

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LOS  
MORTEROS CONVENCIONALES, EL MORTERO INDUSTRIAL Y EL  
MORTERO POLIMÉRICO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:  
**Bach Ing. WÍLMAR ANDRÉS EDQUÉN PÉREZ**

ASESOR:  
**Dr. Ing. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ**

CAJAMARCA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Aladino y Marilú, y a mi hermano Johan quienes me brindan su apoyo, motivación y confianza para conseguir mis metas y objetivos en mi crecimiento personal y profesional; quienes son y serán los guías para este largo camino denominado vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por iluminarme, bendecirme y otorgarme su ayuda e inspiración para cumplir mis sueños en una vida llena de gracia y felicidad.

Agradezco a mis padres y hermano por su constante apoyo que me ha servido como soporte para seguir adelante.

A mis amigos y compañeros que me han apoyado en el desarrollo de esta investigación.

A mi asesor, Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez por su guía y apoyo brindado en la realización de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2 Formulación del problema .....	19
1.3 Hipótesis de la investigación .....	19
1.4 Justificación de la investigación .....	19
1.5 Delimitación de la investigación.....	19
1.6 Limitaciones.....	20
1.7 Objetivos.....	20
1.7.1 Objetivo general: .....	20
1.7.2 Objetivos específicos: .....	20
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....	21
2.1 Antecedentes teóricos .....	21
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	21
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	22
2.1.3 Antecedentes Locales .....	22
2.2 Bases teóricas.....	23
2.2.1 Albañilería.....	23
2.2.1.1 Componentes de la albañilería.....	23
2.2.2 Unidad de albañilería .....	23
2.2.2.1 Clasificación para fines estructurales .....	23

2.2.2.2 Limitaciones en su aplicación.....	24
2.2.3 Ladrillo.....	25
2.2.3.1 Ladrillo de arcilla.....	25
2.2.3.2 Propiedades del ladrillo .....	26
2.2.4 Mortero.....	27
2.2.4.1 Tipos de mortero.....	27
2.2.4.1.1 Según el aglomerante .....	27
2.2.4.1.2 Según el método de fabricación.....	29
2.2.4.1.3 Según la forma de suministro .....	29
2.2.4.2 Propiedades del mortero .....	30
2.2.4.2.1 Mortero en estado plástico .....	30
2.2.4.2.2 Mortero en estado endurecido.....	30
2.2.5 Mortero convencional .....	31
2.2.5.1 Componentes .....	31
2.2.5.1.1 Cemento .....	31
2.2.5.1.2 Agregado fino .....	31
2.2.5.1.3 Agua.....	33
2.2.5.2 Dosificación.....	33
2.2.6 Mortero industrial.....	34
2.2.6.1 Componentes .....	34
2.2.6.2 Características.....	34
2.2.7 Mortero polimérico .....	35
2.2.7.1 Polímeros .....	35
2.2.7.2 Características.....	36
2.2.8 Aditivo mejorador de adherencia para morteros .....	36
2.2.8.1 Características.....	36
2.2.9 Prismas de albañilería.....	37

2.2.10 Compresión axial de pilas de albañilería (NTP 339.605) .....	37
2.2.10.1 Tipos de falla (NTP 339.605) .....	37
2.2.11 Compresión diagonal de muretes de albañilería (NTP 339.621) .....	38
2.2.11.1 Tipos de falla .....	38
2.3 Definición de términos básicos .....	38
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
3.1 Localización de la Investigación .....	40
3.1.1 Ubicación política .....	40
3.1.2 Ubicación geográfica .....	40
3.1.3 Tiempo en que se realizó la investigación .....	41
3.2 Metodología .....	42
3.2.1 Tipo, nivel, diseño y método de investigación .....	42
3.2.1.1 Tipo de Investigación .....	42
3.2.1.2 Nivel de Investigación .....	42
3.2.1.3 Diseño de Investigación .....	42
3.2.1.4 Método de Investigación .....	42
3.2.2 Variables .....	42
3.2.2.1 Variables Independientes .....	42
3.2.2.2 Variable Dependiente .....	42
3.3 Materiales, instrumentos y equipos .....	42
3.3.1 Materiales .....	42
3.3.2 Instrumentos .....	43
3.3.3 Equipos .....	44
3.4 Población y muestra .....	44
3.4.1 Población .....	44
3.4.2 Muestra .....	44
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	45

3.6 Procedimiento .....	45
3.6.1 Determinación de características de la Unidad de Albañilería .....	45
3.6.1.1 Variación dimensional.....	45
3.6.1.2 Alabeo.....	46
3.6.1.3 Absorción .....	47
3.6.1.4 Resistencia a la compresión.....	48
3.6.2 Determinación de características de la Arena gruesa.....	49
3.6.2.1 Granulometría.....	50
3.6.2.2 Módulo de fineza .....	51
3.6.2.3 Peso unitario suelto.....	51
3.6.2.4 Peso unitario compactado.....	52
3.6.2.5 Contenido de humedad .....	53
3.6.2.6 Peso específico .....	54
3.6.2.7 Peso específico saturado superficialmente seco .....	56
3.6.2.8 Peso específico aparente.....	56
3.6.2.9 Absorción .....	57
3.6.3 Elaboración del mortero convencional.....	57
3.6.3.1 Procedimiento elaboración del mortero convencional 1:4 (cemento:arena) .....	57
3.6.3.2 Procedimiento elaboración del mortero convencional 1:5 (cemento:arena) .....	58
3.6.4 Elaboración de mortero mediante el mortero industrial embolsado 1:4 .....	58
3.6.5 Resistencia a la compresión de los morteros.....	59
3.6.5.1 Elaboración de probetas de mortero .....	59
3.6.5.2 Ensayo a compresión de las probetas de mortero.....	61
3.6.6 Uso de aditivo mejorador de adherencia .....	61
3.6.7 Compresión axial de pilas de albañilería.....	62
3.6.7.1 Elaboración de las pilas de albañilería con morteros cementicios .....	62

3.6.7.2	Elaboración de las pilas de albañilería con mortero polimérico.....	63
3.6.7.3	Ensayo a compresión axial de las pilas de albañilería.....	63
3.6.8	Compresión diagonal de muretes de albañilería .....	65
3.6.8.1	Elaboración de los muretes de albañilería con morteros cementicios .....	65
3.6.8.2	Elaboración de los muretes de albañilería con mortero polimérico .....	66
3.6.8.3	Ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería .....	67
3.7	Presentación de resultados .....	70
3.7.1	Características de la unidad de albañilería .....	70
3.7.2	Características de la arena gruesa.....	71
3.7.3	Resistencia a la compresión de los cubos de mortero .....	71
3.7.4	Compresión axial en pilas de albañilería.....	72
3.7.5	Compresión diagonal en muretes de albañilería .....	72
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		73
4.1	Análisis de los resultados.....	73
4.1.1	Análisis de las características del ladrillo King Kong de 18 huecos.....	73
4.1.2	Análisis de las características de la arena gruesa .....	73
4.1.3	Análisis de las características de los morteros .....	73
4.1.4	Análisis de las características de las pilas de albañilería .....	74
4.1.5	Análisis de las características de los muretes de albañilería .....	75
4.2	Contrastación de la hipótesis .....	77
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		78
5.1	Conclusiones .....	78
5.2	Recomendaciones .....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		80
ANEXO A. ENSAYOS DEL LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS .....		82
ANEXO B. ENSAYOS DE LA ARENA GRUESA.....		85
ANEXO C. ENSAYOS DE LOS CUBOS DE MORTERO.....		90

ANEXO D. ENSAYOS DE LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA.....	108
ANEXO E. ENSAYOS DE LOS MURETES DE ALBAÑILERÍA.....	133
ANEXO F. FALLAS TÍPICAS EN PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA .....	161
ANEXO G. FICHAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS .....	163
ANEXO H. PANEL FOTOGRÁFICO .....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales .....	24
Tabla N° 2. Limitaciones en la aplicación de las unidades de albañilería .....	25
Tabla N° 3. Usos de los morteros de cemento.....	28
Tabla N° 4. Granulometría de la Arena Gruesa .....	32
Tabla N° 5. Tipos de Mortero.....	34
Tabla N° 6. Coordenadas Geográficas del Laboratorio de Ensayo de Materiales .....	41
Tabla N° 7. Muestra de la investigación .....	44
Tabla N° 8. Medida de las muestras .....	50
Tabla N° 9. Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería .....	64
Tabla N° 10. Características del ladrillo King Kong de 18 huecos marca Lark de acuerdo a la ficha técnica del fabricante .....	70
Tabla N° 11. Características del ladrillo King Kong de 18 huecos marca Lark obtenidas en laboratorio.....	70
Tabla N° 12. Características de la arena gruesa .....	71
Tabla N° 13. Resistencia a la compresión de los tipos de mortero .....	71
Tabla N° 14. Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería con los tipos de mortero .....	72
Tabla N° 15. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con los tipos de mortero.....	72
Tabla N° 16. Variación dimensional de las dimensiones de cada muestra de ladrillo ...	82
Tabla N° 17. Variación dimensional promedio de los ladrillos .....	82
Tabla N° 18. Alabeo promedio de los ladrillos .....	83
Tabla N° 19. Absorción de los ladrillos .....	83
Tabla N° 20. Dimensiones de las muestras de ladrillo para el ensayo a compresión.....	84
Tabla N° 21. Resistencia a la compresión característica del ladrillo.....	84
Tabla N° 22. Granulometría y módulo de fineza de la arena gruesa – Ensayo 1 .....	85
Tabla N° 23. Granulometría y módulo de fineza de la arena gruesa – Ensayo 2.....	86
Tabla N° 24. Granulometría y módulo de fineza de la arena gruesa – Ensayo 3.....	87
Tabla N° 25. Datos para el cálculo del peso unitario suelto.....	88
Tabla N° 26. Peso unitario suelto de la arena gruesa .....	88
Tabla N° 27. Peso unitario compactado de la arena gruesa .....	88

Tabla N° 28. Contenido de humedad de la arena gruesa.....	89
Tabla N° 29. Peso específico, peso específico saturado superficialmente seco, peso específico aparente y absorción de la arena gruesa .....	89
Tabla N° 30. Dimensiones de los especímenes de mortero 1:4 .....	90
Tabla N° 31. Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero 1:4.....	91
Tabla N° 32. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 1 .....	91
Tabla N° 33. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 2 .....	92
Tabla N° 34. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 3 .....	92
Tabla N° 35. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 4 .....	93
Tabla N° 36. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 5 .....	94
Tabla N° 37. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 6 .....	95
Tabla N° 38. Dimensiones de los especímenes de mortero 1:5 .....	96
Tabla N° 39. Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero 1:5.....	96
Tabla N° 40. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 1 .....	97
Tabla N° 41. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 2 .....	97
Tabla N° 42. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 3 .....	98
Tabla N° 43. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 4 .....	99
Tabla N° 44. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 5 .....	99
Tabla N° 45. Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 6 .....	100
Tabla N° 46. Dimensiones de los especímenes de mortero industrial .....	101
Tabla N° 47. Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero industrial..	101
Tabla N° 48. Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 1 .....	102
Tabla N° 49. Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 2 .....	102
Tabla N° 50. Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 3 .....	103
Tabla N° 51. Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 4 .....	104
Tabla N° 52. Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 5 .....	105
Tabla N° 53. Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 6 .....	106
Tabla N° 54. Dimensiones de las pilas de albañilería de mortero 1:4.....	108
Tabla N° 55. Resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero 1:4	109
Tabla N° 56. Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:4 - 1 .....	110
Tabla N° 57. Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:4 - 2 .....	111
Tabla N° 58. Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:4 - 3 .....	112
Tabla N° 59. Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:4 - 4 .....	113

Tabla N° 60. Dimensiones de las pilas de albañilería de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia .....	115
Tabla N° 61. Resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia .....	116
Tabla N° 62. Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:5 - 1 .....	117
Tabla N° 63. Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:5 - 2 .....	118
Tabla N° 64. Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:5 - 3 .....	119
Tabla N° 65. Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:5 - 4 .....	120
Tabla N° 66. Dimensiones de las pilas de albañilería de mortero industrial.....	122
Tabla N° 67. Resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero industrial .....	122
Tabla N° 68. Deformaciones y esfuerzos de la pila PMI - 1 .....	123
Tabla N° 69. Deformaciones y esfuerzos de la pila PMI - 2.....	124
Tabla N° 70. Deformaciones y esfuerzos de la pila PMI - 3 .....	125
Tabla N° 71. Deformaciones y esfuerzos de la pila PMI - 4.....	126
Tabla N° 72. Dimensiones de las pilas de albañilería de mortero polimérico .....	128
Tabla N° 73. Resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero polimérico.....	129
Tabla N° 74. Deformaciones y esfuerzos de la pila PMP - 1 .....	129
Tabla N° 75. Deformaciones y esfuerzos de la pila PMP - 2.....	130
Tabla N° 76. Deformaciones y esfuerzos de la pila PMP - 4.....	131
Tabla N° 77. Deformaciones y esfuerzos de la pila PMP - 4.....	131
Tabla N° 78. Dimensiones de los muretes de albañilería de mortero 1:4 .....	133
Tabla N° 79. Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de mortero 1:4.....	134
Tabla N° 80. Deformación angular y Módulo de rigidez de los muretes de mortero 1:4 .....	134
Tabla N° 81. Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:4 - 1.....	135
Tabla N° 82. Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:4 - 2.....	136
Tabla N° 83. Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:4 - 3.....	137
Tabla N° 84. Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:4 - 4.....	138
Tabla N° 85. Dimensiones de los muretes de albañilería de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.....	140
Tabla N° 86. Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia .....	141

Tabla N° 87. Deformación angular y Módulo de rigidez de los muretes de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.....	141
Tabla N° 88. Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:5 – 1 .....	142
Tabla N° 89. Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:5 – 2.....	143
Tabla N° 90. Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:5 – 3.....	144
Tabla N° 91. Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:5 – 4.....	145
Tabla N° 92. Dimensiones de los muretes de albañilería de mortero industrial .....	147
Tabla N° 93. Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de mortero industrial .....	148
Tabla N° 94. Deformación angular y Módulo de rigidez de los muretes de mortero industrial .....	148
Tabla N° 95. Deformaciones y esfuerzos del murete MMI – 1.....	149
Tabla N° 96. Deformaciones y esfuerzos del murete MMI – 2.....	150
Tabla N° 97. Deformaciones y esfuerzos del murete MMI – 3.....	151
Tabla N° 98. Deformaciones y esfuerzos del murete MMI – 4.....	152
Tabla N° 99. Dimensiones de los muretes de albañilería de mortero polimérico .....	154
Tabla N° 100. Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de mortero polimérico .....	155
Tabla N° 101. Deformación angular y Módulo de rigidez de los muretes de mortero polimérico.....	155
Tabla N° 102. Deformaciones y esfuerzos del murete MMP – 1.....	156
Tabla N° 103. Deformaciones y esfuerzos del murete MMP – 2.....	157
Tabla N° 104. Deformaciones y esfuerzos del murete MMP – 3.....	158
Tabla N° 105. Deformaciones y esfuerzos del murete MMP – 4.....	159

