bases Teóricas.....	24
2.3. Definición de términos básicos.....	45
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS	46
3.1. Formulación de la hipótesis	46
3.2. Operacionalización de variables	46
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS	48
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	48
4.2. Material.....	48
4.2.1. Unidad de estudio.....	48
4.2.2. Población.....	48
4.2.3. Muestra.....	48
4.3. Métodos	49
4.3.1. Procedimientos	49
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	61
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN	69
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES	73
CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES	74
CAPÍTULO 9. REFERENCIAS	75
ANEXOS	78
Anexos N° 1. Ficha Técnica de la Goma de Tuna.....	78
Anexos N° 2. Panel Fotografico.....	79
Anexos N° 3. Cálculos.....	96
Anexos N° 4. Formatos de laboratorio.....	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Material de paredes por distrito	19
Tabla 2. Sistema de clasificación de suelos unificado "SUCS."	36
Tabla 3. Granulometrías óptimas para suelos estabilizados	40
Tabla 4. Zonas especiales dentro de las cuales se debe ubicar el valor de los límites de Atterberg de un suelo a utilizar en la construcción con tierra	41
Tabla 5. Composición química proximal de cladodios de nopal amarillo. Expresado en base húmeda.....	44
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	46
Tabla 7. Cantidad de adobes para ensayo a compresión, flexión y absorción del adobe compactado	48
Tabla 8. Procedimiento para medir la absorción en las unidades de adobe.....	60
Tabla 9. Determinación de la humedad del suelo	61
Tabla 10. Análisis granulométrico del suelo	63
Tabla 11. Proctor modificado muestra patrón	64
Tabla 12. Proctor Modificado con 5% de goma de tuna	65
Tabla 13. Proctor Modificado con 10% de goma de tuna	66
Tabla 14. Proctor Modificado con 15% de goma de tuna	67
Tabla 15. Desviación estándar de cada mezcla	68
Tabla 16. Resumen general de la resistencia a la compresión.	68
Tabla 17. Desviación estándar de cada mezcla	69
Tabla 18. Resumen general de resistencia a flexión	69
Tabla 19. Desviación estándar de cada mezcla	70
Tabla 20. Resumen general de absorción de agua.....	70
Tabla 21. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 1 del bloque de adobe compactado.....	96
Tabla 22. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 2 del bloque de adobe compactado.....	97
Tabla 23. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 3 del bloque de adobe compactado.....	98
Tabla 24. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 4 del bloque de adobe compactado.....	99
Tabla 25. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 5 del bloque de adobe compactado.....	100
Tabla 26. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 6 del bloque de adobe compactado.....	101
Tabla 27. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 7 del bloque de adobe compactado.....	102
Tabla 28. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 8 del bloque de adobe compactado.....	103
Tabla 29. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 9 del bloque de adobe compactado.....	104
Tabla 30. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 10 del bloque de adobe compactado.....	105
Tabla 31. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	106
Tabla 32. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	107
Tabla 33. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	108
Tabla 34. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	109

Tabla 35. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	110
Tabla 36. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna	111
Tabla 37. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	112
Tabla 38. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	113
Tabla 39. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	114
Tabla 40. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna	115
Tabla 41. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	116
Tabla 42. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	117
Tabla 43. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	118
Tabla 44. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 04 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	119
Tabla 45. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	120
Tabla 46. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	121
Tabla 47. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	122
Tabla 48. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	123
Tabla 49. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	124
Tabla 50. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	125
Tabla 51. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	126
Tabla 52. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	127
Tabla 53. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	128
Tabla 54. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	129
Tabla 55. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	130
Tabla 56. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	131
Tabla 57. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	132
Tabla 58. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	133
Tabla 59. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	134
Tabla 60. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna	135
Tabla 61. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 1 del bloque de adobe compactado.	136

Tabla 62. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 2 del bloque de adobe compactado.....	137
Tabla 63. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 3 del bloque de adobe compactado.....	137
Tabla 64. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 4 del bloque de adobe compactado.....	138
Tabla 65. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 5 del bloque de adobe compactado.....	139
Tabla 66. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 6 del bloque de adobe compactado.....	139
Tabla 67. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 7 del bloque de adobe compactado.....	140
Tabla 68. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra patrón 8 del bloque de adobe compactado.....	141
Tabla 69. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	141
Tabla 70. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	142
Tabla 71. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	143
Tabla 72. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	144
Tabla 73. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	145
Tabla 74. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de goma de tuna.....	145
Tabla 75. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	146
Tabla 76. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.....	147
Tabla 77. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.....	148
Tabla 78. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.....	149
Tabla 79. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.....	149
Tabla 80. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.....	150
Tabla 81. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.....	151
Tabla 82. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.....	151
Tabla 83. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.....	152
Tabla 84. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.....	153
Tabla 85. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.....	154
Tabla 86. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.....	155
Tabla 87. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.....	155
Tabla 88. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.....	156

Tabla 89. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	157
Tabla 90. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	158
Tabla 91. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	159
Tabla 92. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	160
Tabla 93. Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	161
Tabla 94. Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	161

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Límites de consistencia	61
Gráfico 2. Curva de distribución granulométrica calicata Shaullo Chico.	63
Gráfico 3. Proctor Modificado muestra patrón	65
Gráfico 4. Proctor Modificado con 5% de goma de tuna	66
Gráfico 5. Proctor Modificado con 10% de goma de tuna	67
Gráfico 6. Proctor Modificado con 15% de goma de tuna	68
Gráfico 7. RESUMEN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	69
Gráfico 8. RESUMEN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	70
Gráfico 9. Resumen general de absorción de agua	71
Gráfico 10. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe compactado.	96
Gráfico 11. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe compactado.	97
Gráfico 12. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe compactado.	98
Gráfico 13. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe compactado.	99
Gráfico 14. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe compactado.	100
Gráfico 15. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe compactado.	101
Gráfico 16. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe compactado.	102
Gráfico 17. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe compactado.	103
Gráfico 18. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 9 del bloque de adobe compactado.	104
Gráfico 19. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 10 del bloque de adobe compactado.	105
Gráfico 20. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	106
Gráfico 21. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	107
Gráfico 22. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	108
Gráfico 23. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	109

Gráfico 24. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	110
Gráfico 25. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	111
Gráfico 26. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	112
Gráfico 27. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	113
Gráfico 28. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	114
Gráfico 29. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	115
Gráfico 30. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	116
Gráfico 31. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	117
Gráfico 32. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	118
Gráfico 33. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	119
Gráfico 34. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	120
Gráfico 35. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	121
Gráfico 36. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	122
Gráfico 37. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	123
Gráfico 38. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	124
Gráfico 39. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	125
Gráfico 40. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	126
Gráfico 41. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	127
Gráfico 42. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	128
Gráfico 43. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	129
Gráfico 44. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	130
Gráfico 45. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	131
Gráfico 46. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	132
Gráfico 47. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	133
Gráfico 48. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	134
Gráfico 49. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	135
Gráfico 50. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe compactado.	136

Gráfico 51. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe compactado.....	137
Gráfico 52. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe compactado.....	138
Gráfico 53. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe compactado.....	138
Gráfico 54. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe compactado.....	139
Gráfico 55. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe compactado.....	140
Gráfico 56. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe compactado.....	140
Gráfico 57. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe compactado.....	141
Gráfico 58. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	142
Gráfico 59. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	143
Gráfico 60. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	144
Gráfico 61. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	144
Gráfico 62. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	145
Gráfico 63. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	146
Gráfico 64. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	146
Gráfico 65. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.	147
Gráfico 66. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	148
Gráfico 67. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	149
Gráfico 68. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	150
Gráfico 69. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	150
Gráfico 70. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	151
Gráfico 71. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	152
Gráfico 72. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	152
Gráfico 73. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.	153
Gráfico 74. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	154
Gráfico 75. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	155
Gráfico 76. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	156
Gráfico 77. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	157

Gráfico 78. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	158
Gráfico 79. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	159
Gráfico 80. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	160
Gráfico 81. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.	160

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Material extraído de calicata en distrito Baños del Inca caserío Shaullo Chico	50
Fotografía 2. Tunas en el distrito de Jesús	51
Fotografía 3. Paleta de tuna libre de espinas	51
Fotografía 4. Preparación de la goma de tuna	52
Fotografía 5. Realizando la granulometría método de lavado, ya que es un material arcilloso	53
Fotografía 6. Colocación de la muestra en el horno	53
Fotografía 7. Realizando la granulometría del material lavado después de secarse en el horno	54
Fotografía 8. Realizando límites	54
Fotografía 9. Mezclando la muestra para realizar el Proctor	55
Fotografía 10. Compactación Proctor Modificado	55
Fotografía 11. Peso de la tierra para elaboración de adobe.....	57
Fotografía 12. Preparación del material de acuerdo al óptimo contenido de humedad sacada del laboratorio mediante el ensayo de Proctor.....	57
Fotografía 13. Elaboración del adobe mediante máquina de CINVA RAM.....	58
Fotografía 14. Adobe compactado y estabilizado con % de goma de tuna	58
Fotografía 15. Material extraído de calicata en el caserío Shaullo Chico distrito Baños del Inca.....	79
Fotografía 16. Tuna extraído del distrito del centro poblado Huaraclla distrito Jesús Cajamarca	79
Fotografía 17. Tunas después de quitar las espinas.....	80
Fotografía 18. Preparación de la goma de tuna.	80
Fotografía 19. Preparación de la goma de tuna.	80
Fotografía 20. Peso de las taras con la muestra para contenido de humedad.	81
Fotografía 21. Muestra secada al horno para contenido de humedad durante 24 horas..	81
Fotografía 22. Realizando el lavado del material seco con la malla N° 200	82
Fotografía 23. Realizando la granulometría del material lavado después de secarse en el horno.	82
Fotografía 24. Realizando límite líquido y plástico	83
Fotografía 25. Pesando la goma de tuna para realizar el Proctor	83
Fotografía 26. Mezclando la muestra para realizar el Proctor	84
Fotografía 27. Realizando Proctor Modificado con mi asesor de tesis.	84
Fotografía 28. Realizando la compactación.	85
Fotografía 29. Peso del cilindro más la muestra después de realizar la compactación mediante 25 golpes por capa en un total de 5 capas según norma.....	85
Fotografía 30. Realizando gusanitos para Límite plástico	86
Fotografía 31. Peso de la muestra para elaboración de adobe compactado.....	86
Fotografía 32. Peso del agua para la dosificación.....	87
Fotografía 33. Preparación de la mezcla.....	87

Fotografía 34. Elaboración de adobes con la máquina CINVA RAM en la cantera	88
Fotografía 35. Elaboración de adobes con la máquina CINVA RAM en la cantera.	88
Fotografía 36. Elaboración de adobes con la máquina CINVA RAM en la cantera.	89
Fotografía 37. Secado del adobe	89
Fotografía 38. Secado del adobe y protección del aire mediante mantas.	90
Fotografía 39. Sacando medidas exactas del bloque de adobe	90
Fotografía 40. Realizando corte del adobe por mitades con amoladora en la Universidad Privada del Norte.	91
Fotografía 41. Bloque de adobe en mitades para el ensayo a compresión.	91
Fotografía 42. Ensayo a compresión del bloque de adobe en mitades con 5% de goma de tuna.	92
Fotografía 43. Ensayo a compresión del bloque de adobe en mitades con 5% de goma de tuna en presencia de mi asesor de tesis.	92
Fotografía 44. Bloque de adobe en el horno durante 24 horas para ensayo de absorción	93
Fotografía 45. Adobe con 15% de goma de tuna sumergido en agua durante 24 horas no resiste al agua.	93
Fotografía 46. Adobe con 15% de goma de tuna sumergido en agua durante 24 horas no resiste al agua.	94
Fotografía 47. Mitades de adobe para ensayo de	94
Fotografía 48. Adobe con 5% de goma de tuna sumergido en agua durante 24 horas si resiste al agua.	94
Fotografía 49. Adobe con 5% de goma de tuna sumergido en agua durante 24 horas si resiste al agua.	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución Mundial de Arquitectura de Adobe.....	16
Figura 2. Distribución Mundial de Riesgo Sísmico Moderado y Alto.....	17
Figura 3. Muestra el colapso de viviendas de adobe producidas por el Terremoto de Pisco.	18
Figura 4. Material de paredes en porcentaje	18
Figura 5. Carta de Plasticidad Casagrande.....	35
Figura 6. Ubicación de la cantera en estudio (croquis).....	49
Figura 7. Ubicación de Las Tunas.....	50
Figura 8. Ubicación de la ladrillera	56

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Contenido de humedad	27
Ecuación 2. Índice de plasticidad.....	31
Ecuación 3. Porcentajes de los pesos retenidos	32
Ecuación 4. Porcentajes que pasa en cada tamiz.....	32
Ecuación 5. Resistencia a la compresión.....	42
Ecuación 6. Ecuación. Resistencia a flexión.	43
Ecuación 7. Ecuación. Absorción de agua	43

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna, para ello se realizó el estudio de suelos para caracterizar los materiales y elaborar bloques de adobe compactado. La tierra utilizada para la elaboración de las unidades fue extraída de la cantera “Shaullo Chico”, inicialmente se realizó el análisis granulométrico y los límites de consistencia para clasificar los suelos y ver si cumple con los requisitos que exige la N.T.P E.080, luego a través del ensayo de Proctor Modificado permitió determinar la cantidad de agua necesaria utilizada en los bloques de tierra de la muestra patrón elaborados sin goma de tuna y en los bloques de tierra con porcentajes de 5%, 10% y 15% con goma de tuna, estos adobes fueron elaborados a través de la máquina CINVA RAM, disponible en la Universidad Privada del Norte Cajamarca.

Los resultados obtenidos del ensayo a compresión, en mitades, nos indican que todos los adobes superan la resistencia mínima que indica la norma técnica de edificaciones E.080, los resultados de la muestra patrón y con goma de tuna de 5%, 10% y 15% presentan valores de 19.19 kg/cm², 21.90 kg/cm², 25.27 kg/cm² y 27.56 kg/cm² respectivamente, siendo el adobe con mejor resistencia a la compresión el de 15% con goma de tuna.

Para el ensayo a flexión y absorción la norma técnica de edificaciones E.080, no especifica parámetros, para ello se realizó teniendo en cuenta la norma ASTM-C67, donde se obtuvieron resultados para la muestra patrón de 4.77 kg/cm² y para los porcentajes de 5%, 10% y 15% presentaron valores de 6.47kg/cm², 6.81 kg/cm² y 6.11 kg/cm² respectivamente, siendo el adobe con mejor resistencia a la flexión el de 10% con goma de tuna.

El ensayo de absorción de las muestras patrón y la muestra de 15% de goma de tuna no se resistieron la prueba, en cambio con los porcentajes de 5% y 10% se obtuvo una absorción de 12.68% y 14.62%.

ABSTRACT

This thesis aimed to evaluate the compressive strength, bending and absorption of compacted rubber addition tuna, for which the soil study was performed to characterize and develop materials compacted adobe blocks. The land used for the production of the units was quarried "Shaullo Chico", initially the particle size analysis and consistency limits was made to classify soils and see if it meets the requirements under the NTP E.080, then through trial Modified Proctor allowed to determine the necessary amount of water used in blocks of land pattern made without rubber tuna sample and earth blocks with percentages of 5%, 10% and 15% gum tuna these bricks were made through the CINVA RAM, available at the Private University of North Cajamarca machine.

The results of the compression test, halved, indicate that all adobes exceed the minimum resistance indicating the technical standard E.080 buildings, the results of the standard sample and tuna paste of 5%, 10% and 15% have values of 19.19 kg / cm², 21.90 kg / cm², 25.27 kg / cm² and 27.56 kg / cm² respectively, the adobe compressive strength better than 15% with rubber tuna.

For testing bending and absorption of the technical standard E.080 buildings, it does not specify parameters for it was made taking into account the standard ASTM-C67, where results for the standard of 4.77 kg / cm² sample was obtained and the percentages of 5%, 10% and 15% had values of 6.47kg / cm², 6.81 kg / cm² and 6.11 kg / cm² respectively, adobe with better flexural strength of 10% with the rubber tuna.

The absorption test standard samples and the sample of 15% rubber tuna not withstood the test, whereas the percentages of 5% and 10% absorption of 12.68% and 14.62% was obtained.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

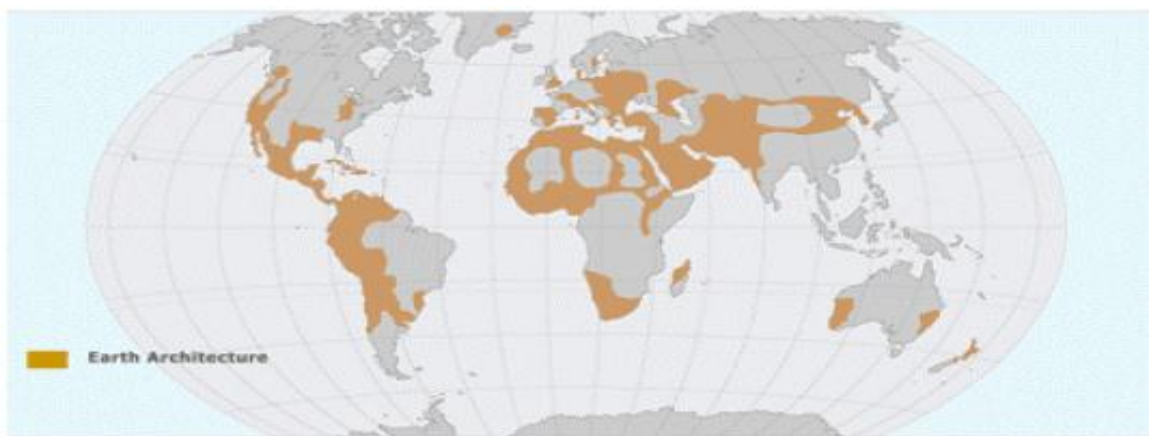
El adobe es muy utilizado en todas partes del mundo por el bajo costo que éste representa; sin embargo, debido a la intervención de agentes como: lluvia, viento y sismos, además de la naturaleza propia de los suelos con los que se elaboran, por ser arcilla en el mayor de los casos, tienden a mostrar afinidad por el agua, lo que reduce la resistencia a compresión, flexión y desintegración al entrar en contacto con el agua, por lo que la durabilidad de las estructuras construidas con este material es relativamente corta, ya que dichos factores propician la erosión y agrietamiento de las piezas llevándolas al desgaste parcial o total (Ríos, 2010).

La razón del mal comportamiento sísmico de estas construcciones se debe al gran peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, estas construcciones desarrollan grandes fuerzas de inercia que son incapaces de resistir y por ello fallan violentamente (Blondet, Villa, & Brzev, 2003).

Las propiedades sismo resistentes de las edificaciones de adobe no reforzadas son muy bajas. En la propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado nos dice que: La razón el mal comportamiento sísmico de estas construcciones se debe al gran peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil (Rubiños, 2009).

Alrededor del 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra. Aproximadamente el 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo la mayoría de la población rural y por lo menos el 20% de la población urbana y urbano marginal, viven en casas de tierra (Houben & Guillaud, 1994).

Figura 1. Distribución Mundial de Arquitectura de Adobe



Fuente: De Sensi, 2003.

Figura 2. Distribución Mundial de Riesgo Sísmico Moderado y Alto.



Fuente: De Sensi, 2003.

Según el Censo INEI, 1993, en las zona rurales el porcentaje de viviendas construidas con paredes predominantemente de adobe o tapia (tapial) es de 61.8% y 31.8% en el área urbana y según censo INEI. 2007, en las zonas rurales el porcentaje de viviendas construidas paredes predominantemente de adobe o tapia (tapial) es de 68.5% y 23.5% en el área urbana.

Según estos censos el porcentaje de viviendas de adobe se concentra en mayor cantidad en la zona rural y además este porcentaje sigue aumentando, en 1993 fue de 61.8% y en el 2007 fue de 68.5%, esto se debe al crecimiento de la población y a los bajos recursos de la población rural.

Según la propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado nos dice que la mayoría de viviendas destruidas, inhabitables y afectadas por el terremoto de Pisco estuvieron ubicadas en el departamento de Ica y el material predominante de muchas de estas viviendas fue el adobe y su construcción carecía de refuerzo sísmico, lo que aumentó su vulnerabilidad ante el terremoto.

La forma tradicional de construcción de la zona evitaba llenar completamente las juntas verticales de los muros de adobe. A esto se sumó la baja calidad del mortero de asentado, el cual contenía muy poco porcentaje de arcilla y que produjo una baja adherencia entre bloques (Rubiños, 2009).

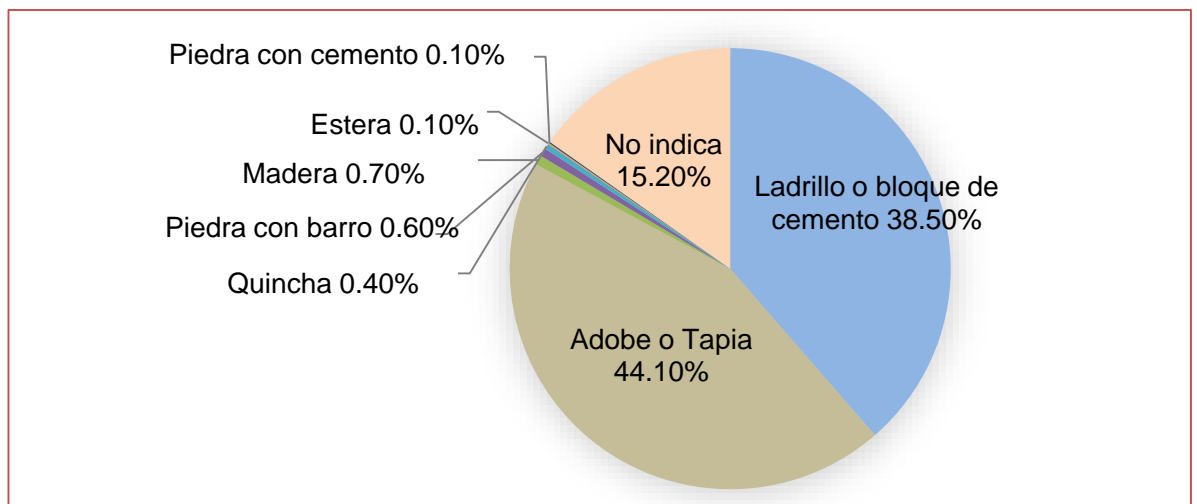
Figura 3. Muestra el colapso de viviendas de adobe producidas por el Terremoto de Pisco.



Fuente. Rubiños, 2009.

En Cajamarca a pesar de las intensas lluvias y de ser una zona sísmica, se sigue utilizando el adobe mayormente en la zona rural por bajo costo que este representa, ya que las viviendas que predominan como primer lugar son las de adobe o tapia en el 44,1% de los casos y como segundo lugar las paredes de ladrillo o bloque de cemento en el 38,5% de las viviendas de la ciudad de Cajamarca (Fondo mi Vivienda, 2009).

Figura 4. Material de paredes en porcentaje



Fuente: Fondo mi Vivienda , 2009.

Según área de residencia, en el departamento de Cajamarca, el material predominante en las paredes exteriores de las viviendas del área urbana es adobe o tapia, que representa el 57,2%; seguido del ladrillo o bloque de cemento que representa el 40,7%; el resto de materiales participan de manera poco significativa (INEI, 2007).

En la zona rural en el departamento de Cajamarca, el material predominante es el adobe o tapia con (86,1%) y en menor proporción la quincha (5,3%), la piedra con barro (4,4%) y el ladrillo o bloque de cemento (1.7%) (INEI, 2007).

El adobe o tapia representa el primer material predominante en el distrito de Baños del Inca y el ladrillo o bloque de cemento, en el distrito de Cajamarca, sin embargo no existen grandes diferencias cualitativas entre las viviendas de una y otra zona (Fondo mi Vivienda, 2009).

Tabla 1. Material de paredes por distrito

Material	Cajamarca (%)	Baños del Inca (%)
Ladrillo o Bloque de cemento	43,2	17,2
Piedra o Sillar con cal o cemento	0,1	0,0
Adobe o tapia	41,7	55,2
Quincha	0,4	0,6
Piedra con barro	0,5	0,6
Madera	0,7	0,8
Estera	0,0	0,1
Otro	0,4	0,3
No indica	12,9	25,1
Total (viviendas)	46 447	10 333

Fuente: Fondo mi Vivienda , 2009.

En todas las edificaciones el principal problema de los adobes es la baja resistencia que éste representa, según norma E-080, 2006, éstos tienen una resistencia a la compresión por unidad de 12 kg/cm², el cual es muy baja para resistir grandes esfuerzos, es por ello que esta investigación realizará un adobe compactado mediante la máquina CINVA RAM, utilizando un aditivo natural que es la goma de tuna para determinar si la resistencia a compresión y flexión se incrementa o disminuye.

Otro de los problemas del adobe es la resistencia a la absorción, ya que este material es muy utilizado en la sierra especialmente en la zona rural por personas de bajos recursos; sin embargo, presentan muy baja resistencia a la absorción frente a las constantes lluvias en épocas de invierno.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna en diferentes porcentajes?

1.3. Justificación

El Perú constituye un país con alta exposición a fenómenos naturales como sismos, inundaciones, deslizamientos, huaycos, sequías, heladas y de otra naturaleza con potencial destructivo. En ese sentido, el número de muertes suele ser elevado por cuanto afecta en mayor medida a grupos de población más pobres y vulnerables y sin duda uno de los impactos más comprometedores es el deterioro de las condiciones de vida de la población (Zelada, 2007).

La gran necesidad de tener una vivienda en la ciudad de Cajamarca en especial en la zona rural, obliga a buscar alternativas de solución, en la actualidad la mayoría de la población está dejando de construir con el adobe; sin embargo, en la zona rural se sigue utilizando con gran intensidad a pesar de que estas viviendas no tiene mucha resistencia a los movimientos sísmicos y su poca durabilidad por la falta de conocimiento del adobe reforzado.

Esta investigación nos permitirá aprovechar nuestros conocimientos para mejorar la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado, además reducir las dimensiones del adobe y mejorar la compactación través de la máquina CINVA RAM.

La construcción con el adobe, es una muy buena solución al problema que se encara ya que los materiales que se utilizan para su elaboración se encuentran en el lugar y con una orientación adecuada se puede lograr grandes beneficios.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna en diferentes porcentajes.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar y clasificar el material para la elaboración de los bloques de adobe compactado.
- Determinar la resistencia a la compresión, flexión del adobe compactado con adición en porcentajes de goma de tuna y las de adobe compactado sin adición para comparar sus resultados.
- Determinar la absorción de agua del bloque de adobe compactado.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales

- Según Ríos, 2010, en su investigación “Efecto de la adición de látex y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado” - México, cuyo objetivo fue evaluar los efectos de la adición de ácidos grasos emulsificador y un polímero natural látex en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado y estabilizado con cemento, indica que el látex tiene un impacto positivo en la resistencia mecánica y absorción de agua en el adobe compactado; sin embargo, en proporciones mayores de 2% de látex, dicho efecto disminuye, por lo que este porcentaje se considera como el óptimo combinando con 1% de jabón como estabilizante y la adición de jabón presento un impacto negativo en las propiedades de resistencia a compresión y flexión; sin embargo, en la absorción de agua el aforo fue positivo, reduciendo la absorción de los especímenes elaborados con 0.5 y 1% de jabón.

Según la tesis mencionada anteriormente se puede observar que al agregar látex en porcentajes menores al 2% aumenta su resistencia mecánica y al adicionarle jabón presenta un impacto negativo en su resistencia a la compresión y flexión; sin embargo, reduce la absorción del adobe compactado.

- Según Morales, Ortiz, & Alavés, 2007, en su investigación el artículo científico “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe Compactado” – México, nos dice que la adición del cemento tipo Portland como estabilizante en los adobes compactados, contribuye a mejorar notablemente las características mecánicas, se encontró que la resistencia a la compresión de los adobes compactados, tanto a la primera grieta como a la ruptura total, se incrementó notablemente con los contenidos del 4% al 8% de cemento en la mezcla, respecto a los adobes control; a partir del 8% y hasta el 16% respecto a las pruebas de flexión se observó una pérdida de ésta al adicionarle cemento a la mezcla, misma que es recuperada en los porcentajes de 12% y superiores de cemento, respecto a las pruebas de absorción en agua durante 24 horas, se detectó una ligera disminución conforme se incrementó la presencia de cemento en la mezcla.

Según el artículo mencionado anteriormente nos dice que al agregar cemento aumenta notablemente su resistencia mecánica tanto a compresión y a flexión, además disminuye la absorción del adobe compactado.

Antecedentes nacionales

- Según Delgado, 2006, en su tesis “Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos pisos con refuerzo horizontal y confinamientos de concreto armado” - Lima, nos dice que el espécimen de adobe confinado de 2 pisos, sin techo y a escala $\frac{3}{4}$, que por primera vez se ensayó en mesa vibradora, son de gran utilidad porque permiten detectar las zonas débiles del sistema, el cual se apreció un buen comportamiento, incluso ante sismos catastróficos, de los muros de corte del primer y segundo piso, así como del muro de flexión del primer piso. En estos casos, las fisuras fueron finas y ningún adobe se trituró.

Al reforzar con los muros de adobe con refuerzo horizontal y vertical se obtiene un buen comportamiento frente a los sismos, presentando mínimas fisuras.

- Según Cabrera & Huaynate, 2010, en su tesis, “Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones” - Lima, cuyo objetivo fue, contribuir al diseño de viviendas de adobe para que sean capaces de resistir el impacto de una inundación y llegaron a la conclusión que el método con mejores resultados contra el colapso por inundación prolongada fue la utilización de un sobrecimiento de concreto simple en la base de los muros de adobe convencional, con un peralte que sea 30 cm mayor que la altura de agua esperada. En esta técnica sólo se observó un ascenso de agua por capilaridad de 5 cm en el concreto que no llegó a afectar ningún adobe. Para abaratar costos, es necesario estudiar esta solución utilizando un sobrecimiento de concreto ciclópeo o de albañilería de arcilla industrial.

Antecedentes locales

- Según Mejía, 2014, en su tesis “Adobe estabilizado y compactado en Cajamarca 2014” - Cajamarca, 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, siendo mayores al valor de un adobe tradicional (15.28 kg/cm²) o lo especificado por la Norma de Adobe E. 080 (12 kg/cm²) y en dosificaciones de 12 y 14%, cumple con las características de la Norma de Albañilería E. 070, para ser usado como un Bloque Portante (50 kg/cm²).

La resistencia a flexión del bloque de adobe estabilizado y compactado, en porcentajes de 8, 10, 12 y 14% de cemento, presentó valores de 9.65, 10.33, 10.63

y 12.57 respectivamente, siendo mayores al valor de un adobe tradicional (5.60 kg/cm²) y con una dosificación de 14% de cemento, el bloque de adobe estabilizado y compactado, resultó ser más resistente que los ladrillos de arcilla de fábrica y artesanal

Según esta tesis realizada en Cajamarca se puede observar que el adobe compactado y estabilizado aumenta su resistencia superando lo que indica el reglamento tanto en compresión como en flexión, además disminuye la absorción del adobe.

- Según Bardales & Sánchez, 2015, en su tesis “Comparación de las propiedades de resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe tradicional y adobe estabilizado y compactado con cemento, yeso, cal y grout” - Cajamarca, cuyo objetivo fue comparar la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y absorción de agua del adobe tradicional y adobe estabilizado y compactado con cemento (Tipo I), yeso, cal o grout, nos dice que al comparar los resultados, los adobes de cemento, yeso, cal y grout, superaron la resistencia a la compresión del adobe tradicional hasta en 5 veces (cemento 12%).

Los adobes de cemento y yeso superaron la resistencia a la flexión del adobe tradicional hasta en 3.5 veces (cemento 14%) y sólo los adobes de cemento superaron el ensayo de absorción, con un porcentaje menor al 22%.

Los adobes elaborados con cemento al 14% y al 12% fueron los únicos bloques que soportaron el ensayo de absorción, presentando absorciones de 11.55% y 12.30% respectivamente, siendo ambas menor al 22% que es el valor que indica la norma.

Los adobes elaborados con yeso, cal y grout, al ser sumergidos en agua se desmoronaron, siendo los adobes de yeso los que menos tiempo tardaron en dicho proceso (3 minutos aproximadamente), siguiendo los de cal (10 minutos aproximadamente) y por último los de grout que resistieron 24 horas pero presentaron deformaciones en las aristas.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. El adobe. Existen diferentes definiciones sobre el adobe o también llamado bloque de tierra, el cual se describe a continuación. Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos (NTE E .080, 2006).

Es una masa de barro, frecuentemente mezclada con paja, moldeada de forma prismática, sin cocer, secada al aire, empleada en la construcción de muros de fábrica, paredes y tabiques. En ocasiones, se puede añadir cal, grava, estiércol para darle mayor consistencia. En la región de la Costa peruana también se utiliza con frecuencia la caña de azúcar cortada en pedazos (bagazo) que se mezcla con la tierra, el agua y el estiércol (José & Bernilla, 2012).

2.2.1.1. Tipos de adobe

- **El adobe compactado**

La compactación en el adobe 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. El efecto que la compactación produce, se refleja en el aumento en la densidad del adobe, incrementando su resistencia mecánica, debido a que se disminuye la porosidad (Ríos, 2010).

- **Adobe Estabilizado**

Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad (NTE E .080, 2006).