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Ubicación de la región de Cajamarca .....	40
Figura N° 2. Ubicación de la provincia de Cajamarca .....	40
Figura N° 3. Ubicación del distrito de Cajamarca .....	40
Figura N° 4. Ubicación del Laboratorio de Ensayo de Materiales en el Campus de la Universidad Nacional de Cajamarca .....	41
Figura N° 5. Orientación de apisonado para la primera capa .....	60
Figura N° 6. Orientación de apisonado para la segunda capa .....	60
Figura N° 7. Resistencia a la compresión de los tipos de mortero a las edades de 7 y 28 días.....	74
Figura N° 8. Comparación de la resistencia a la compresión de los tipos de mortero a diferentes edades.....	74
Figura N° 9. Resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería de los distintos tipos de mortero .....	75
Figura N° 10. Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería de los distintos tipos de mortero .....	76
Figura N° 11. Módulo de rigidez de los muretes de albañilería de los distintos tipos de mortero .....	77
Figura N° 12. Curva granulométrica del ensayo N° 1 .....	85
Figura N° 13. Curva granulométrica del ensayo N° 2 .....	86
Figura N° 14. Curva granulométrica del ensayo N° 3 .....	87
Figura N° 15. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero 1:4 con edad de 7 días .....	93
Figura N° 16. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero 1:4 con edad de 28 días .....	95
Figura N° 17. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero 1:5 con edad de 7 días .....	98
Figura N° 18. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero 1:5 con edad de 28 días .....	100
Figura N° 19. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero industrial con edad de 7 días.....	103
Figura N° 20. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero industrial con edad de 28 días.....	107

Figura N° 21. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en pilas de mortero 1:4 con edad de 28 días .....	114
Figura N° 22. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en pilas de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia a una edad de 28 días.....	121
Figura N° 23. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en pilas de mortero industrial con edad de 28 días .....	127
Figura N° 24. Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en pilas de mortero polimérico con edad de 28 días .....	132
Figura N° 25. Curva de esfuerzo vs deformación angular del ensayo a compresión diagonal en muretes de mortero 1:4 con edad de 28 días.....	139
Figura N° 26. Curva de esfuerzo vs deformación angular del ensayo a compresión diagonal en muretes de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia con edad de 28 días.....	146
Figura N° 27. Curva de esfuerzo vs deformación angular del ensayo a compresión diagonal en muretes de mortero industrial con edad de 28 días.....	153
Figura N° 28. Curva de esfuerzo vs deformación angular del ensayo a compresión diagonal en muretes de mortero polimérico con edad de 28 días.....	160
Figura N° 29. Falla vertical en pilas de albañilería .....	161
Figura N° 30. Falla por trituración en pilas de albañilería .....	161
Figura N° 31. Falla por aplastamiento local en pilas de albañilería.....	161
Figura N° 32. Falla por aplastamiento por pandeo en pilas de albañilería .....	161
Figura N° 33. Falla por tracción diagonal en muretes de albañilería.....	162
Figura N° 34. Falla escalonada en muretes de albañilería.....	162
Figura N° 35. Falla mixta en muretes de albañilería .....	162
Figura N° 36. Ficha técnica de Cemento Pacasmayo tipo I – 1 .....	163
Figura N° 37. Ficha técnica de Cemento Pacasmayo tipo I – 2 .....	164
Figura N° 38. Ficha técnica del ladrillo King Kong industrial de 18 huecos marca LARK .....	165
Figura N° 39. Ficha técnica del mortero industrial embolsado marca UNICON – 1 ...	166
Figura N° 40. Ficha técnica del mortero industrial embolsado marca UNICON – 2...	167
Figura N° 41. Ficha técnica del aditivo SikaLatex – 1 .....	168
Figura N° 42. Ficha técnica del aditivo SikaLatex – 2.....	169

Figura N° 43. Ficha técnica del mortero polimérico Massa DunDun – 1 .....	170
Figura N° 44. Ficha técnica del mortero polimérico Massa DunDun – 2 .....	171
Figura N° 45. Medición de dimensiones y alabeo de los ladrillos King Kong de 18 huecos .....	172
Figura N° 46. Absorción de los ladrillos King Kong de 18 huecos .....	172
Figura N° 47. Ensayo a compresión de los ladrillos King Kong de 18 huecos.....	173
Figura N° 48. Cuarteo y granulometría de la arena gruesa.....	173
Figura N° 49. Peso unitario compactado y peso específico de la arena gruesa.....	174
Figura N° 50. Elaboración de pilas y muretes con mortero 1:4.....	174
Figura N° 51. Elaboración de pilas y muretes con mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.....	175
Figura N° 52. Elaboración de pilas y muretes con mortero industrial.....	175
Figura N° 53. Elaboración de pilas y muretes con mortero industrial.....	176
Figura N° 54. Ensayo de cubos de mortero convencional 1:4.....	176
Figura N° 55. Ensayo de cubos de mortero convencional 1:5.....	177
Figura N° 56. Ensayo de cubos de mortero industrial embolsado.....	177
Figura N° 57. Ensayo de pilas y muretes con mortero 1:4 .....	178
Figura N° 58. Ensayo de pilas y muretes con mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.....	179
Figura N° 59. Ensayo de pilas y muretes con mortero industrial embolsado.....	180
Figura N° 60. Ensayo de pilas y muretes con mortero polimérico .....	181

## RESUMEN

El mortero cumple una función vital en la albañilería debido a su función de unir las unidades de albañilería entre sí y de proveer cierta resistencia estructural al elemento de albañilería. La presente investigación tiene como objetivo analizar las características estructurales del mortero convencional en proporción 1:4 (cemento:arena), del mortero convencional en proporción 1:5 (cemento:arena) con aditivo mejorador de adherencia, del mortero industrial embolsado y del mortero polimérico. Esta investigación descriptiva adoptó un diseño transeccional y un método no experimental; como muestra se elaboraron tres especímenes cúbicos de cada tipo de mortero a las edades de 7 y 28 días, así como cuatro pilas y cuatro muretes de albañilería para cada tipo de mortero utilizando un solo tipo de ladrillo. La elección de esta muestra no probabilística fue elegida por juicio del investigador. Los hallazgos de la investigación señalan que el mortero que tiene mayor resistencia a la compresión fue el mortero industrial embolsado con un valor de 205.59 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Sin embargo, en los ensayos a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes, el mortero convencional 1:4 demostró mejor comportamiento registrando valores de 108.48 kg/cm<sup>2</sup> y 9.61 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. En base a estos resultados, se concluyó que el mortero convencional 1:4 ofrece las mejores características estructurales y además fue el único tipo de mortero que cumplió con las resistencias mínimas requeridas de la norma E.070 Albañilería para los ensayos de compresión axial y diagonal.

**Palabras clave:** Mortero, ladrillo, resistencia a la compresión axial, resistencia a la compresión diagonal, pilas y muretes.

## ABSTRACT

Mortar plays a vital role in masonry due to its function of bonding masonry units together and providing certain structural strength to the masonry element. The present research aims to analyze the structural characteristics of conventional mortar in 1:4 ratio (cement:sand), conventional mortar in 1:5 ratio (cement:sand) with bond-enhancing additive, bagged industrial mortar and polymeric mortar. This descriptive research adopted a transectional design and a non-experimental method; three cubic specimens of each type of mortar at the ages of 7 and 28 days, as well as four piles and four masonry walls for each type of mortar using a single type of brick were prepared as a sample; the choice of this non-probabilistic sample was chosen by the judgment of the researcher. The research findings indicate that the mortar with the highest compressive strength was the industrial bagged mortar with a value of 205.59 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days. However, in the axial compression tests of piles and diagonal compression of walls, the conventional 1:4 mortar showed better performance, registering values of 108.48 kg/cm<sup>2</sup> and 9.61 kg/cm<sup>2</sup> respectively. Based on these results, it was concluded that the conventional 1:4 mortar offers the best structural characteristics and was also the only type of mortar that met the minimum strengths required by the E.070 Albañilería standard for the axial and diagonal compression tests.

**Keywords:** Mortar, brick, axial compressive strength, diagonal compressive strength, piles and walls.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

La expansión urbana en Cajamarca está en constante crecimiento, esto conlleva a un aumento de los proyectos de construcción, principalmente de edificaciones; las cuales mayormente están hechas de albañilería. Uno de los principales materiales utilizados en la construcción es el mortero, que se utiliza en una variedad de propósitos, siendo uno de ellos la unión de las unidades de albañilería, además de otorgar una función resistente, corregir las irregularidades de las unidades de albañilería, sellar las juntas contra la penetración de la humedad y del aire (San Bartolomé et al, 2018). Debido al crecimiento y evolución del sector construcción han surgido nuevos tipos y presentaciones de morteros, así como también aditivos que mejoran la resistencia de éstos. En el mercado se encuentran disponibles materiales para morteros convencionales, morteros industriales embolsados y morteros poliméricos; cada uno de ellos con sus respectivas características estructurales.

La aparición de estos tipos de morteros conlleva a realizar estudios de una manera exhaustiva de las características estructurales de estos morteros, como los realizados por Reyes Castañeda (2018) acerca de la resistencia del mortero convencional y dos tipos de mortero industrial embolsado, concluyendo que el mortero embolsado de marca “TOPEX”, obtuvo mayor resistencia que el mortero convencional en los ensayos de los prismas de albañilería. En el caso de Escandón Martel (2019), quién investigó acerca de la resistencia a compresión axial en pilas de albañilería usando mortero polimérico y mortero convencional, obteniendo como resultado que el mortero convencional tuvo una resistencia mayor que el mortero polimérico.

Sin embargo, se necesita de mayor información comprensiva acerca de las propiedades estructurales de los morteros convencionales, del mortero industrial y del mortero polimérico; para así evitar crear incertidumbre y posibles errores en la elección del mortero más apropiado para cada proyecto de construcción, que puede resultar en construcciones de una menor calidad y durabilidad.

Por tal razón, el objetivo de esta investigación es analizar las propiedades estructurales de los distintos tipos de morteros, los cuales son: mortero convencional de proporción 1:4, mortero convencional de proporción 1:5 con aditivo mejorador de adherencia, mortero industrial embolsado y mortero polimérico; con el fin de proporcionar

recomendaciones acerca del mortero más adecuado una construcción más eficiente y de mayor calidad.

## **1.2 Formulación del problema**

Debido a lo anteriormente expuesto se formuló la siguiente interrogante:

¿Qué tipo de mortero ofrece mejores características estructurales entre el mortero convencional de proporción 1:4, el mortero convencional de proporción 1:5 con aditivo mejorador de adherencia, el mortero industrial embolsado y el mortero polimérico?

## **1.3 Hipótesis de la investigación**

El mortero industrial embolsado ofrece mejores características estructurales respecto a los morteros convencionales y al mortero polimérico.

## **1.4 Justificación de la investigación**

La presente investigación se centró en el análisis comparativo de las características estructurales de los morteros convencionales, morteros industriales y morteros poliméricos, por lo que este estudio se realizó con la finalidad de aportar un entendimiento más profundo y detallado de las propiedades estructurales y comportamientos de estos tres tipos de morteros, contribuyendo a la base de conocimientos existente en la ciencia de materiales de construcción, lo que puede motivar futuras investigaciones y desarrollos en este campo. Los hallazgos de esta investigación proporcionarán información valiosa para los profesionales de la construcción en la elección de materiales de construcción, ayudando a aumentar la durabilidad y calidad de las edificaciones.

## **1.5 Delimitación de la investigación**

La investigación se delimitó por los materiales y productos utilizados, como unidad de albañilería se utilizó el ladrillo Lark King Kong industrial de 18 huecos Tipo IV.

El cemento utilizado fue el Pacasmayo Portland Tipo I.

El mortero industrial embolsado utilizado fue el producido por la empresa UNICON.

El mortero polimérico empleado fue Massa DunDun

El aditivo mejorador de adherencia utilizado fue Sikalutex.

Los agregados fueron los comercializados en la ciudad de Cajamarca, provenientes de la cantera “El Gavilán”.

Se utilizó mortero convencional en proporción 1:4 (cemento:arena), mortero convencional en proporción 1:5 (cemento:arena) con aditivo mejorador de adherencia, mortero industrial embolsado y mortero polimérico.

Las juntas de mortero tuvieron un espesor mínimo de 10mm y máxima de 15mm., excepto para el mortero polimérico con juntas menores iguales a los 3 mm.

## **1.6 Limitaciones**

La presente investigación se limitó al uso del mortero industrial embolsado y del mortero polimérico, más no en el estudio de sus componentes. Además, los ensayos solo son válidos para los agregados de la cantera “El Gavilán”. No se realizaron estudios comparativos de costos entre los diferentes morteros.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general:**

Analizar las características estructurales del mortero convencional proporción 1:4 (cemento:arena), del mortero convencional proporción 1:5 (cemento:arena) con aditivo mejorador de adherencia, del mortero industrial embolsado y del mortero polimérico.

### **1.7.2 Objetivos específicos:**

- Determinar la resistencia a la compresión de los especímenes de los morteros cementicios.
- Determinar la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería compuestas por los tipos de mortero.
- Determinar la resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería compuestos por los tipos de mortero.
- Determinar el mortero con la mejor característica estructural.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1 Antecedentes teóricos**

#### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

- a) Cisneros Fariño. (2019), en su investigación: “ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL CONTROL DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA Y TRABAJABILIDAD; ENTRE MORTEROS TRADICIONALES PARA PEGA DE BLOQUES DE CONCRETO Y EL MORTERO INDUSTRIALIZADO PEGABLOCK TIPO N MORTERO PARA PEGAR BLOQUES DE COMPRESIÓN MODERADA, DE INTACO”, realizado en la Universidad de Guayaquil, Ecuador, en 2019; concluyó que el mortero Pegablock Tipo N obtuvo mejores características estructurales con respecto al mortero tradicional. También señaló que ambos morteros cumplen con los parámetros mínimos de resistencia de la norma ecuatoriana NTE INEN.
- b) De la Sotta Monreal (2010), en su investigación: “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MORTERO DE JUNTA PARA ALBAÑILERÍA FABRICADO EN OBRA Y MORTERO PREMEZCLADO HÚMEDO PARA ALBAÑILERÍA”, realizada en la Universidad Austral de Chile, Chile, 2010; indicó que las características de mortero fabricado en obra dependen de la calidad de arena que se use, por lo que para una mejor trabajabilidad y resistencia a la compresión recomienda no usar proporciones mayores a 1:3 (cemento:arena), mientras que el mortero premezclado Pegamix cumple con los requisitos de trabajabilidad y resistencia establecido en la norma Nch2256/1.
- c) Navas Carro y Arias Barrantes. (2015), en su investigación: “PROPIEDADES DEL MORTERO EMPACADO EN SECO PARA PEGA DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA”, realizado en la Universidad de Costa Rica, Costa Rica, en 2015; estudió la resistencia a los 7, 14 y 28 días; de siete morteros embolsados, de los cuales solo cinco cumplieron con la resistencia mínima especificada en la norma ASTM C270 a los 28 días.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

- a) ESCANDÓN M. (2019), en su investigación: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL EN LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA UTILIZANDO LA MASSA DUN DUN FRENTE A UN MORTERO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE HUÁNUCO – 2019”. Realizada en la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán” en 2019; concluyó que el mortero polimérico Massa Dun Dun es inferior en la resistencia a compresión al mortero convencional, además de que la Massa Dun Dun es más amigable con el medio ambiente, generando menos contaminación y desperdicios.
- b) VENERO C. (2020), en su investigación: “CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN DEL USO DE MORTEROS DE CEMENTOS PORTLAND Y MORTERO POLIMÉRICO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA”, realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú; señaló que las pilas de mortero 1:4 superan en resistencia a los demás morteros, mientras que los muretes de mortero cementicio embolsado presenta una resistencia de hasta el 107% con respecto al mortero 1:4. Además el mortero que tuvo mejor comportamiento en el ensayo de adherencia fue el mortero embolsado.
- c) Reyes Castañeda (2018), en su investigación: “ESTUDIO COMPARATIVO DEL MORTERO DE ADHERENCIA CONVENCIONAL Y EL MORTERO EMBOLSADO PARA LA ELABORACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA, LIMA – 2018”, realizada en la Universidad César Vallejo; señaló que en el ensayo a compresión en pilas a los 28 días el mortero embolsado TOPEX obtuvo un 20% más de resistencia que el mortero convencional; además en el ensayo a compresión diagonal, los muretes construidos con mortero embolsado TOPEX obtuvieron un 60% más de resistencia que los con morteros convencionales.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

- a) Sánchez Paniagua (2019), en su investigación: “COMPARACIÓN DE ADHERENCIA ENTRE 2 TIPOS DE LADRILLO – 2 TIPOS DE MORTERO”, realizada en la Universidad Nacional de Cajamarca en 2013. Llegó a la conclusión que la combinación de ladrillo de concreto con mortero cementicio con cal resistió en mayor porcentaje que la combinación de ladrillo de concreto con mortero cementicio, seguido por los ladrillos de arcilla con mortero con cal y por último

los de menor resistencia que es la combinación de ladrillos de arcilla con mortero cementicio.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Albañilería**

Este sistema estructural fue creado para satisfacer la necesidad de vivienda de las personas. La albañilería se define como un material estructural conformado por unidades de albañilería trabadas entre sí o adheridas mediante un material que puede ser mortero compuesto por barro o cemento. Las unidades de albañilería pueden ser fabricadas como el adobe, tapias, ladrillos y bloques; o naturales como las piedras (San Bartolomé et al., 2018).