Un adobe totalmente estabilizado debe limitar la proporción del agua que asimila al 4% de su peso, requiriendo para ello la incorporación de una emulsión asfáltica que fluctúa entre el 6 y el 12% de su peso total.

- **Adobe no estabilizado.**

Originalmente el adobe se elabora con faja las cuales ayudan a mejorar su comportamiento ante el efecto de contracción y expansión del material que se evidencian principalmente con agrietamientos; sin embargo, si la consistencia

del suelo con que se elabora este material esta equilibrada y presenta cambios dimensionales despreciables.

El comportamiento del adobe está ligado a las condiciones y constitución del suelo con que éste se elabora. Un suelo excesivamente arcilloso exigirá la incorporación de una mayor proporción de otros componentes para balancear su capacidad de contracción y expansión que puede conducir a fisuras y deformaciones (Ríos, 2010).

Por la naturaleza de los materiales que lo constituyen, así como su proceso de fabricación, el adobe no requiere de uso de combustibles, por lo que representa un ahorro económico estimado en el 40% con relación al ladrillo de barro recocido, puesto que este material no requiere de un proceso de cocción a diferencia del ladrillo.

Una de las desventajas más significativas del adobe tradicional, después de sus prestaciones mecánicas limitadas, está en la utilización de un gran número de obreros que se requiere para la elaboración del mismo (Ríos, 2010).

2.2.2. El suelo

El suelo está formado por diferente granulometría, según la norma NTP 339.134, 1999 y el libro Mecánica de Suelos y Cimentaciones de Carlos Crespo Villalaz define en tres tipos que son arenas, limos y arcillas.

2.2.2.1. Arena

Es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro.

El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: Las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea (Crespo, 2000).

2.2.2.2. Limo

Un limo con suficiente contenido de materia orgánica como para influenciar las propiedades del suelo. Con propósitos de clasificación, un limo orgánico es un suelo que podría ser clasificado como un limo, excepto que el valor de su límite líquido después del secado al horno es menor que el 75% del valor de su límite líquido antes del secado (NTP 339.134, 1999).

2.2.2.3. Arcilla

Suelo que pasa la malla estándar N° 200 (75- μ m) y puede exhibir plasticidad (propiedades plásticas) dentro de un cierto rango de contenido de humedad y que tiene una considerable resistencia cuando está en seco. Con propósito de clasificación, una arcilla es un suelo de grano fino o la porción de grano fino de un suelo, con índice plástico igual o mayor que 4 y su ubicación dentro de un gráfico de índice plástico versus límite líquido cae en o sobre la línea “A” (NTP 339.134, 1999).

Son silicatos de aluminio hidratado que desarrollan plasticidad cuando se mojan. Algunas arcillas, como las sódicas, se hidratan y se dispersan o hinchan considerablemente. Otras, como las cálcicas, se hidratan pero se dispersan ligeramente (Alcalá & Rojas, 2011).

a. Propiedades físico químicas de las arcillas

Las distintas aplicaciones de las arcillas radican principalmente en sus propiedades físico-químicas, que se derivan principalmente de:

Su pequeño tamaño de partícula (inferior a 2μ m)

Su morfología laminar (filosilicatos)

Las sustituciones isométricas, que dan lugar a aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar.

Como consecuencia de estos factores, presentan por una parte, un valor elevado de área superficial y a la vez, presencia de una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados (Ríos, 2010).

b. Plasticidad

Las arcillas son eminentemente plásticas. Esto se debe a que el agua forma una película de recubrimiento sobre las partículas laminares produciendo un

efecto lubricante que facilita el deslizamiento de una partícula sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ella.

La elevada plasticidad de las arcillas es consecuencia, nuevamente de su morfología laminar, tamaño de partícula extremadamente pequeña (elevada área superficial) y alta capacidad de hinchamiento. Dicha plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atterberg (Límite líquido, límite plástico y contracción). La relación entre el límite líquido y el índice de plasticidad ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. En general, cuanto más pequeña son las partículas y más imperfecta su estructura, más plástico es el material (Ríos, 2010).

2.2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

2.2.3.1. Contenido de Humedad

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. Generalmente se expresa en porcentaje.

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \text{Ecuación 1. Contenido de humedad}$$

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)

Ensayo de contenido de humedad

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

2.2.3.2. LÍMITES DE ATTERBERG O LÍMITES DE CONSISTENCIA

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

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

a. 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.

Ensayo de Límite líquido

Material

Suelo seco que pasa la malla N° 40

Equipo

Malla N° 40

Copa de cas 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 mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme.

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

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

Elevar y dejar caer la copa mediante la manivela a razón de 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 retirar 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.

Retirar el suelo remanente de la copa de Casagrande y colocar 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.

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

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

b. 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 rolado en hilo de 3,2mm. (1/8 pulgada) sin que se rompan en pedazos.

Suelo plástico: Es un suelo que tiene un rango de contenido de humedad sobre el cual exhibe plasticidad y sobre el cual mantendrá su forma bajo secado.

Ensayo de Límite plástico

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

c. Índice de plasticidad

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

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

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.

$$IP = LL - LP \quad \text{Ecuación 2. Índice de plasticidad}$$

Donde:

IP. Índice de plasticidad

LL. Límite líquido

LP. Límite plástico

2.2.3.3. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA MÉTODO DE LAVADO.

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.

Los límites de tamaño de las partículas que constituyen un suelo, ofrecen un criterio obvio para una clasificación descriptiva del mismo. Tal criterio fue usado en Mecánica de Suelos desde un principio e incluso antes de la etapa moderna de esta ciencia. Originalmente, el suelo se dividía únicamente en tres o cuatro fracciones debido a lo engorroso de los procedimientos disponibles de separación por tamaños. Posteriormente, con el advenimiento de la técnica del cribado, fue posible efectuar el trazo de curvas granulométricas, contando con agrupaciones de las partículas del suelo en mayor número de tamaño diferentes (Juárez & Rico, 2009).

Se utiliza cuando el material es fino (arcillo limoso) o cuando un material granular contiene fino.

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)

$$\%RP = \frac{PRP}{W_s} * 100 \quad \text{Ecuación 3. Porcentajes de los pesos retenidos}$$

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

$$\%RA1 = \%RP1$$

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

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

Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \%R.A \quad \text{Ecuación 4. Porcentajes que pasa en cada tamiz}$$

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

2.2.3.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Dada la complejidad y prácticamente la infinita variedad con que los suelos se presentan en la naturaleza, cualquier intento de sistematización científica, debe ir precedido por otro de clasificación completa. Obviamente la Mecánica de Suelos desarrolló estos sistemas de clasificación desde un principio. Primeramente, dado el escaso conocimiento que sobre los suelos se tenía, fundándose en criterios

puramente descriptivos; nacieron así varios sistemas, de los cuales, los basados en las características granulométricas, ganaron popularidad rápidamente (Juárez & Rico, 2009).

Es evidente que un sistema de clasificación que pretenda cubrir hoy las necesidades correspondientes, debe estar basado en las propiedades mecánicas de los suelos, por ser éstas lo fundamental para las aplicaciones ingenieriles. A la vez esta base debe ser preponderantemente cualitativa, puesto que un sistema que incluye relaciones cuantitativas y de detalle respecto a las propiedades mecánicas resultaría, sin duda, excesivamente complicado y de engorrosa aplicación práctica; además, un sistema útil de clasificación debe servir para normar el criterio del técnico respecto al suelo de que se trate, previamente a un conocimiento más profundo y extenso de las propiedades del mismo; de hecho, una de las más importantes funciones de un sistema sería proporcionar la máxima información normativa, a partir de la cual el técnico sepa en qué dirección profundizar su investigación.

Entre los diversos estudios tendientes a encontrar un sistema de clasificación que satisfaga los distintos campos de aplicación a Mecánica de Suelos, destacan los efectuados por el doctor A. Casagrande en la Universidad de Harvard, los cuales cristalizaron en el conocido “Sistema de Clasificación de Aeropuertos”, así originalmente llamado, debido a que estaba orientado para uso en aquel tipo de obras (Juárez & Rico, 2009).

Este sistema reconoce que las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos constituidos por las partículas menores que la malla N° 200, pueden deducirse cualitativamente a partir de sus características de plasticidad. En cuanto a los suelos formados por partículas mayores que la malla mencionada, el criterio básico de clasificación es aún el granulométrico que, aunque no es lo determinante para el comportamiento de un material, sí puede usarse como base de clasificación en los materiales granulares.

2.2.3.5. Sistema unificado de clasificación de suelos

Según lo descrito anteriormente, este sistema está basado en el Sistema de Clasificación de Aeropuertos, hasta el grado que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones.

El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla N° 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera “grueso” si más del 50% de sus partículas son gruesas y “fino”, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

Se describirán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos.

a. Suelos gruesos

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo. El significado se especifica abajo.

a) Gravas y suelos en que predominen éstas. Símbolo genérico G.

b) Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S.

Las gravas y las arenas se separan con la malla N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa no pasa la malla N° 4 y es del grupo genérico S, en caso contrario (Juárez & Rico, 2009).

b. Suelos finos

También en este caso el Sistema a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos y dando lugar a las siguientes divisiones:

a) Limos inorgánicos, de símbolo genérico M

b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C

c) Limos y arcilla orgánicas, de símbolo genérico O

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdivide, según su límite líquido, en dos grupos. Si éste es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor de 50% o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

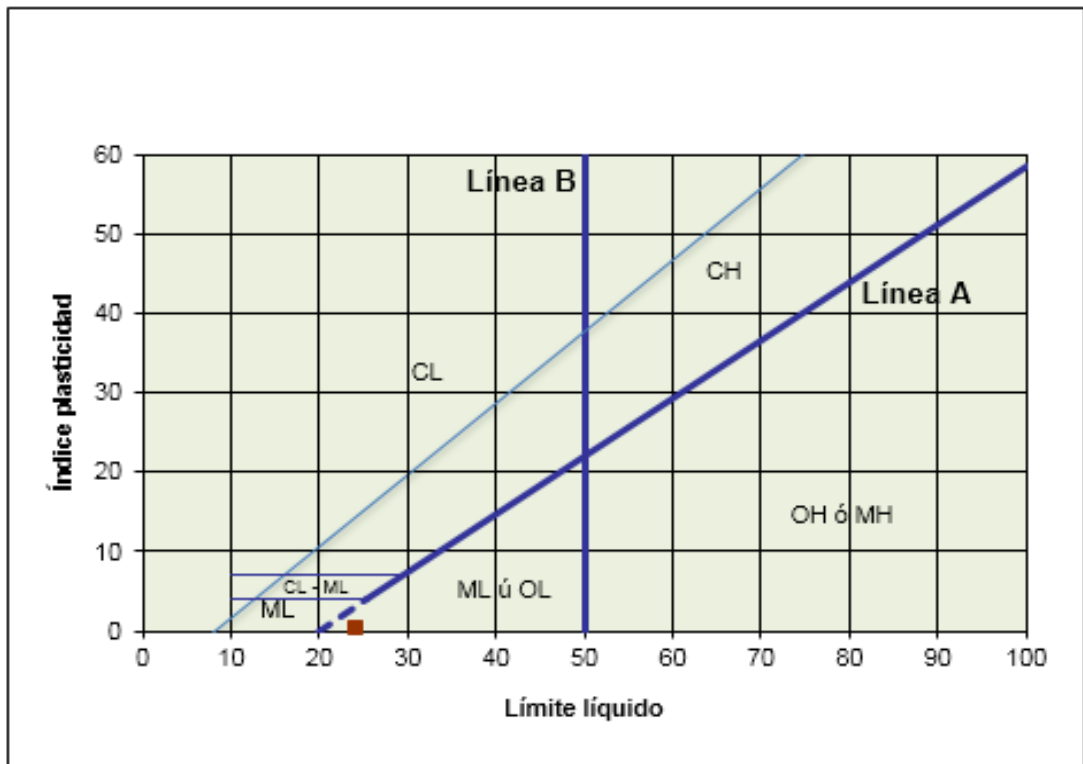
Ha de notarse que las letras L y H no se refieren a baja o alta plasticidad, pues esta propiedad del suelo, como se ha dicho, ha de expresarse en función de dos parámetros (Límite Líquido e Índice de Plasticidad), mientras que en el caso actual

sólo el valor del límite líquido interviene. Por otra parte, ya se hizo notar que la compresibilidad de un suelo es una función directa del límite líquido, de modo que un suelo es más compresible a mayor límite líquido.

Clasificación de los suelos finos

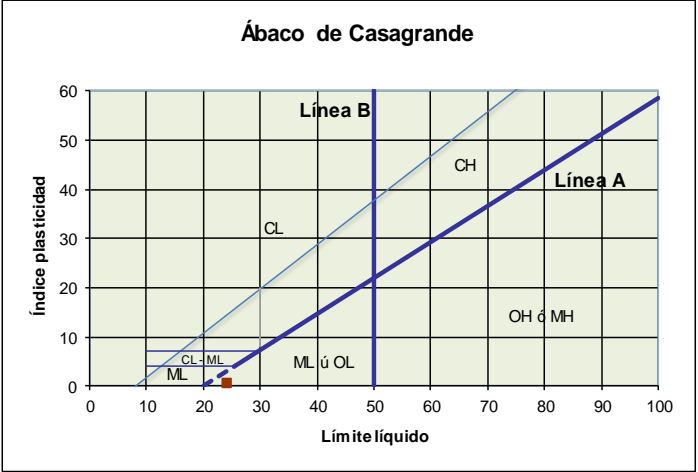
La carta de plasticidad y el Sistema de clasificación de suelos unificado "SUCS." fue recopilada del libro Geotecnia del autor (Gonzales, 2005).

Figura 5. Carta de Plasticidad Casagrande



Fuente: Gonzales, 2005.

Tabla 2. Sistema de clasificación de suelos unificado "SUCS."

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.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ 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.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ 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 de símbolo doble.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
SUELOS DE GRANO FINO. Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	 <p>Ábaco de Casagrande</p> <p>El gráfico muestra el índice de plasticidad (eje Y, 0-60) frente al límite líquido (eje X, 0-100). La Línea A es una línea diagonal que divide el espacio en zonas CH (encima) y OH o MH (debajo). La Línea B es una línea vertical que divide el espacio en zonas CL (izquierda) y ML u OL (derecha). La zona CL-ML es una franja estrecha entre las líneas A y B.</p>		
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.			
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
Suelos muy orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

2.2.3.6. ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

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.

Es el mejoramiento artificial de las propiedades del suelo por medios mecánicos, con los cuales se disminuye los vacíos, se incrementa la resistencia y se disminuye la capacidad de deformación.

El suelo se compacta en forma adecuada con una determinada humedad llamada humedad óptima, si el agua es insuficiente no habrá una buena lubricación y si es excesiva las fuerzas hidrostáticas tenderán a reparar las partículas

Existen dos métodos para el ensayo Proctor, a continuación se describe de manera general los parámetros de cada método

Proctor Modificado

Según NTP 339-141, 1999, este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" (19,0 mm).

Parámetros:

E_c = Energía de Compactación = 56 000 Lb-pie/pie³ (2 700 kN-m/m³)

W = Peso del martillo = 10 lbf (44,5 N)

h = Altura de caída del martillo = 18" (457 mm)

N = Número de golpes por capas = depende el molde.

n = Número de capas = 5

V = volumen del molde cm³ = depende del método de prueba.

Suelo y Molde a Utilizar

Método A

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.

Método B

Material: Se emplea el que pasa por el tamiz de 3/8" (9,5 mm).

Molde: 4 pulgadas de diámetro.

Volumen del molde: 1/30 pie³.

Número de golpes por capa: 25 golpes/capa.

Método C

Material: Se emplea el que pasa por el tamiz de 3/4" (19,0 mm).

Molde: 6 pulgadas de diámetro.

Volumen del molde: 1/13.3 pie³.

Número de golpes por capa: 56 golpes/capa.

Proctor Estándar

Según (NTP 339.142, 1999), al igual que en el ensayo de Proctor Modificado, este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" (19,0 mm).

Parámetrosⁱⁱ:

E_c = Energía de Compactación = 12 400 Lb-pie/pie³ (600 kN-m/m³)

W = Peso del martillo = 5,5 lbf (24,4 N)

h = Altura de caída del martillo = 12" (305 mm)

N = Número de golpes por capas = depende el molde.

n = Número de capas = 3

V = volumen del molde cm³ = depende del método de prueba.

Suelo y Molde a Utilizar

Método A

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.

Método B

Material: Se emplea el que pasa por el tamiz de 3/8" (9,5 mm).

Molde: 4 pulgadas de diámetro.

Volumen del molde: 1/30 pie³.

Número de golpes por capa: 25 golpes/capa.

Método C

Material: Se emplea el que pasa por el tamiz de 3/4" (19,0 mm).

Molde: 6 pulgadas de diámetro.

Volumen del molde: 1/13.3 pie³.

Número de golpes por capa: 56 golpes/capa.

Ensayo de Proctor Modificado

Material

Muestra alterada seca.-

Papel filtro.

Equipo

Equipo Proctor Modificado (molde cilíndrico, placa de base y anillo de extensión)

Pisón Proctor Modificado.

Balanza con precisión de 1 gr.

Estufa con control de temperatura.

Probeta de 1000 ml.

Recipiente de 6 kg. De capacidad.

Espátula.

Taras identificadas.

Procedimiento

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

Preparar 5 muestras con una determinada cantidad de agua, de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varíe aproximadamente en 1½ en ellas.

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

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

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

2.2.4. REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DEL BLOQUE DE ADOBE ESTABILIZADO Y COMPACTADO

Requisitos Generales

La NTE E.080, 2006, presenta los siguientes requisitos generales para la elaboración del adobe:

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

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

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

Según estudios realizados por Barros & Imhoff, 2010, muestra una recopilación de datos de distintos autores que recomiendan granulometrías óptimas de suelos para ser estabilizados.

Tabla 3. Granulometrías óptimas para suelos estabilizados

Autores	Recomendación	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
ENTEICHE	óptimo	75	10	15
	rango	45 a 80	20 a 55	
De la Fuente	rango	55 a 80	20 a 45	
De Olarte	óptimo	70	15	15
U. de Valparaíso	rango	70 a 80	20 a 30	5 a 10
MINKE	óptimo	70	30	
WALKER, KEABLE	óptimo	45 a 80	15 a 30	5 a 20
KRÜGER	óptimo	60	40	

Fuente: Barros & Imhoff, 2010.

Tabla 4. Zonas especiales dentro de las cuales se debe ubicar el valor de los límites de Atterberg de un suelo a utilizar en la construcción con tierra

límites de consistencia o de Atterberg	zonas límites	zonas preferenciales
Índice Plástico	De 7 a 29	De 7 a 18
Límite Líquido	De 25 a 30	De 30 a 35
Límite Plástico	De 10 a 25	De 12 a 22

Fuente: Craterre, 1979.

2.2.4.1. Formas y Dimensiones

La NTE E.080, 2006, brinda información sobre las formas y dimensiones del bloque de adobe, que a manera de información se mostrará en la presente tesis, mas no se tomará en cuenta, ya que uno de los objetivos es reducir las dimensiones del bloque, teniendo en cuenta lo citado por (San Bartolomé, 2009), donde describe que uno de los defectos de las construcciones de tierra ante un sismo, se debería a su gran masa, debido al tamaño que comúnmente tienen los bloques de adobe.

Formas y Dimensiones, según la norma NTE E.080, 2006:

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

Para adobes rectangulares el largo será aproximadamente el doble del ancho.

La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.

En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

Dimensiones del bloque de adobe estabilizado y compactado

Para el estudio de la presente tesis el bloque de adobe estabilizado y compactado tendrá las siguientes dimensiones:

Largo = 28 cm, Ancho = 15 cm, Espesor = 9 cm

Estas medidas fue extraída de la máquina CINVA RAM de la Universidad Privada del Norte donada por el exalumno el Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz.

2.2.5. PROPIEDADES A EVALUAR EN EL BLOQUE DE ADOBE ESTABILIZADO Y COMPACTADO

2.2.5.1. Esfuerzos admisibles

Según la norma E-080, indica que para fines de diseño se consideran los siguientes esfuerzos mínimos.

Resistencia a la compresión de la unidad según la norma E- 080, debe ser mínimo 12 kg/cm²

El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última ($f'b$) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

2.2.5.2. Resistencia a la compresión

El ensayo de compresión se realiza usualmente en testigos de medias unidades secas, aunque algunas normas proponen o aceptan el ensayo de unidades enteras e incluso de dos medias unidades separadas por una junta de mortero. La carga de compresión se aplica perpendicular a la superficie de asiento. Si el testigo es muy irregular, es rellenado con pasta de cemento portland poco antes de colocar el recubrimiento, normalmente de azufre, para lograr el contacto uniforme con los cabezales de la máquina de compresión. El ensayo se realiza hasta la rotura.

La resistencia a la compresión ($f'b$) se determina 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).

$$f = \frac{P_u}{A} \quad \text{Ecuación 5. Resistencia a la compresión}$$

Donde:

f = Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

P_u = Carga Aplicada (Kg)

A = Área de aplicación de la carga (cm²)

Usualmente la prueba consiste en dos o tres ensayos. Las pruebas se evalúan estadísticamente para obtener el valor característico que, generalmente, está referido a la aceptación de 10% de resultados de pruebas defectuosas.

2.2.5.3. Resistencia a flexión

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.

$$f = \frac{3 * P_u * L}{2 * b * t^2} \quad \text{Ecuación 6. Ecuación. Resistencia a flexión.}$$

Donde:

f = Resistencia a la flexión (Kg/cm²)

P_u = Carga de rotura (Kg)

L = Luz entre ejes de apoyos (cm)

b = Ancho de la unidad (cm)

t = Altura (cm)

2.2.5.4. Absorción de agua

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

$$\%ABS = \frac{P_2 - P_1}{P_1} * 100 \quad \text{Ecuación 7. Ecuación. Absorción de agua}$$

Donde:

%ABS = Porcentaje de absorción de agua (%)

P₁ = Peso de la unidad seca (gr)

P₂ = Peso de la unidad saturada (gr)

2.2.6. Estabilizante. Para la presente tesis se utilizara la goma de paleta de tuna para estabilizar el bloque de tierra.

2.2.6.1. Goma de tuna

Según estudios realizados por Vargas et al, 1986, la hoja de tuna es usada en la construcción tradicional de adobe como estabilizante en los enlucidos de barro de los muros, para disminuir la erosión provocada por las lluvias; es decir, cumple con una función impermeabilizante, en esta investigación se intenta usar la goma de tuna para para mejorar la resistencia a compresión, flexión del adobe compactado y disminuir la absorción de agua.

Estudio químico de la tuna

Este estudio químico fue realizado por Guzmán & Chávez, 2007, en los laboratorios de la Escuela de Química de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, el objetivo principal fue comprobar que el cladodio de nopal (*Opuntia ficus-indica*) puede ser consumido por el hombre.

Tabla 5. Composición química proximal de cladodios de nopal amarillo. Expresado en base húmeda

Componente	Cladodio De 1 mes de edad (aprox.)	Cladodio De 1 año de edad (aprox.)
Humedad %	92.57	94.33
Proteína (x 6,25) %	0.94	0.48
Grasa %	0.17	0.11
Fibra %	0.3	1.06
Cenizas %	0.08	1.6
Carbohidratos %	5.96	2.43
Vitamina C (mg/100g*)	37.27	23.11
Ca %	0.042	0.339
Na %	0.0018	0.0183
K %	0.00098	0.145
Fe %	0.0792	0.322

Fuente. Guzmán & Chávez, 2007.

2.3. Definición de términos básicos

- 2.3.1. Adobe.** Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos (Norma E.080, 2006).
- 2.3.2. Arcilla.** Componente activo e indispensable del suelo. En contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el resto de partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras 0.002 mm (Norma E.080, 2006).
- 2.3.3. Compactación.** La compactación es un proceso de estabilización mecánica del suelo que mejora sus propiedades (ASTM D 157 2000, 2004).
- 2.3.4. Tuna.** Tuna es un vegetal arborescente de 3 a 5m de alto, su tronco es leñoso y mide de entre 20 a 50cm de diámetro. En el Perú las variedades más usuales desarrollan portes de aproximadamente 1,5 a 2,00m de altura. El tallo, a diferencia de otras especies de cactáceas, está conformado por un tronco y ramas aplanadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos (Castro, Paredes, & Muñoz, 2009).
- 2.3.5. Compresión.** La resistencia de un material es la propiedad que tiene para resistir la acción de las fuerzas, cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo se presentan fuerzas resistentes en las fibras del cuerpo que se denominan fuerzas internas. Fuerza interna es la resistencia interior de cuerpo a una a una fuerza externa (Ríos, 2010).
- 2.3.6. Flexión.** En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal (Ríos, 2010).
- 2.3.7. Absorción.** Medida de la cantidad de agua que puede contener una unidad saturada (Gallegos & Casabonne, 2005).

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

La adición de goma de tuna incrementa la resistencia a compresión y flexión hasta un 15% del adobe compactado y reduce la absorción de agua en un 5%.

3.2. Operacionalización de variables

Variable independiente:

- ❖ % Adición de goma de tuna

Variable dependiente:

- ❖ La resistencia a la compresión
- ❖ La resistencia a la flexión
- ❖ Resistencia a la absorción de agua

Tabla 6. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Medición
% Adición de goma de tuna	Modifica la resistencia del adobe compactado.	Material que se utiliza como ingrediente para modificar la resistencia del adobe.	Dosificación	% de goma de tuna

Fuente: Elaboración propia, 2015

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Medición
La resistencia a la compresión	La resistencia de un material es la propiedad que tiene para resistir la acción de las fuerzas, cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo se presentan fuerzas resistentes en las fibras del cuerpo que se denominan fuerzas internas. Fuerza interna es la resistencia interior de cuerpo a una a una fuerza externa (Ríos, 2010).	Capacidad de soportar cargas y esfuerzos	Ensayo a compresión	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Medición
La resistencia a la flexión.	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 (Gallegos & Casabonne, 2005).	Capacidad de soportar cargas y esfuerzos	Ensayo a flexión	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Medición
Resistencia a la absorción de agua	Absorción es cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad (Ríos, 2010).	Capacidad de resistir humedad	Ensayo de absorción de agua.	% de absorción

Fuente: Elaboración propia, 2015.

CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Tipo de diseño de investigación.

Experimental: Es un tipo de investigación que utiliza aplicación práctica mediante ensayos o procesos y éstos pueden ser encontrados en el método científico. Los ensayos pueden ser llevados a cabo en el laboratorio o fuera de él en el cual su desarrollo será netamente práctico.

4.2. Material.

4.2.1. Unidad de estudio.

El bloque de adobe compactado

4.2.2. Población.

Es intencionada, ya que la población es igual a la muestra, para esta investigación se realizaron 96 bloques de tierra, siguiendo las normas que se describen en la muestra.

4.2.3. Muestra.

La muestra es no probabilística por ello se calculó de acuerdo a las normas de adobe E- 080, el cual indica un mínimo de 6 cubos para ensayo a compresión y la norma ASTM C-67 indica mínimo 5 mitades de unidades, para sacar la desviación estándar se optó por un mayor valor de 10 unidades para cada muestra.

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 96 unidades de adobe compactado y estabilizado con goma de tuna.

Tabla 7. Cantidad de adobes para ensayo a compresión, flexión y absorción del adobe compactado

Cantidad de adobes				
Prueba	Patrón	5%	10%	15%
Compresión	10	10	10	10
Flexión	8	8	8	8
Absorción	6	6	6	6
Parcial	24	24	24	24
Total	96 unidades			

Fuente. Elaboración propia, 2015.

4.3. MÉTODOS

4.3.1. Procedimiento

4.3.1.1. Obtención y caracterización de materiales

a. Suelo

La extracción se realizó mediante la excavación manual por el tesista, luego se realizó el cuarteo respectivo del material in situ para posteriormente realizar el estudio de suelos en laboratorio.

El transporte de material se realizó en sacos cubiertos por bolsas para no alterar su humedad y para evitar que se contamine la muestra, finalmente se transportó al laboratorio de la Universidad Privada del Norte para realizar los ensayos mencionados anteriormente.

b. Ubicación de la cantera

Departamento: Cajamarca.

Provincia: Cajamarca.

Distrito: Baños del Inca.

Caserío: Shaullo Chico.

Figura 6. Ubicación de la cantera en estudio (croquis)



Fuente: Google Earth, 2016.

Fotografía 1. Material extraído de calicata en distrito Baños del Inca caserío Shaullo Chico



Fuente: Elaboración propia, 2015.

c. Goma de tuna

La tuna se extrajo del centro poblado la Huaraclla ubicado en:

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Jesús

Centro Poblado: La Huaraclla

Figura 7. Ubicación de Las Tunas



Fuente. Google Earth, 2016.

Fotografía 2. Tunas en el distrito de Jesús



Fuente: Elaboración propia, 2015.

La paleta de tuna se encuentra con una gran cantidad de espinas para lo cual se lo saca en campo utilizando guantes, machete y cuchillo.

Fotografía 3. Paleta de tuna libre de espinas



Fuente: elaboración propia, 2015.

Preparación de la goma de tuna.

Hay varias formas de extraer la goma de tuna dejando en agua durante 20 a 25 días hasta que se convierta en goma o la otra partiéndolo por mitad y extraerlo para

luego licuarlo y convertirlo en una goma pegajosa, de estos dos métodos el segundo es más trabajoso pero se realiza en menor tiempo que el primero, para esta investigación se eligió el segundo método para ganar tiempo.

Fotografía 4. Preparación de la goma de tuna



Fuente: Elaboración propia, 2015.

d. Estudio de suelos

Para la elaboración de adobes se realizó el estudio de suelos en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte, se realizó los diferentes ensayos para clasificar los suelos.

Humedad

Para el contenido de humedad se colocó en bolsas y sacos para no alterar su humedad, este ensayo se lo realizó siguiendo la norma NTP 339.127, 1998.

Granulometría

El análisis granulométrico nos sirve para saber la composición de tamaño de las partículas del suelo, se realizó por el método de lavado siguiendo la norma NTP 339.128, 1999

Fotografía 5. Realizando la granulometría método de lavado, ya que es un material arcilloso



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Para realizar el lavado en el tamiz N° 200 se dejó en agua durante 4 horas, luego se realizó el lavado y el material retenido en el tamiz N° 200 se llevó al horno durante de 24 horas a una temperatura de 110 °C.

Fotografía 6. Colocación de la muestra en el horno



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 7. Realizando la granulometría del material lavado después de secarse en el horno



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Límites de consistencia o Atterberg.

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

Fotografía 8. Realizando límites



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Ensayo de Proctor.

Para este ensayo se secó el material durante 4 días y se utilizó el método A del Proctor Modificado, ya que al Pasar el material seco por la malla numero 4 el porcentaje retenido fue menor al 20%.

Este ensayo se realizó siguiendo la norma (NTP 339-141, 1999).

Fotografía 9. Mezclando la muestra para realizar el Proctor



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Luego se realizó la compactación de la muestra patrón y de la muestra con porcentajes de 5%, 10% y 15%, mediante 25 golpes por capa en un total de 5 capas según proctor modificado.

Fotografía 10. Compactación Proctor Modificado



Fuente: Elaboración propia, 2015.

e. Diseño experimental

Teniendo la clasificación de suelos y cumpliendo con la norma se realizó el diseño de mezclas utilizando el Proctor para utilizar la cantidad de agua por adobe de acuerdo al máximo contenido de humedad.

f. Fabricación de dobles.

Los adobes no se fabricaron en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte por el poco espacio que éste presenta, para ello se utilizó una ladrillera fuera de Cajamarca en el centro poblado de El Cerrillo ubicado en:

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Baños del Inca

Centro poblado: EL Cerrillo

Esta cantera cuenta con los espacios suficientes para la elaboración de los bloques de adobe, tiene amplios espacios, el piso es adecuado y además cuenta con mantas para protegerlo de la intemperie para evitar rajaduras.

Figura 8. Ubicación de la ladrillera



Fuente. Google Earth, 2016.

Con los datos obtenidos en laboratorio se fabricaron los adobes en la ladrillera El Cerrillo, se elaboró 96 adobes entre la muestra patrón y en porcentajes de 5%, 10% y 15% de goma de tuna.

En campo se utilizó el equipo necesario como balanza y carretillas

Fotografía 11. Peso de la tierra para elaboración de adobe



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se preparó la mezcla en carretillas para evitar que la muestra se desperdicie y se contamine, luego, se determinó la cantidad de material que entra por adobe en la máquina CINVA RAM, se utilizó 9 kg de tierra por adobe y según Proctor se agregó la cantidad de agua.

Fotografía 12. Preparación del material de acuerdo al óptimo contenido de humedad sacada del laboratorio mediante el ensayo de Proctor.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se realizó la compactación del adobe en la maquina CINVA RAM con una fuerza uniforme para evitar deformaciones en el adobe.

Fotografía 13. Elaboración del adobe mediante máquina de CINVA RAM



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se lo protegió con una manta de la intemperie para evitar que el viento genere rajaduras, el secado fue durante 28 días, luego se llevó al laboratorio de la Universidad Privada del Norte para realizar las pruebas de resistencia.

Fotografía 14. Adobe compactado y estabilizado con % de goma de tuna



Fuente. Elaboración propia, 2015.

g. Evaluación de las propiedades de los adobes

Ensayo a Compresión

Este ensayo se lo realizó en la Universidad Privada del Norte en el laboratorio de concreto en la máquina para ensayo a compresión.

Según norma E-080 la resistencia a compresión de la unidad se determina ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de los ensayos se harán unidades secas, éstas se deberán ensayar en un mínimo de 6 cubos

Para el ensayo a compresión se utilizó la Norma ASTM C-67 - Norma de método de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales.

Los especímenes ensayados, fueron:

En total 40, de los cuales 10 para adobe con 5% de goma de tuna, 8 para 10% de goma de tuna, 8 para 10% de goma de tuna y 8 para 15% de goma de tuna.

Ensayo a Flexión

Este ensayo se lo realizó en la Universidad Privada del Norte en el laboratorio de concreto en la máquina para a compresión ensayados con la prensa hidráulica.

La resistencia característica a la flexión (f_r), se obtendrá restando una desviación estándar (S) al valor promedio de la muestra (f_r).

Los especímenes ensayados de siguiendo la Norma ASTM C-67 - Norma de métodos de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales, en total 32 bloques de adobe, de los cuales 8 para la muestra patrón sin goma de tuna, 8 para 5% de goma de tuna, 8 para 10% de goma de tuna y 8 para 15% de goma de tuna.

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.

Los especímenes ensayados, fueron:

En total 24, de los cuales 6 para la muestra patrón sin goma de tuna, 6 para 5% de goma de tuna, 6 para 10% de goma de tuna y 6 para 15% de goma de tuna, de todos estos sólo resistió la prueba 8 adobes con porcentajes de 5% y 10%

Tabla 8. Procedimiento para medir la absorción en las unidades de adobe

		
<p>Se coloca 5 bloques de adobe al horno durante 24 horas</p>	<p>Después de sacar del horno se pesa y se sumerge en agua en una batea.</p>	<p>Después de estar sumergido 24 horas secarlo con un paño húmedo y pesarlo.</p>

Fuente Elaboración propia, 2015.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1. Resultados de los ensayos para la clasificación del suelo

5.1.1. Contenido de humedad

Tabla 9. Determinación de la humedad del suelo

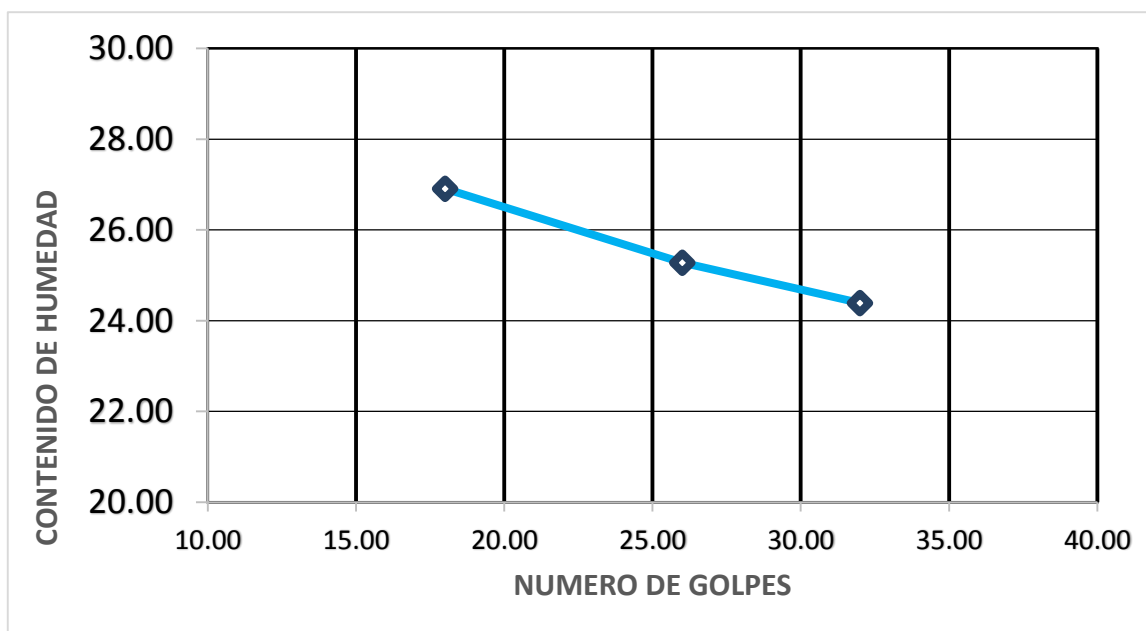
N° Muestra		1	2	3	4
Descripción del Suelo					
N° Recipiente (Tara)		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Tara + Suelo Húmedo	A	604.00	440.00	676.00	620.00
Tara + Suelo Seco	B	556.00	406.00	629.00	570.00
Tara	C	74.00	36.00	90.00	54.00
Peso de Agua	D , A-B	48.00	34.00	47.00	50.00
Suelo Seco, Ws	E , B-C	482.00	370.00	539.00	516.00
Porcentaje de Humedad (%)	(D / E) x100	9.96	9.19	8.72	9.69
W = 9.3%					

Fuente. Elaboración propia, 2015.

Según el resultado del ensayo de contenido de humedad que se obtuvo de la muestra es de **9.3%**.

5.1.2. Límites de consistencia

Gráfico 1. Límites de consistencia



Fuente: Elaboración propia, 2015.

5.1.2.1. Límite líquido

Del ensayo de laboratorio para determinar el límite líquido se obtuvo:

Límite Líquido = 26%

5.1.2.2. Límite plástico

Límite plástico = 15%

5.1.2.3. Índice de plasticidad

De los resultados del límite líquido y del límite plástico se tiene que:

Índice de plasticidad = 11%

5.1.3. Análisis granulométrico

Del ensayo de granulometría se obtuvo:

Porcentaje que pasa la malla N° 4 = 100%

Más del 12% pasa la malla N° 200 = 29.34%

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.

5.1.3.1. Clasificación del suelo

Con los resultados anteriores, 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 suelo grueso y 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 y además su Índice de Plasticidad es mayor que 7, por lo que su clasificación se considera como:

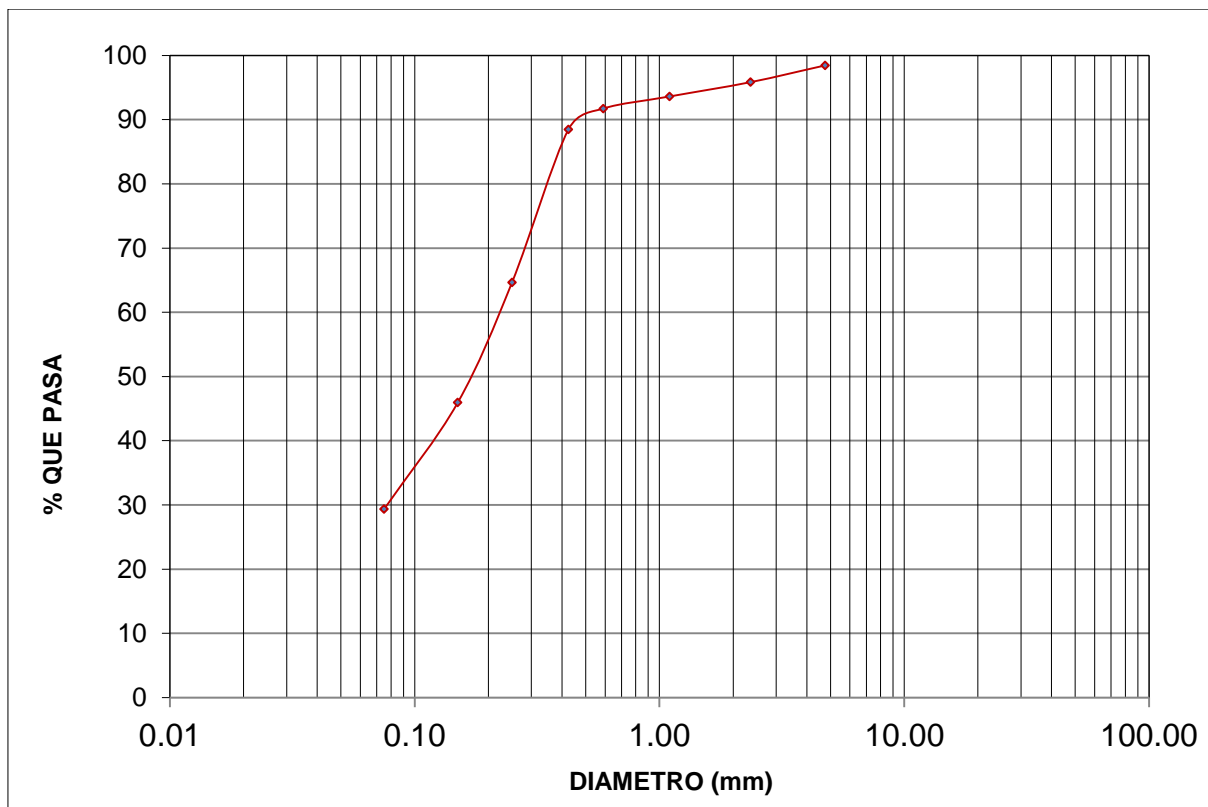
Según clasificación SUCS es un SC: Arena arcillosa

Tabla 10. Análisis granulométrico del suelo

TAMIZ ASTM		PESO RETENIDO		% ACUMULADO	
Malla	mm	GRAMOS	%	RETENIDO	PASA
Nº 4	4.75	7.80	1.56	1.56	98.44
Nº 10	2.36	13.00	2.60	4.16	95.84
Nº 16	1.10	11.19	2.24	6.40	93.60
Nº 30	0.59	9.40	1.88	8.28	91.72
Nº 40	0.43	16.20	3.24	11.52	88.48
Nº 60	0.25	119.10	23.82	35.34	64.66
Nº 100	0.15	93.60	18.72	54.06	45.94
Nº 200	0.08	83.00	16.60	70.66	29.34
Cazuela		146.71	29.34	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 2. Curva de distribución granulométrica calicata Shaullo Chico.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

5.1.4. 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.

5.1.4.1. Proctor Modificado para la muestra patrón sin goma de tuna.

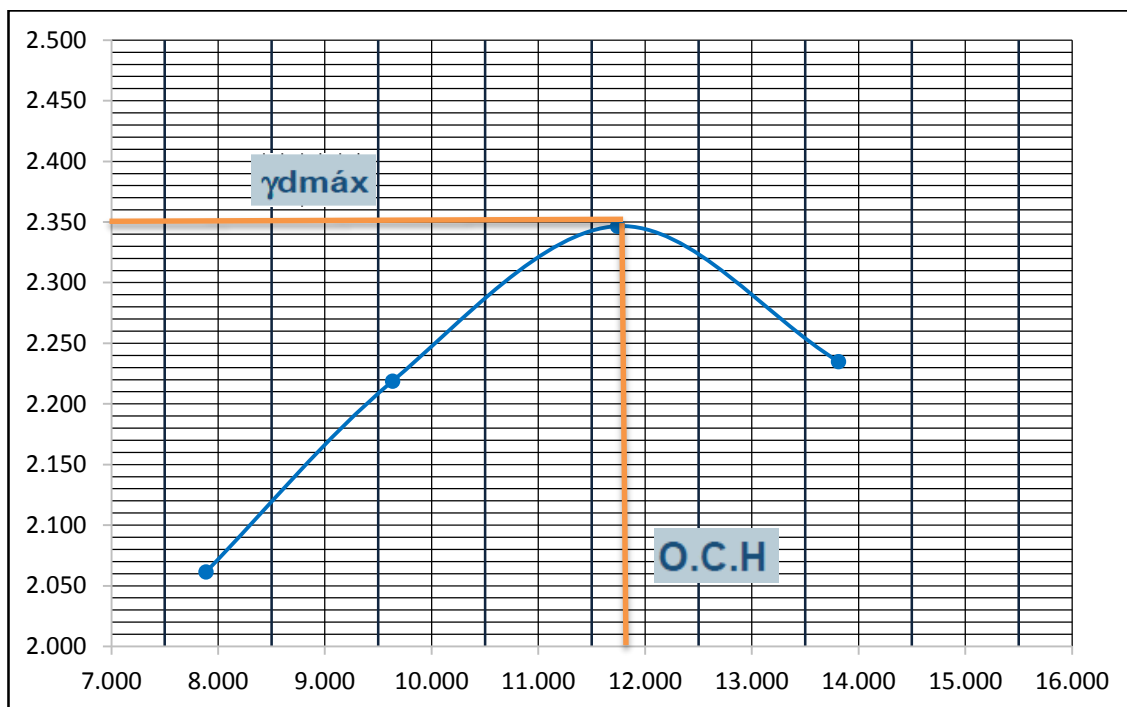
Tabla 11. Proctor modificado muestra patrón

MOLDE N°	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3		MOLDE N° 4	
Peso de molde	4204.00		4204.00		4204.00		4204.00	
Pmh + molde	5125.00		5256.00		5356.00		5232.00	
Pmh (gr)	921.00		1052.00		1152.00		1028.00	
Vmh (cm ³)	937.22		937.22		937.22		937.22	
Dh (Gr/cm ³)	0.983		1.122		1.229		1.097	
Recipiente N°	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5	Tara 6	Tara 7	Tara 8
Pt (gr)	27.4	26.7	27.4	40.9	26.8	23	28.2	27.2
Pmh + tara (gr)	220.4	232.5	222.3	221.3	196	206.9	188	196.2
Pms + tara (gr)	207.1	216.6	206.1	204.6	178.1	187.7	168.6	175.7
Pw (gr)	13.3	15.9	16.2	16.7	17.9	19.2	19.4	20.5
Pms (gr)	179.7	189.9	178.7	163.7	151.3	164.7	140.4	148.5
W (%)	7.401	8.373	9.065	10.202	11.831	11.658	13.818	13.805
W. prom (%)	7.887		9.634		11.744		13.811	
Ds (Gr/cm ³)	2.062		2.219		2.347		2.235	

Fuente. Elaboración propia, 2015.

Densidad Seca (Gr/cm ³)
2.350
Humedad óptima
11.75

Gráfico 3. Proctor Modificado muestra patrón



Fuente. Elaboración propia, 2015.

5.1.4.2. Proctor Modificado con 5% de goma de tuna.

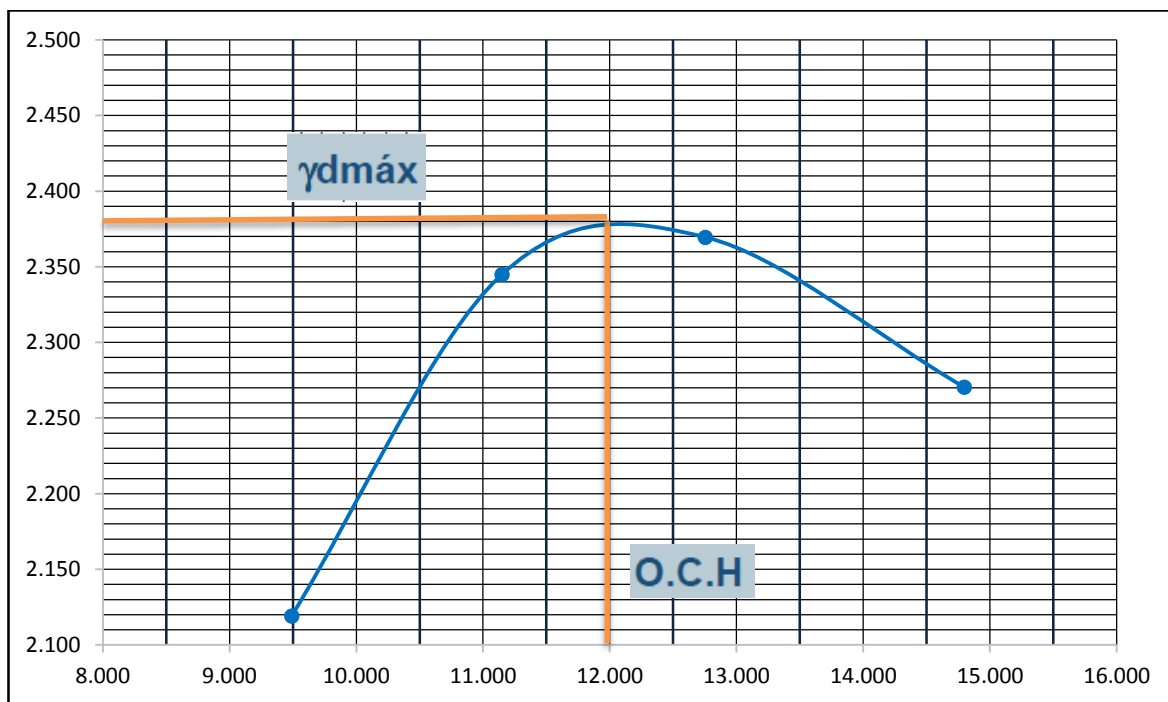
Tabla 12. Proctor Modificado con 5% de goma de tuna

MOLDE N°	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3		MOLDE N° 4	
Peso de molde	4204.00		4204.00		4204.00		4204.00	
Pmh + molde	5164.00		5360.00		5368.00		5256.00	
Pmh (gr)	960.00		1156.00		1164.00		1052.00	
Vmh (cm³)	937.22		937.22		937.22		937.22	
Dh (Gr/cm³)	1.024		1.233		1.242		1.122	
Recipiente N°	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5	Tara 6	Tara 7	Tara 8
Pt (gr)	27.4	26.7	27.4	40.9	26.8	23	28.2	27.2
Pmh + tara (gr)	180.5	175.9	175	193.4	149.3	149.8	181.7	190.2
Pms + tara (gr)	167.3	162.9	160.1	178.2	135.4	135.5	162	169.1
Pw (gr)	13.2	13	14.9	15.2	13.9	14.3	19.7	21.1
Pms (gr)	139.9	136.2	132.7	137.3	108.6	112.5	133.8	141.9
W (%)	9.435	9.545	11.228	11.071	12.799	12.711	14.723	14.870
W. prom (%)	9.490		11.149		12.755		14.797	
Ds (gr/cm³)	2.119		2.345		2.370		2.270	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Densidad Seca (Gr/cm³)
2.380
Humedad óptima
12.00

Gráfico 4. Proctor Modificado con 5% de goma de tuna



Fuente: Elaboración propia, 2015.

5.1.4.3. Proctor Modificado con 10% de goma de tuna.

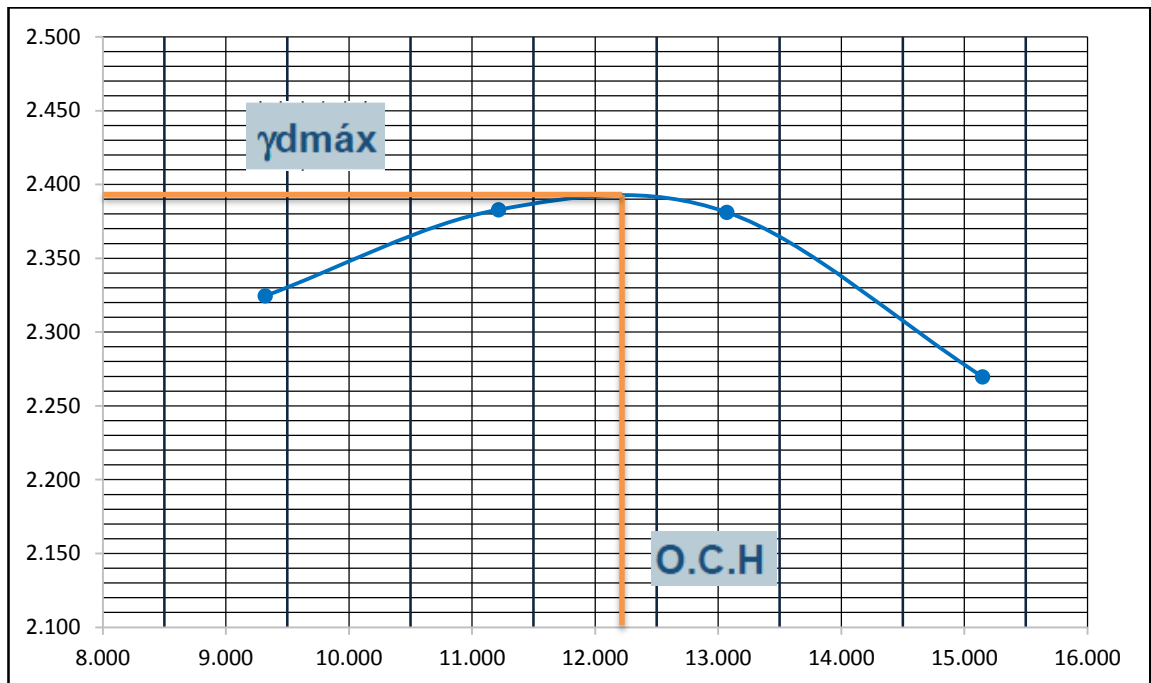
Tabla 13. Proctor Modificado con 10% de goma de tuna

MOLDE N°	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3		MOLDE N° 4	
Peso de molde	4204.00		4204.00		4204.00		4204.00	
Pmh + molde	5358.00		5395.00		5376.00		5252.00	
Pmh (gr)	1154.00		1191.00		1172.00		1048.00	
Vmh (cm³)	937.22		937.22		937.22		937.22	
Dh (Gr/cm³)	1.231		1.271		1.251		1.118	
Recipiente N°	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5	Tara 6	Tara 7	Tara 8
Pt (gr)	28.2	27.8	26.8	27	27.4	27.1	26.4	26.7
Pmh + tara (gr)	166.2	155.2	159.6	172.5	168.9	159.4	166.2	170.4
Pms + tara (gr)	153.1	145.6	146.6	157.4	151.5	145.1	147.9	151.4
Pw (gr)	13.1	9.6	13.0	15.1	17.4	14.3	18.3	19.0
Pms (gr)	124.9	117.8	119.8	130.4	124.1	118.0	121.5	124.7
W (%)	10.488	8.149	10.851	11.580	14.021	12.119	15.062	15.237
W. prom (%)	9.319		11.216		13.070		15.149	
Ds (Gr/cm³)	2.324		2.383		2.381		2.270	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Densidad Seca (Gr/cm³)
2.390
Humedad óptima
12.50

Gráfico 5. Proctor Modificado con 10% de goma de tuna



Fuente: Elaboración propia, 2015.

5.1.4.4. Proctor Modificado con 15% de goma de tuna.

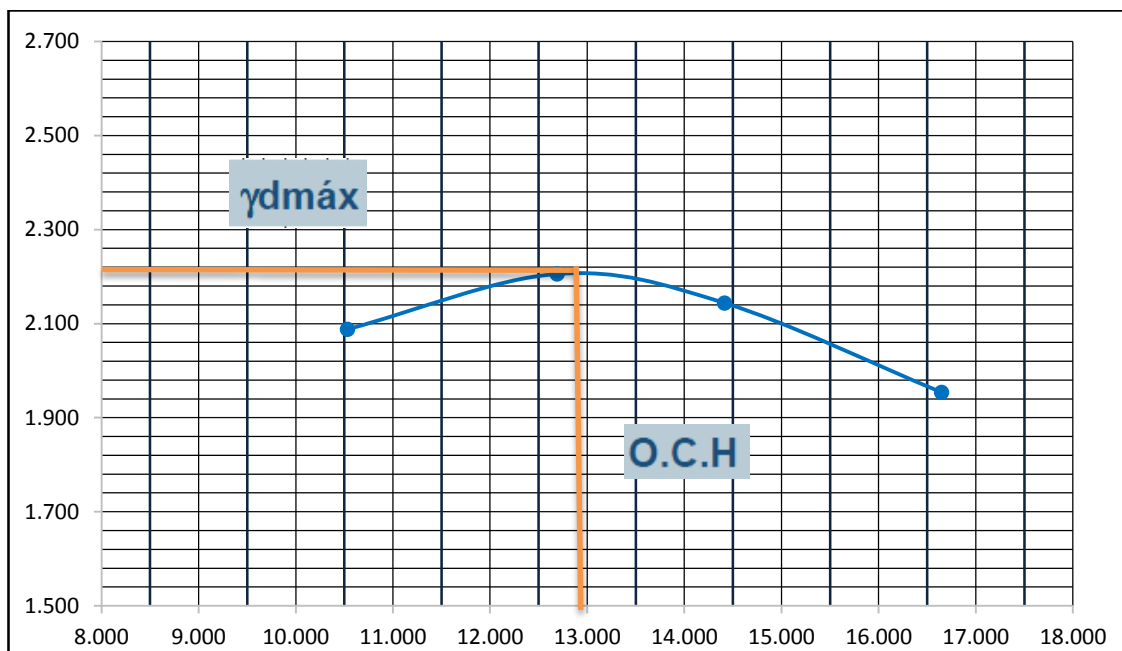
Tabla 14. Proctor Modificado con 15% de goma de tuna

MOLDE N°	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3		MOLDE N° 4	
Peso de molde	4204.00		4204.00		4204.00		4204.00	
Pmh + molde	5125.00		5215.00		5141.00		4942.00	
Pmh (gr)	921.00		1011.00		937.00		738.00	
Vmh (cm ³)	937.22		937.22		937.22		937.22	
Dh (Gr/cm ³)	0.983		1.079		1.000		0.787	
Recipiente N°	Tara 1	Tara 2	Tara 3	Tara 4	Tara 5	Tara 6	Tara 7	Tara 8
Pt (gr)	27.4	26.7	27.4	40.9	26.8	28.2	28.2	27.2
Pmh + tara (gr)	150.5	153	158.4	166.6	148	145	141	152
Pms + tara (gr)	132.9	147.7	141.1	155	132	131	126	133
Pw (gr)	17.6	5.3	17.3	11.6	16	14.0	15	19.0
Pms (gr)	105.5	121	113.7	114.1	105.2	102.8	97.8	105.8
W (%)	16.682	4.380	15.215	10.167	15.209	13.619	15.337	17.958
W. prom (%)	10.531		12.691		14.414		16.648	
Ds (Gr/cm ³)	2.088		2.206		2.144		1.954	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Densidad Seca (Gr/cm ³)
2.250
Humedad óptima
12.95

Gráfico 6. Proctor Modificado con 15% de goma de tuna



Fuente: Elaboración propia, 2015.

5.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LOS BLOQUES DE TIERRA.

5.2.1. Resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión

Los resultados para este ensayo fueron los siguientes:

Tabla 15. Desviación estándar de cada mezcla

Adobe	Porcentaje	f'b (Resistencia promedio)	S (Desviación estándar)	f'b = fb – S Kg/cm ²
Goma de tuna	Muestra patrón	20.90	1.707	19.19
	5%	23.07	1.167	21.90
	10%	26.87	1.599	25.27
	15%	29.15	1.59	27.56

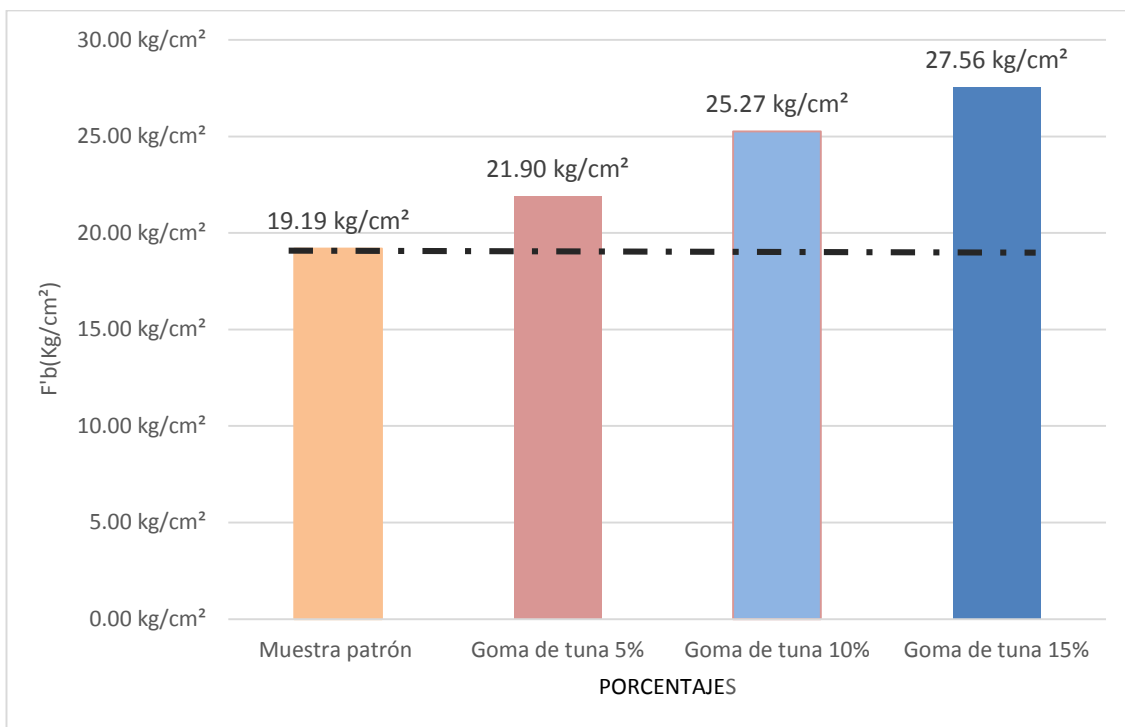
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 16. Resumen general de la resistencia a la compresión.

Resumen general de resistencia a la compresión	
Adobe	f'b (Kg/cm ²)
Muestra patrón	19.19
Goma de tuna 5%	21.90
Goma de tuna 10%	25.27
Goma de tuna 15%	27.56

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 7. RESUMEN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Fuente: Elaboración propia, 2015.

5.2.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

Los resultados para este ensayo fueron los siguientes:

Tabla 17. Desviación estándar de cada mezcla

ADOBE	Porcentaje	f'b (Resistencia promedio)	S (Desviación estándar)	f'b = fb - S
Goma de tuna	Muestra patrón	5.34	0.575	4.77
	5%	6.99	0.513	6.47
	10%	7.26	0.449	6.81
	15%	6.54	0.33	6.22

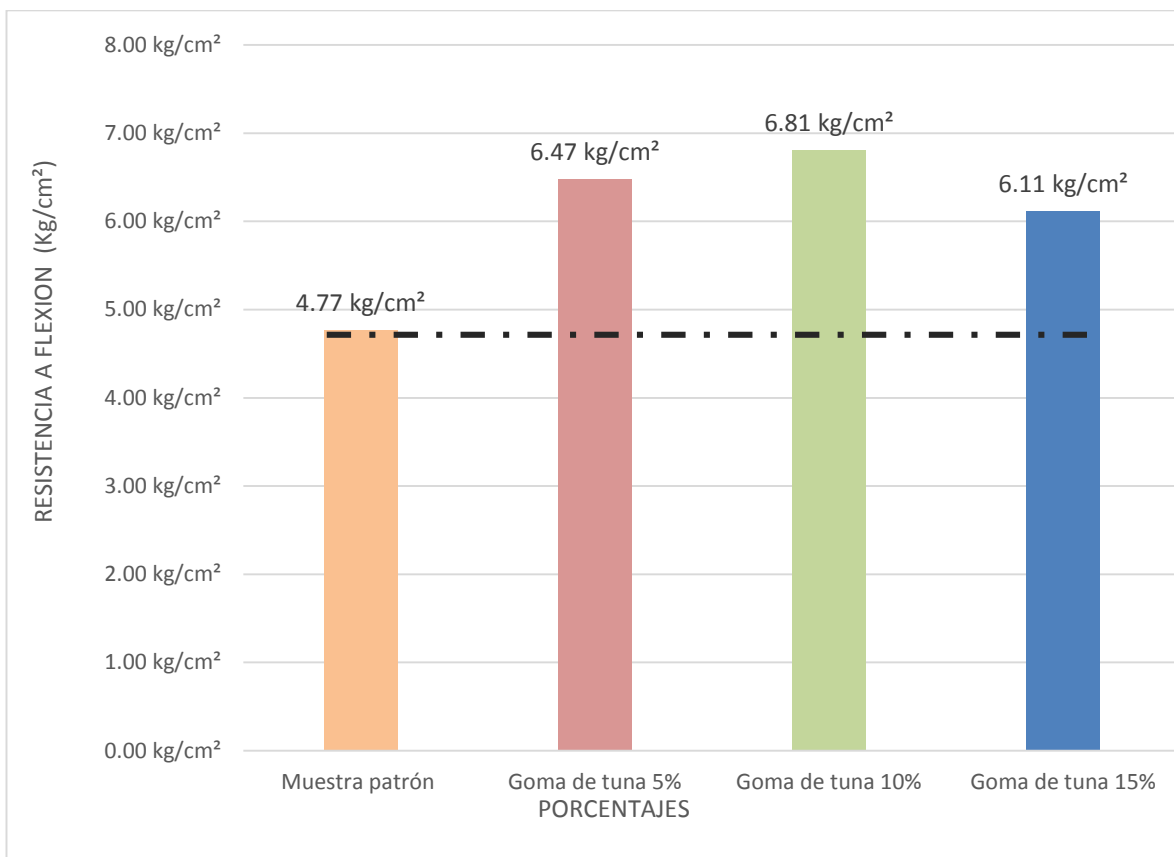
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 18. Resumen general de resistencia a flexión

ADOBE	f'b (Kg/cm²)
Muestra patrón	4.77
Goma de tuna 5%	6.47
Goma de tuna 10%	6.81
Goma de tuna 15%	6.11

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 8. RESUMEN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



Fuente: Elaboración propia, 2015.