#### **2.2.1.1 Componentes de la albañilería**

Los componentes de la albañilería son mayormente la unidad de albañilería y el mortero, en casos más especiales para complementar y reforzar el sistema se usan el concreto, el grout o concreto líquido y el acero. (San Bartolomé et al., 2018).

#### **2.2.2 Unidad de albañilería**

La unidad de albañilería se refiere a los ladrillos o bloques que contienen como materia prima a la arcilla cocida, al concreto o a la mezcla sílice-sal; pueden ser de fabricación artesanal o industrial, además pueden ser sólidas, huecas, tubulares o alveolares. Denominándose ladrillo cuando puede ser manipulado con una sola mano y se denomina bloque cuando es necesario el uso de las dos manos para su manipulación (NTE E.070. Albañilería, 2020).

##### **2.2.2.1 Clasificación para fines estructurales**

La Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones clasifica a las unidades de albañilería de acuerdo a las características indicadas en la Tabla N° 1

**Tabla N° 1.***Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.*

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia característica a compresión $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2,9 (20)

Fuente: *Norma E.070, Reglamento Nacional de Edificaciones, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2020.*

### 2.2.2.2 Limitaciones en su aplicación

Las limitaciones de la aplicación de las unidades de albañilería están dadas en la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones y se muestran en la Tabla N° 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

**Tabla N° 2.***Limitaciones en la aplicación de las unidades de albañilería.*

<b>Tipo</b>	<b>Zona sísmica 2 y 3</b>		<b>Zona sísmica 1</b>
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más.	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos.	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Si, hasta dos pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si	Si	Si
	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta 2 pisos

\*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

Fuente: *Norma E.070, Reglamento Nacional de Edificaciones, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2020.*

### **2.2.3 Ladrillo**

El ladrillo es aquella unidad que puede ser manipulada con una sola mano y está conformada básicamente por arcilla, de sílice-cal y de concreto. Pueden ser fabricados de manera artesanal, semi-industrial o industrial. Se clasifican en unidades sólidas, cuando las ranuras o perforaciones perpendiculares no superan el 30% del área bruta, se denomina unidad hueca si excede ese porcentaje; en unidades alveolares cuando presentan huecos perpendiculares a la superficie de asiento, y por último en unidades tubulares que tienen perforaciones de forma paralela a la base del ladrillo (San Bartolomé et al., 2018).

#### **2.2.3.1 Ladrillo de arcilla**

De acuerdo a García et al. (2016), los ladrillos de arcilla han sido usados desde la antigüedad por la humanidad debido a su simple proceso de fabricación que consiste en mezclado, amasado, secado y horneado; además de ser un producto económico elaborado a base de arcilla, la cual es un recurso no renovable que se encuentra en abundancia en diferentes lugares del planeta.

El ladrillo de arcilla presenta propiedades como solidez, alta durabilidad, alta resistencia a la humedad, sales solubles, bajas y altas temperaturas, así como también tolerancia a los cambios de temperatura, buen tiempo de resistencia al fuego antes del colapso, buen aislamiento acústico, alta transmitancia térmica, capacidad de almacenar grandes cantidades de energía, lo cual lo hace una buena opción para un adecuado uso de la energía de las edificaciones.

### **2.2.3.2 Propiedades del ladrillo**

#### **A) Variación dimensional**

Esta propiedad es importante para determinar el espesor de las juntas de albañilería. Una variación adicional de 3 mm en el espesor de la junta, conlleva a una disminución de un 15% en la resistencia a compresión del muro de albañilería, además también de una disminución en la resistencia al corte. (San Bartolomé et al., 2018).

Para la determinación de la variación dimensional se debe utilizar el procedimiento dado en la NTP 399.613:2017 correspondiente a UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2º Edición.

#### **B) Alabeo**

El alabeo está determinado por la concavidad o convexidad del ladrillo lo cual genera que la junta tenga un mayor espesor o el mortero tenga una menor adherencia al área de contacto, así también conlleva a fallas de tracción debido al peso existente en las filas superiores del muro de albañilería. (San Bartolomé et al., 2018).

Para la determinación del alabeo se debe utilizar el procedimiento dado en la NTP 399.613:2017 correspondiente a UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2º Edición.

#### **C) Absorción**

Esta propiedad determina la permeabilidad de la unidad, mientras más permeable sea la unidad, su resistencia a la compresión será menor, además de tener una durabilidad disminuida. (San Bartolomé et al., 2018).

Para la determinación la absorción se debe utilizar el procedimiento dado en la NTP 399.613:2017 correspondiente a UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2º Edición.

#### **D) Resistencia característica a la compresión**

La resistencia a la compresión de la unidad de ladrillo expresa que la unidad tiene una mayor calidad, mayor densidad y una mejor durabilidad. El valor de la resistencia a la compresión varía de acuerdo a la altura de la unidad, a menor altura, mayor resistencia; aunque la materia prima sea la misma. Cuando se realiza con fin de comparar unidades, éstas deben presentar la misma geometría. En la actualidad se calcula la resistencia a la compresión con el área bruta, por lo que las unidades huecas obtienen una menor clasificación; en comparación con la normativa antigua (1982) que se calculaba con el área neta de la unidad. (San Bartolomé et al., 2018)

Para la determinación la resistencia a la compresión se debe utilizar el procedimiento dado en la NTP 399.613:2017 correspondiente a UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2° Edición.

#### **2.2.4 Mortero**

Es una mezcla constituida por aglomerantes y agregado fino a la cual se agrega una cantidad de agua que permita la trabajabilidad sin generar la segregación del agregado (NTE E.070, 2020).

De acuerdo a San Bartolomé et al. (2018), el mortero es una mezcla que evita la penetración de aire y humedad por las juntas, además de generar adhesión entre las unidades de albañilería y corrige sus irregularidades geométricas. Sus principales componentes son cemento Portland tipo I o puzolánico IP, arena gruesa y agua; el uso de cal hidratada normalizada es recomendable, pero optativa.

##### **2.2.4.1 Tipos de mortero**

###### **2.2.4.1.1 Según el aglomerante**

###### **A) Morteros cementicios**

Estos morteros están constituidos con cemento, arena y agua. Sus propiedades en estado fresco son la adherencia, cohesividad y fluidez; presentando una alta resistencia cuando ya está endurecido. Tiene diferentes tipos de uso, dependiendo de su dosificación, tales como para pegar unidades de albañilería, revoques interiores y exteriores, entre otros. (Venero Carrasco, 2020).

**Tabla N° 3.**

*Usos de los morteros de cemento.*

<b>MORTERO</b>	<b>USOS</b>
1:1	Mortero muy rico para impermeabilizaciones. Rellenos.
1:2	Para impermeabilizaciones y pañetes de tanques subterráneos.
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos.
1:4	Pega para ladrillos en muros y baldosines. Pañetes finos.
1:5	Pañetes exteriores: pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1:6 y 1:7	Pañetes interiores; pega para ladrillos y baldosines, pañetes y mampostería en general. Pañetes no muy finos
1:8 y 1:9	Pegas para construcciones que se van a demoler pronto. Estabilización de taludes en cimentaciones.

Fuente: *Tecnología del concreto y del mortero, Diego Sánchez de Guzmán, 2001*

### **B) Morteros con polímeros**

Los morteros poliméricos son un tipo de mortero que se compone principalmente de resinas poliméricas. Los polímeros son macromoléculas compuestas por unidades repetitivas llamadas monómeros, que pueden ser naturales o sintéticas. Estos morteros se utilizan en una variedad de aplicaciones de construcción y reparación debido a sus propiedades únicas. En términos de funciones estructurales, los morteros poliméricos ofrecen una serie de ventajas. Tienen una excelente resistencia a la tracción y a la compresión, y son altamente resistentes a la abrasión y al desgaste. Además, son muy adhesivos, lo que significa que se adhieren bien a una variedad de superficies, incluyendo concreto, mampostería, metal y plástico. (Matta Quezada, 2018)

En cuanto a los beneficios, los morteros poliméricos son altamente duraderos y resistentes a una variedad de condiciones ambientales. Son resistentes al agua, a los productos químicos y a los rayos UV, lo que significa que pueden soportar la exposición a la intemperie y a los ambientes corrosivos sin degradarse. También son flexibles, lo que significa que pueden absorber los movimientos y las tensiones sin agrietarse o romperse. En términos de impacto económico, los morteros poliméricos pueden ser más costosos que los morteros tradicionales debido al costo de las resinas poliméricas. Sin embargo, su durabilidad y resistencia pueden resultar en ahorros a largo plazo en términos de

mantenimiento y reparaciones. Además, su facilidad de aplicación puede resultar en ahorros de tiempo y mano de obra. (Matta Quezada, 2018)

#### **2.2.4.1.2 Según el método de fabricación**

##### **A) Mortero hecho in situ**

Son aquellos morteros que se preparan en obra mediante un equipo o de forma manual sobre una superficie limpia, dónde se mezclan los áridos y el cemento de acuerdo a unas proporciones específicas para un trabajo, hasta que se consiga un color uniforme para posteriormente añadir el agua hasta obtener una mezcla trabajable de acuerdo al criterio del albañil. (San Bartolomé et al., 2018).

##### **B) Mortero industrial**

Son morteros que su dosificación de los aglomerantes y agregados, además de su posterior mezclado se realizan en fábrica. Estos morteros vienen en dos presentaciones, una con dosificación y mezcla en estado seco, y la otra con agua añadida a los componentes ya dosificados y mezclados. (Venero, 2020)

#### **2.2.4.1.3 Según la forma de suministro**

##### **A) Morteros secos**

Son morteros embolsados en presentación en bolsas de papel con un peso aproximado de 40 kilos, estos morteros se presentan en diferentes dosificaciones hasta con inclusión de algunos polímeros para la mejora del mortero. El agua se coloca de acuerdo a la cantidad indicada en la ficha técnica o a criterio del albañil.

El embolsado del mortero tiene el mismo cuidado que el embolsado del cemento, por lo cual no debe apilarse más de 10 bolsas, además de no pasar los 6 meses de edad y mantenerse protegido de la lluvia. (San Bartolomé et al., 2018).

##### **B) Morteros húmedos**

Son morteros premezclados que adoptan el nombre de morteros de larga vida, su presentación es en barriles con el agua añadida y sólo se debe batir la mezcla al momento de ser utilizados. Su duración va desde las 24 horas hasta las 72 horas, una vez pasado el tiempo, este mortero debe ser desechado. (San Bartolomé et al., 2018).

### **2.2.4.2 Propiedades del mortero**

Las propiedades del mortero deben distinguirse entre su estado plástico y su estado endurecido.

#### **2.2.4.2.1 Mortero en estado plástico**

Las propiedades principales en el estado plástico del mortero según Navas Carro y Arias Barrantes (2015) son la trabajabilidad y la retención de agua. La trabajabilidad puede ser seca, plástica o fluida. Esta propiedad es importante debido a que facilita el mezclado inicial y su colocación sobre las unidades de albañilería, además de debe mantenerse trabajable durante el tiempo que demora la construcción de la estructura. La trabajabilidad se puede mejorar con un aditivo incorporador de aire a la mezcla; sin embargo, la incorporación de aire en exceso disminuye la durabilidad y resistencia.

La capacidad de retención de agua es también importante debido a que si se pierde fácilmente la humedad del mortero durante la interacción con factores ambientales como el sol, viento, temperaturas cálidas o con unidades de albañilería que absorben demasiada agua; la trabajabilidad se vería disminuida y puede presentar agrietamiento o desprendimiento de las unidades de albañilería debido a la contracción. (Navas Carro y Arias Barrantes, 2015)

#### **2.2.4.2.2 Mortero en estado endurecido**

##### **A) Adherencia**

Es la propiedad que permite mantener unido al mortero con la unidad de albañilería. La adherencia es la resistencia tangencial que se genera entre el mortero y la unidad de albañilería cuando se intenta que uno se deslice sobre el otro, además mientras mayor energía mecánica pueda absorber la interfase entre los materiales, mayor es la adherencia. La adherencia tiene una importancia también en el estado plástico del mortero debido a que cuando se asienta la unidad de albañilería sobre el mortero, este tiende a seguir el movimiento de la unidad antes de quedarse pegada en ella. (García López de la Osa, 2020)

##### **B) Resistencia a la compresión**

Es la capacidad del mortero de soportar los esfuerzos en su estado endurecido. La resistencia a compresión del mortero influye en la resistencia conjunta de la estructura de albañilería. Esta resistencia depende de la cantidad de cemento que se utilice, una mayor cantidad aumenta la resistencia del mortero, pero disminuye notablemente la

trabajabilidad; aunque este aumento no mejora significativamente la resistencia de la albañilería. (Navas Carro y Arias Barrantes, 2015)

Este ensayo solo tiene la finalidad de dar a conocer la calidad del mortero, debido a que los esfuerzos a compresión en el mortero en los edificios de mediana altura son mínimos. (San Bartolomé et al., 2018)

### **2.2.5 Mortero convencional**

Mortero compuesto generalmente por cemento Portland Tipo I o puzolánico IP, como conglomerantes, arena gruesa y agua. La principal función del mortero es adherir las unidades de albañilería, sellar las juntas impidiendo la penetración del agua y del aire; también cumple una función de resistencia cuando el muro de albañilería es portante de carga vertical. (San Bartolomé et al., 2018).