5.2.3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ABSORCIÓN

Tabla 19. Desviación estándar de cada mezcla

Adobe	Porcentaje	% Absorción	S (Desviación estándar)	% Absorción
Goma de tuna	Muestra patrón	12.22	0.500	11.72
	5%	12.41	0.452	11.95
	10%	14.37	0.974	13.39
	15%	14.43	0.22	14.21

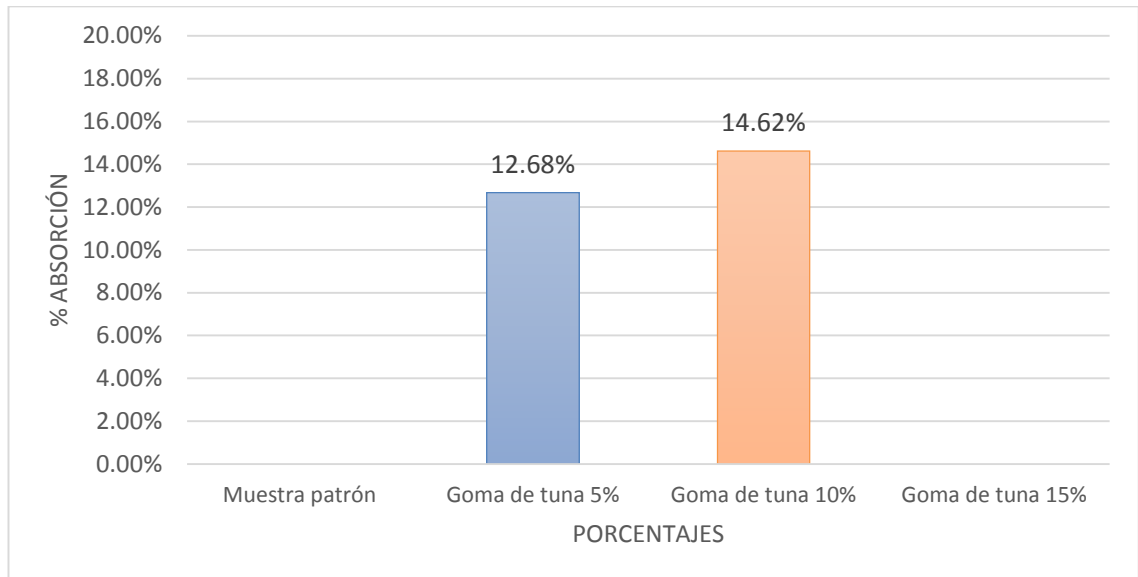
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 20. Resumen general de absorción de agua

ADOBE	% Absorción
Muestra patrón	-----
Goma de tuna 5%	12.68
Goma de tuna 10%	14.62
Goma de tuna 15%	-----

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 9. Resumen general de absorción de agua



Fuente: Elaboración propia, 2015.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

6.1. Comparación de la Resistencia a la Compresión.

Los bloques de adobe elaborados con la máquina CINVA RAM de la muestra patrón sin aditivo y ensayados en mitades a compresión superan al valor mínimo que exige la norma E.080 de 12 kg/cm², y los bloques con aditivo en porcentajes del 5%, 10% y 15% superan su resistencia a los bloques de adobe de la muestra patrón en un 43%.

Dichos resultados demuestran que el adobe compactado tiene un buen comportamiento aumentado su resistencia a compresión, afirmándose con los resultados obtenidos en la presente tesis de la muestra patrón sin aditivo se obtuvo una resistencia de 19.19 kg/cm² y al utilizar goma de tuna en porcentajes de 5%, 10% y 15% obteniendo resistencias de 21.90 kg/cm², 25.27 kg/cm² y 27.56 kg/cm², respectivamente, estos valores superan a lo que especifica la norma E- 080 y también a la muestra patrón.

6.2. Comparación de la Resistencia a la Flexión

La resistencia a flexión del adobe compactado con 5% y 10% aumenta en 42% con respecto a la resistencia del adobe compactado sin goma de tuna; sin embargo, con un 15% de aditivo la resistencia disminuye con respecto a los porcentajes de 5% y 10% pero es mayor a los bloques de adobe de la muestra patrón.

6.3. Comparación de la Absorción de agua

Dichos resultados demuestran la baja resistencia frente a la absorción, afirmándose con los resultados obtenidos en la presente investigación, los bloques de adobe de tierra con porcentajes de 5% y 10% si logra resistir; sin embargo, el bloque de adobe de la muestra patrón sin aditivo y con 15% no resisten a la prueba de absorción sumergidos en agua durante 24 horas.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

1. La hipótesis ha sido parcialmente demostrada, el adobe compactado con adición de goma de tuna en porcentajes de 5%, 10% y 15% aumentan la resistencia a compresión y flexión hasta un 43% y 42 % respectivamente en comparación con la muestra patrón sin aditivo y para la absorción de agua la muestra patrón no resistió la prueba, pero los bloques de adobe con 10% de aditivo aumenta hasta un 15% en comparación a los bloques de adobe con 5% de goma de tuna.
2. Los resultados de los ensayos de estudio de suelos de Análisis granulométrico y límites dieron como resultado en la clasificación según SUCS, una arena arcillosa, lo que indica que se encuentra dentro los límites que exige la norma E-O80.
3. La resistencia a compresión de los bloques de adobe compactado y ensayado en mitades tiene una resistencia de 19.19 kg para la muestra patrón y para los porcentajes de 5%, 10% y 15% presenta valores de 21.90 kg/cm², 25.27 kg/cm² y 27.56 kg/cm² respectivamente, siendo estos valores mayor a lo que especifica la norma E.080 – Adobe, el cual indica una resistencia mínima a compresión de 12 kg/cm².
4. La resistencia a flexión del bloque de adobe compactado de la muestra patrón es de 4.77 kg/cm² y con porcentajes de 5%, 10% y 15% presenta valores de 6.47kg/cm², 6.81 kg/cm², 6.11 kg/cm² respectivamente, los bloques de adobe compactado y estabilizado con porcentajes presentan una resistencia mayor a la muestra patrón, siendo la mejor muestra con porcentaje de 10% de goma de tuna alcanzando un valor de 6.81 kg/cm².
5. El porcentaje de absorción del bloque de adobe compactado con 5%, 10% de goma de tuna es de 12.68% y 14.62% respectivamente, la muestra patrón y los de bloques de adobe con 15% no resiste la prueba de absorción.

CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES

1. Seguir con esta investigación realizando Ensayos de pilas y de muretes según norma E-080 con unidades de adobe compactado y estabilizado con adición de goma de tuna.
2. Evaluar el Comportamiento Sísmico utilizando una plataforma que permita la inclinación para medir su ángulo de colapso de muros de adobe compactado y estabilizado con la máquina CINVA RAM a escala real.
3. Seguir con esta investigación en adobe compactado y estabilizado utilizando otras variedades de tuna diferentes a la tuna amarilla que fue utilizada en esta investigación.

CAPÍTULO 9. REFERENCIAS


1. NTP 339.128. (1999). MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Lima, Perú: 1° Edición.
2. Alcalá, M., & Rojas, L. (2011). Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito Parcial para Optar al Título de INGENIERO DE PETRÓLEO. Barcelona.
3. ASTM D 157 2000. (2004). Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS). Lima.
4. Bardales, C., & Sánchez, D. (2015). TESIS "Comparación de las propiedades de resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe tradicional y adobe estabilizado y compactado con cemento, yeso, cal y grout". Cajamarca.
5. Barros, L. P. ; Imhoff, F. A. (2010). Resistencia sísmica del suelo-cemento postensado en construcciones de baja complejidad geométrica. Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
6. Blondet, M., Villa, G., & Brzev, S. (2003). Investigación "Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos". Lima- Perú.
7. Cabrera, D., & Huaynate, W. (2010). TESIS "MEJORAMIENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE ANTE UNA EXPOSICIÓN PROLONGADA DE AGUA POR EFECTO DE INUNDACIONES". Lima.
8. Castro, J., Paredes, C., & Muñoz, D. (2009). Gerencia Regional Agraria. Trujillo _ Perú.
9. Ceñedo, D. (2013). INVESTIGACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON ENZIMA APLICADO A LA SUB-RASANTE DE LA AVENIDA QUITUMBE - ÑAN, CANTÓN QUITO. ECUADOR .
10. Craterre. (1979). Construir con tierra Tomo I y II. traducido del libro original Construire en Terre. Paris.
11. Crespo, C. (2000). LIBRO "MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES". Mexico: Limusa.
12. Delgado, E. (2006). "Comportamiento Sísmico de un Módulo de Adobe de Dos Pisos con Refuerzo Horizontal y Confinamientos de Concreto Armado". Lima .
13. Fondo mi Vivienda. (2009). ESTUDIO DE MERCADO DE LA VIVIENDA SOCIAL EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA. Lima – Perú: Fondo MIVIVIENDA S. A.

14. Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). LIBRO "ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL". Lima: Fondo Editorial 2005.
15. Gonzales, J. (2005). LIBRO "Geotecnia". Barcelona.
16. Google Earth. (Miercoles de Mayo de 2016). Image Landsat. US Dept of State Geographer.
17. Guzmán, D., & Chávez, J. (2007). ESTUDIO BROMATOLÓGICO DEL CLADODIO DEL NOPAL (Opuntia ficus-indica) PARA EL CONSUMO HUMANO. Arequipa-Perú.
18. Houben, H., & Guillaud, H. (1994). Construction – A Comprehensive Guide. London.
19. INEI. (2007). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima-Perú.
20. INEI, 2. (2013). Informe Nacional del Estado del Ambiente 2012 – 2013. Lima.
21. ITINTEC 331.017. (1978). NORMA TECNICA PERUANA. Perú.
22. ITINTEC 331.018. (1978). NORMA TECNICA PERUANA. Lima-Perú.
23. José, L., & Bernilla, P. (2012). “EVALUACIÓN FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTI. PROGRAMA COBE - 1976”. Lima-Perú.
24. Juárez, E., & Rico, A. (2009). Mecánica de Suelos- Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Mexico.
25. Mejía, I. (2014). Tesis “Adobe estabilizado y compactado en Cajamarca- 2014. Cajamarca.
26. Morales, V., Ortiz, M., & Alavés, R. (2007). “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe Compactado” . MEXICO.
27. Norma ASTM C-67. (s.f.). Norma de método de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales. Estados unidos: ASTM INTERNATIONAL.
28. NTE E.080. (2006). ADOBE. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
29. NTP 339.127. (1999). MÉTODO DE PRUEBA NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Lima, Perú: 1º Edición.
30. NTP 339.129. (1999). MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. Lima-Perú: 1º Edición.

31. NTP 339.142. (1999). Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía estándar. Lima-Perú.
32. Ríos, E. (2010). TESIS "Efecto de la adición de látex y jabón en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado". México.
33. Rubiños, A. (2009). "Propuesta de Reconstrucción Post-Terremoto de viviendas de adobe reforzado" . Lima.
34. San Bartolomé, Á. (2009). Blog de Ángel San Bartolomé. Recuperado el 25 de Agosto de 2014, de ALBAÑILERÍA DE TIERRA CRUDA - Adobe y Tapial: <http://textos.pucp.edu.pe/texto/C18-Adobe-Curso-Albanileria-Estructural>
35. Tabera, M., Davila, S., & Prado, A. (2009). "ASISTENCIA TÉCNICA PARA LOS PLANES OPERATIVOS (POS)"-PROYECTO UE-PERU/PENX-Sector Agricultura y Agroindustria. Perú y España.
36. Vargas et al. (1986). "Preservación de las construcciones de adobe en áreas lluviosas". Lima-Perú: Publicación DI-86-02. Pontificia Universidad Católica del Perú.
37. Zelada, V. (2007). TESIS "Estudio sobre diseño sísmico en construcciones de adobe y su incidencia en la reducción de desastres". Perú.
38. DE SENSI, B, 2003, TERRACRUDA, LA DIFFUSIONE DELL'ARCHITETTURA DI TERRA (SOIL, DISSEMINATION OF EARTH ARCHITECTURE)

ANEXOS

ANEXOS N° 1. FICHA TÉCNICA DE LA GOMA DE TUNA

	
Tuna	
Nombre(s) Común	Tuna, nopal, penca, higuera chumba, chumbera, higo, etc.
Nombre Científico	Opuntia ficus-indica
Reino	Plantae
Familia	Cactáceas
Género	Opuntia
Especie	ficus-indica
Variedades	
<p>Según (Tabera, Davila, & Prado, 2009) las principales variedades con calidad de exportación son las siguientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tuna Blanca: Sus frutos son de color verde claro, muy jugoso, dulce, cristalino. Es el fruto de mayor aceptación. ✓ Tuna Morada: tiene buena calidad de fruto. ✓ Tuna amarilla: Con resistencia a plagas y enfermedades. Esta es la mejor tuna para la producción de cochinilla. 	
Características morfológicas de la paleta de tuna	
<p>Cladodios. Forma pencas denominadas cladodios de 30 a 60cm. de largo x 20 a 40cm de ancho y de 2 a 3cm de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas de color amarillas. Estas estructuras transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis y están recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de estomas, los mismos que permanecen cerrados durante el día. La cutícula del cladodio evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas del verano.</p> <p>La hidratación normal del cladodio alcanza hasta un 95% de agua en peso. Las pencas y tallos tienen espinas. El sistema radicular es profundo; no obstante, dependiendo de la humedad ambiental, pueden desarrollar raíces laterales superficiales (Castro, Paredes, & Muñoz, 2009)</p>	

ANEXO N° 2. PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 15. Material extraído de calicata en el caserío Shaullo Chico distrito Baños del Inca



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 16. Tuna extraído del distrito del centro poblado Huaraclla distrito Jesús Cajamarca



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 17. Tunas después de quitar las espinas



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 18. Preparación de la goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 19. Preparación de la goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 20. Peso de las taras con la muestra para contenido de humedad.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 21. Muestra secada al horno para contenido de humedad durante 24 horas



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 22. Realizando el lavado del material seco con la malla N° 200



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 23. Realizando la granulometría del material lavado después de secarse en el horno.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 24. Realizando límite líquido y plástico



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 25. Pesando la goma de tuna para realizar el Proctor



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 26. Mezclando la muestra para realizar el Proctor



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 27. Realizando Proctor Modificado con mi asesor de tesis.



Fuente. Elaboración propia, 2015.

Fotografía 28. Realizando la compactación.



Fuente. Elaboración propia, 2015.

Fotografía 29. Peso del cilindro más la muestra después de realizar la compactación mediante 25 golpes por capa en un total de 5 capas según norma.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 30. Realizando gusanitos para Límite plástico



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 31. Peso de la muestra para elaboración de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 32. Peso del agua para la dosificación



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 33. Preparación de la mezcla



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 34. Elaboración de adobes con la máquina CINVA RAM en la cantera



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 35. Elaboración de adobes con la máquina CINVA RAM en la cantera.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 36. Elaboración de adobes con la máquina CINVA RAM en la cantera.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 37. Secado del adobe



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 38. Secado del adobe y protección del aire mediante mantas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 39. Sacando medidas exactas del bloque de adobe



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 40. Realizando corte del adobe por mitades con amoladora en la Universidad Privada del Norte.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 41. Bloque de adobe en mitades para el ensayo a compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 42. Ensayo a compresión del bloque de adobe en mitades con 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 43. Ensayo a compresión del bloque de adobe en mitades con 5% de goma de tuna en presencia de mi asesor de tesis.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 44. Bloque de adobe en el horno durante 24 horas para ensayo de absorción



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 45. Adobe con 15% de goma de tuna sumergido en agua durante 24 horas no resiste al agua.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 46. Adobe con 15% de goma de tuna sumergido en agua durante 24 horas no resiste al agua.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 47. Mitades de adobe para ensayo de



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 48. Adobe con 5% de goma de tuna sumergido en agua durante 24 horas si resiste al agua.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Fotografía 49. Adobe con 5% de goma de tuna sumergido en agua durante 24 horas si resiste al agua.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

ANEXOS N° 3. CÁLCULOS

1. RESULTADOS ENSAYO A COMPRESIÓN DE MITADES DE ADOBE ESTABILIZADO Y COMPACTADO.

1.1. ENSAYO A COMPRESIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN SIN GOMA DE TUNA

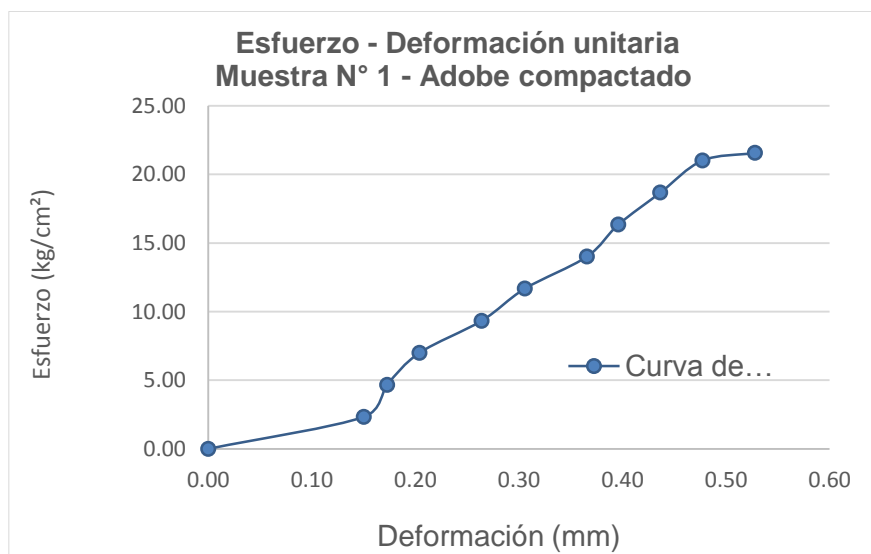
Muestra N° 1

Tabla 21. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 1 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.00
500	2.33	1.48	0.15
1000	4.67	1.70	0.17
1500	7.00	2.01	0.20
2000	9.34	2.60	0.26
2500	11.67	3.01	0.31
3000	14.01	3.60	0.37
3500	16.34	3.90	0.40
4000	18.67	4.30	0.44
4500	21.01	4.70	0.48
4620	21.57	5.20	0.53

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 10. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

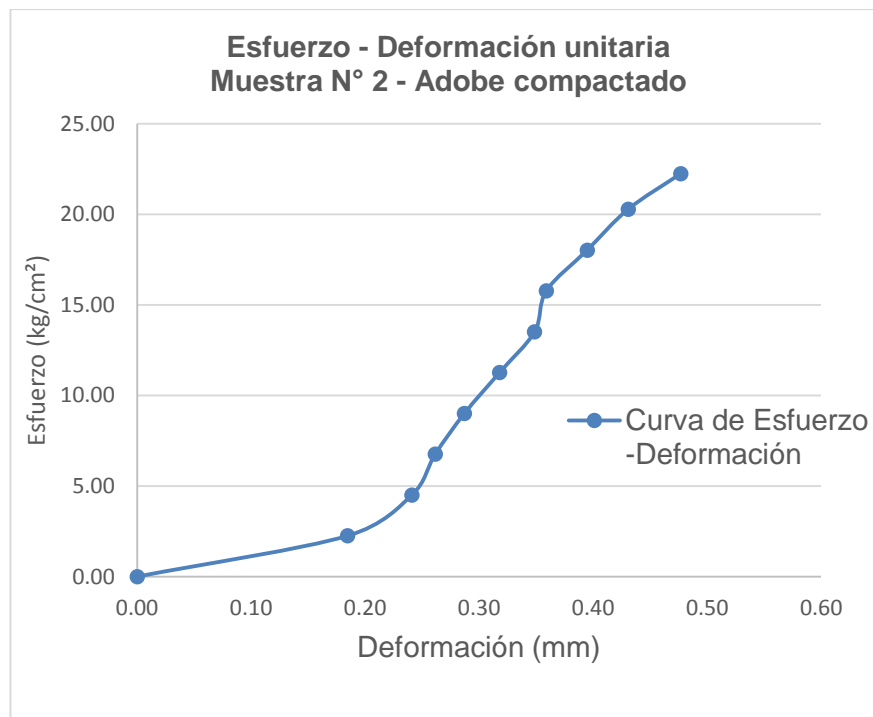
Muestra N° 2

Tabla 22. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 2 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.25	1.80	0.18
1000	4.51	2.35	0.24
1500	6.76	2.55	0.26
2000	9.02	2.80	0.29
2500	11.27	3.10	0.32
3000	13.52	3.40	0.35
3500	15.78	3.50	0.36
4000	18.03	3.85	0.39
4500	20.28	4.20	0.43
4937	22.25	4.65	0.48

Fuente: Elaboración propia 2015.

Gráfico 11. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

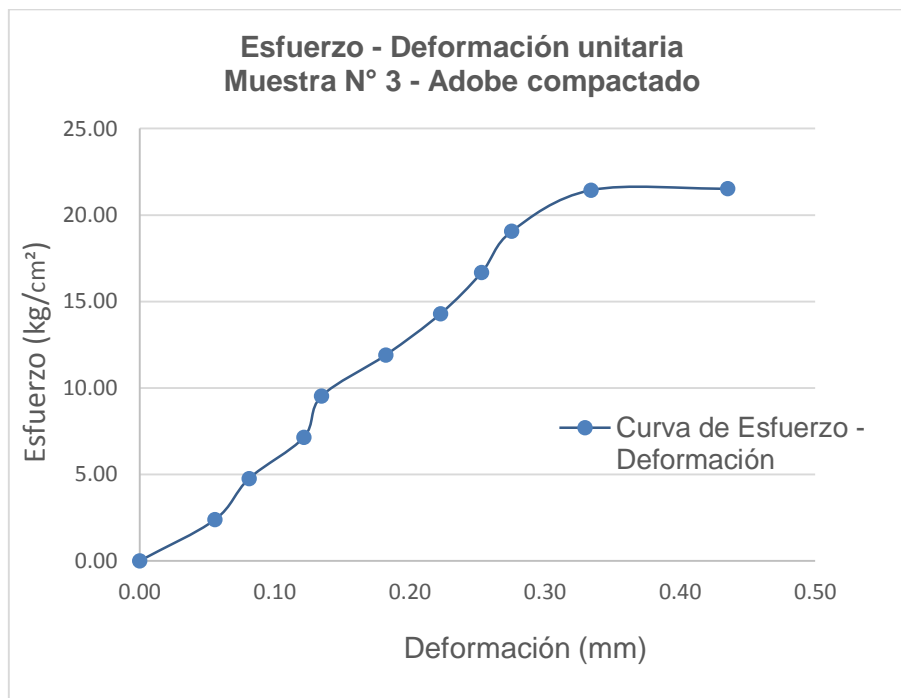
Muestra N° 3

Tabla 23. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 3 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.38	0.55	0.06
1000	4.76	0.80	0.08
1500	7.15	1.20	0.12
2000	9.53	1.33	0.13
2500	11.91	1.80	0.18
3000	14.29	2.20	0.22
3500	16.68	2.50	0.25
4000	19.06	2.72	0.28
4500	21.44	3.30	0.33
4518	21.53	4.30	0.44

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 12. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

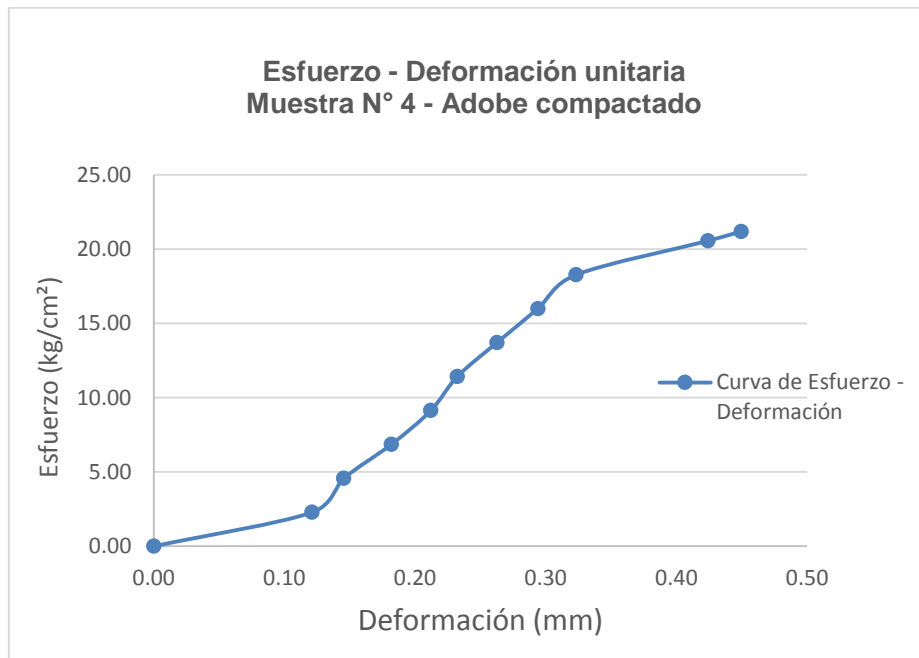
Muestra N° 4

Tabla 24. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 4 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.28	1.20	0.12
1000	4.57	1.44	0.15
1500	6.85	1.80	0.18
2000	9.14	2.10	0.21
2500	11.42	2.30	0.23
3000	13.71	2.60	0.26
3500	15.99	2.91	0.29
4000	18.27	3.20	0.32
4500	20.56	4.20	0.42
4640	21.20	4.45	0.45

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 13. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

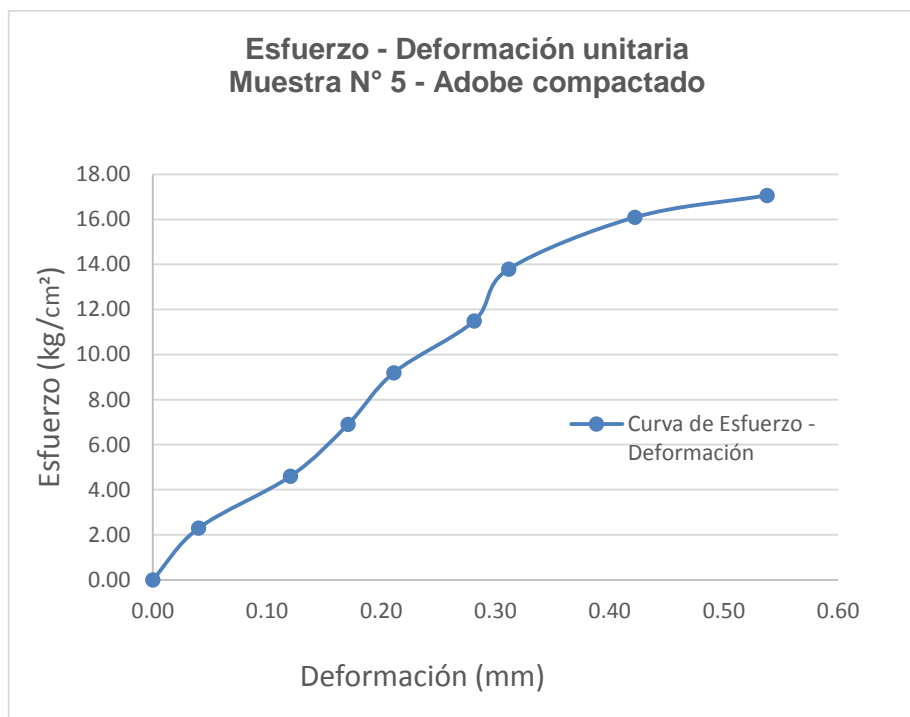
Muestra N° 5

Tabla 25. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 5 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.30	0.40	0.04
1000	4.60	1.20	0.12
1500	6.90	1.70	0.17
2000	9.20	2.10	0.21
2500	11.49	2.80	0.28
3000	13.79	3.10	0.31
3500	16.09	4.20	0.42
3712	17.07	5.35	0.54

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 14. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

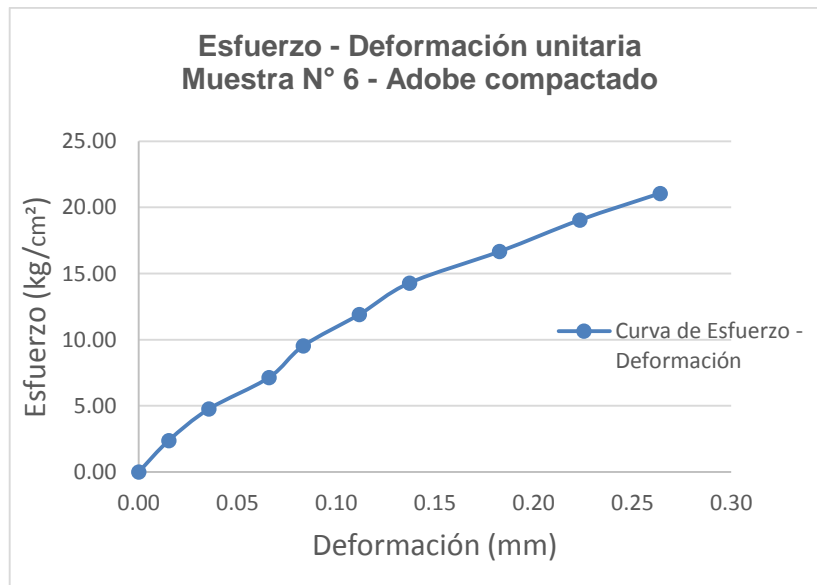
Muestra N° 6

Tabla 26. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 6 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.38	0.15	0.02
1000	4.76	0.35	0.04
1500	7.14	0.65	0.07
2000	9.52	0.82	0.08
2500	11.90	1.10	0.11
3000	14.29	1.35	0.14
3500	16.67	1.80	0.18
4000	19.05	2.20	0.22
4423	21.06	2.60	0.26

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 15. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

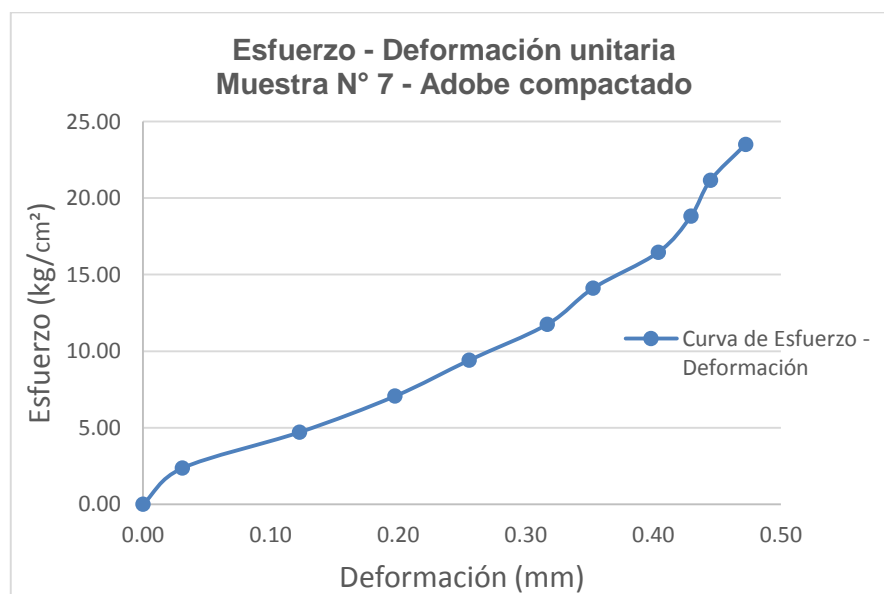
Muestra N° 7

Tabla 27. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 7 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.35	0.30	0.03
1000	4.70	1.20	0.12
1500	7.05	1.93	0.20
2000	9.40	2.50	0.26
2500	11.76	3.10	0.32
3000	14.11	3.45	0.35
3500	16.46	3.95	0.40
4000	18.81	4.20	0.43
4500	21.16	4.35	0.44
5000	23.51	4.62	0.47

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 16. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

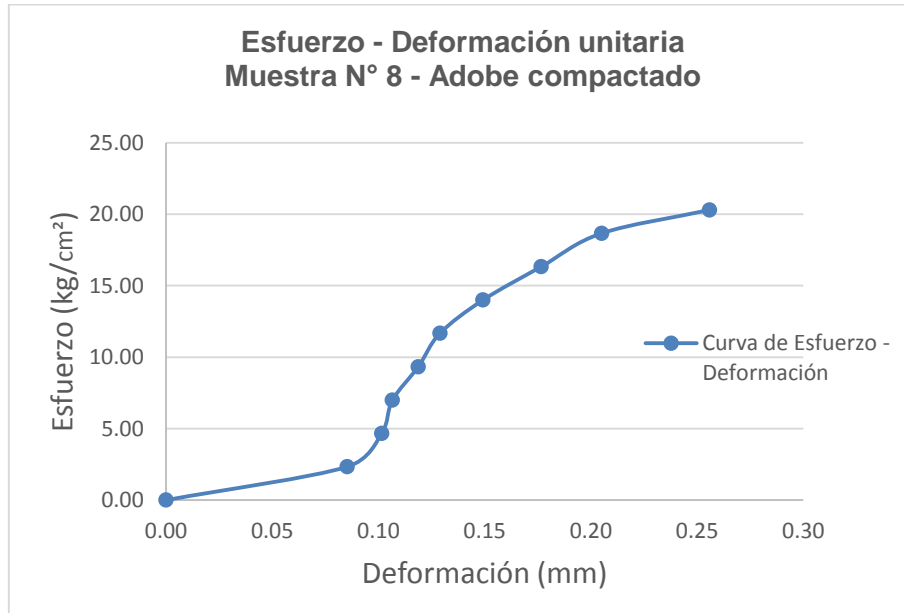
Muestra N° 8

Tabla 28. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 8 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.33	0.84	0.09
1000	4.67	1.00	0.10
1500	7.00	1.05	0.11
2000	9.33	1.17	0.12
2500	11.66	1.27	0.13
3000	14.00	1.47	0.15
3500	16.33	1.74	0.18
4000	18.66	2.02	0.21
4350	20.30	2.52	0.26