#### **2.2.5.1 Componentes**

##### **2.2.5.1.1 Cemento**

Se emplea principalmente el cemento Portland Tipo I, cemento puzolánico y en algunos casos especiales cemento tipo II cuando se necesita resistencia a los sulfatos. (San Bartolomé et al., 2018).

El cemento Portland está compuesto por Clinker, una mezcla compuesta por materiales calcáreos, materiales arcillosos con alto contenido de alúmina, sílice; en el caso de los cementos puzolánicos se le adiciona una sustancia denominada puzolana. El Clinker pasa por un proceso de pulverizado para posteriormente ser mezclado con yeso y así obtener el cemento. Al entrar en contacto con el agua, el cemento obtiene sus propiedades de fraguado y endurecimiento que, mezclados con el agregado fino, se obtiene morteros con buen desempeño estructural. (Cordero Estévez et al., 2022).

##### **2.2.5.1.2 Agregado fino**

El agregado fino que se utiliza es la arena gruesa, la composición, tamaño de partículas y su forma depende de su fuente de extracción, en su mayoría los agregados provienen de fuentes naturales; pueden provenir de otras fuentes con la condición que a través de ensayos determinen su durabilidad. Debe estar limpio de impurezas o sustancias que generen daño al mortero. (Cordero Estévez et al., 2022).

La arena ideal debe ser aquella con granos redondeados y con una granulometría completa para que así llene de forma adecuada los espacios vacíos, generando un mortero denso y resistente. (San Bartolomé et al., 2018).

### ➤ **Granulometría**

La granulometría se define como la distribución de tamaño de las partículas del agregado mediante el tamizado, el cual consiste en el cálculo de la cantidad de agregado que pasa por cada tamiz reglamentado, expresado en porcentaje de la masa total tamizada. Para un adecuado desempeño del mortero, el agregado fino debe tener una distribución granulométrica dentro de los límites normalizados. (Cordero Estévez et al., 2022).

La granulometría debe cumplir con lo indicado por la Norma E.070 que se muestra en la Tabla N° 4.

Los ensayos se realizarán de acuerdo a la NTP 400.015:2021

#### **Tabla N° 4.**

*Granulometría de la Arena Gruesa.*

<b>Malla ASTM</b>	<b>% Que pasa</b>
N° 4 (4.75 mm)	100
N° 8 (2.36 mm)	95 a 100
N° 16 (1.18 mm)	70 a 100
N° 30 (0.60 mm)	40 a 75
N° 50 (0.30 mm)	10 a 35
N° 100 (0.15 mm)	2 a 15
N° 200 (0.075 mm)	Menos de 2

Fuente: *Norma E.070, Reglamento Nacional de Edificaciones, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2020.*

### ➤ **Módulo de fineza**

El módulo de fineza es un índice que determina la finura del agregado, mientras el módulo de fineza tenga valores altos indica un agregado más grueso, valores más bajos indica un agregado fino. Este índice es útil para comparar diferentes agregados y asegurar la consistencia entre los diferentes lotes que lleguen al lugar de ejecución de trabajos. (Cordero Estévez et al., 2022).

Los valores determinados para el módulo de fineza deben estar comprendidos entre 1.6 a 2.5, de acuerdo a la Norma E.070

➤ **Peso unitario suelto y compactado**

El peso unitario es el valor que representa la relación en peso del agregado en un determinado volumen, este valor depende del estado en que se encuentre el agregado que puede ser suelto o con un grado de compactación. Mediante el peso unitario suelto se determina la cantidad volumétrica a ser comprada, en cuanto al peso unitario compactado sirve para el cálculo de la dosificación. (Cordero Estévez et al., 2022)

➤ **Contenido de humedad**

El contenido de humedad está definido por la relación expresada en porcentaje del agua en una masa del agregado y el peso seco de ésta.

➤ **Densidad relativa**

Se define como la relación del agregado saturado superficialmente seco o agregado seco, a la densidad del agua. En esta densidad se toma en cuenta las partículas saturadas de agua, superficialmente secas y además la masa de las partículas de agua que se incluyen en los poros que se encuentran dentro de las mismas. (Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, 2016)

➤ **Porcentaje de absorción**

Está definido como la comparación entre la variación del peso del agregado en estado seco y cuando los poros saturables del agregado han sido llenados con agua. (Cordero Estévez et al., 2022)

### **2.2.5.1.3 Agua**

El agua a utilizar para el amasado del mortero debe ser potable, libre de materias orgánicas y de sustancias deletéreas (aceite, ácidos, etc.). Debe evitarse el uso de agua de mar debido a que contiene sales ocasionando corrosión en el refuerzo, si el muro es reforzado. (San Bartolomé et al., 2018).

### **2.2.5.2 Dosificación**

Las dosificaciones para el mortero convencional están dadas en la Norma E.070 (2020), éstas proporciones son volumétricas y en estado suelto. Se muestran en la Tabla N° 5.

**Tabla N° 5.**

*Tipos de Mortero.*

<b>Componentes</b>				<b>Usos</b>
<b>Tipo</b>	<b>Cemento</b>	<b>Cal</b>	<b>Arena</b>	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: *Norma E.070, Reglamento Nacional de Edificaciones, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2020.*

Si no se va a utilizar el mortero con cal hidratada normalizada, se debe utilizar la dosificación de solo cemento:arena indicada. (NTE E.070, 2020).

### **2.2.6 Mortero industrial**

Mortero dosificado y mezclado en seco en fábrica. La mezcla está compuesta por arena gruesa y cemento. La cantidad de agua que deberá agregarse está recomendada en la ficha técnica. (UNICON, 2021)

#### **2.2.6.1 Componentes**

El mortero industrial está compuesto por

- Cemento Portland Tipo I de acuerdo a la norma ASTM C-150.
- Agregados de cantera cumplen con la norma ASTM C-144.

#### **2.2.6.2 Características**

##### **A) Ventajas**

- Rapidez: Mezcla predosificada lista para su uso en obra, solo se necesita agregar agua. (UNICON, 2021).
- Optimización de recursos en mano de obra, insumos y procesos: El uso de este mortero genera menor costo en acarreo de material, una mayor optimización de espacios en el almacenamiento, generando un mayor orden y limpieza. (UNICON, 2021).
- Calidad: Presenta dosificación exacta y garantía de procedencia de los insumos. (UNICON, 2021).

- Prolongada vida útil del producto: Viene en un empaque tricapa compuesto por 2 pliegos de papel y 1 film de plástico. Su presentación es en bolsa de 40 kilos y se puede almacenar por 30 días embolsado. (UNICON, 2021).

## **B) Especificaciones técnicas**

Especificaciones técnicas dadas por UNICON (2021):

- Proporción: 1:4 Cemento:Arena
- Agua recomendada (lts): 6.3 a 6.8 por bolsa

## **C) Recomendaciones**

- Consistencia: Para garantizar una buena consistencia y resistencia del mortero, debe agregarse el agua en la cantidad correcta recomendada, no mayor cantidad. Además, no debe añadirse arena, ni aditivos, ni cemento. (UNICON, 2021).
- Usos: Debe usarse todo el contenido una vez abierto el producto. No debe aplicarse en temperaturas menores a 5° C ni mayores a 35°C. Tampoco en condiciones de fuertes vientos, heladas o lluvias. (UNICON, 2021).
- Almacenaje: No se deben apilar más de 10 bolsas una sobre otra, cuidar el empaque durante el almacenamiento. Debe estar almacenado en un lugar techado, seco y evitar el contacto directo con el suelo. (UNICON, 2021).

### **2.2.7 Mortero polimérico**

Es una masa adhesiva que está compuesta por resinas poliméricas, cargas minerales, agua y aditivos especiales. Este tipo de mortero no contiene cemento en su composición. Viene listo para su uso. (Contegroup, 2019)

#### **2.2.7.1 Polímeros**

Los polímeros son macromoléculas formadas por cadenas de polímero o unidades químicas; pueden ser de una o varios tipos de moléculas. Los polímeros pueden ser de origen natural (reino vegetal o animal), sintéticos (creados por el hombre) o semisintéticos (polímeros naturales transformados por el hombre). (Cornejo Arteaga, 2016)

### **2.2.7.2 Características**

#### **A) Uso**

El mortero polimérico se ha diseñado para ser usado para construcción de muros de mampostería tanto exteriores como interiores. No sustituye al mortero usado en un muro portante de albañilería. Las juntas entre unidades de albañilería son menores a 3 mm. (Contegroup, 2019)

#### **B) Dosificación**

El mortero polimérico debe aplicarse en cordones de 1 cm de diámetro sobre la superficie horizontal de asiento de una forma continua, formándose 2 hilos. No se recomienda el uso en las juntas verticales, salvo cuando sea el contacto entre la mampostería y el sistema estructural. Si las unidades de albañilería son irregulares se debe aplicar un tercer hilo de mortero. (Contegroup, 2019)

#### **C) Tiempo de curado**

El secado inicial se inicia a las 8 horas hasta las 12 horas. La resistencia y curado final se alcanza después de las 72 horas en climas cálidos y secos. (Contegroup, 2019)

### **2.2.8 Aditivo mejorador de adherencia para morteros**

Este aditivo es elaborado en base a polímeros que mejoran las propiedades al mortero de cemento, especialmente en la adherencia sobre concreto o albañilería. (SIKA, 2021).

#### **2.2.8.1 Características**

##### **A) Usos**

Se usa como mejorador de adherencia en lechada adhesiva para el tarrajeo y mortero, además en el mortero de reparación en concreto y albañilería. Incrementa la impermeabilidad y resistencia a ataques químicos. También se usa en lechadas y morteros de inyección. (SIKA, 2021).

##### **B) Ventajas**

Da mayor adherencia al mortero sobre concreto, albañilería, piedra, acero, etc. Reduce también la formación de fisuras y aumenta la resistencia al impacto. Mejora la mezcla haciéndola mas homogénea debido a la mayor retención de agua y cohesión del mortero. (SIKA, 2021).

Otorga una mayor impermeabilidad y estabilidad al agua, además genera una mayor resistencia química al mortero. En los morteros de reparación les otorga alta calidad y durabilidad. (SIKA, 2021).

### **2.2.9 Prismas de albañilería**

Son probetas estándar de albañilería de dos tipos, denominados Pilas y Muretes, de acuerdo a San Bartolomé et al. (2018) permiten determinar:

- Resistencias características a compresión ( $f'm$ ) y a corte ( $v'm$ ) de la albañilería para comprobar las especificaciones de resistencia indicadas en los planos de estructuras como predicción de un muro real.
- Módulos de elasticidad ( $E_m$ ) y de corte ( $G_m$ ).
- Formas de falla, para predecir como fallarán los muros reales ante terremotos.
- La calidad de la albañilería y de la mano de obra.

Los prismas deben ser especímenes pequeños para su fácil almacenamiento y traslado. Las pilas deben estar comprendidas en una altura de 2 a 5 unidades de albañilería. Los muretes deben ser de una forma cuadrada con lados iguales a 60 cm para muretes de ladrillos y 80 cm para muretes de bloques. (San Bartolomé et al., 2018)

### **2.2.10 Compresión axial de pilas de albañilería (NTP 339.605)**

Primer ensayo sugerido por el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070, para la evaluación a compresión axial de prismas de albañilería evaluando en conjunto el ladrillo y mortero. El espesor de la junta debe tener una altura representativa a la que se usará en construcción. Debe contener como mínimo dos unidades de albañilería y poseer una esbeltez entre 1.3 y 5.0.

#### **2.2.10.1 Tipos de falla (NTP 339.605)**

El tipo de falla ideal es una grieta vertical que afecta la cara menor de la pila de albañilería, producida por la compresión que se aplica generando una expansión lateral. La falla por trituración aparece de forma brusca y se presenta cuando las unidades de albañilería huecas, las cuales son frágiles y explosivas. (San Bartolomé et al., 2018)

La falla por aplastamiento local se genera cuando las unidades de albañilería son de baja resistencia. Cuando existen imperfecciones en la construcción de la pila, falta de paralelismo entre las caras de asiento o una falta de alineamiento entre el eje de carga y

el eje de la pila; se genera una falla de aplastamiento por pandeo. (San Bartolomé et al., 2018)

### **2.2.11 Compresión diagonal de muretes de albañilería (NTP 339.621)**

Segundo ensayo sugerido por el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070; este ensayo consiste en determinar la resistencia a la compresión diagonal (corte) en muretes de albañilería con dimensiones mínimas de 600 mm x 600 mm mediante la aplicación de una carga de compresión a lo largo de la diagonal.

#### **2.2.11.1 Tipos de falla**

La falla por tracción diagonal es la falla que atraviesa a las unidades y al mortero, esto sucede cuando la adherencia es óptima. Si la falla es escalonada a través de la junta se debe a la poca adherencia entre la unidad y el mortero. Cuando la falla es escalonada y corta a las unidades de albañilería, es una falla mixta. (San Bartolomé et al., 2018)

### **2.3 Definición de términos básicos**

De acuerdo a la Norma E.070 Albañilería (2020), se tienen los siguientes términos básicos:

**Albañilería o Mampostería:** Material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas por concreto líquido.

**Muro No Portante:** Muro diseñado y construido en tal forma que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y cercos.

**Muro portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.

**Mortero:** Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.

**Tabique:** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.

**Unidad de albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular.

**Unidad de albañilería sólida (o maciza):** Unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

**Mortero industrial:** Mortero dosificado, mezclado en seco y embolsado en fábrica. Mezcla conformada por cemento portland y arena gruesa.

**Mortero polimérico:** Masa adhesiva compuesta por resinas poliméricas, cargas minerales, agua y aditivos especiales. Este tipo de mortero no contiene cemento en su composición. Viene listo para su uso.

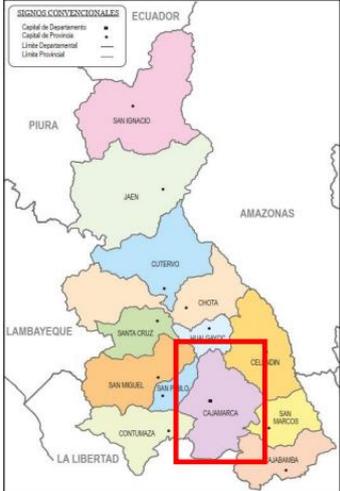
## CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Localización de la Investigación

La investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz”, edificio 1C de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Cajamarca, en la ciudad de Cajamarca, distrito, provincia y departamento de Cajamarca.