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 17. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

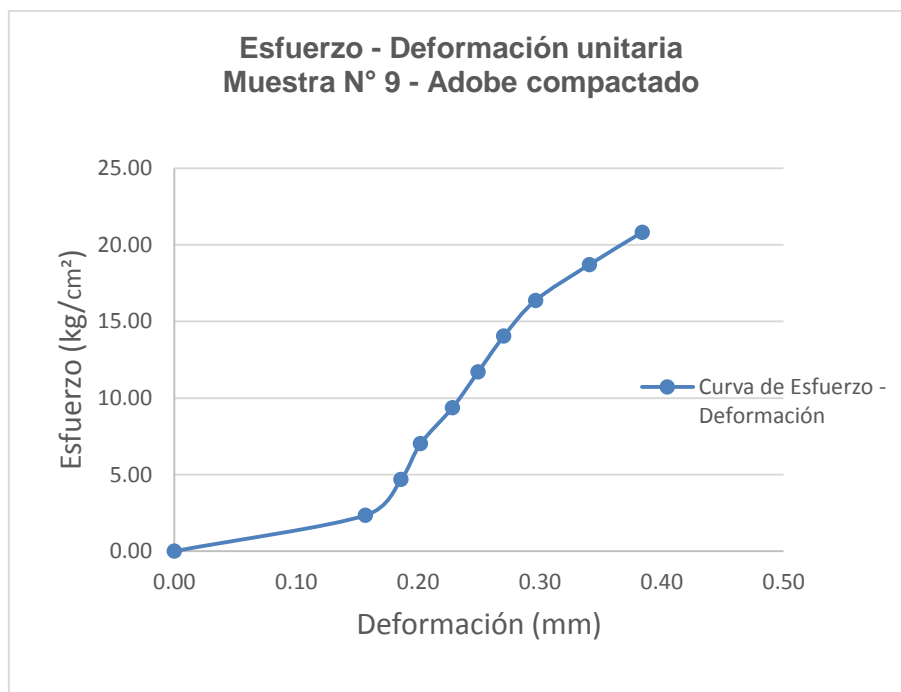
Muestra N° 9

Tabla 29. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 9 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.34	1.56	0.16
1000	4.68	1.85	0.19
1500	7.02	2.01	0.20
2000	9.36	2.27	0.23
2500	11.70	2.48	0.25
3000	14.04	2.69	0.27
3500	16.38	2.95	0.30
4000	18.71	3.39	0.34
4450	20.82	3.82	0.38

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 18. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 9 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

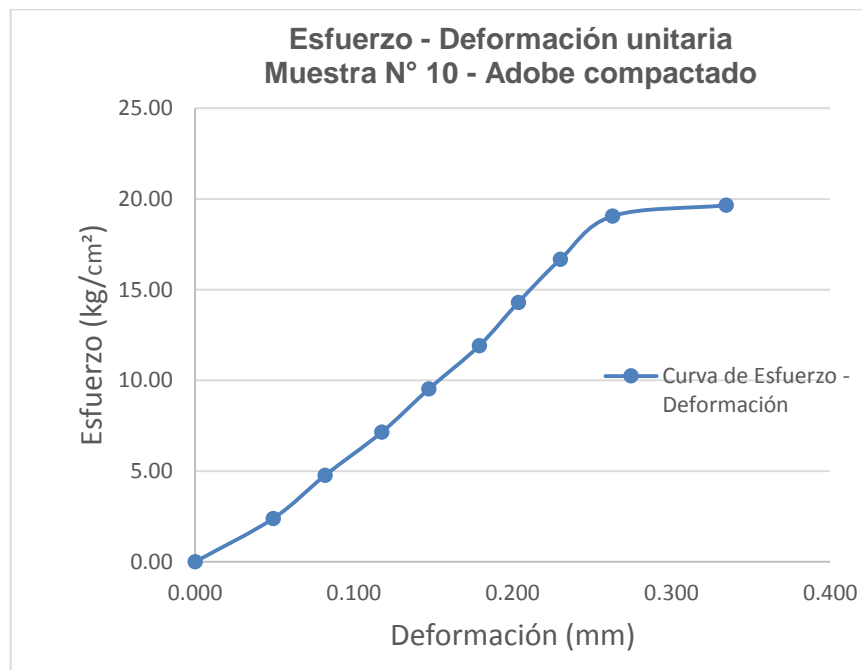
Muestra N° 10

Tabla 30. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra patrón 10 del bloque de adobe compactado.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.000
500	2.38	0.48	0.049
1000	4.76	0.80	0.082
1500	7.15	1.15	0.118
2000	9.53	1.44	0.147
2500	11.91	1.75	0.179
3000	14.29	1.99	0.203
3500	16.68	2.25	0.230
4000	19.06	2.57	0.263
4125	19.65	3.27	0.334

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 19. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 10 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

1.2. ENSAYO A COMPRESIÓN CON 5% GOMA DE TUNA.

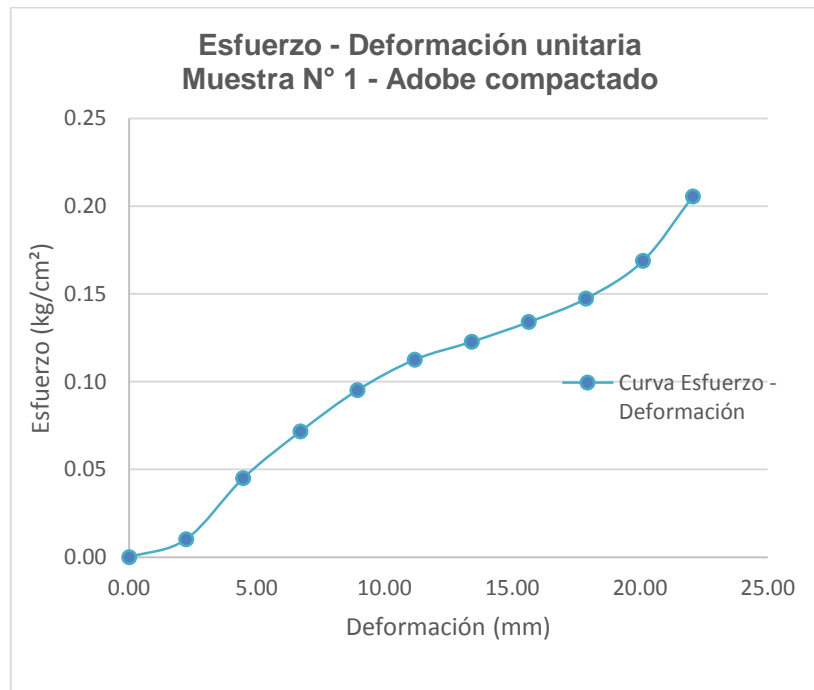
Muestra N° 1

Tabla 31. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.24	0.10	0.01
1000	4.47	0.44	0.04
1500	6.71	0.70	0.07
2000	8.94	0.93	0.10
2500	11.18	1.10	0.11
3000	13.41	1.20	0.12
3500	15.65	1.31	0.13
4000	17.88	1.44	0.15
4500	20.12	1.65	0.17
4937	22.07	2.01	0.21

Fuente: Elaboración propia, 2015.

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



Fuente: Elaboración propia, 2015.

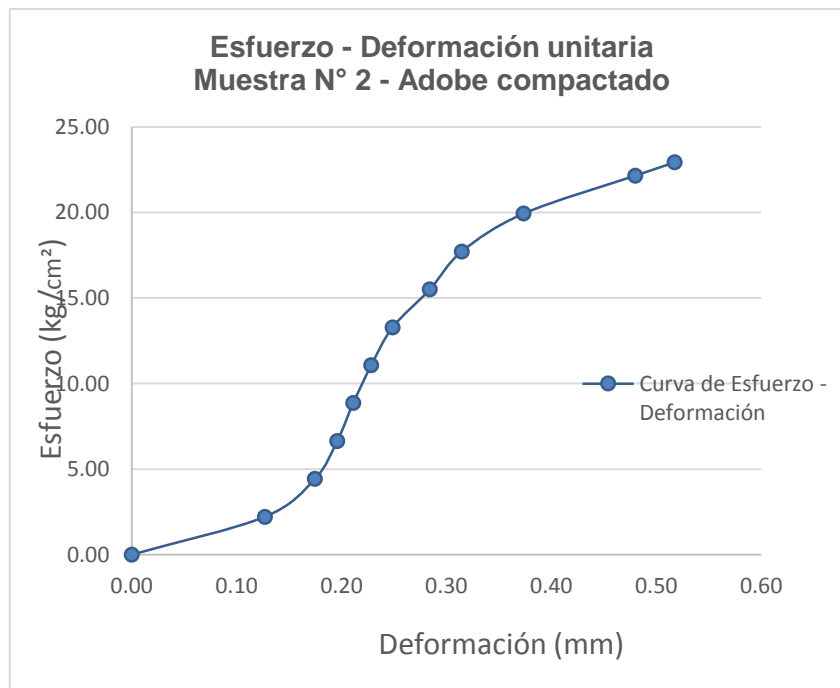
Muestra N° 2

Tabla 32. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.21	1.25	0.13
1000	4.43	1.72	0.17
1500	6.64	1.93	0.20
2000	8.86	2.08	0.21
2500	11.07	2.25	0.23
3000	13.29	2.45	0.25
3500	15.50	2.80	0.28
4000	17.72	3.10	0.31
4500	19.93	3.68	0.37
5000	22.15	4.30	0.48
5176	22.93	5.10	0.52

Fuente: Elaboración propia, 2015.

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



Fuente: Elaboración propia, 2015.

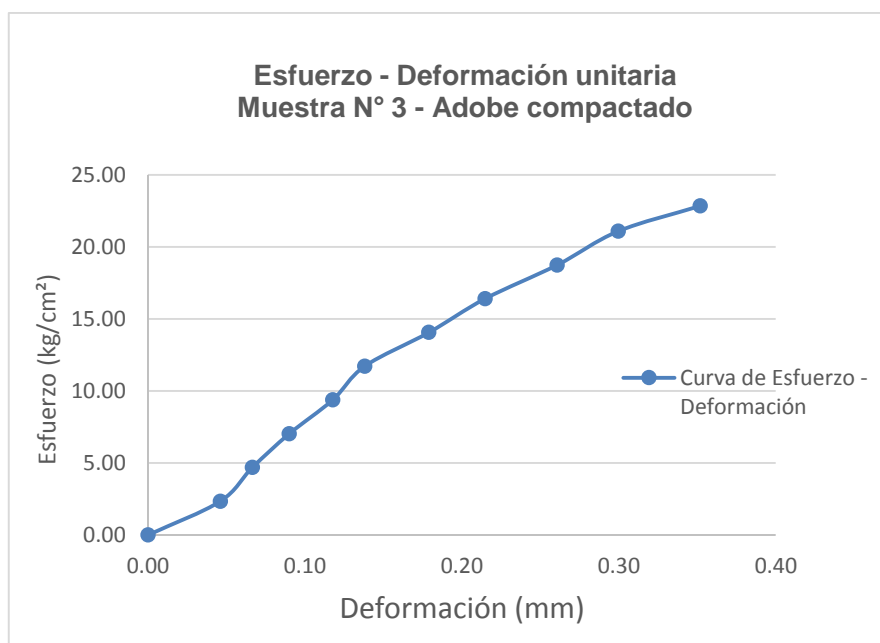
Muestra N° 3

Tabla 33. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.34	0.45	0.05
1000	4.69	0.65	0.07
1500	7.03	0.88	0.09
2000	9.37	1.15	0.12
2500	11.72	1.35	0.14
3000	14.06	1.75	0.18
3500	16.40	2.10	0.21
4000	18.75	2.55	0.26
4500	21.09	2.93	0.30
4874	22.84	3.44	0.35

Fuente: Elaboración propia, 2015.

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



Fuente: Elaboración propia, 2015.

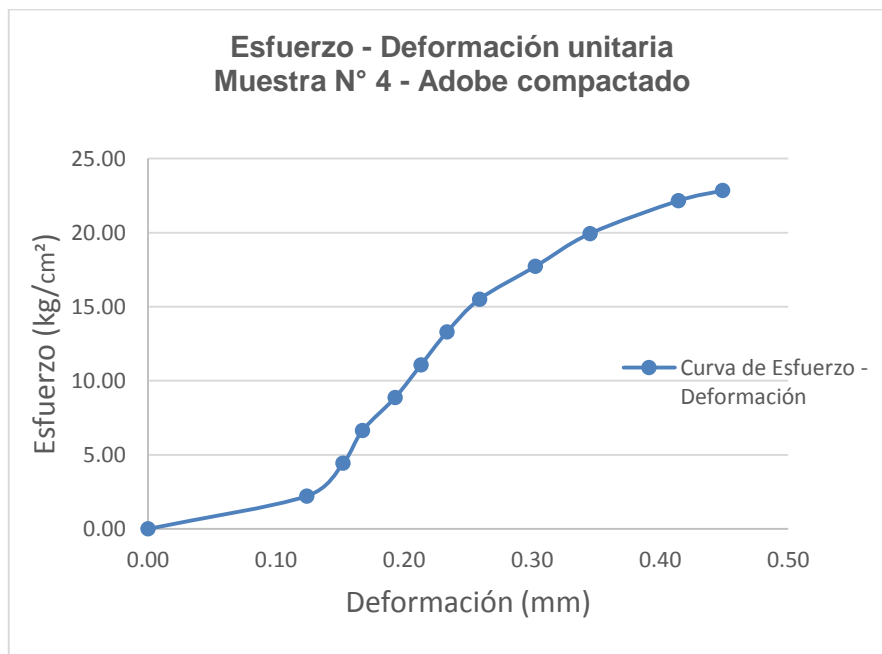
Muestra N° 4

Tabla 34. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.21	1.22	0.12
1000	4.43	1.50	0.15
1500	6.64	1.65	0.17
2000	8.86	1.90	0.19
2500	11.07	2.10	0.21
3000	13.29	2.30	0.23
3500	15.50	2.55	0.26
4000	17.72	2.98	0.30
4500	19.93	3.40	0.35
5000	22.15	4.08	0.41
5156	22.84	4.42	0.45

Fuente: Elaboración propia, 2015.

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



Fuente: Elaboración propia, 2015.

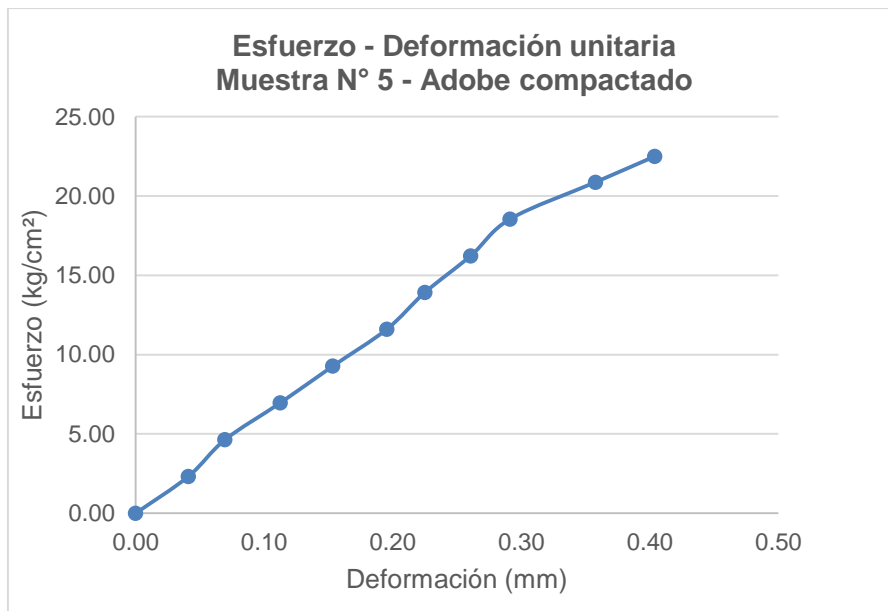
Muestra N° 5

Tabla 35. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.32	0.40	0.04
1000	4.64	0.68	0.07
1500	6.96	1.10	0.11
2000	9.28	1.50	0.15
2500	11.60	1.91	0.20
3000	13.92	2.20	0.22
3500	16.24	2.55	0.26
4000	18.56	2.85	0.29
4500	20.88	3.50	0.36
4850	22.50	3.95	0.40

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 24. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

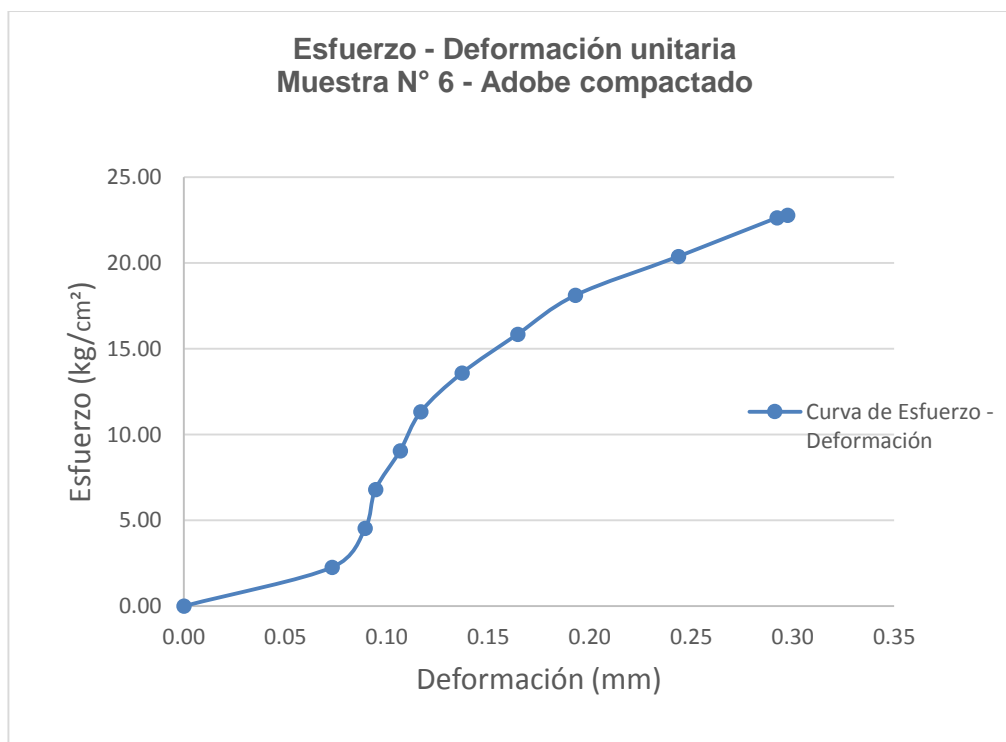
Muestra N° 6

Tabla 36. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.26	0.72	0.07
1000	4.53	0.88	0.09
1500	6.79	0.93	0.09
2000	9.06	1.05	0.11
2500	11.32	1.15	0.12
3000	13.58	1.35	0.14
3500	15.85	1.62	0.16
4000	18.11	1.90	0.19
4500	20.38	2.40	0.24
5000	22.64	2.88	0.29
5030	22.78	2.93	0.30

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 25. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

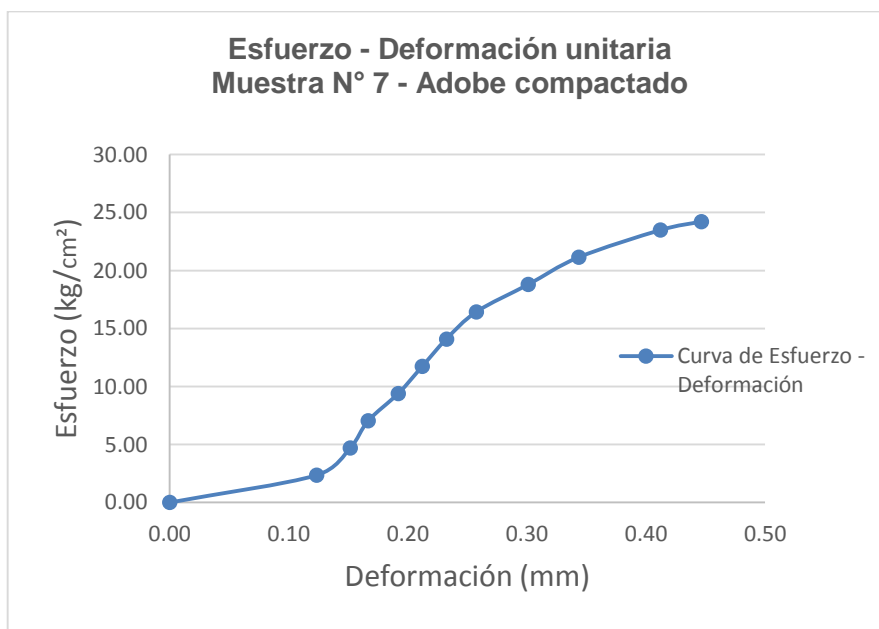
Muestra N° 7

Tabla 37. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.35	1.22	0.12
1000	4.70	1.50	0.15
1500	7.05	1.65	0.17
2000	9.40	1.90	0.19
2500	11.74	2.10	0.21
3000	14.09	2.30	0.23
3500	16.44	2.55	0.26
4000	18.79	2.98	0.30
4500	21.14	3.40	0.34
5000	23.49	4.08	0.41
5156	24.22	4.42	0.45

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 26. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

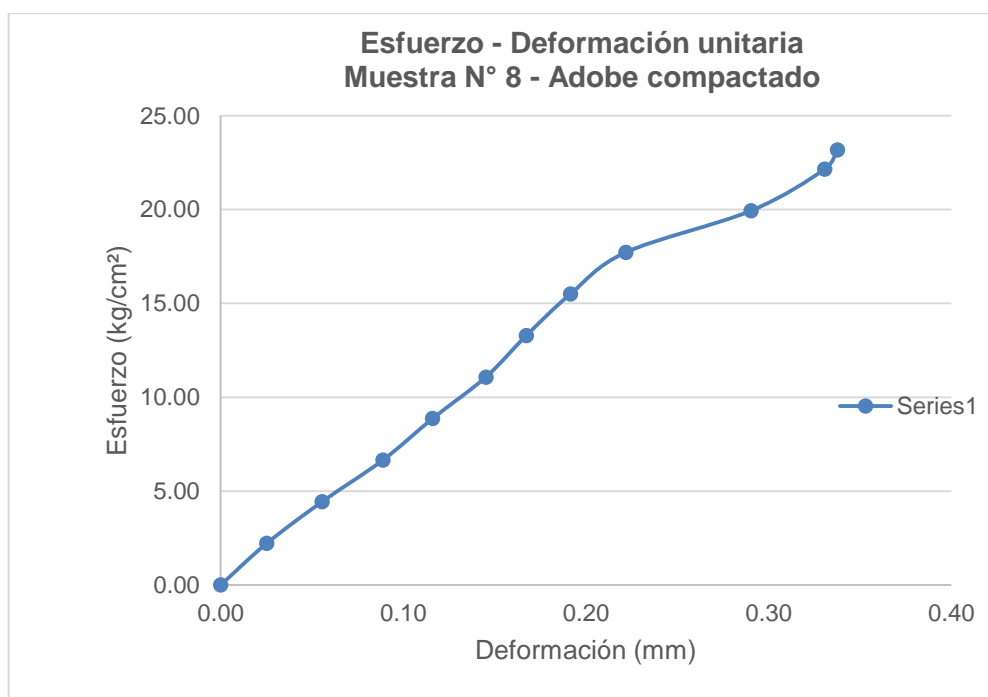
Muestra N° 8

Tabla 38. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.21	0.25	0.03
1000	4.43	0.55	0.06
1500	6.64	0.88	0.09
2000	8.86	1.15	0.12
2500	11.07	1.44	0.15
3000	13.29	1.66	0.17
3500	15.50	1.90	0.19
4000	17.72	2.20	0.22
4500	19.93	2.88	0.29
5000	22.15	3.28	0.33
5232	23.18	3.35	0.34

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 27. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

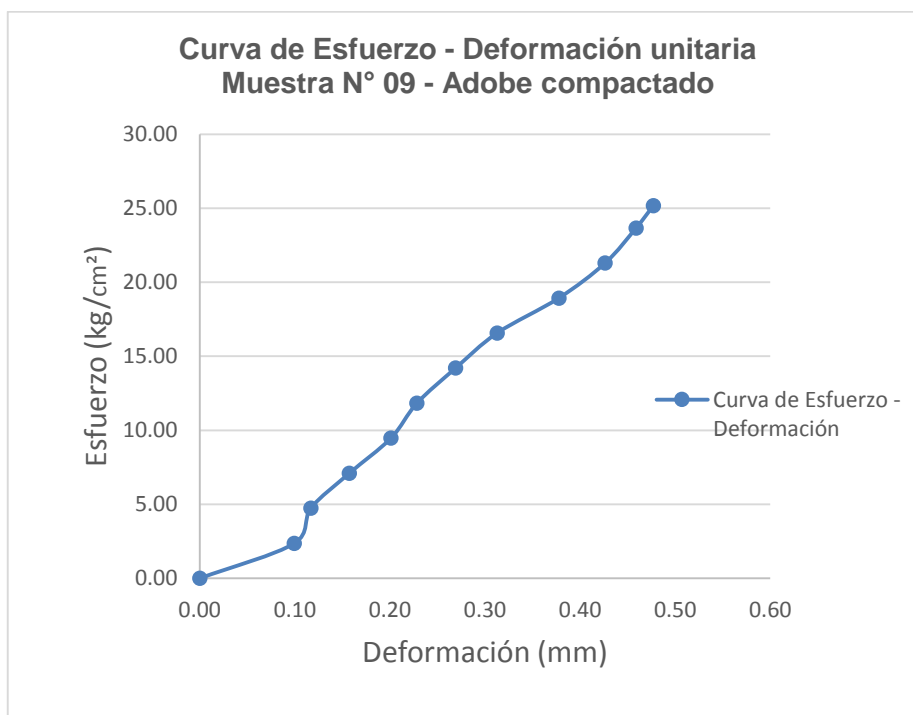
Muestra N° 9

Tabla 39. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.37	0.98	0.10
1000	4.73	1.15	0.12
1500	7.10	1.55	0.16
2000	9.47	1.98	0.20
2500	11.83	2.25	0.23
3000	14.20	2.65	0.27
3500	16.56	3.08	0.31
4000	18.93	3.72	0.38
4500	21.30	4.20	0.43
5000	23.66	4.52	0.46
5320	25.18	4.70	0.48

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 28. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

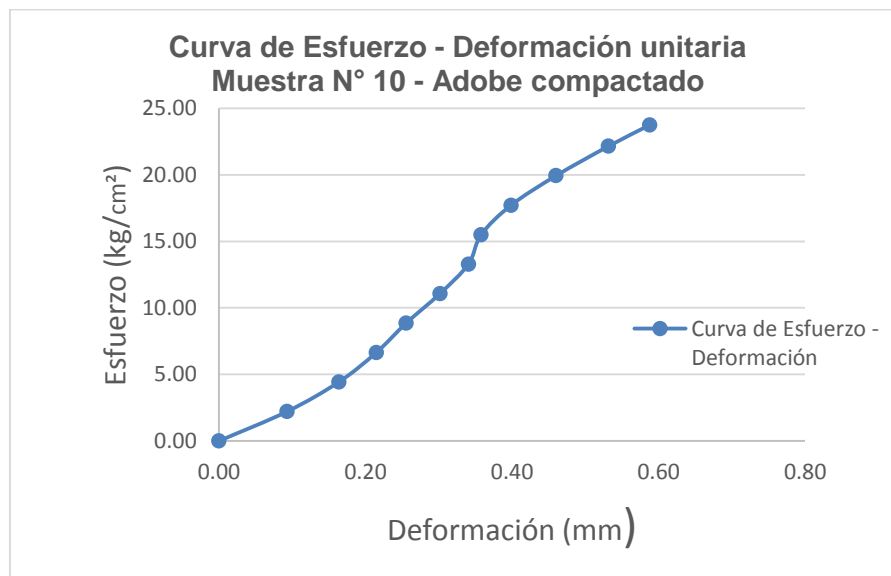
Muestra N° 10

Tabla 40. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.21	0.91	0.09
1000	4.43	1.60	0.16
1500	6.64	2.10	0.21
2000	8.86	2.50	0.26
2500	11.07	2.95	0.30
3000	13.29	3.33	0.34
3500	15.50	3.50	0.36
4000	17.72	3.90	0.40
4500	19.93	4.50	0.46
5000	22.15	5.20	0.53
5360	23.74	5.75	0.59

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 29. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

1.3. ENSAYO A COMPRESIÓN CON 10% DE GOMA DE TUNA.

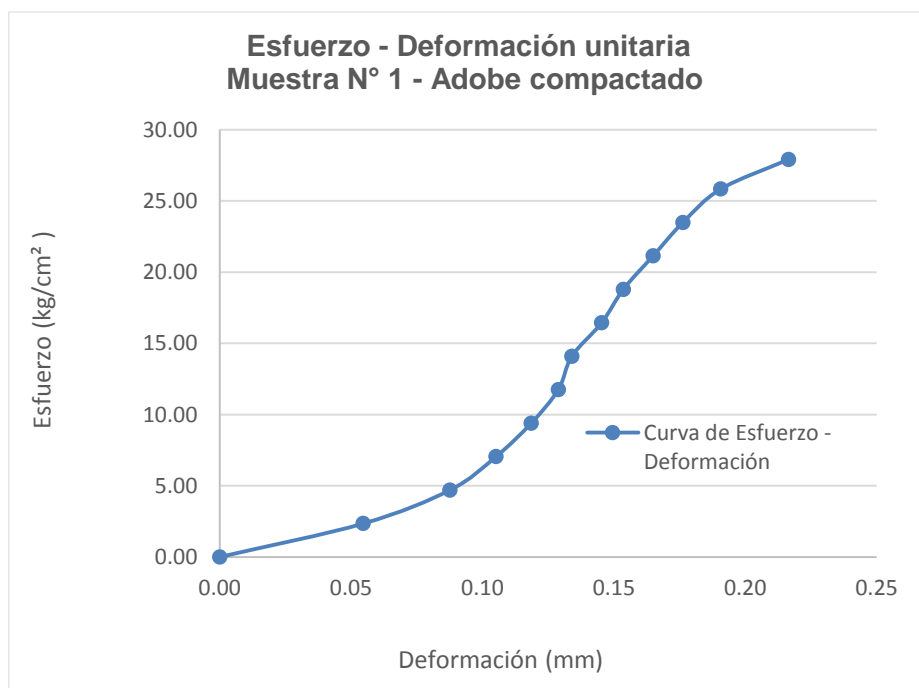
Muestra N° 1

Tabla 41. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.00
500	2.35	0.53	0.05
1000	4.70	0.85	0.09
1500	7.05	1.02	0.11
2000	9.40	1.15	0.12
2500	11.74	1.25	0.13
3000	14.09	1.30	0.13
3500	16.44	1.41	0.15
4000	18.79	1.49	0.15
4500	21.14	1.60	0.16
5000	23.49	1.71	0.18
5500	25.84	1.85	0.19
5942	27.91	2.10	0.22

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 30. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

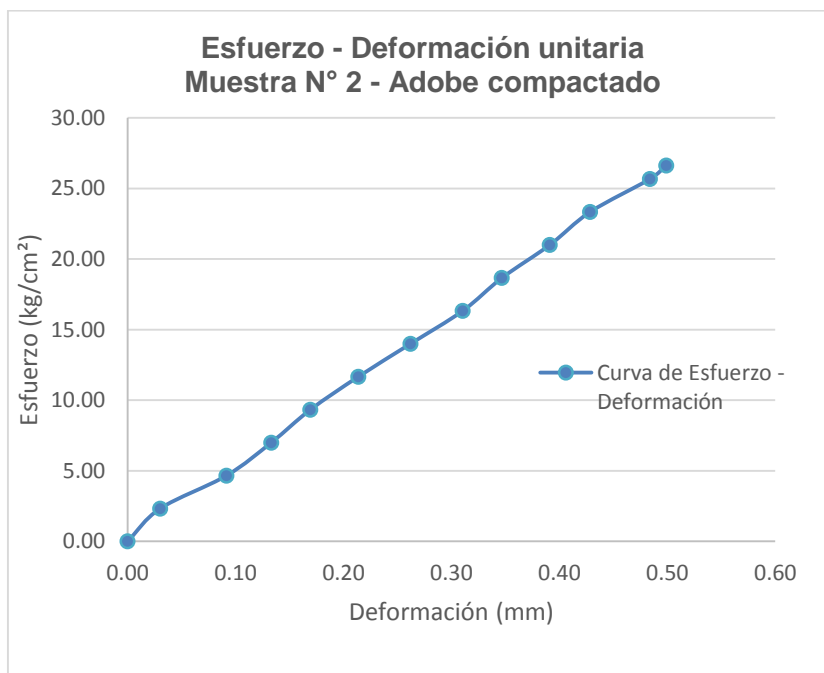
Muestra N° 2

Tabla 42. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.33	0.3	0.03
1000	4.67	0.91	0.09
1500	7.00	1.32	0.13
2000	9.33	1.68	0.17
2500	11.66	2.12	0.21
3000	14.00	2.60	0.26
3500	16.33	3.08	0.31
4000	18.66	3.44	0.35
4500	21.00	3.88	0.39
5000	23.33	4.25	0.43
5500	25.66	4.80	0.48
5705	26.62	4.95	0.50

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 31. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

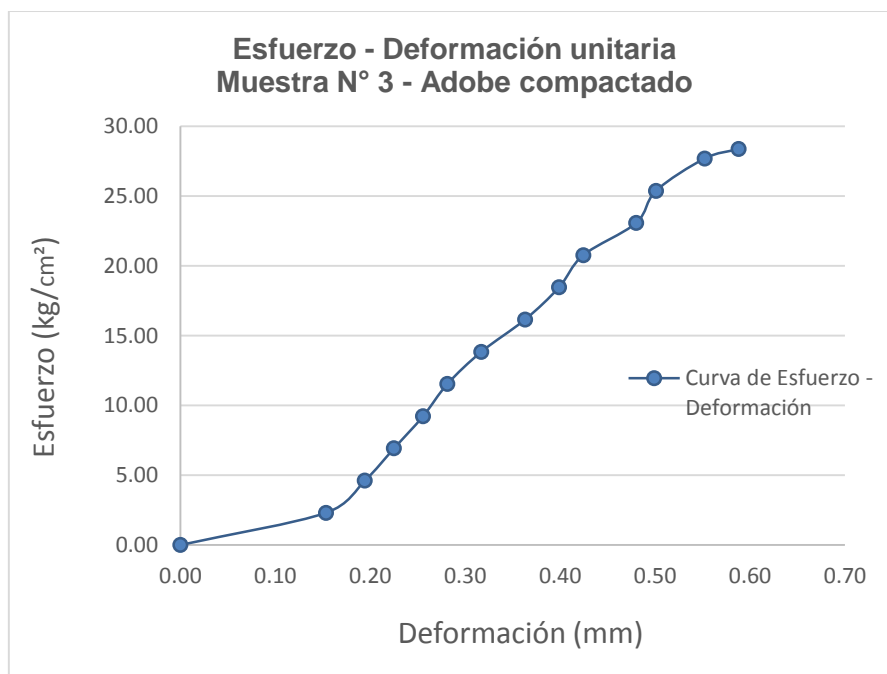
Muestra N° 3

Tabla 43. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.31	1.50	0.15
1000	4.62	1.90	0.19
1500	6.92	2.20	0.22
2000	9.23	2.50	0.26
2500	11.54	2.75	0.28
3000	13.85	3.10	0.32
3500	16.16	3.55	0.36
4000	18.46	3.90	0.40
4500	20.77	4.15	0.42
5000	23.08	4.80	0.48
5500	25.39	4.90	0.50
6000	27.69	5.40	0.55
6150	28.39	5.75	0.59

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 32. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

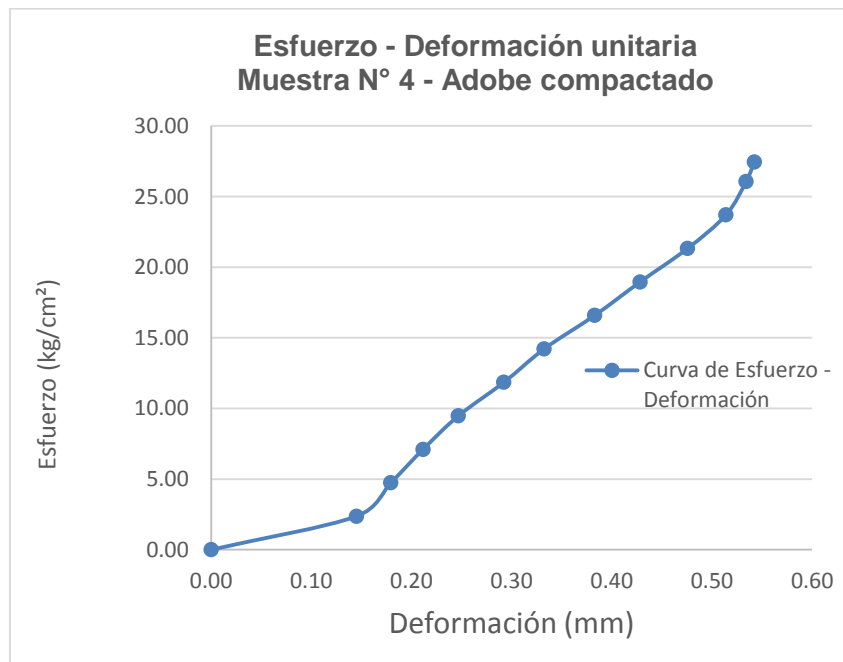
Muestra N° 4

Tabla 44. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 04 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.37	1.44	0.15
1000	4.74	1.78	0.18
1500	7.11	2.10	0.21
2000	9.48	2.45	0.25
2500	11.85	2.90	0.29
3000	14.22	3.30	0.33
3500	16.59	3.80	0.38
4000	18.96	4.25	0.43
4500	21.33	4.72	0.48
5000	23.70	5.10	0.51
5500	26.07	5.30	0.53
5790	27.45	5.38	0.54

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 33. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

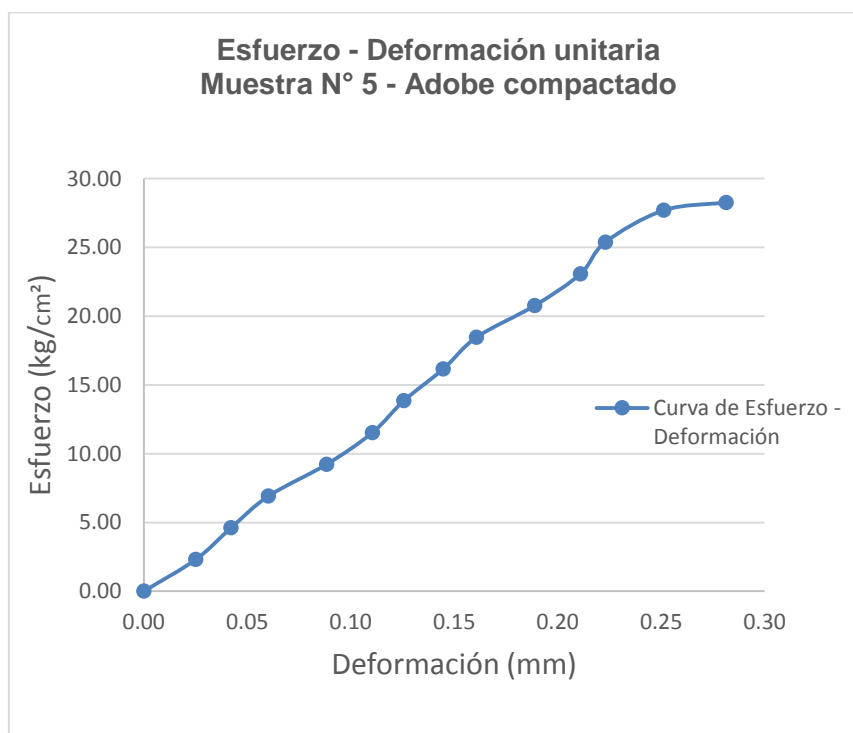
Muestra N° 5

Tabla 45. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.31	0.25	0.03
1000	4.62	0.42	0.04
1500	6.92	0.60	0.06
2000	9.23	0.88	0.09
2500	11.54	1.10	0.11
3000	13.85	1.25	0.13
3500	16.16	1.44	0.14
4000	18.46	1.60	0.16
4500	20.77	1.88	0.19
5000	23.08	2.10	0.21
5500	25.39	2.22	0.22
6000	27.69	2.50	0.25
6125	28.27	2.80	0.28

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 34. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

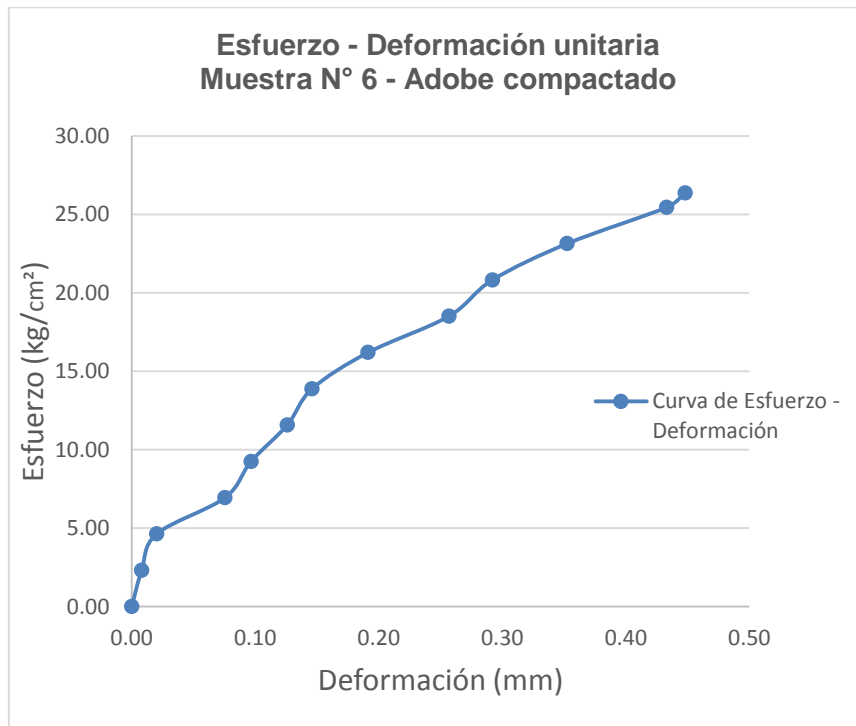
Muestra N° 6

Tabla 46. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.31	0.08	0.01
1000	4.63	0.20	0.02
1500	6.94	0.75	0.08
2000	9.25	0.96	0.10
2500	11.57	1.25	0.13
3000	13.88	1.45	0.15
3500	16.19	1.90	0.19
4000	18.51	2.55	0.26
4500	20.82	2.90	0.29
5000	23.13	3.50	0.35
5500	25.44	4.30	0.43
5698	26.36	4.45	0.45

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 35. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

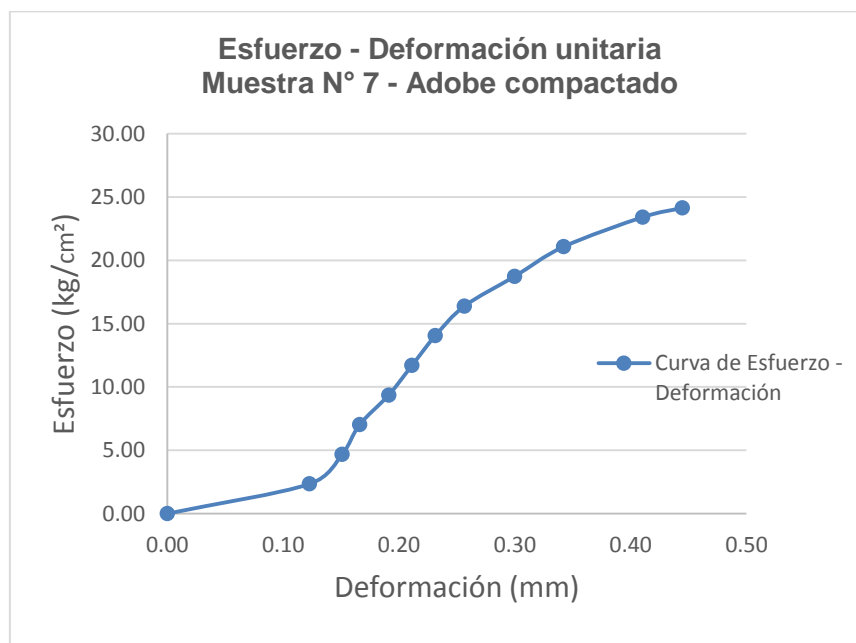
Muestra N° 7

Tabla 47. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.34	1.22	0.12
1000	4.68	1.50	0.15
1500	7.02	1.65	0.17
2000	9.36	1.90	0.19
2500	11.70	2.10	0.21
3000	14.05	2.30	0.23
3500	16.39	2.55	0.26
4000	18.73	2.98	0.30
4500	21.07	3.40	0.34
5000	23.41	4.08	0.41
5156	24.14	4.42	0.44

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 36. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

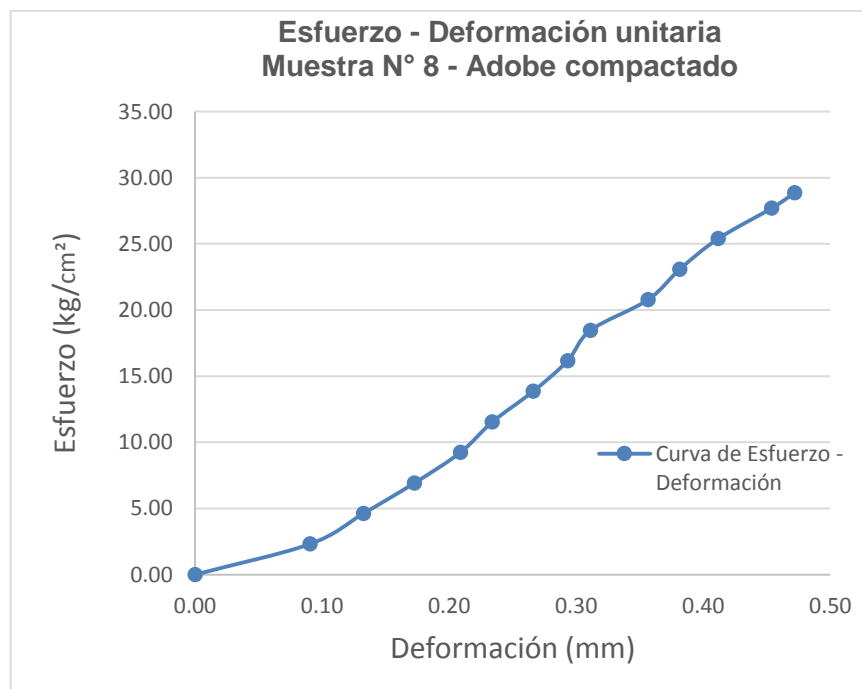
Muestra N° 8

Tabla 48. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00		0.00
500	2.31	0.9	0.09
1000	4.62	1.32	0.13
1500	6.92	1.72	0.17
2000	9.23	2.08	0.21
2500	11.54	2.33	0.23
3000	13.85	2.65	0.27
3500	16.16	2.92	0.29
4000	18.46	3.10	0.31
4500	20.77	3.55	0.36
5000	23.08	3.80	0.38
5500	25.39	4.10	0.41
6000	27.69	4.52	0.45
6250	28.85	4.70	0.47

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 37. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

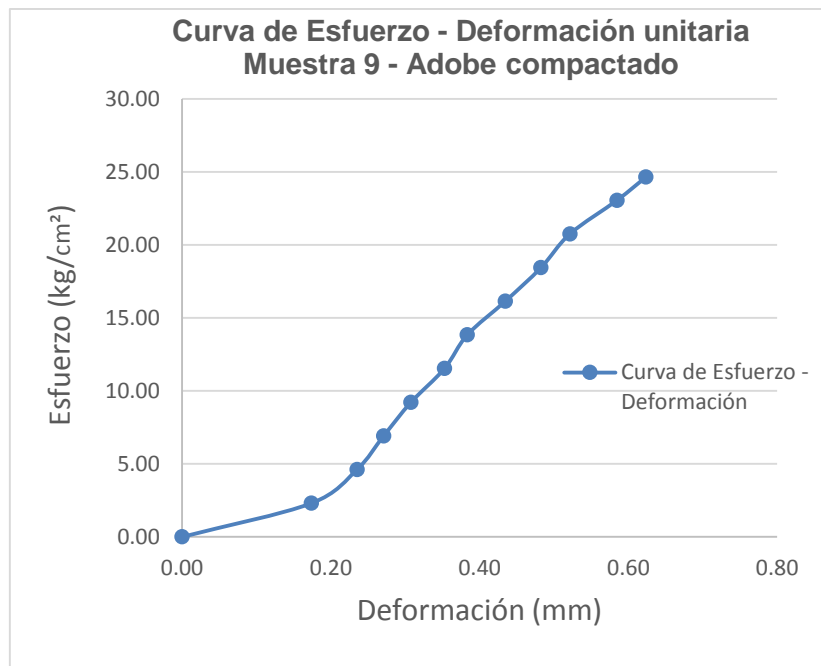
Muestra N° 9

Tabla 49. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.31	1.70	0.17
1000	4.61	2.30	0.24
1500	6.92	2.65	0.27
2000	9.23	3.01	0.31
2500	11.53	3.45	0.35
3000	13.84	3.75	0.38
3500	16.14	4.25	0.43
4000	18.45	4.72	0.48
4500	20.76	5.10	0.52
5000	23.06	5.72	0.58
5345	24.65	6.10	0.62

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 38. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

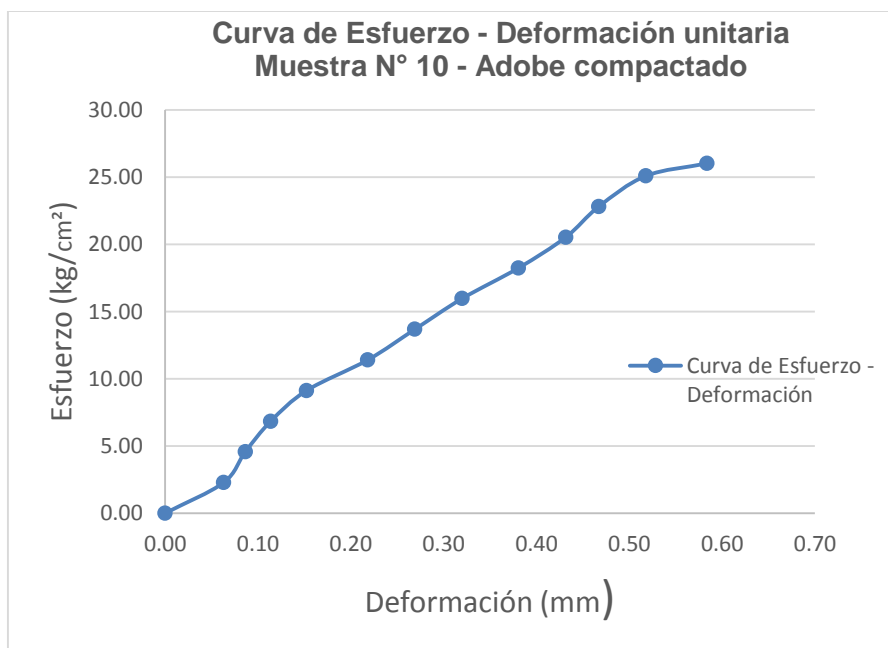
Muestra N° 10

Tabla 50. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.28	0.62	0.06
1000	4.56	0.85	0.09
1500	6.84	1.12	0.11
2000	9.12	1.50	0.15
2500	11.40	2.15	0.22
3000	13.68	2.65	0.27
3500	15.96	3.15	0.32
4000	18.24	3.75	0.38
4500	20.52	4.25	0.43
5000	22.80	4.60	0.47
5500	25.08	5.10	0.52
5705	26.01	5.75	0.58

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 39. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

1.4. ENSAYO A COMPRESIÓN CON 15% DE GOMA DE TUNA.

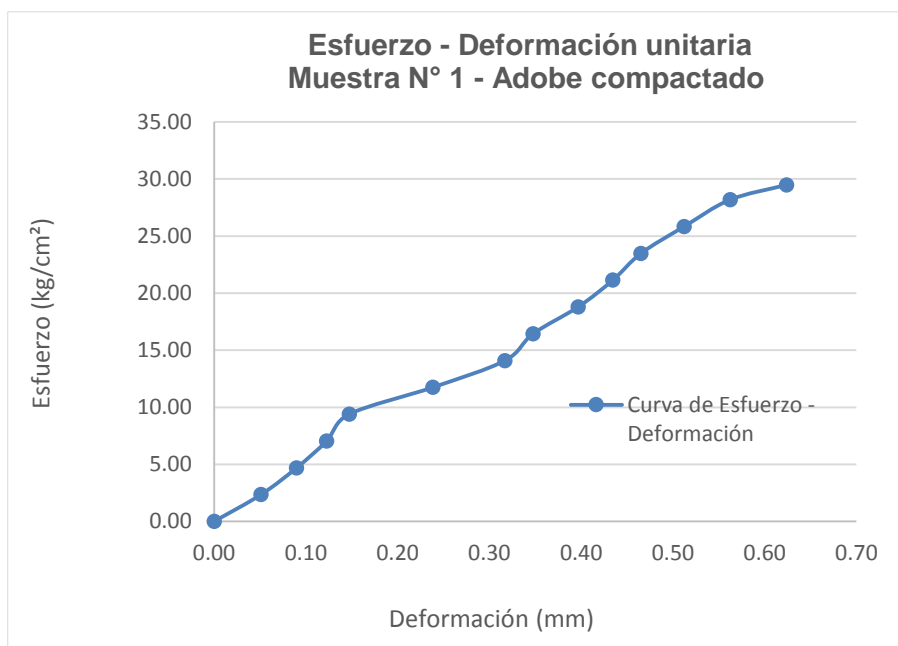
Muestra N° 1

Tabla 51. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.00
500	2.35	0.50	0.05
1000	4.70	0.88	0.09
1500	7.05	1.20	0.12
2000	9.40	1.44	0.15
2500	11.74	2.33	0.24
3000	14.09	3.10	0.32
3500	16.44	3.40	0.35
4000	18.79	3.88	0.40
4500	21.14	4.25	0.43
5000	23.49	4.55	0.47
5500	25.84	5.01	0.51
6000	28.19	5.50	0.56
6277	29.49	6.10	0.62

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 40. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

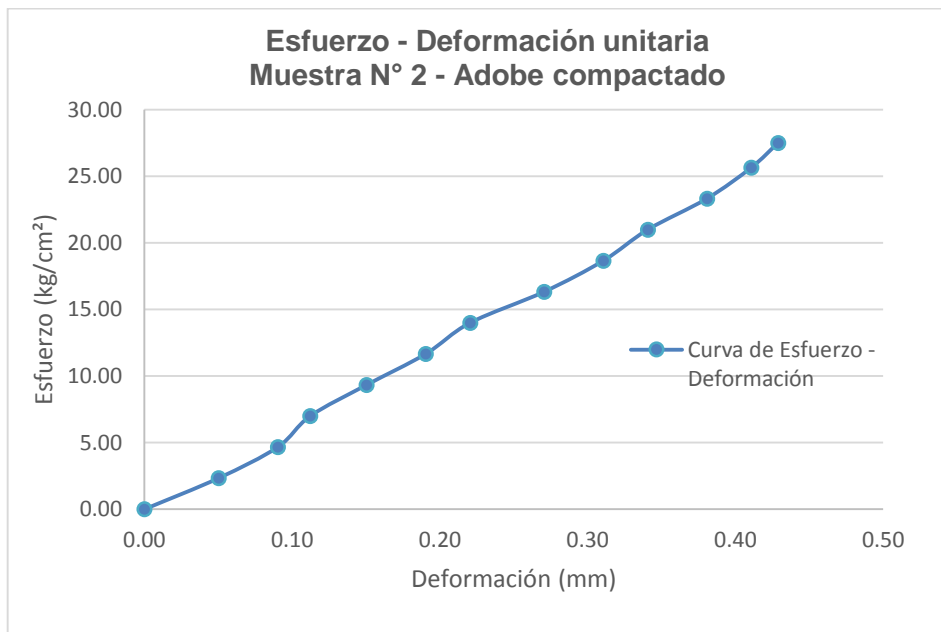
Muestra N° 2

Tabla 52. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.33	0.50	0.05
1000	4.67	0.90	0.09
1500	7.00	1.12	0.11
2000	9.33	1.50	0.15
2500	11.66	1.90	0.19
3000	14.00	2.20	0.22
3500	16.33	2.70	0.27
4000	18.66	3.10	0.31
4500	21.00	3.40	0.34
5000	23.33	3.80	0.38
5500	25.66	4.10	0.41
5895	27.51	4.28	0.43

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 41. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

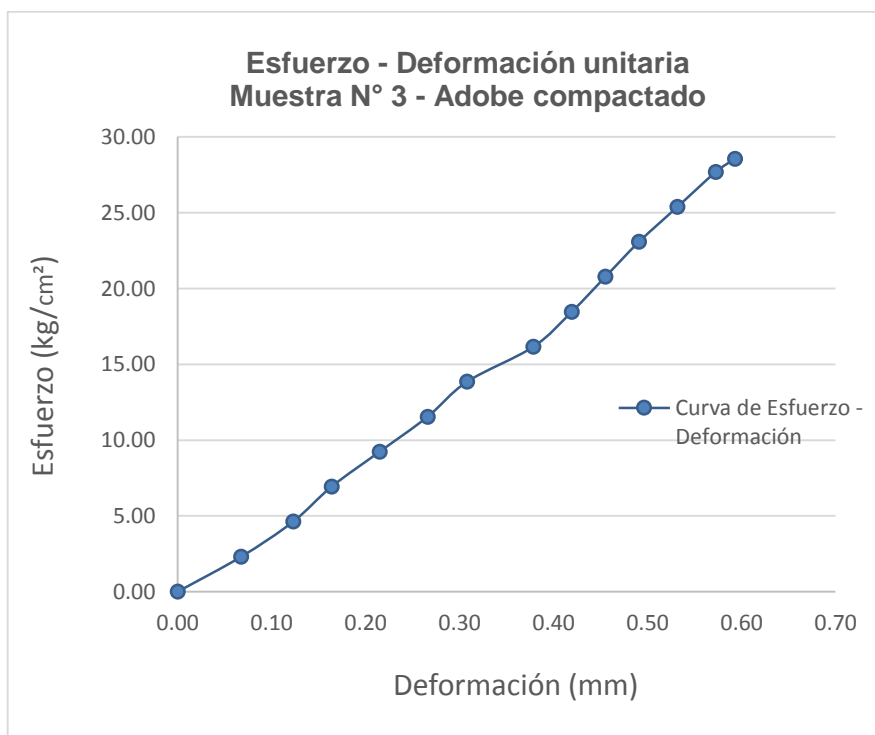
Muestra N° 3

Tabla 53. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.31	0.66	0.07
1000	4.62	1.20	0.12
1500	6.92	1.60	0.16
2000	9.23	2.10	0.21
2500	11.54	2.60	0.27
3000	13.85	3.01	0.31
3500	16.16	3.70	0.38
4000	18.46	4.10	0.42
4500	20.77	4.45	0.46
5000	23.08	4.80	0.49
5500	25.39	5.20	0.53
6000	27.69	5.60	0.57
6188	28.56	5.80	0.59

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 42. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

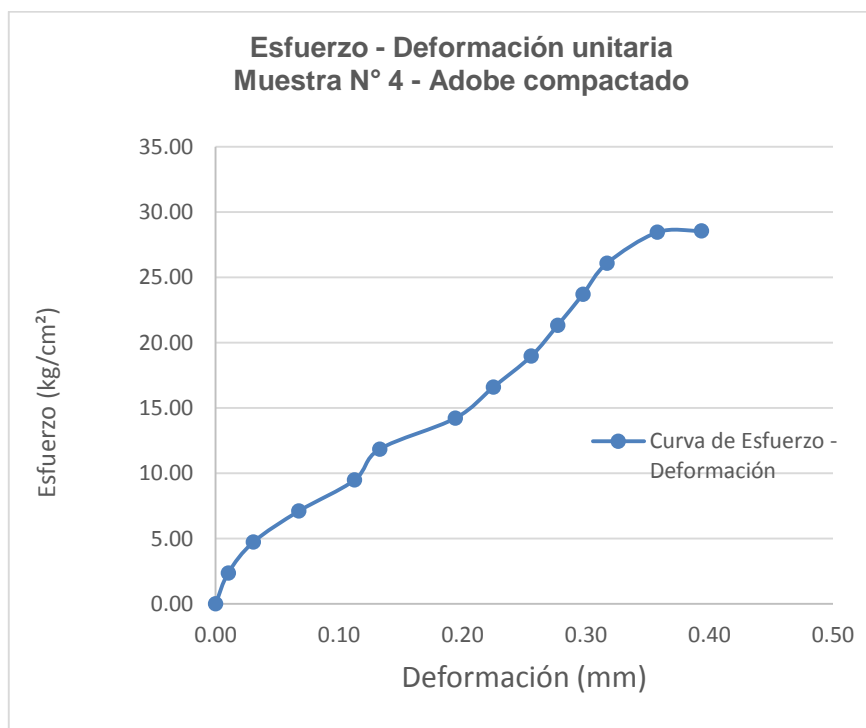
Muestra N° 4

Tabla 54. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.37	0.10	0.01
1000	4.74	0.30	0.03
1500	7.11	0.66	0.07
2000	9.48	1.10	0.11
2500	11.85	1.30	0.13
3000	14.22	1.90	0.19
3500	16.59	2.20	0.22
4000	18.96	2.50	0.26
4500	21.33	2.71	0.28
5000	23.70	2.91	0.30
5500	26.07	3.10	0.32
6000	28.44	3.50	0.36
6023	28.55	3.85	0.39

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 43. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

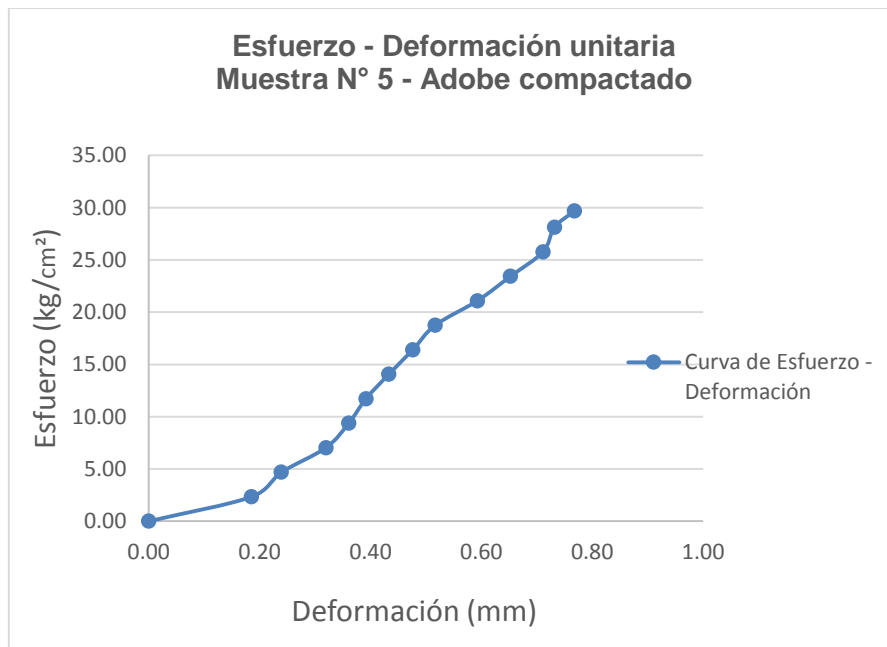
Muestra N° 5

Tabla 55. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.34	1.80	0.19
1000	4.69	2.32	0.24
1500	7.03	3.10	0.32
2000	9.37	3.50	0.36
2500	11.72	3.80	0.39
3000	14.06	4.20	0.43
3500	16.40	4.62	0.48
4000	18.75	5.01	0.52
4500	21.09	5.75	0.59
5000	23.43	6.33	0.65
5500	25.78	6.90	0.71
6000	28.12	7.10	0.73
6336	29.70	7.45	0.77

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 44. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

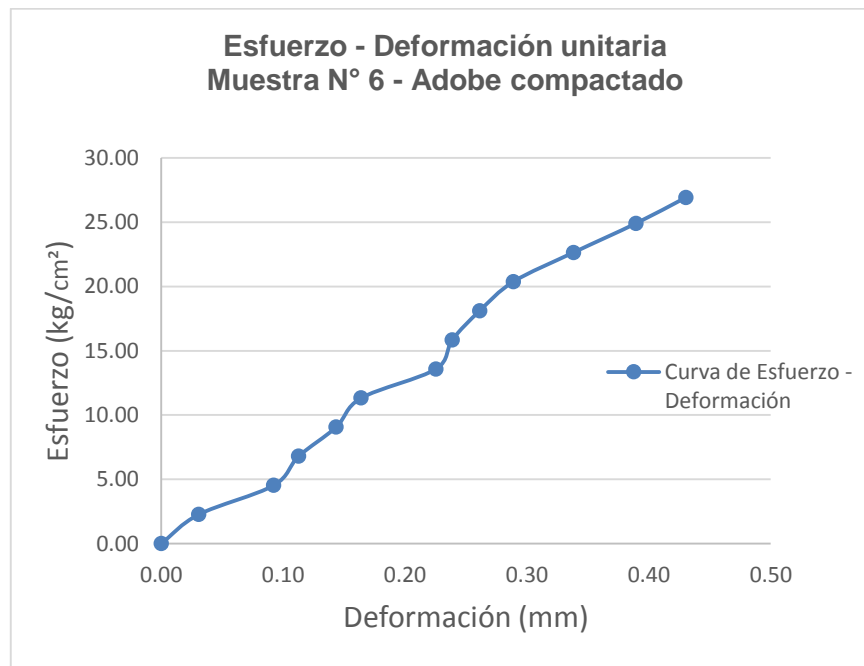
Muestra N° 6

Tabla 56. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.00
500	2.26	0.30	0.03
1000	4.53	0.90	0.09
1500	6.79	1.10	0.11
2000	9.06	1.40	0.14
2500	11.32	1.60	0.16
3000	13.58	2.20	0.23
3500	15.85	2.33	0.24
4000	18.11	2.55	0.26
4500	20.38	2.82	0.29
5000	22.64	3.30	0.34
5500	24.90	3.80	0.39
5945	26.92	4.20	0.43