#### 3.1.1 Ubicación política

- País : Perú
- Departamento : Cajamarca
- Provincia : Cajamarca
- Distrito : Cajamarca

<p><b>Figura N° 1.</b> <i>Ubicación de la región de Cajamarca.</i></p>	<p><b>Figura N° 2.</b> <i>Ubicación de la provincia de Cajamarca.</i></p>	<p><b>Figura N° 3.</b> <i>Ubicación del distrito de Cajamarca.</i></p>
 <p>A map of Peru with the Cajamarca region highlighted by a red circle. The map shows the Pacific Ocean to the west and neighboring countries like Ecuador, Colombia, and Brazil. A legend in the bottom left corner identifies departmental and capital city boundaries.</p>	 <p>A map of the Cajamarca region with the province of Cajamarca highlighted by a red rectangle. The map shows surrounding provinces like Piura, Tumbucayo, and others. A legend in the top left corner defines symbols for departmental capital, provincial capital, departmental boundary, and provincial boundary.</p>	 <p>A detailed map of the province of Cajamarca with the district of Cajamarca highlighted by a red rectangle. The map shows various districts within the province and neighboring provinces like Tumbucayo, San Marcos, and others.</p>
<p><i>Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i></p>	<p><i>Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i></p>	<p><i>Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática</i></p>

#### 3.1.2 Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del Laboratorio de Ensayo de Materiales “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz” es la siguiente:

**Tabla N° 6.**

*Coordenadas Geográficas del Laboratorio de Ensayo de Materiales.*

Coordenadas UTM			
Zona	17	Hemisferio	S
Este	776617.53	Norte	9207014.1

Coordenadas en grados, minutos y segundos			
Latitud	7° 10' 01.88"	Longitud	78° 29' 43.58"
Hemisferio	S/-	Hemisferio	W/-

**Figura N° 4.**

*Ubicación del Laboratorio de Ensayo de Materiales en el Campus de la Universidad Nacional de Cajamarca.*



Fuente: Google Earth, 2022

### **3.1.3 Tiempo en que se realizó la investigación**

La investigación se realizó durante los meses de octubre y diciembre del año 2022. Durante ese tiempo se recogieron los datos de los ensayos para su posterior análisis.

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Tipo, nivel, diseño y método de investigación**

#### **3.2.1.1 Tipo de Investigación**

La investigación, fue de tipo APLICADA y CUANTITATIVA.

#### **3.2.1.2 Nivel de Investigación**

El nivel de investigación fue DESCRIPTIVA.

#### **3.2.1.3 Diseño de Investigación**

La investigación tuvo un tipo de diseño TRANSECCIONAL.

#### **3.2.1.4 Método de Investigación**

La metodología que se utilizó para el desarrollo de la investigación es NO EXPERIMENTAL.

### **3.2.2 Variables**

#### **3.2.2.1 Variables Independientes**

Tipo de mortero

**X1:** Mortero convencional 1:4 (cemento:arena).

**X2:** Mortero convencional 1:5 (cemento:arena) con aditivo mejorador de adherencia.

**X3:** Mortero industrial embolsado.

**X4:** Mortero polimérico

#### **3.2.2.2 Variable Dependiente**

**Y1:** Característica estructural del mortero.

## **3.3 Materiales, instrumentos y equipos**

### **3.3.1 Materiales**

- Ladrillo King Kong industrial de 18 huecos, producido por la empresa Ladrillos Lark.
- Cemento Portland tipo I, producido por la empresa Cementos Pacasmayo.

- Arena gruesa de la Cantera “El Gavilán” ubicada en la carretera hacia la costa, sector el guitarrero.
- Mortero industrial embolsado en presentación de bolsa de 40 kilos, producido por la empresa UNICON.
- Mortero polimérico Massa Dun Dun, producido por la empresa brasileña FCC y distribuida en Perú por ConteGroup.
- Aditivo mejorador de Adherencia para morteros SikaLatex, producido por la empresa de aditivos Sika.
- Agua potable de la red de agua de la Universidad Nacional de Cajamarca.

### **3.3.2 Instrumentos**

- Balanza con aproximación de 0.1 g.
- Tamices ASTM N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.
- Horno ventilado de temperatura  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Probetas de 1000 ml.
- Escuadra metálica graduada a 1 mm.
- Regla metálica graduada a 1 mm.
- Deflectómetro.
- Vernier.
- Escobilla de cerdas suaves.
- Cubeta de 20 lts.
- Varilla lisa de acero de 16 mm de diámetro y de 600 mm de longitud.
- Recipiente cilíndrico de metal provisto de asas de  $1/10\text{ p}^3$ .
- Cucharón de metal.
- Frasco de Le Chatelier.
- Matraz aforado de 500 cm<sup>3</sup>.

- Molde metálico en forma de cono de 40 mm de diámetro interior superior y de 90 mm de diámetro interior inferior.

### 3.3.3 Equipos

- Máquina para ensayos de compresión uniaxial.
- Máquina universal tipo marco con péndulos.
- Nivel topográfico con trípode.
- Cámara fotográfica.

## 3.4 Población y muestra

### 3.4.1 Población

La población estuvo conformada por todos los especímenes a ser ensayados, los cuales son: cubos, prismas y muretes de albañilería conformados por los tipos de mortero estudiados.

### 3.4.2 Muestra

La técnica de muestreo fue no probabilístico y elegida por juicio. Se tomó como referencia lo indicado por a las normas NTP 399.621 y NTP 399.605, en la cuales se indica que se requieren un mínimo de 3 especímenes construidos con el mismo material, mortero y mano de obra; a ser ensayados en la misma edad; por lo que la muestra está conformada por lo indicado en la Tabla N° 7.

**Tabla N° 7.**

*Muestra de la investigación.*

Tipo de Mortero	Especímenes		Prismas	Muretes	Total muestra por tipo de mortero
	cúbicos				
	7 días	28 días	28 días	28 días	
Mortero 1:4	3	3	4	4	<b>14</b>
Mortero 1:5 + aditivo	3	3	4	4	<b>14</b>
Mortero industrial	3	3	4	4	<b>14</b>
Mortero polimérico	-	-	4	4	<b>8</b>
<b>Total muestra por espécimen</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos de los ensayos de compresión axial, compresión diagonal, rendimiento y productividad se realizó mediante la OBSERVACIÓN DIRECTA, recopilando los datos en fichas de control para cada caso correspondiente.

Para la compresión axial y compresión diagonal, en la ficha de control correspondiente se anotaron el tipo de mortero, número de testigo, medidas promedio y la carga de rotura.

El análisis de datos se realizó mediante la aplicación de la estadística descriptiva, debido a que la investigación fue de tipo aplicada y diseño quasi experimental. Además, se utilizó las tablas y gráficos estadísticos proporcionados mediante software computacional Microsoft Excel; mediante los cuales se observó cual tipo de mortero fue el más conveniente y tiene mejores características estructurales.

### **3.6 Procedimiento**

#### **3.6.1 Determinación de características de la Unidad de Albañilería**

Las características que se evaluarán en el ladrillo King Kong industrial de 18 huecos son: variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a la compresión.

##### **3.6.1.1 Variación dimensional**

Norma de referencia: NTP 399.613 2017

##### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- 10 ladrillos Lark King Kong industrial de 18 huecos.
- Vernier.
- Regla metálica.

##### **b) Procedimiento**

- Se realizó y registró cuatro medidas para las dimensiones de ancho, longitud y altura en cada cara del ladrillo según corresponda. Las medidas se tomaron desde el punto medio de los bordes que limitan cada cara. La aproximación de las medidas es de 1 mm.
- Se registró el ancho, longitud y altura de la unidad como el promedio de las 4 medidas con una aproximación de 0.5 mm. Este procedimiento se siguió para las 10 unidades de muestra.
- Se tomaron las medidas especificadas por el fabricante y se registraron para el análisis y comparación.

- Se calculó la variación dimensional mediante el uso de las Fórmulas 1, 2 y 3.

**c) Cálculo**

Para el cálculo de la variación dimensional se realizó mediante el uso de las siguientes fórmulas:

- Largo:

$$V_L = \frac{L_E - L_P}{L_E} \times 100 \quad (\text{Fórmula 1})$$

- Ancho:

$$V_A = \frac{A_E - A_P}{A_E} \times 100 \quad (\text{Fórmula 2})$$

- Altura:

$$V_H = \frac{H_E - H_P}{H_E} \times 100 \quad (\text{Fórmula 3})$$

Donde:

$V_L$  = Variación dimensional en longitud (%)

$V_A$  = Variación dimensional en ancho (%)

$V_H$  = Variación dimensional en altura (%)

$L_E$  = Longitud especificada por el fabricante (mm)

$L_P$  = Longitud promedio de la unidad (mm)

$A_E$  = Ancho especificado por el fabricante (mm)

$A_P$  = Ancho promedio de la unidad (mm)

$H_E$  = Altura especificada por el fabricante (mm)

$H_P$  = Altura promedio de la unidad (mm)

**3.6.1.2 Alabeo**

Norma de referencia: NTP 399.613 2017

**a) Materiales, herramientas y equipos**

- 10 ladrillos Lark King Kong industrial de 18 huecos.
- Regla metálica.
- Varilla metálica.
- Cuñas.
- Escobilla.

**b) Procedimiento**

**Para superficies cóncavas:**

- Se limpió las unidades con la escobilla.

- Se colocó la varilla de metal sobre la superficie de la unidad de forma longitudinal o diagonal, escogiendo la ubicación que tiene mayor distancia desde la superficie de la unidad hasta la varilla de metal.
- Se midió esa mayor distancia usando una regla metálica milimetrada.
- Se registró la medida con una aproximación de 1 mm.

**Para superficies convexas:**

- Se limpió las unidades con la escobilla.
- Se colocó la varilla de metal sobre la superficie de la unidad de forma longitudinal o diagonal, escogiendo la ubicación que tiene mayor distancia desde el borde de la unidad hasta la varilla de metal.
- Se midió esa mayor distancia usando una regla metálica milimetrada.
- Se registró la medida con una aproximación de 1 mm.

### 3.6.1.3 Absorción

Norma de referencia: NTP 399.613 2017

**a) Materiales, herramientas y equipos**

- 5 ladrillos Lark King Kong industrial de 18 huecos.
- Horno.
- Balanza.
- Recipiente con agua.

**b) Procedimiento**

- Se pesó en un horno por 24 horas y luego enfriar los ladrillos.
- Se pesó y registró los valores del peso de los ladrillos en dos pesadas consecutivas con 2 horas de diferencia hasta obtener un  $\pm 0.2\%$  de variación, las pesadas se realizaron en una balanza con aproximación de 0.1 gr.
- Se sumergieron los especímenes totalmente en agua limpia durante 24 horas.
- Se retiró el espécimen del agua para luego limpiar el agua superficial con un paño y pesarlo. Se pesó y registró los datos de los ladrillos dentro de los cinco minutos después de ser retirados del agua.
- Se calculó el porcentaje de absorción mediante el uso de la Fórmula 4

**c) Cálculo**

La absorción se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Absorción (\%) = \frac{(W_S - W_D)}{W_D} \times 100 \quad (\text{Fórmula 4})$$

Donde:

$W_D$  = Peso seco del espécimen (g).

$W_S$  = Peso del espécimen saturado retirado después de la sumersión en agua (g).

#### **3.6.1.4 Resistencia a la compresión**

Norma de referencia: NTP 399.613 2017

##### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- 5 ladrillos Lark King Kong industrial de 18 huecos.
- Horno.
- Regla metálica.
- Vernier.
- Máquina para ensayos de compresión uniaxial.

##### **b) Procedimiento**

- Se secaron los especímenes en un horno durante 24 horas, luego realizar dos pesadas consecutivas con una diferencia de 2 horas hasta que la variación en peso sea menor al 0.2%.
- Se midió, calculó y registró el área de las caras inferior y superior de contacto de la unidad.
- Los ladrillos se ensayaron sobre su mayor dimensión, es decir se aplicó la carga de forma perpendicular a la cara de asiento del ladrillo.
- Se centraron los especímenes debajo del apoyo esférico.
- Se colocó una placa de metal sobre y debajo del ladrillo para distribuir la carga uniformemente sobre toda el área, posteriormente se centraron los elementos con el cabezal de la máquina.
- Se aplicó la carga a una velocidad adecuada hasta la mitad de la máxima resistencia esperada. Luego se redujo la velocidad de la carga remanente a una velocidad uniforme que llegue a la rotura en no menos de un minuto y no más de dos minutos.
- Se registró la carga de falla como carga máxima de compresión.
- Mediante la Fórmula 5 se calculó la resistencia a compresión de los especímenes.
- Se calculó la desviación estándar (Fórmula 6) de las resistencias máximas de las unidades.

- Se calculó la resistencia característica de compresión mediante el uso de la Fórmula 7.

### c) Cálculo

Para el cálculo de la resistencia a la compresión del ladrillo se usó la siguiente expresión:

$$f_b = \frac{P}{A} \quad (\text{Fórmula 5})$$

Donde:

$f'_b$  = Resistencia a la compresión de la unidad (kg/cm<sup>2</sup>).

P = Máxima carga o carga de falla registrada de la unidad (kg).

A = Área bruta promedio de contacto de las superficies inferior y superior del ladrillo (cm<sup>2</sup>).

El cálculo de la resistencia a la compresión característica de la unidad se utilizó la desviación estándar y la Fórmula 6.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n (f_{bi} - f_{bp})^2}{n-1}}; i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Fórmula 6})$$

Donde:

$\sigma$  = Desviación estándar (kg/cm<sup>2</sup>).

$f_{bi}$  = Resistencia a la compresión de cada unidad (kg/cm<sup>2</sup>).

$f_{bp}$  = Resistencia a la compresión promedio de las unidades (kg/cm<sup>2</sup>).

n = Número de unidades ensayadas.

La resistencia característica del ladrillo se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$f'_b = f_b - \sigma \quad (\text{Fórmula 7})$$

### 3.6.2 Determinación de características de la Arena gruesa

Las características que se evaluaron de la arena gruesa fueron las siguientes: granulometría, módulo de fineza, peso unitario suelto, peso unitario compactado, contenido de humedad, peso específico y porcentaje de absorción.

### 3.6.2.1 Granulometría

Norma de referencia: NTP 400.012:2013

#### a) Materiales, herramientas y equipos

- 12 kg de arena gruesa de la cantera “El gavilán”.

De acuerdo a tabla indicada en la NTP 400.010:2011

#### Tabla N° 8.

*Medida de las muestras.*

Tamaño agregado	Masa de la muestra de campo mínima. Kg (lbs)
<b>Agregado fino</b>	
2.36 mm (No. 8)	10 (22)
4.75 mm (No. 8)	10 (22)

*Fuente: Instituto Nacional de Calidad, Ministerio de la Producción, 2016.*

- Tamices ASTM N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.
- Horno.
- Balanza.
- Cepillo.

#### b) Procedimiento

- Se realizó el cuarteo sobre una superficie horizontal y regular, se colocó sobre la superficie un plástico limpio y sobre éste se colocó la muestra, la cual se mezcló homogéneamente y se lo distribuyó en forma de círculo, procediendo a dividir en 4 partes iguales, se escogió una parte y se desechó esa parte con su opuesta diagonalmente. Se repitió este proceso hasta reducir al tamaño de muestra deseado.
- Se secó la muestra en un horno a temperatura de 110 °C. La muestra secada para el ensayo fue de 600 gr.
- Se seleccionaron los tamices adecuados, encajándolos uno sobre el otro en orden decreciente de acuerdo a la apertura del tamiz y se colocó la muestra sobre el tamiz superior. Se limitó la muestra sobre el tamiz de tal manera que todas las partículas tuvieran la oportunidad de atravesar por las aberturas del tamiz.

- Se agitaron los tamices manualmente por un tiempo adecuado, al final se realizó un tamizado manual golpeando el filo del tamiz con el talón de la mano todo el alrededor a una velocidad adecuada durante el tiempo de 1 minuto.
- Se determinó y se registró el peso retenido en cada tamiz, considerando todo el material retenido, se usó un cepillo para limpiar.

**c) Cálculo**

- Se comparó los resultados de acuerdo a los datos mostrados en la Tabla N° 4, y se verificó que la arena gruesa cumple con lo especificado por la NTE E.070.

**3.6.2.2 Módulo de fineza**

Norma de referencia: NTP 400.012:2013

**a) Cálculo**

Para el cálculo del módulo de fineza se tomó en cuenta los porcentajes retenidos en el ensayo de granulometría de acuerdo a la Fórmula 8.

$$MF = \frac{\sum \%Ret.Acum.en\ tamices\ (N^{\circ}100+N^{\circ}50+N^{\circ}30+N^{\circ}16+N^{\circ}8+N^{\circ}4+\frac{3}{8}+\frac{3}{4})}{100} \quad (\text{Fórmula 8})$$

Donde:

MF = Módulo de Fineza

**3.6.2.3 Peso unitario suelto**

Norma de referencia: NTP 400.017:2011

**a) Materiales, herramientas y equipos**

- 12 kg de arena gruesa de la cantera “El gavilán”.
- Balanza.
- Recipiente metálico.
- Horno.
- Espátula.
- Pala.

**b) Procedimiento**

- Se realizó el cuarteo de la muestra siguiendo el procedimiento indicado en el ítem 3.6.2.1. b.
- Se escogió un tamaño de muestra adecuado de aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente de metal.

- Se secó la muestra en un horno a una temperatura de 110 °C.
- Se registró el peso del recipiente de metal vacío.
- Se llenó hasta el rebose el recipiente con una pala a una altura máxima de 5 cm sobre el borde superior.
- Se enrasó la superficie de la arena gruesa en el borde superior del recipiente con una espátula y pesar.
- Se registró el peso del recipiente lleno de agregado con una exactitud de 0.05 kg.

**c) Cálculo**

El peso unitario suelto se calculó mediante la Fórmula 9.

$$P. U. S. = \frac{(W_{R+M} - W_R)}{V} \quad (\text{Fórmula 9})$$

Donde:

P.U.S. = Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>).

W<sub>R+M</sub> = Peso del recipiente con la muestra (kg).

W<sub>R</sub> = Peso del recipiente vacío (kg).

V = Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>).

**3.6.2.4 Peso unitario compactado**

Norma de referencia: NTP 400.017:2011

**a) Materiales, herramientas y equipos**

- 12 kg de arena gruesa de la cantera “El gavilán”.
- Horno.
- Balanza.
- Recipiente metálico.
- Varilla de acero.
- Pala.
- Espátula.

**b) Procedimiento**

- Se realizó el cuarteo de la muestra siguiendo el procedimiento indicado en el ítem 3.6.2.1 b.
- Se escogió un tamaño de muestra adecuado de aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar el recipiente de metal.

- Se secó la muestra en un horno a una temperatura de 110 °C.
- Se registró el peso del recipiente de metal vacío.
- Se llenó con muestra hasta un tercio del total del recipiente con una pala a una altura máxima de 5 cm sobre el borde superior. Se apisonó mediante 25 golpes con la varilla de acero distribuidos uniformemente sobre toda la superficie, tratando de no golpear el fondo del recipiente.
- Se llenó el recipiente hasta los dos tercios del total y se repitió el procedimiento de apisonado evitando penetrar en la capa anterior; finalmente se llenó el recipiente con material que sobrepase el borde superior del recipiente y se repitió nuevamente el procedimiento del apisonado procurando no traspasar la segunda capa.
- Se enrasó la superficie de la arena gruesa en el borde superior del recipiente con los dedos con una espátula y se pesó.
- Se registró el peso el recipiente lleno de arena gruesa con una exactitud de 0.05 kg.

**c) Cálculo**

El peso unitario suelto se calculó mediante la Fórmula 10.

$$P. U. C. = \frac{(W_{R+M} - W_R)}{V} \quad (\text{Fórmula 10})$$

Donde:

P.U.C. = Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>).

W<sub>R+M</sub> = Peso del recipiente con la muestra (kg).

W<sub>R</sub> = Peso del recipiente vacío (kg).

V = Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>).

**3.6.2.5 Contenido de humedad**

Norma de referencia: NTP 339.185:2013

**a) Materiales, herramientas y equipos**

- 12 kg de arena gruesa de la cantera “El gavilán”.
- Horno.
- Balanza.
- Recipiente metálico.

### **b) Procedimiento**

- Se realizó el cuarteo de la muestra siguiendo el procedimiento indicado en el ítem 3.6.2.1. b.
- Se escogió un tamaño de muestra con peso de 500 g con un contenido de humedad natural.
- Se colocó la muestra en un recipiente metálico y se registró el peso.
- Se secó la muestra en un horno por 24 horas a una temperatura de 110 °C.
- Se pesó el recipiente con la muestra seca y se registró el dato.

### **c) Cálculo**

El contenido de humedad de la arena gruesa se calculó mediante el uso de la Fórmula 11.

$$W(\%) = \frac{M-D}{D} \quad (\text{Fórmula 11})$$

Donde:

W (%) = Contenido de humedad del agregado grueso (%).

M = Masa del agregado en estado natural en el recipiente (g).

D = Masa del agregado seco en el recipiente (g).

### **3.6.2.6 Peso específico**

Norma de referencia: NTP 400.022:2013

#### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- 12 kg de arena gruesa de la cantera “El gavilán”.
- Balanza.
- Horno.
- Recipiente.
- Cono metálico.
- Varilla compactadora.
- Fiola.
- Agua.

#### **b) Procedimiento**

- Se realizó el cuarteo de la muestra siguiendo el procedimiento indicado en el ítem 3.6.2.1. b.
- Se escogió un tamaño de muestra con peso mínimo de 1000 g y se secó en un horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas.

- Se registró el peso de la muestra seca.
- Se sumergió la muestra en agua durante 24 horas.
- Se retiró el agua del recipiente con cuidado para evitar la pérdida de material fino, luego se extendió la muestra sobre una superficie impermeable y plana para su secado a temperatura ambiente. Se movió con frecuencia para un secado homogéneo. Con esto se logró el estado de condición saturada superficialmente seca.
- **Con los siguientes pasos se determinó la condición saturada superficialmente seca mediante pruebas repetitivas.**
- Se rellenó el cono metálico con el agregado hasta el borde superior y se amontonó un extra sobre este, sujetando el agregado extra con la mano que sostenía el cono. Con la barra compactadora se apisonó mediante 25 golpes distribuidos en toda la superficie a una altura de 5 mm del borde superior del cono dejándolo caer por su propio peso.
- Se retiró el sobrante y se niveló, además también se retiró los restos de agregado alrededor del cono.
- Se levantó el cono de forma vertical. Al ser el levantado el cono se dió 3 escenarios: 1) Si el agregado mantuvo su forma, aún se mantenía húmedo, por lo que es necesario seguir secando la muestra. 2) Si el agregado se desmoronó totalmente, se encontraba seco, por lo que se dejó reposar la muestra en agua durante 30 minutos. 3) Si presentó una ligera caída o desmoronamiento del agregado, este se encontraba en el estado saturado superficialmente seco.
- Una vez que la muestra se encontraba en el estado de superficialmente seco, se seleccionó una porción de 500 g y se introdujo en la fiola.
- Se registró el peso de la fiola con la muestra en su interior.
- Se llenó la fiola de agua hasta el 90 % de su capacidad y se rodó, invirtió y se agitó manualmente para así eliminar las burbujas de aire de la muestra por un tiempo de 15 a 20 minutos.
- Se dejó la fiola en reposo y se agregó el agua hasta su capacidad de calibración.
- Se registró el peso de la fiola con el agua y la muestra.
- Se extrajo la muestra de la fiola y se lo dejó secar en un horno a temperatura 110 °C durante de 24 horas.
- Se retiró la muestra del horno y se registró el dato del peso de la muestra seca.

- Se determinó y registró el peso de la fiola llena de agua a su límite de calibración.

**c) Cálculo**

Para el cálculo del peso específico se usó la Fórmula 12.

$$Pe = \frac{A}{(B+S-C)} \quad (\text{Fórmula 12})$$

Donde:

Pe = Peso específico del agregado (g/cm<sup>3</sup>).

A = Masa de la muestra seca al horno (g).

B = Masa de la fiola llena de agua hasta su marca de calibración (g).

S = Masa de la muestra en condición de saturada superficialmente seca (g).

C = Masa de la fiola con el agregado dentro y lleno de agua (g).

**3.6.2.7 Peso específico saturado superficialmente seco**

Norma de referencia: NTP 400.022:2013

**a) Cálculo**

Para el cálculo del peso específico saturado superficialmente seco se usaron los datos determinados en el ítem 3.6.1.6, mediante la Fórmula 13.

$$Pe_{SSS} = \frac{S}{B+S-C} \quad (\text{Fórmula 13})$$

Donde:

Pe<sub>SSS</sub> = Peso específico saturado superficialmente seco del agregado (g/cm<sup>3</sup>).

B = Masa de la fiola llena de agua hasta su marca de calibración (g).

S = Masa de la muestra en condición de saturada superficialmente seca (g).

C = Masa de la fiola con el agregado dentro y lleno de agua (g).

**3.6.2.8 Peso específico aparente**

Norma de referencia: NTP 400.022:2013

**a) Cálculo**

Para el cálculo del peso específico aparente se usaron los datos determinados en el ítem 3.6.2.6, mediante la Fórmula 14.

$$Pe_a = \frac{A}{B+A-C} \quad (\text{Fórmula 14})$$

Donde:

$Pe_a$  = Peso específico aparente del agregado grueso ( $g/cm^3$ ).

A = Masa de la muestra seca al horno (g).

B = Masa de la fiola llena de agua hasta su marca de calibración (g).

C = Masa de la fiola con el agregado dentro y lleno de agua (g).

### 3.6.2.9 Absorción

Norma de referencia: NTP 400.022:2013

#### a) Cálculo

Para el cálculo de la absorción se usaron los datos determinados en el ítem 3.6.2.6, mediante la Fórmula 15.

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{S-A}{A} \times 100 \quad (\text{Fórmula 15})$$

Donde:

A = Masa de la muestra seca al horno (g).

S = Masa de la muestra en condición de saturada superficialmente seca (g).

### 3.6.3 Elaboración del mortero convencional

De acuerdo a la norma E.070, unas de las proporciones usadas para fabricar mortero, con el cual se unen las unidades de albañilería son la de 1:4 y la de 1:5 (cemento:arena), indicadas en la Tabla N° 5.

Las proporciones 1:4 y 1:5 están indicadas en volumen, y en estado natural sin compactar; por lo que el procedimiento indicado en este ítem fue similar al utilizado ampliamente por los albañiles constructores en el Perú; para que así, los resultados de los ensayos que fueron aplicados a este mortero y sus usos en las pilas y muretes sean lo más cercano al presente en las edificaciones.

#### 3.6.3.1 Procedimiento elaboración del mortero convencional 1:4 (cemento:arena)

##### a) Materiales, herramientas y equipos

- Arena gruesa de la cantera “El gavián”.
- Cemento Pacasmayo Portland tipo I.
- Agua.
- Recipiente que permita medir volumen de materiales.
- Pala.

#### **b) Procedimiento**

- Se realizó la mezcla seca en el suelo de concreto y mientras que la mezcla húmeda se realizó en una carretilla; ambas libres de toda impureza.
- Se vertió el cemento y la arena en proporciones 1:4 (volumen) en el lugar determinado para la mezcla, es decir, por cada unidad de volumen de cemento (1 balde de 20 lts) se añadió 4 unidades de volumen (4 baldes de 20 lts).
- Se mezcló en seco el cemento y la arena hasta lograr una mezcla lo más homogénea posible, luego se traspasó por partes hacia la carretilla y se formó una ruma lo más parecida a un cono. Luego se formó una cavidad u hoyo en el centro de la ruma dispersando el material hacia los costados de forma homogénea.
- Se vertió el agua en la cavidad central y se procedió con el mezclado.
- Se agregó agua a la mezcla, hasta que esta logró una buena consistencia, trabajabilidad y fluidez adecuada.

#### **3.6.3.2 Procedimiento elaboración del mortero convencional 1:5 (cemento:arena)**

##### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- Arena gruesa de la cantera “El gavián”.
- Cemento Pacasmayo Portland tipo I.
- Agua.
- Recipiente que permita medir volumen de materiales.
- Pala.

##### **b) Procedimiento**

- El procedimiento para la elaboración de este mortero fue similar a la elaboración del mortero 1:4, sólo cambian las unidades de volumen de arena que fueron mezcladas con el cemento. Los demás pasos fueron iguales.
- Las proporciones vertidas de cemento y arena fueron en proporciones 1:5 (volumen), lo que significa que por cada unidad de volumen de cemento (1 balde de 20lts) se añadió 5 unidades de volumen (5 baldes de 20 lts).

#### **3.6.4 Elaboración de mortero mediante el mortero industrial embolsado 1:4**

##### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- Mortero UNICON industrial embolsado.
- Agua.

- Pala.

#### **b) Procedimiento**

- Se vertió la mezcla seca sobre la batea, se mezcló hasta formar una ruma, luego se realizó una cavidad en el medio de la ruma distribuyendo el material hacia los bordes de forma homogénea.
- Se añadió agua de acuerdo a la cantidad especificada por el fabricante en la ficha técnica del producto (6.3 a 6.8 litros por bolsa).
- Se mezcló la mezcla seca con el agua hasta lograr una mezcla homogénea y con buena trabajabilidad.

### **3.6.5 Resistencia a la compresión de los morteros**

Norma de referencia: NTP 334.051:2013

Para determinar la resistencia a la compresión de los morteros de cemento Portland, se fabricó especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Para esto se dividió el procedimiento en dos partes, la primera en la elaboración de las probetas y la segunda en el ensayo a compresión de las probetas.

Se realizaron especímenes para los siguientes tipos de mortero: mortero convencional 1:4, mortero convencional 1:5 y mortero industrial.

No se incluyó el mortero polimérico debido a su consistencia plástica no podía ser ensayado a compresión.

Se realizaron 3 especímenes por cada edad a ensayar. Las edades ensayadas fueron de 7 días y 28 días.

La tolerancia para el ensayo después de que los especímenes fueron retirados del agua fue de  $\pm 3$  horas para la edad de 7 días y de  $\pm 12$  horas para el ensayo a la edad de 28 días.