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 45. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

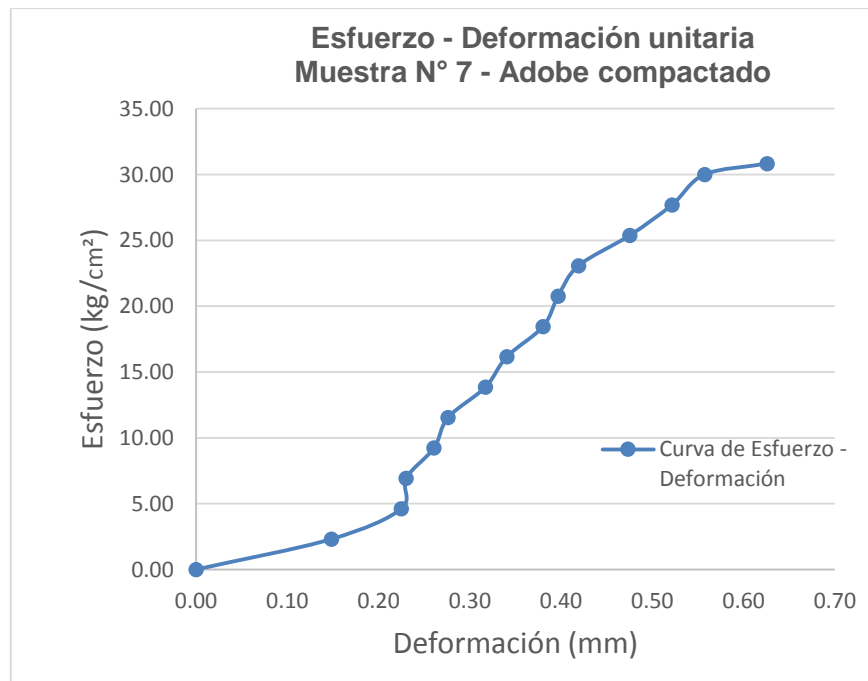
Muestra N° 7

Tabla 57. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.31	1.45	0.15
1000	4.62	2.2	0.22
1500	6.92	2.25	0.23
2000	9.23	2.55	0.26
2500	11.54	2.70	0.28
3000	13.85	3.10	0.32
3500	16.16	3.33	0.34
4000	18.46	3.72	0.38
4500	20.77	3.88	0.40
5000	23.08	4.10	0.42
5500	25.39	4.65	0.48
6000	27.69	5.10	0.52
6500	30.00	5.45	0.56
6680	30.83	6.12	0.63

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 46. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

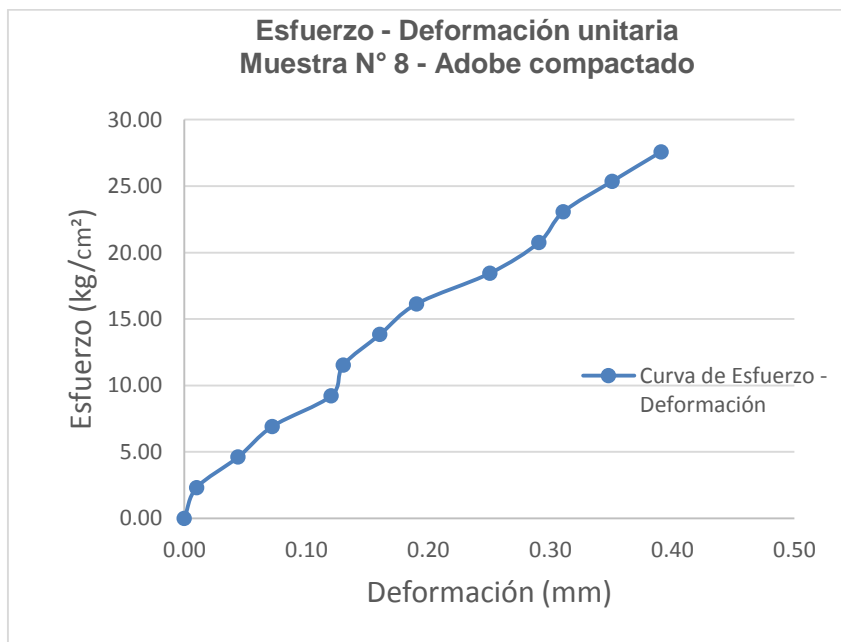
Muestra N° 8

Tabla 58. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.31	0.10	0.01
1000	4.61	0.44	0.04
1500	6.92	0.72	0.07
2000	9.23	1.20	0.12
2500	11.53	1.30	0.13
3000	13.84	1.60	0.16
3500	16.14	1.90	0.19
4000	18.45	2.50	0.25
4500	20.76	2.90	0.29
5000	23.06	3.10	0.31
5500	25.37	3.50	0.35
5980	27.58	3.90	0.39

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 47. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

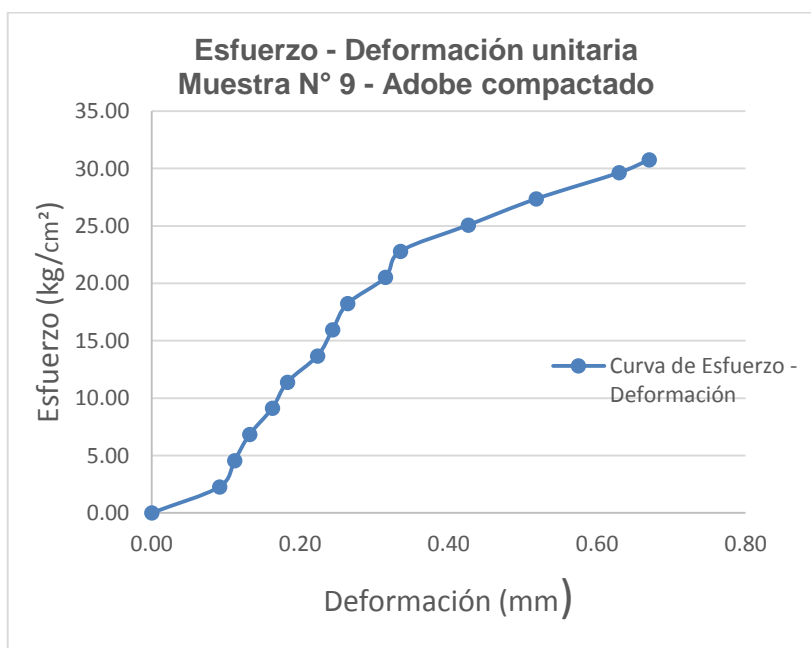
Muestra N° 9

Tabla 59. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
500	2.28	0.90	0.09
1000	4.56	1.10	0.11
1500	6.84	1.30	0.13
2000	9.12	1.60	0.16
2500	11.40	1.80	0.18
3000	13.68	2.20	0.22
3500	15.96	2.40	0.24
4000	18.24	2.60	0.26
4500	20.52	3.10	0.31
5000	22.80	3.30	0.34
5500	25.08	4.20	0.43
6000	27.36	5.1	0.52
6500	29.64	6.2	0.63
6748	30.77	6.6	0.67

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 48. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 9 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

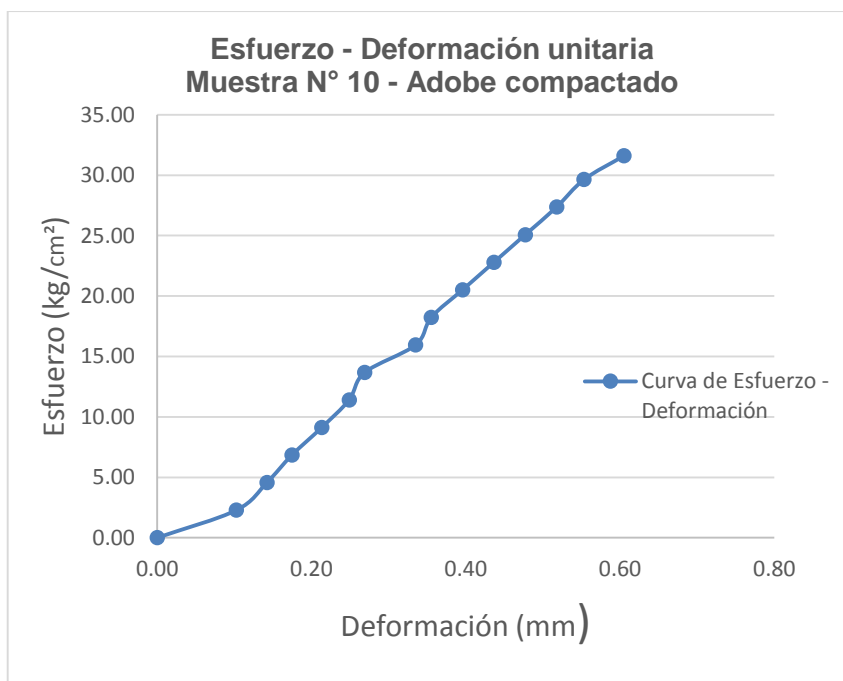
Muestra N° 10

Tabla 60. Resultados de Ensayo a Compresión de la Muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.00
500	2.28	1.01	0.10
1000	4.56	1.40	0.14
1500	6.84	1.72	0.17
2000	9.12	2.10	0.21
2500	11.40	2.45	0.25
3000	13.68	2.65	0.27
3500	15.96	3.30	0.34
4000	18.24	3.50	0.36
4500	20.52	3.90	0.40
5000	22.80	4.30	0.44
5500	25.08	4.70	0.48
6000	27.36	5.10	0.52
6500	29.64	5.45	0.55
6930	31.60	5.96	0.61

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 49. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 10 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

2. RESULTADOS ENSAYO A FLEXIÓN DE BLOQUES DE ADOBE ESTABILIZADO Y COMPACTADO.

2.1. ENSAYO A FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN SIN GOMA DE TUNA.

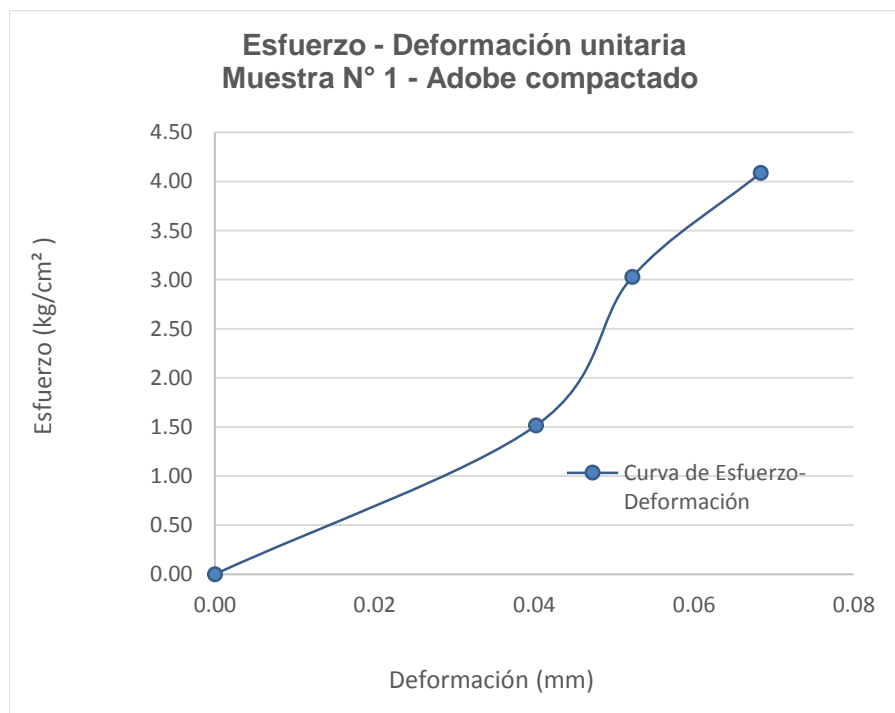
Muestra N° 1

Tabla 61. 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/mm)
0	0.00	0.00	0.00
100	1.51	0.40	0.04
200	3.03	0.52	0.05
270	4.09	0.68	0.07

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 50. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

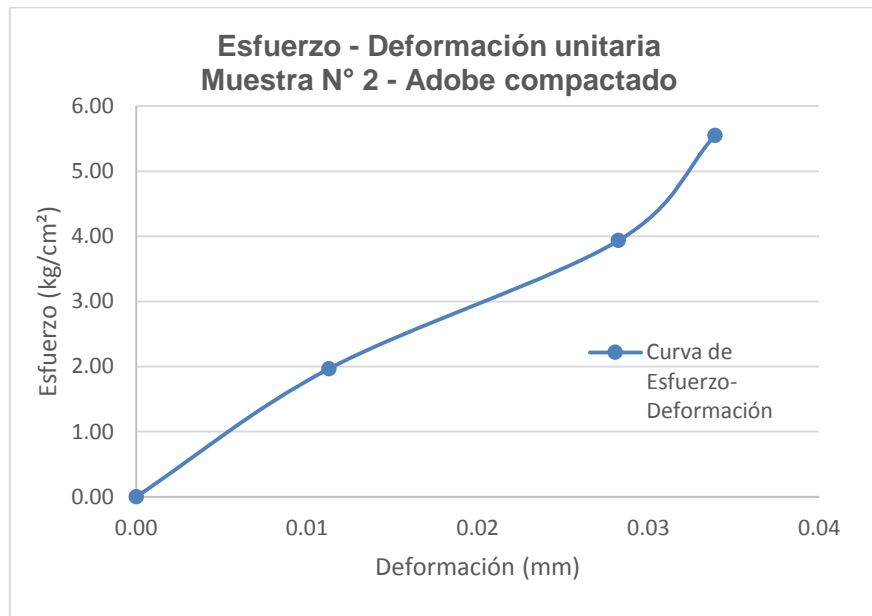
Muestra N° 2

Tabla 62. 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/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.97	0.10	0.01
200	3.94	0.25	0.03
282	5.55	0.30	0.03

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 51. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

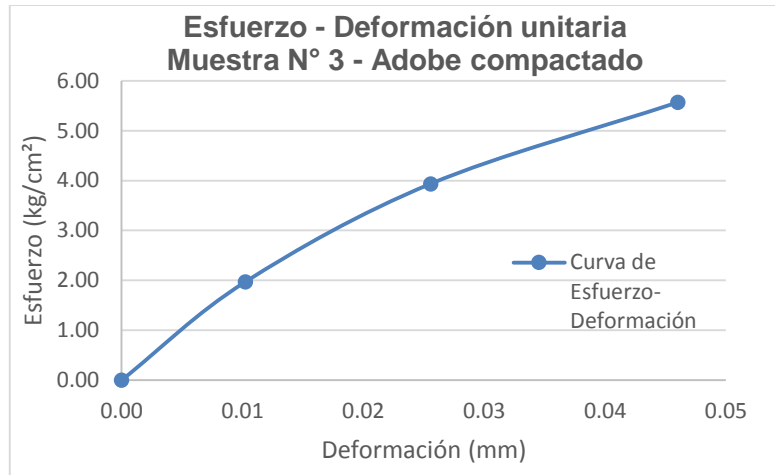
Muestra N° 3

Tabla 63. 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/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.97	0.10	0.01
200	3.94	0.25	0.03
283	5.57	0.45	0.05

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 52. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

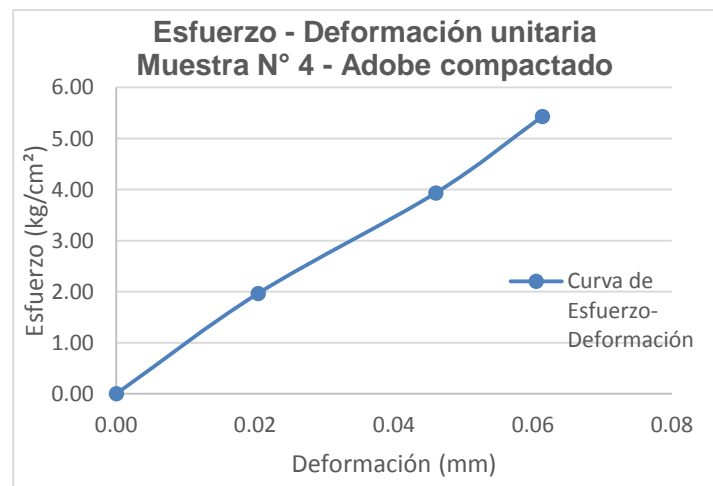
Muestra N° 4

Tabla 64. 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/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.97	0.20	0.02
200	3.94	0.45	0.05
276	5.43	0.60	0.06

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 53. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

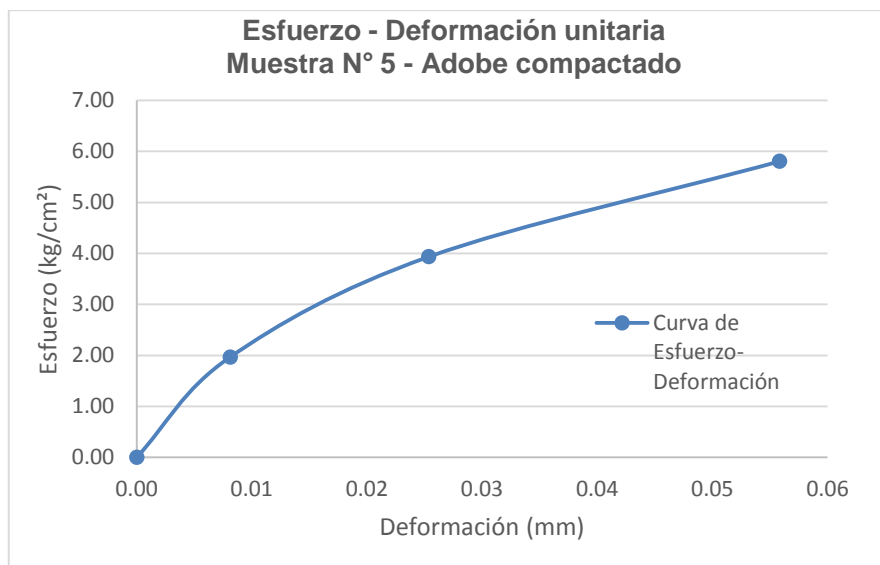
Muestra N° 5

Tabla 65. 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/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.97	0.08	0.01
200	3.94	0.25	0.03
295	5.80	0.55	0.06

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 54. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

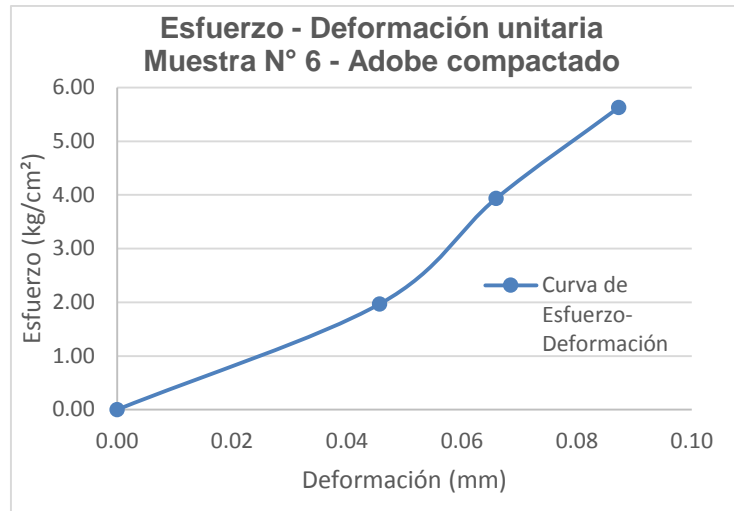
Muestra N° 6

Tabla 66. 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/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.97	0.45	0.05
200	3.94	0.65	0.07
286	5.63	0.86	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 55. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

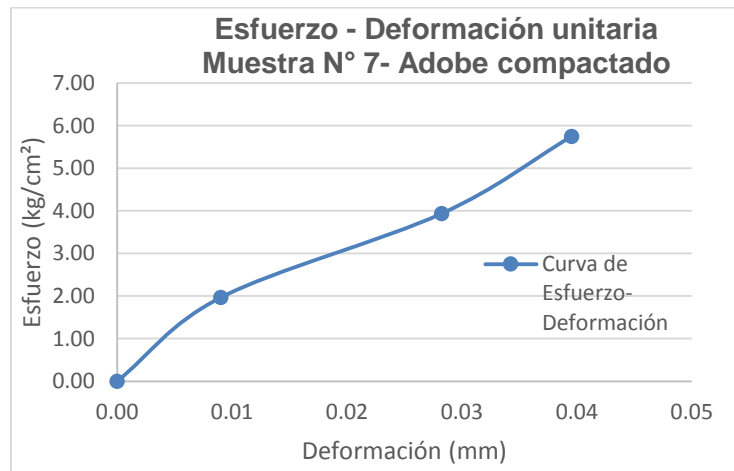
Muestra N° 7

Tabla 67. 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/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.97	0.08	0.01
200	3.94	0.25	0.03
292	5.75	0.35	0.04

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 56. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

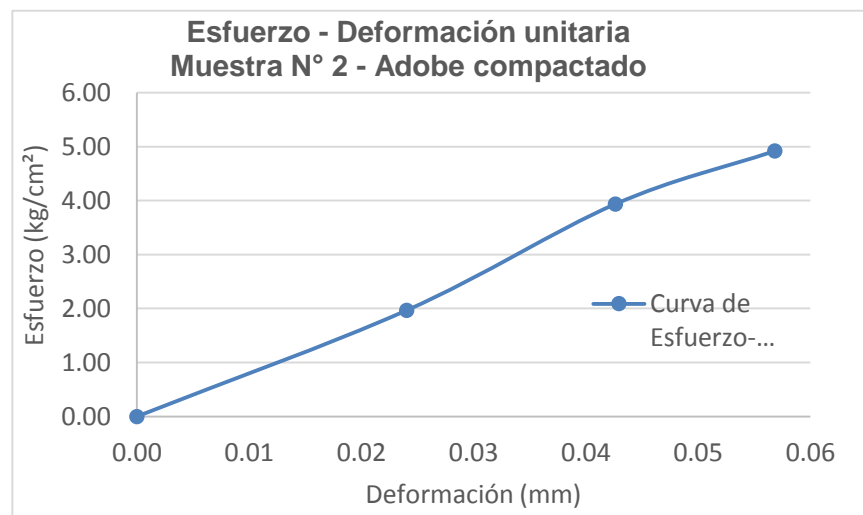
Muestra N° 8

Tabla 68. 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/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.97	0.22	0.02
200	3.94	0.39	0.04
250	4.92	0.52	0.06

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 57. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe compactado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.2. RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN CON 5% DE GOMA DE TUNA.

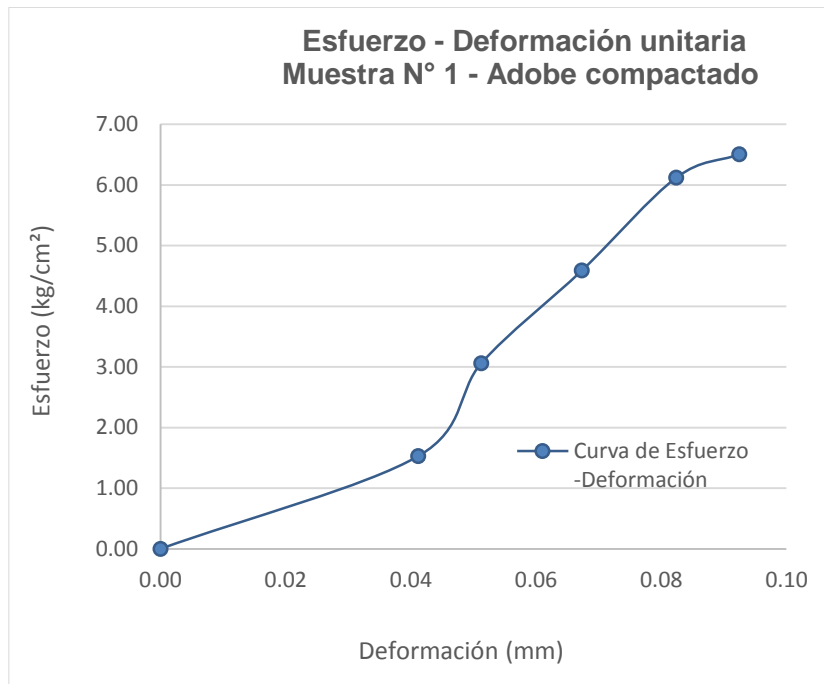
Muestra N° 1

Tabla 69. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.00
100	1.53	0.41	0.04
200	3.06	0.51	0.05
300	4.59	0.67	0.07
400	6.12	0.82	0.08
425	6.50	0.92	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 58. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

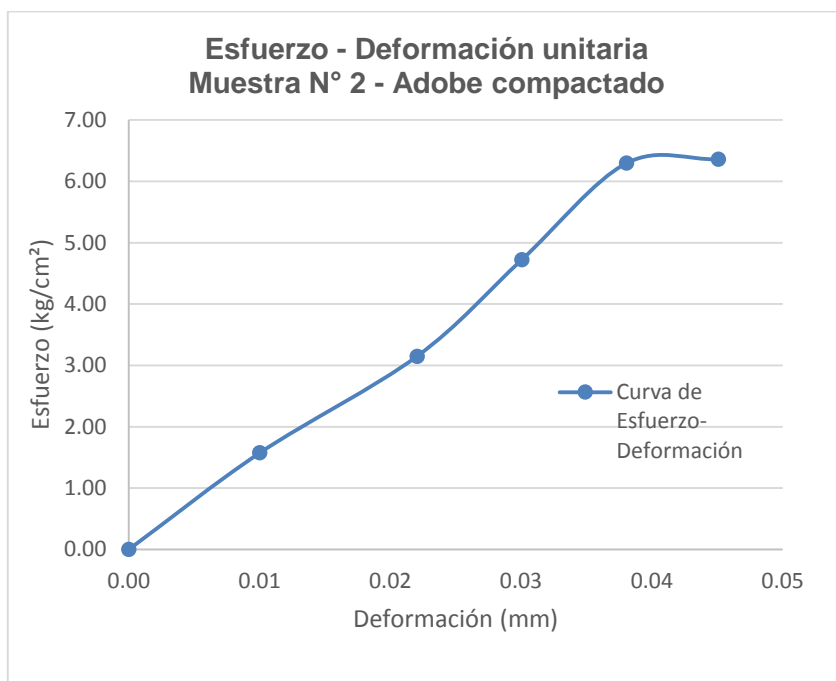
Muestra N° 2

Tabla 70. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.57	0.10	0.01
200	3.15	0.22	0.02
300	4.72	0.30	0.03
400	6.30	0.38	0.04
404	6.36	0.45	0.05

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 59. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

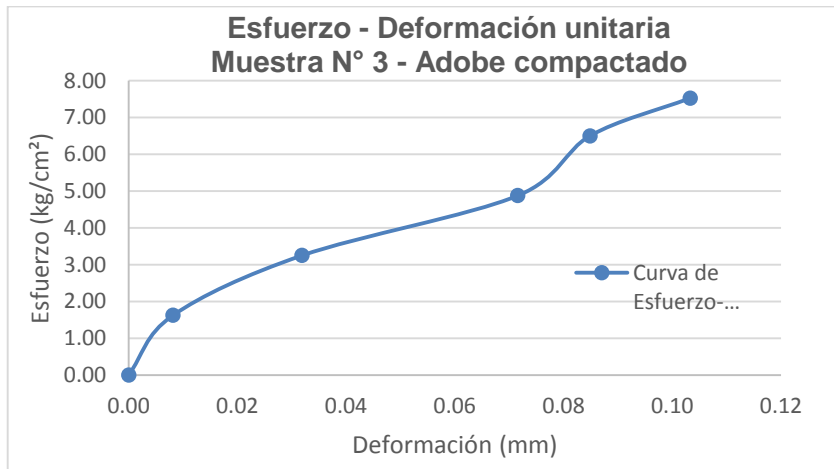
Muestra N° 3

Tabla 71. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.63	0.08	0.01
200	3.25	0.31	0.03
300	4.88	0.70	0.07
400	6.50	0.83	0.08
463	7.53	1.01	0.10

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 60. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

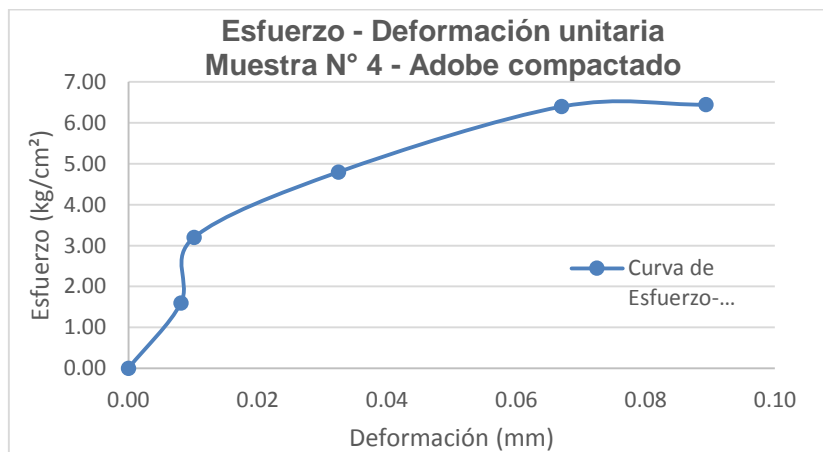
Muestra N° 4

Tabla 72. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.60	0.08	0.01
200	3.20	0.10	0.01
300	4.80	0.32	0.03
400	6.40	0.66	0.07
403	6.45	0.88	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 61. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

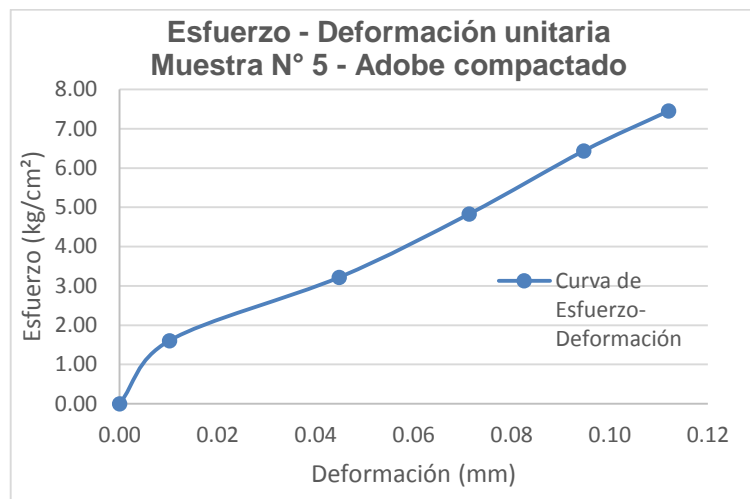
Muestra N° 5

Tabla 73. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.61	0.10	0.01
200	3.22	0.44	0.04
300	4.83	0.70	0.07
400	6.44	0.93	0.09
463	7.45	1.10	0.11

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 62. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

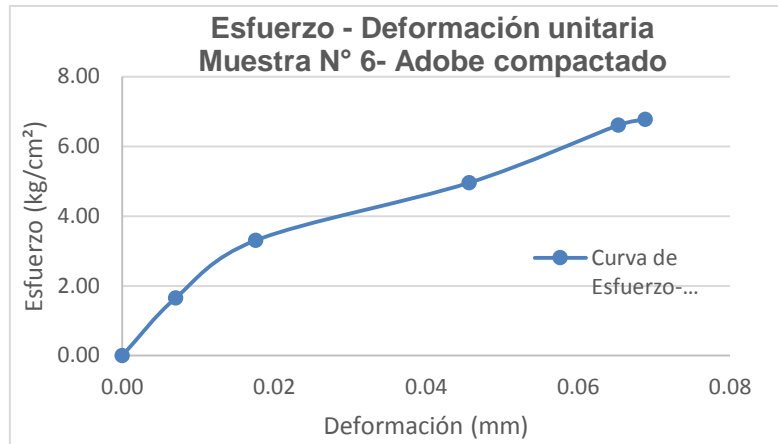
Muestra N° 6

Tabla 74. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 6% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.65	0.10	0.01
200	3.30	0.25	0.02
300	4.96	0.65	0.05
400	6.61	0.93	0.07
410	6.77	0.98	0.07

Fuente: Elaboración propia, 2015.

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



Fuente: Elaboración propia, 2015.