#### **3.6.5.1 Elaboración de probetas de mortero**

##### **a) Materiales, herramientas y equipos**

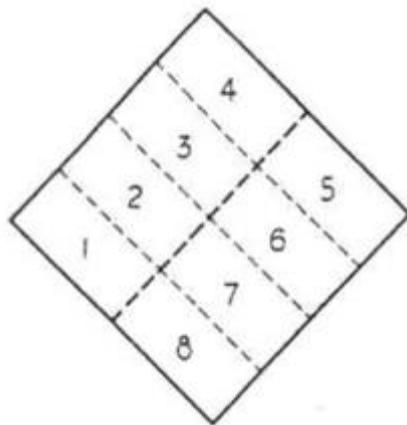
- Mortero en estado plástico.
- Moldes cúbicos de 5 cm de arista.
- Compactador

## b) Procedimiento

- Se limpiaron los moldes metálicos y se aplicó una capa de aceite, luego se retiró los excesos con un trapo y se unieron las piezas del molde.
- Se llenó el mortero preparado hasta la media altura del molde o 2.5 cm, antes de los 150 segundos después de preparada la mezcla.
- Se apisonó la mezcla mediante el compactador con 32 golpes durante 10 segundos, estos 32 golpes estuvieron compuestos por 4 rondas de 8 golpes cada una, distribuidos en toda la superficie con una orientación que se indica en la Figura N° 5, con una presión que asegure el adecuado llenado de vacíos de los compartimientos.
- Se llenó la siguiente capa y se procedió nuevamente con el apisonado, tal como en el paso anterior, excepto que se siguió la orientación indicada en la Figura N° 6. Después de cada ronda, el mortero que se ha depositado sobre los bordes del molde fue introducido nuevamente al interior para la siguiente ronda.
- La superficie se alisó mediante un badilejo, retirando el exceso de material.
- Pasada 24 horas, se retiró las probetas de los moldes y se sumergió en agua con cal.

**Figura N° 5.**

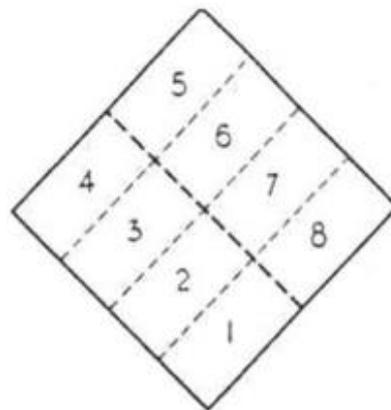
*Orientación de apisonado para la primera capa.*



*Fuente: NTP 334.051, 2013.*

**Figura N° 6.**

*Orientación de apisonado para la segunda capa.*



*Fuente: NTP 334.051, 2013.*

### 3.6.5.2 Ensayo a compresión de las probetas de mortero

#### a) Materiales, herramientas y equipos

- Probetas de mortero cubicas de 5 cm de arista.
- Máquina universal de compresión uniaxial.

#### b) Procedimiento

- Se retiró los especímenes del agua, se secó y verificó que las caras que van a estar en contacto con la máquina a compresión estén perfectamente planas.
- Se centró el espécimen debajo del bloque que ejerce presión de la máquina.
- La velocidad de carga del ensayo de la primera mitad estuvo en el rango de 900 N/s a 1800 N/s hasta que se determinó una velocidad adecuada y se la mantuvo hasta la falla de la probeta.

#### c) Cálculo

Para el cálculo de la resistencia a la compresión se utilizó la Fórmula 16.

$$f_m = \frac{P}{A} \quad (\text{Fórmula 16})$$

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup>.

P = Carga máxima total (kg).

A = Área de la superficie de carga (cm<sup>2</sup>).

### 3.6.6 Uso de aditivo mejorador de adherencia

Para el uso del aditivo mejorador de adherencia se siguieron las instrucciones dadas por el fabricante.

#### a) Materiales, herramientas y equipos

- Aditivo mejorador de adherencia SikaLatex.
- Cemento Pacasmayo Portland tipo I.
- Agua.
- Brocha

#### b) Procedimiento

- Se limpiaron las caras de los ladrillos donde se colocó la lechada.
- Se formó una dilución de agua y aditivo en proporción 1:1.
- Se añadió 1 parte de cemento a la dilución hasta que se obtuvo la lechada con una consistencia plástica deseada.

- Mediante una brocha se colocó la lechada sobre la superficie de contacto con el mortero de las unidades de albañilería.
- Se colocó el mortero sobre la lechada en un tiempo máximo de 20 minutos.

### **3.6.7 Compresión axial de pilas de albañilería**

Norma de Referencia: NTP 399.605:2013

La construcción de las pilas se realizó con mano de obra calificada.

Las pilas de albañilería tuvieron una relación de esbeltez entre 1.3 y 5.0. Por lo que se usó 4 ladrillos por cada pila.

Se construyó 4 pilas para cada combinación de ladrillo KK de 18 huecos y mortero.

Los morteros que constituyeron las pilas de albañilería son: mortero convencional 1:4, mortero convencional 1:5 con aditivo mejorador de adherencia, mortero industrial embolsado y mortero polimérico.

Las juntas tuvieron una altura de 12 mm con mortero cementicio y de 1 a 3 mm con mortero polimérico

Los ensayos se realizaron a los 28 días de edad.

#### **3.6.7.1 Elaboración de las pilas de albañilería con morteros cementicios**

##### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- Ladrillo Lark King Kong industrial de 18 huecos.
- Morteros cementicios en estado plástico.
- Nivel de mano
- Cepillo

##### **b) Procedimiento**

- Se localizó una base plana y nivelada, donde también se almacenó hasta su traslado.
- Se remojaron los ladrillos durante 5 minutos en agua, para que no absorba la humedad del mortero.
- Se limpiaron los ladrillos de toda impureza.
- Se clocar el ladrillo sobre la superficie y se comenzó con la construcción.
- Se colocó el mortero sobre las caras de asentamiento de manera uniforme, usando un escantillón para controlar la altura adecuada del mortero.

- Se controló la verticalidad y horizontalidad de la pila mediante el uso del nivel de mano y plomada.

### **3.6.7.2 Elaboración de las pilas de albañilería con mortero polimérico**

#### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- Ladrillo Lark King Kong industrial de 18 huecos.
- Mortero polimérico Massa DunDun.
- Bolsa grande impermeable.
- Nivel de mano

#### **b) Procedimiento**

- Se localizó una base plana y nivelada, donde también se almacenó hasta su traslado.
- Se limpió el ladrillo de grasas, aceites, polvo o arena.
- Se colocó el mortero siguiendo las instrucciones del distribuidor. Se aplicó el mortero en forma de cordón, 2 veces, a lo largo de la cara de asiento del ladrillo.
- Se controló la verticalidad y horizontalidad de la pila mediante el uso del nivel de mano y plomada.

### **3.6.7.3 Ensayo a compresión axial de las pilas de albañilería**

#### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- Pilas de albañilería.
- Regla.
- Wincha.
- Nivel de mano.
- Máquina universal de compresión uniaxial.

#### **b) Procedimiento**

- Se transportó los prismas de forma adecuada para evitar sacudidas, vuelcos o rebotes.
- Se midieron y registraron en las hojas de control la longitud y el ancho en los bordes de las caras inferior y superior de las pilas, luego determinar la longitud y ancho promedio con las 4 medidas de cada dimensión.
- Se midió y registró la altura midiendo en la zona media de cada cara de la pila, la altura promedio se determinó promediando las 4 medidas.

- Se calculó y registró el área neta de los prismas con la longitud y ancho promedio.
- Se realizó el refrentado con yeso. La altura del refrentado no debe exceder de 3mm.
- Se colocó el prisma sobre una placa de apoyo que tenga un espesor no menor de 6 mm. Se alineó la pila con el centro de aplicación de carga de la máquina, luego se colocó la placa superior y se ajustó con la rótula de la máquina.
- Se aplicó una carga inicial a la mitad de la carga total esperada, la carga remanente se aplicó a una velocidad uniforme en que la falla se dio en no menos de 1 minuto ni mayor a 2 minutos.
- Se registró la carga máxima y se anotó el modo de falla.

### c) Cálculo

La resistencia a compresión de la pila de albañilería ( $f_m$ ) se determinó mediante la Fórmula 17.

$$f_m = \frac{P}{A} * t \quad (\text{Fórmula 17})$$

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión axial de la pila (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Carga máxima de falla (kg).

A = Área neta de la sección transversal de la pila (cm<sup>2</sup>).

t = Factor de corrección por esbeltez de la pila, que es la relación entre  $h_p$  (altura de la pila) y  $t_p$  (menor dimensión lateral de la pila). Esta relación se indica en la Tabla N° 9.

### Tabla N° 9.

*Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión de prismas de albañilería.*

hp/tp	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
<b>Factor de corrección (t)</b>	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

Fuente: NTP 399.605 (2013).

Una vez obtenida la resistencia a compresión axial de las pilas, se determinó la desviación estándar ( $\sigma$ ) (Fórmula 18).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n (f_{mi} - f_{mp})^2}{n-1}}; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (\text{Fórmula 18})$$

Donde:

$\sigma$  = Desviación estándar (kg/cm<sup>2</sup>).

$f_{mi}$  = Resistencia a la compresión axial de cada pila (kg/cm<sup>2</sup>).

$f_{mp}$  = Resistencia a la compresión axial promedio de las pilas (kg/cm<sup>2</sup>).

n = Número de pilas

Una vez determinada la desviación estándar se obtuvo la resistencia a compresión axial promedio ( $f'_m$ ) (Fórmula 19).

$$f'_m = f_{mp} - \sigma \quad (\text{Fórmula 19})$$

### **3.6.8 Compresión diagonal de muretes de albañilería**

Norma de Referencia: NTP 399.621:2004

La construcción de los muretes se realizó con mano de obra calificada.

Los muretes de albañilería fueron cuadrados y con una dimensión de 600 mm x 600 mm.

Se construyeron 4 muretes para cada combinación de ladrillo KK de 18 huecos y mortero.

Los morteros que constituyeron los muretes de albañilería son: mortero convencional 1:4, mortero convencional 1:5 con aditivo mejorador de adherencia, mortero industrial embolsado y mortero polimérico.

Las juntas horizontales tuvieron una altura de 12 mm con mortero cementicio y de 1 a 3 mm con mortero polimérico. Las juntas verticales variarán entre 15 mm y 20mm.

Los ensayos se realizaron a los 28 días de edad.

Se moldearon 3 cubos de 50 mm de arista, con el mismo mortero que se elaboraron los muretes, la resistencia a la compresión se determinó siendo ensayados el mismo día que los muretes.

#### **3.6.8.1 Elaboración de los muretes de albañilería con morteros cementicios**

##### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- Ladrillo Lark King Kong industrial de 18 huecos.
- Morteros cementicios en estado plástico.
- Nivel de mano
- Cepillo

- Regla.
- Wincha.
- Plomada.

**b) Procedimiento**

- Se localizó una base plana y nivelada, donde también se almacenó hasta su traslado.
- Se limpió y sumergió los ladrillos en agua durante un aproximado de 5 minutos.
- Los ladrillos que entraron en contacto con la escuadra fueron rellenos con mortero de composición 1:3 para evitar fallas locales durante el ensayo.
- Se colocó la primera hilada conformada por los 3 ladrillos, con una junta horizontal de un ancho entre 15 mm a 20 mm, se aplicó una capa de mortero de altura 12 mm, sobre la cual se van a asentar 2 ladrillos y 2 porciones de ladrillo para lograr la longitud de 600 mm, las juntas verticales en esta hilada variarían entre 15 mm y 20 mm. Repetir el procedimiento hasta completar las 6 hiladas.
- Se verificó las medidas durante la elaboración, así como también la verticalidad con nivel de mano y plomada.

**3.6.8.2 Elaboración de los muretes de albañilería con mortero polimérico**

Las juntas horizontales y verticales de los muretes tuvieron una dimensión entre 1 y 3 mm.

Las dimensiones de los muretes fueron de 640 mm x 640 mm.

**a) Materiales, herramientas y equipos**

- Ladrillo Lark King Kong industrial de 18 huecos.
- Mortero polimérico.
- Bolsa de polietileno.
- Nivel de mano
- Cepillo
- Regla.
- Wincha.
- Plomada.

#### **b) Procedimiento**

- Se localizó una base plana y nivelada, donde también se almacenó hasta su traslado.
- Se limpió el ladrillo de grasas, aceites, polvo o arena.
- Los ladrillos que entraron en contacto con la escuadra se rellenaron con mortero de composición 1:3 para evitar fallas locales durante el ensayo.
- Se colocó el mortero siguiendo las instrucciones del distribuidor. Se colocó la primera hilada compuesta por 2 ladrillos y una porción adicional, con un espesor de junta de 1 a 3 mm, luego se distribuyó el mortero sobre las superficies de contacto de los ladrillos en forma de 2 hiladas paralelas a la longitud del murete y se asentó la siguiente hilada de ladrillos. Se repitió este procedimiento hasta completar 7 hiladas.
- Se verificó las medidas durante la elaboración, así como también la verticalidad con nivel de mano y plomada.

#### **3.6.8.3 Ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería**

##### **a) Materiales, herramientas y equipos**

- Muretes de albañilería.
- Regla.
- Wincha.
- Nivel de mano.
- Máquina tipo pórtico universal.

##### **b) Procedimiento**

- Se transportó los muretes de forma adecuada para evitar sacudidas, vuelcos o rebotes.
- Se midió y registró en las hojas de control la longitud, altura y ancho de los muretes, luego se determinó la longitud, altura y ancho promedio con las 4 medidas de cada dimensión.
- Se calculó y registró el área bruta de los muretes con las dimensiones promedio.
- Se colocó las escuadras inferior y superior alineadas y centradas con la superficie de carga de la máquina.
- Se colocó el murete en las escuadras, teniendo en cuenta que los ladrillos con relleno de mortero sean los que estén en contacto con estas.

- Se midió y registró el acortamiento de la diagonal vertical.
- La carga inicial se aplicó a una velocidad adecuada hasta la mitad de la posible carga máxima, luego se ajustaron los controles para que la velocidad de carga fue uniforme a 1 Tn por minuto.
- Se registró la carga máxima y se anotó el modo de falla.

**c) Cálculo**

La resistencia a compresión diagonal o esfuerzo cortante del murete de albañilería ( $V_m$ ) se determinó mediante la Fórmula 20.

$$V_m = \frac{0.707P}{A_b} \quad (\text{Fórmula 20})$$

Donde:

$V_m$  = Esfuerzo cortante sobre el área bruta ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P$  = Carga máxima de falla ( $\text{kg}$ ).

$A_b$  = Área bruta del murete ( $\text{cm}^2$ ).

El área bruta del murete ( $A_b$ ) se determinó mediante la Fórmula 21.

$$A_b = \frac{l+h}{2} * t \quad (\text{Fórmula 21})$$

Donde:

$l$  = Longitud promedio del murete ( $\text{cm}$ ).

$h$  = Altura promedio del murete ( $\text{cm}$ ).

$t$  = Espesor promedio del murete ( $\text{cm}$ ).

Una vez se obtuvo el esfuerzo cortante de los muretes, se determinó la desviación estándar ( $\sigma$ ) (Fórmula 22).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n (V_{mi} - V_{mp})^2}{n-1}}; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (\text{Fórmula 22})$$

Donde:

$\sigma$  = Desviación estándar ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$V_{mi}$  = Esfuerzo cortante de cada murete ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$V_{mp}$  = Esfuerzo cortante promedio de los muretes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

n = Número de muretes

Una vez determinada la desviación estándar se obtuvo la resistencia a compresión diagonal o esfuerzo cortante promedio ( $V'_m$ ) (Fórmula 23).

$$V'_m = V_{mp} - \sigma \quad (\text{Fórmula 23})$$

El cálculo de la deformación angular ( $\gamma$ ), esta se determinó mediante la Fórmula 24.

$$\gamma = \frac{\Delta V + \Delta H}{g} \quad (\text{Fórmula 24})$$

Donde:

$\gamma$  = Deformación angular (mm/mm).