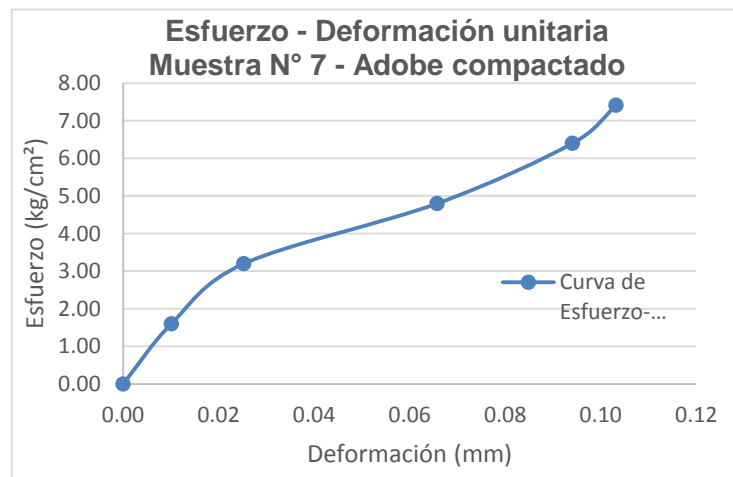
Muestra N° 7

Tabla 75. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.60	0.10	0.01
200	3.20	0.25	0.03
300	4.80	0.65	0.07
400	6.40	0.93	0.09
463	7.41	1.02	0.10

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 64. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

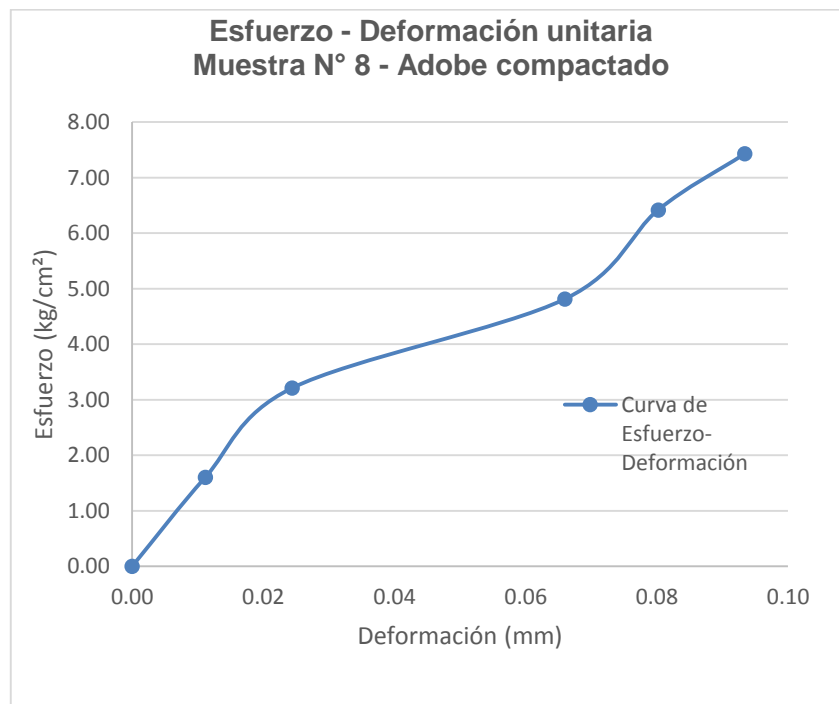
Muestra N° 8

Tabla 76. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.60	0.11	0.01
200	3.21	0.24	0.02
300	4.81	0.65	0.07
400	6.42	0.79	0.08
463	7.43	0.92	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 65. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.3. RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN CON 10% DE GOMA DE TUNA

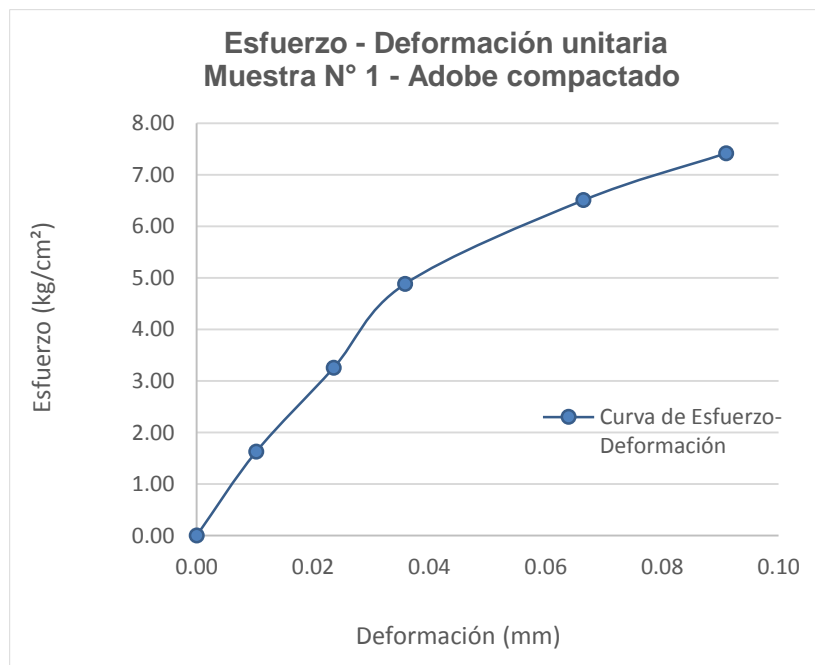
Muestra N° 1

Tabla 77. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.00
100	1.63	0.10	0.01
200	3.25	0.23	0.02
300	4.88	0.35	0.04
400	6.51	0.65	0.07
456	7.42	0.89	0.09

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 66. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

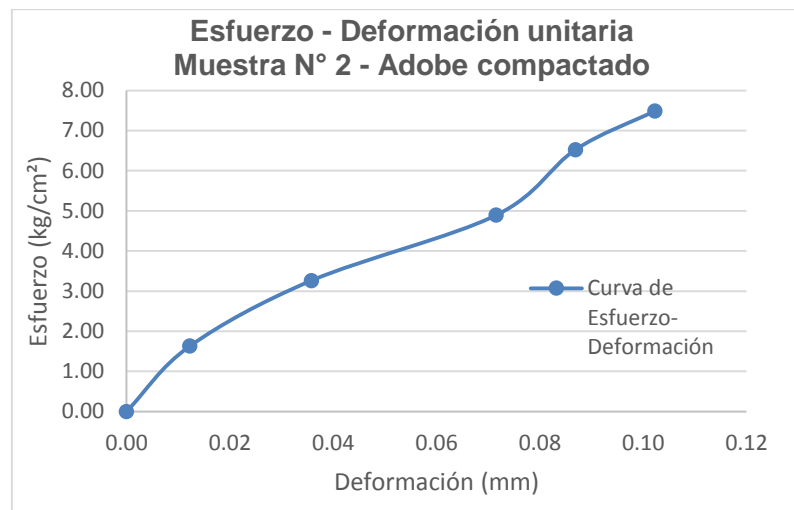
Muestra N° 2

Tabla 78. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.63	0.12	0.01
200	3.26	0.35	0.04
300	4.89	0.70	0.07
400	6.53	0.85	0.09
459	7.49	1.00	0.10

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 67. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

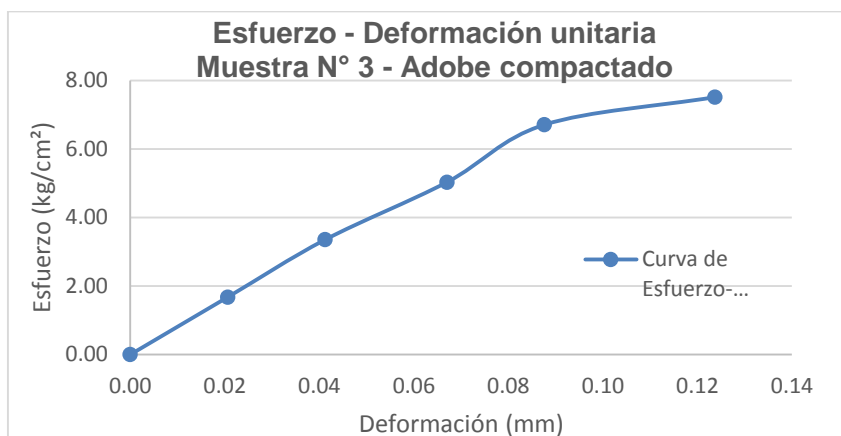
Muestra N° 3

Tabla 79. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.68	0.20	0.02
200	3.36	0.40	0.04
300	5.03	0.65	0.07
400	6.71	0.85	0.09
448	7.52	1.20	0.12

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 68. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

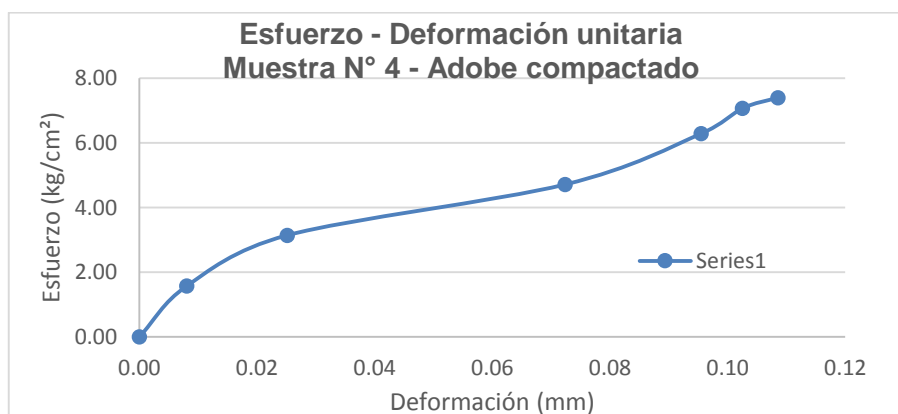
Muestra N° 4

Tabla 80. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.57	0.08	0.01
200	3.14	0.25	0.03
300	4.71	0.72	0.07
400	6.28	0.95	0.10
450	7.07	1.02	0.10
471	7.40	1.08	0.11

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 69. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

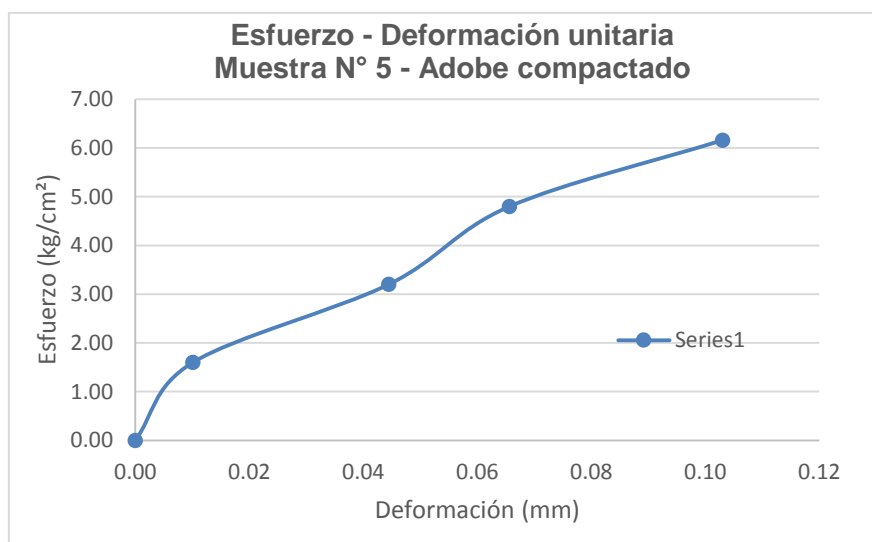
Muestra N° 5

Tabla 81. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.60	0.10	0.01
200	3.20	0.44	0.04
300	4.80	0.65	0.07
385	6.16	1.02	0.10

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 70. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

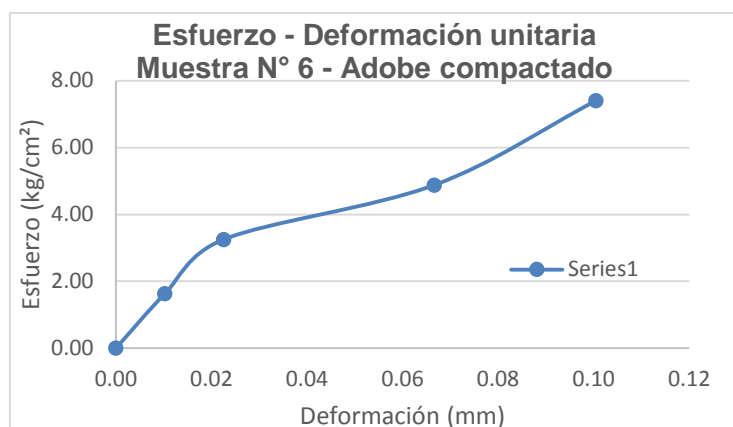
Muestra N° 6

Tabla 82. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.63	0.10	0.01
200	3.25	0.22	0.02
300	4.88	0.65	0.07
455	7.40	0.98	0.10

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 71. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

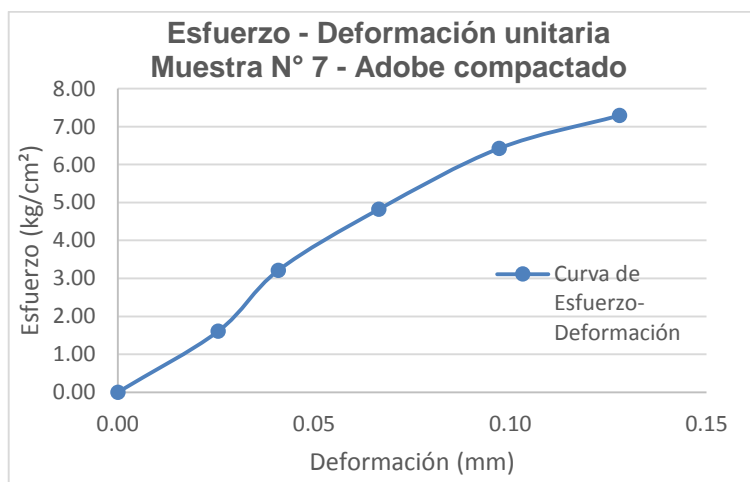
Muestra N° 7

Tabla 83. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.61	0.25	0.03
200	3.21	0.40	0.04
300	4.82	0.65	0.07
400	6.42	0.95	0.10
454	7.29	1.25	0.13

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 72. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

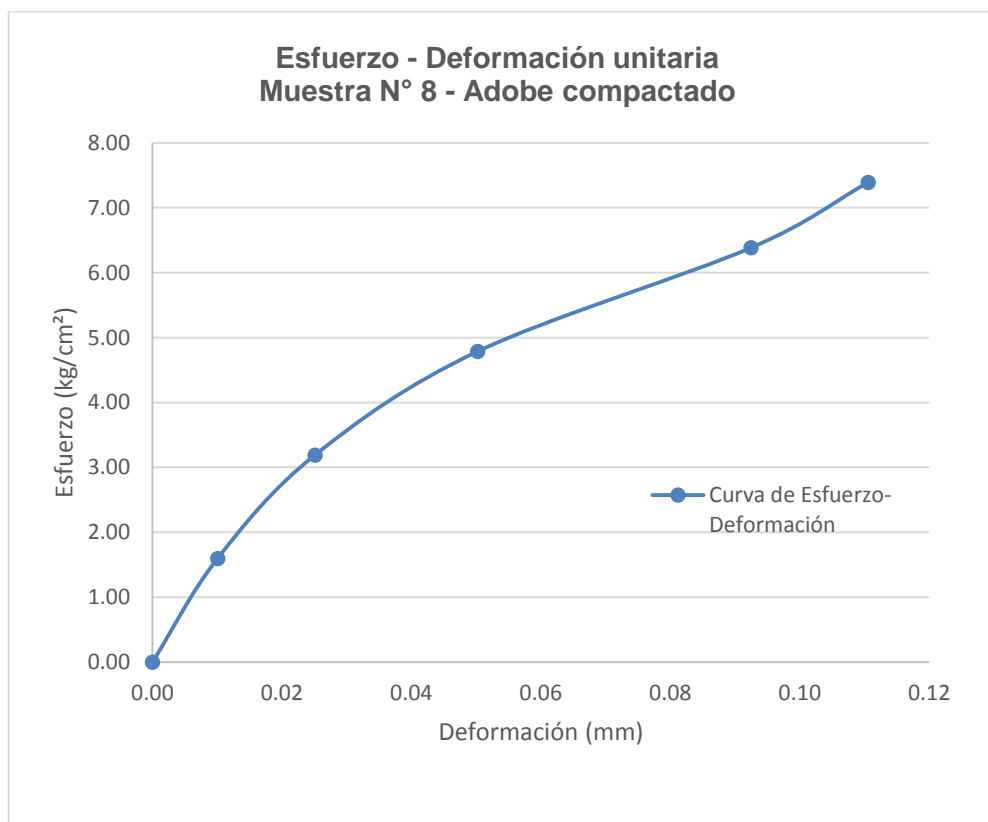
Muestra N° 8

Tabla 84. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.60	0.10	0.01
200	3.19	0.25	0.03
300	4.79	0.50	0.05
400	6.38	0.92	0.09
463	7.39	1.10	0.11

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 73. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.4. RESULTADOS DE ENSAYOS A FLEXIÓN CON 15% DE GOMA DE TUNA.

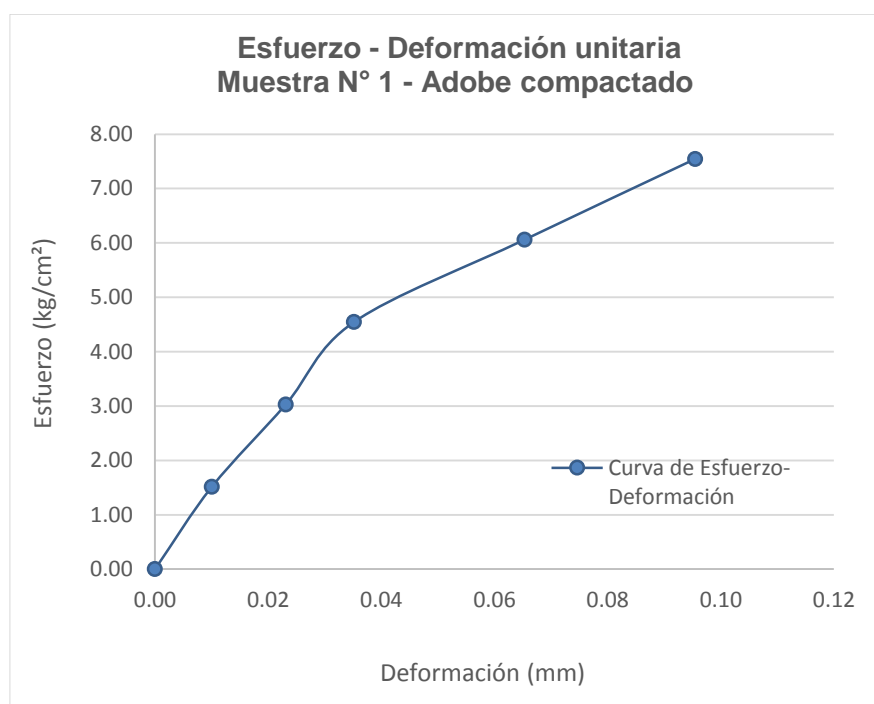
Muestra N° 1

Tabla 85. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0.00	0.00
100	1.52	0.10	0.01
200	3.03	0.23	0.02
300	4.55	0.35	0.04
400	6.06	0.65	0.07
498	7.55	0.95	0.10

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 74. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 1 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

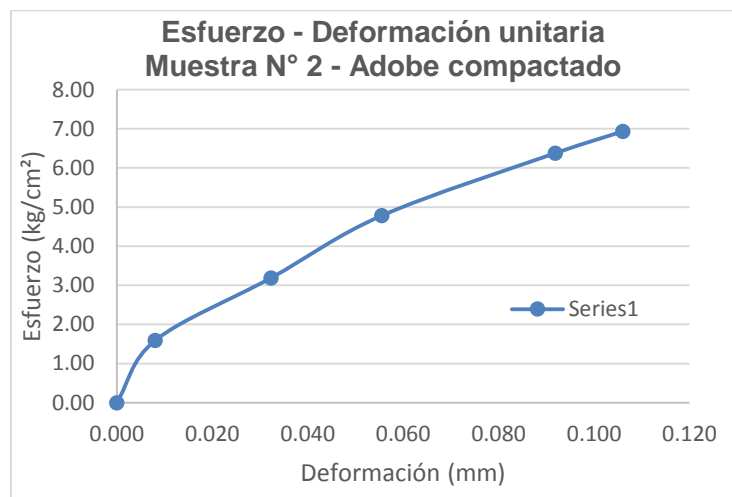
Muestra N° 2

Tabla 86. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.000
100	1.59	0.08	0.008
200	3.19	0.32	0.032
300	4.78	0.55	0.056
400	6.38	0.91	0.092
435	6.93	1.05	0.106

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 75. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 2 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

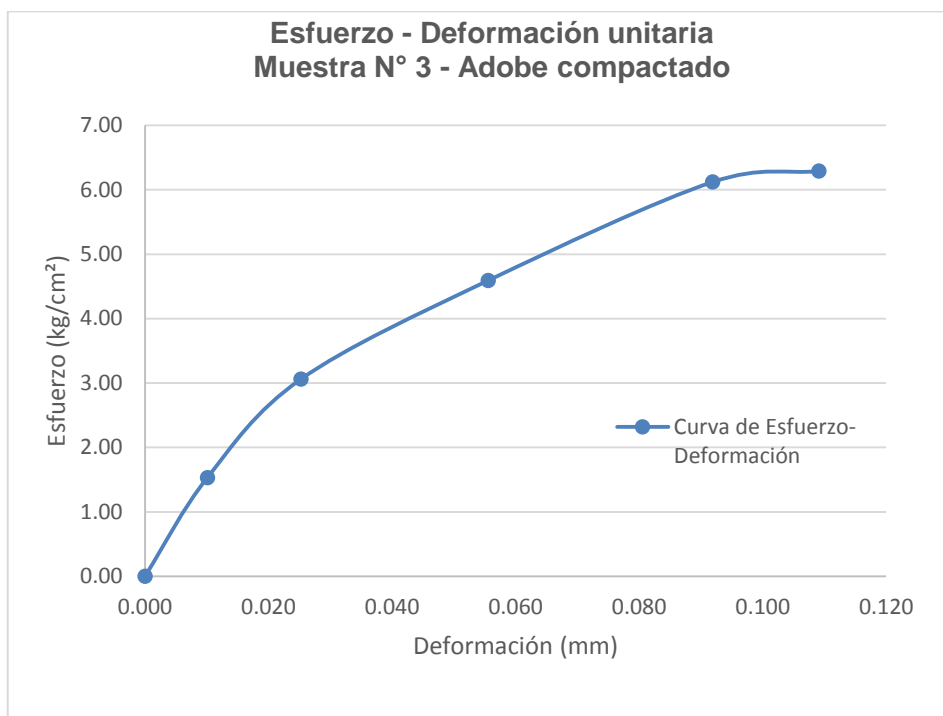
Muestra N° 3

Tabla 87. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.000
100	1.53	0.10	0.010
200	3.06	0.25	0.025
300	4.59	0.55	0.056
400	6.12	0.91	0.092
411	6.29	1.08	0.109

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 76. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 3 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

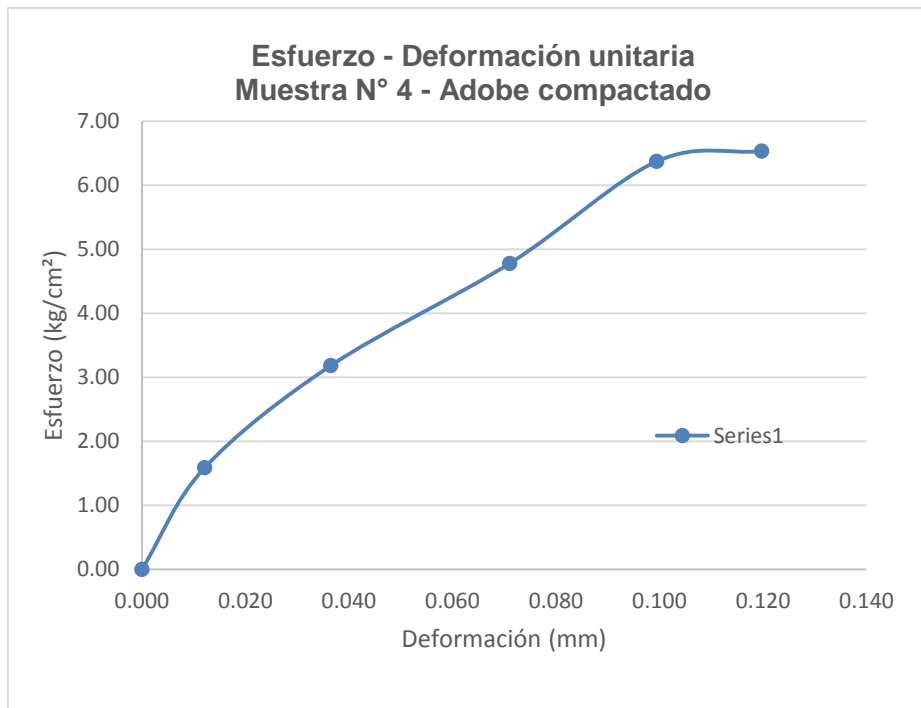
Muestra N° 4

Tabla 88. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.000
100	1.59	0.12	0.012
200	3.19	0.36	0.037
300	4.78	0.70	0.071
400	6.38	0.98	0.099
410	6.53	1.18	0.120

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 77. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 4 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

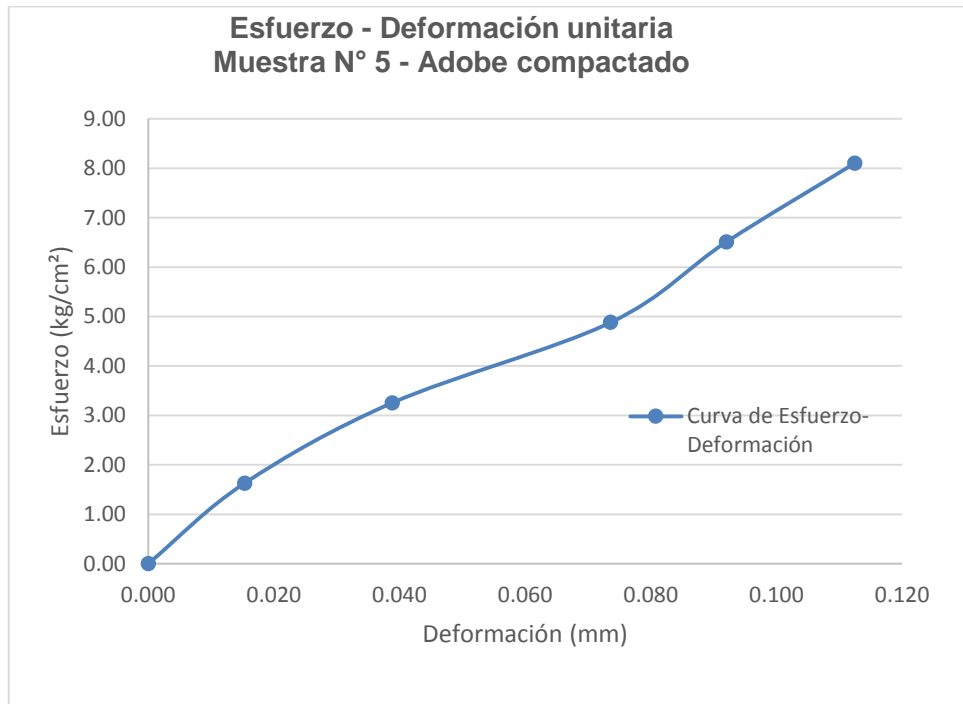
Muestra N° 5

Tabla 89. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.000
100	1.63	0.15	0.015
200	3.25	0.38	0.039
300	4.88	0.72	0.074
400	6.51	0.90	0.092
498	8.10	1.10	0.112

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 78. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 5 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

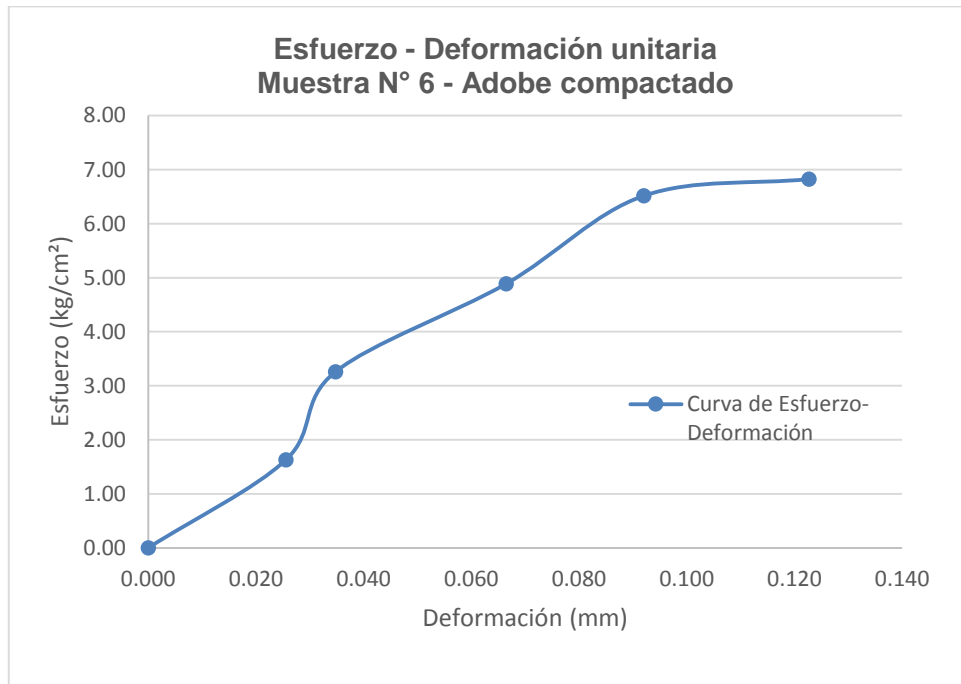
Muestra N° 6

Tabla 90. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.000
100	1.63	0.25	0.026
200	3.26	0.34	0.035
300	4.89	0.65	0.066
400	6.52	0.90	0.092
419	6.83	1.20	0.123

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 79. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 6 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: elaboración propia, 2015.

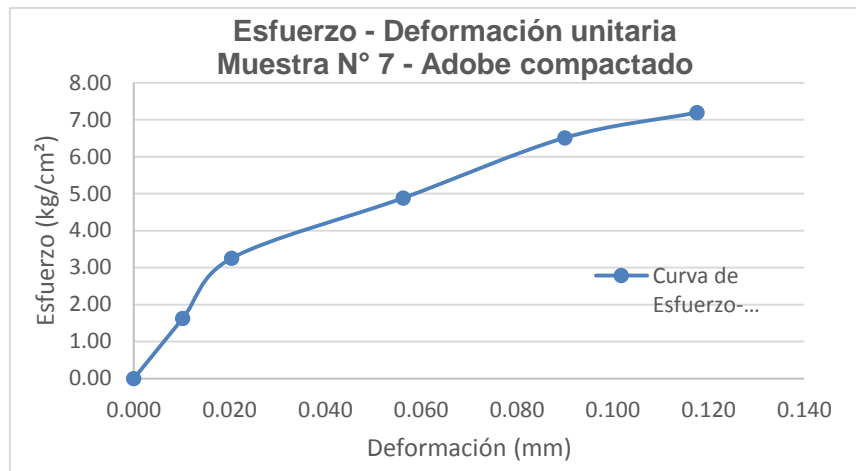
Muestra N° 7

Tabla 91. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.000
100	1.63	0.10	0.010
200	3.26	0.20	0.020
300	4.88	0.55	0.056
400	6.51	0.88	0.090
442	7.20	1.15	0.118

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 80. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 7 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

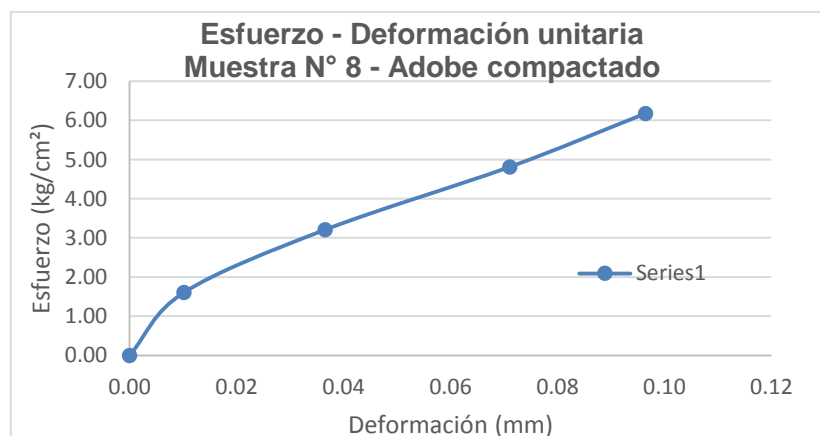
Muestra N° 8

Tabla 92. Resultados de Ensayo a flexión de la Muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm/mm)
0	0.00	0	0.00
100	1.60	0.10	0.01
200	3.21	0.36	0.04
300	4.81	0.70	0.07
385	6.17	0.95	0.10

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfico 81. Curva de esfuerzo vs deformación de la muestra 8 del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 15% de goma de tuna.



Fuente: Elaboración propia, 2015

3. RESULTADOS ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA DE ADOBE ESTABILIZADO Y COMPACTADO.

Tabla 93. Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 5% de goma de tuna.

ADOBE	P1(Adobe Seco)	P2 (Adobe Húmedo)	% ABSORCIÓN DE AGUA
1	8.61	9.722	12.915
2	7.974	8.98	12.616
3	8.40	9.48	12.857
4	8.35	9.38	12.335

Fuente: Elaboración propia, 2015.

% ABS=	12.68
---------------	--------------

Tabla 94. Resultados de Ensayo de absorción de agua del bloque de adobe estabilizado y compactado con dosificación de 10% de goma de tuna.

ADOBE	P1(Adobe Seco)	P2 (Adobe Húmedo)	% ABSORCIÓN DE AGUA
1	4.046	4.644	14.780
2	4.276	4.836	13.096
3	4.134	4.77	15.385
4	4.175	4.81	15.210

Fuente: Elaboración propia, 2015.

% ABS=	14.62
---------------	--------------

ANEXO N° 4. FORMATOS DE LABORATORIO