$\Delta V$  = Acortamiento vertical (mm).

$\Delta H$  = Alargamiento horizontal (mm).

g = Longitud de medición de deformaciones horizontal y vertical (mm).

El módulo de rigidez (G) se determinó mediante el esfuerzo cortante ( $\Delta V_m$ ) y deformación angular ( $\Delta \gamma$ ) comprendidos entre el 10% y 50% del esfuerzo cortante máximo del ensayo.

$$G = \frac{\Delta V_m}{\Delta \gamma_m} \quad (\text{Fórmula 25})$$

### 3.7 Presentación de resultados

#### 3.7.1 Características de la unidad de albañilería

La unidad de albañilería utilizada fue el ladrillo King Kong de 18 huecos fabricado por la empresa Ladrillos Lark, las características de este ladrillo dadas por la empresa productora mediante la ficha técnica, se muestran en la Tabla N° 10.

**Tabla N° 10.**

*Características del ladrillo King Kong de 18 huecos marca Lark de acuerdo a la ficha técnica del fabricante.*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>		
<b>Clase</b>	Construcciones de muro portante		
<b>Dimensiones (mm)</b>	<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>
	90	125	230
<b>Peso (kg)</b>	2.70		
<b>Tipo</b>	IV		
<b>Variación dimensional (mm)</b>	± 2.0		
<b>Alabeo (mm)</b>	1		
<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	277.00		
<b>Absorción (%)</b>	12.80		

*Fuente: Ladrillos Lark, 2019.*

Se procedió a determinar las características del ladrillo mediante los procedimientos indicados en el ítem 3.6.1; y se obtuvo los resultados indicados en la Tabla N° 11.

**Tabla N° 11.**

*Características del ladrillo King Kong de 18 huecos marca Lark obtenidas en laboratorio.*

<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>		
Variación Dimensional		<b>Longitud</b>	<b>Ancho</b>	<b>Altura</b>
	%	-0.49	0.96	-0.90
Alabeo	mm	2.40		
Absorción	%	12.96		
Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	100.59		

### 3.7.2 Características de la arena gruesa

Los datos obtenidos fueron calculados mediante el procedimiento indicado en el ítem 3.6.2.

**Tabla N° 12.**

*Características de la arena gruesa.*

<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Módulo de fineza	-	2.18
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>	1572.01
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1803.06
Contenido de humedad	%	4.70
Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>	2.634
Peso específico sss	gr/cm <sup>3</sup>	2.708
Peso específico aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.844
Absorción	%	2.81

### 3.7.3 Resistencia a la compresión de los cubos de mortero

Se realizaron los ensayos a compresión de los morteros cementicios, con excepción del mortero polimérico debido a la consistencia plástica que posee no permitió la elaboración de los especímenes para el ensayo de compresión.

**Tabla N° 13.**

*Resistencia a la compresión de los tipos de mortero.*

<b>Espécimen</b>	<b>Edad (días)</b>	<b><i>f'</i>c</b>	<b>Unidad</b>
Mortero 1:4	7	98.60	kg/cm <sup>2</sup>
Mortero 1:5	7	101.91	kg/cm <sup>2</sup>
Mortero Industrial	7	153.16	kg/cm <sup>2</sup>
Mortero 1:4	28	205.59	kg/cm <sup>2</sup>
Mortero 1:5	28	163.21	kg/cm <sup>2</sup>
Mortero Industrial	28	293.98	kg/cm <sup>2</sup>

### 3.7.4 Compresión axial en pilas de albañilería

Las pilas de albañilería se ensayaron siguiendo el procedimiento indicado en el ítem 3.6.7.

**Tabla N° 14.**

*Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería con los tipos de mortero.*

<b>Espécimen</b>	<b>Edad (días)</b>	<b><math>f'm</math></b>	<b>Unidad</b>
Mortero 1:4	28	108.48	kg/cm <sup>2</sup>
Mortero 1:5 + aditivo mejorador de adherencia	28	93.90	kg/cm <sup>2</sup>
Mortero industrial	28	104.64	kg/cm <sup>2</sup>
Mortero polimérico	28	31.46	kg/cm <sup>2</sup>

### 3.7.5 Compresión diagonal en muretes de albañilería

Los muretes de albañilería se ensayaron siguiendo el procedimiento indicado en el ítem 3.6.8.

**Tabla N° 15.**

Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con los tipos de mortero.

<b>Espécimen</b>	<b>Edad (días)</b>	<b><math>V'm</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Y (mm/mm)</b>	<b>G (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Mortero 1:4	28	9.61	0.00404	2572.09
Mortero 1:5 + aditivo mejorador de adherencia	28	8.00	0.00515	2287.48
Mortero industrial	28	8.03	0.00447	2152.84
Mortero polimérico	28	1.50	0.00181	1640.37

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 Análisis de los resultados**

#### **4.1.1 Análisis de las características del ladrillo King Kong de 18 huecos**

El ladrillo King Kong de 18 huecos se clasificó como un ladrillo de CLASE III de acuerdo a la Tabla N° 1, que se basó en la norma E.070 – Albañilería; debido a que obtuvo una resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) de 100.59 kg/cm<sup>2</sup>, mayor a la mínima requerida para esa clase la cual es de 95 kg/cm<sup>2</sup>.

Para la CLASE III, la norma E.070 indica que los valores máximos para las características de variación dimensional y alabeo son de  $\pm 3\%$  y 6 mm respectivamente. Los resultados obtenidos de los ensayos mostraron un valor de 0.96% en variación dimensional y 2.40 mm en alabeo; por lo que cumplió con las características indicadas para dicha clase. Además, la norma E.070 señala que la absorción de las unidades de arcilla no debe ser mayor al 22%; en los ensayos se determinó una absorción promedio de 12.96%.

#### **4.1.2 Análisis de las características de la arena gruesa**

Se obtuvo un módulo de fineza de 2.18, que cumplió con los límites indicados en la norma E.070, los cuales están entre 1.6 y 2.5. En el ensayo de granulometría se encontró que la arena contenía más partículas finas que las recomendadas por la Norma E.070. La norma recomienda que, si no cumple la granulometría, los ensayos con pilas y muretes deben ser iguales o mayores a los característicos que ahí mismo se indican.

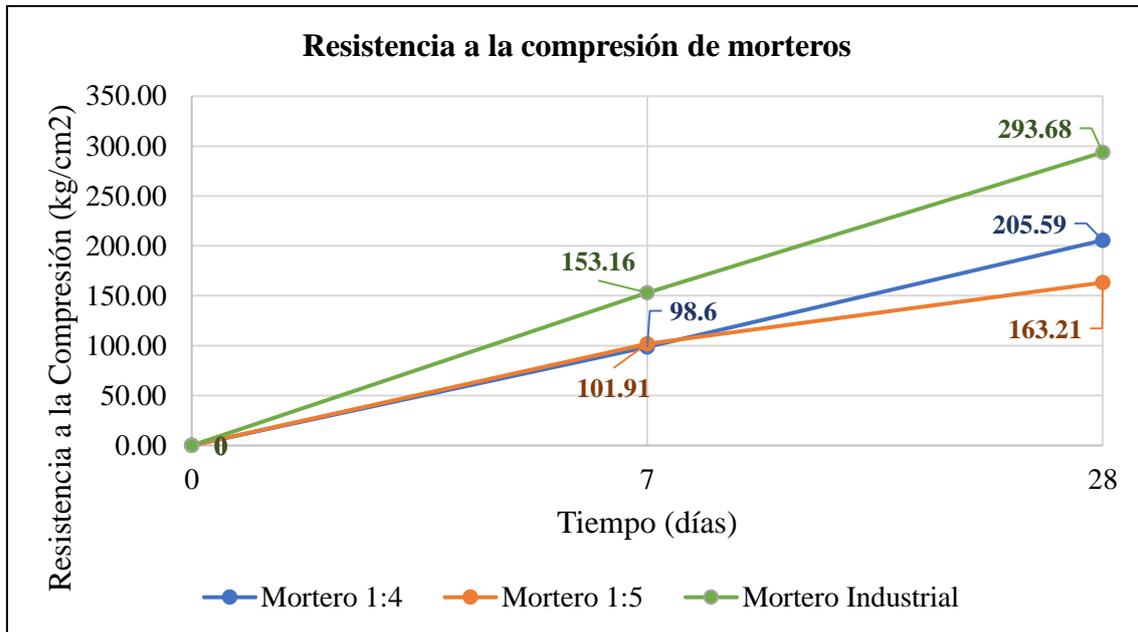
#### **4.1.3 Análisis de las características de los morteros**

A la edad de 7 días el mortero que obtuvo mejor resistencia a la compresión fue el mortero industrial con una resistencia de 153.16 kg/cm<sup>2</sup> seguido por el mortero 1:5 que obtuvo un valor de 101.91 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto que el mortero 1:4 obtuvo una resistencia de 98.60 kg/cm<sup>2</sup> siendo la resistencia más baja.

A la edad de 28 días la resistencia a compresión del mortero industrial fue 293.68 kg/cm<sup>2</sup>, el mortero 1:4 obtuvo un valor de 205.59 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que el mortero 1:5 obtuvo una resistencia de 163.21 kg/cm<sup>2</sup>. El mortero industrial fue el que tuvo la mayor resistencia a los 7 y 28 días; el mortero 1:5 tuvo una resistencia similar a los 7 días que el mortero 1:4, pero a los 28 días su resistencia decayó. En las Figuras N° 7 y N° 8 se pueden apreciar con mayor detalle las resistencias a compresión a los 7 y 28 días.

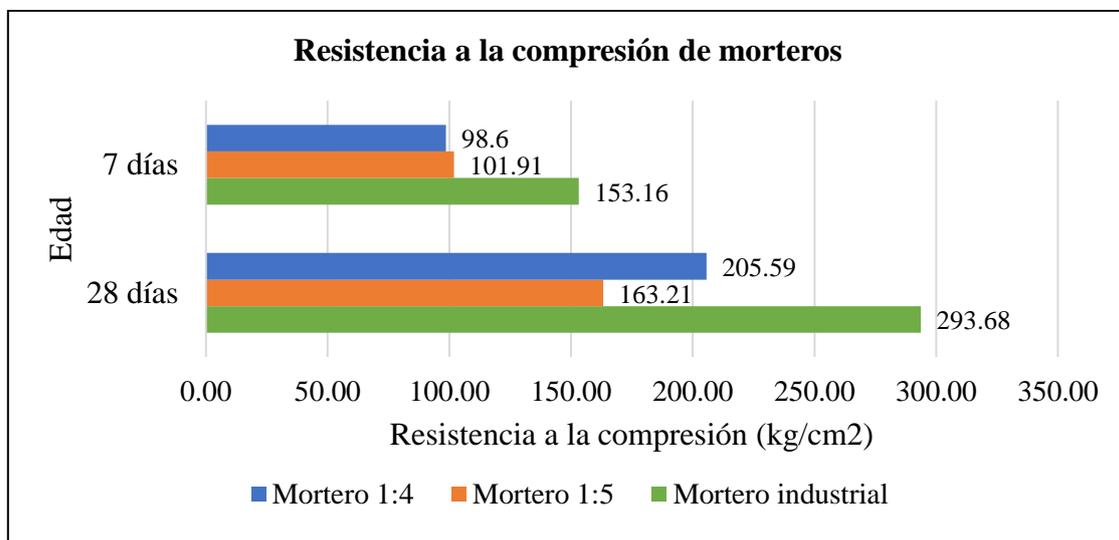
**Figura N° 7.**

*Resistencia a la compresión de los tipos de mortero a las edades de 7 y 28 días.*



**Figura N° 8.**

*Comparación de la resistencia a la compresión de los tipos de mortero a diferentes edades.*



#### 4.1.4 Análisis de las características de las pilas de albañilería

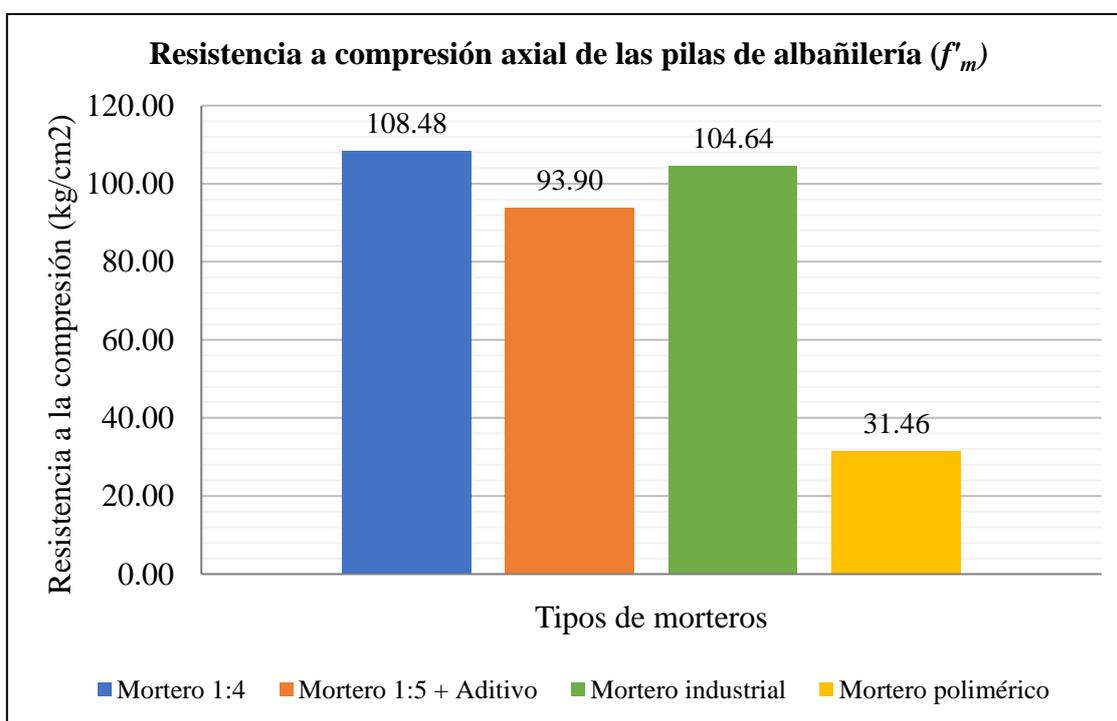
Como se aprecia en la Figura N° 9, las pilas que tuvieron mayor resistencia a la compresión axial fueron las que están compuestas por mortero 1:4 con un valor promedio de 108.48 kg/cm<sup>2</sup>. Las pilas que contienen mortero industrial obtuvieron una resistencia

de 104.64 kg/cm<sup>2</sup>, seguida por las pilas que contienen mortero 1:5 más aditivo mejorador de adherencia con una resistencia de 93.90 kg/cm<sup>2</sup>.

Las pilas compuestas por mortero polimérico obtuvieron una resistencia promedio de 31.46 kg/cm<sup>2</sup>. Esta resistencia no logró superar la resistencia característica dada por la norma E.070.

### Figura N° 9.

*Resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería de los distintos tipos de mortero.*

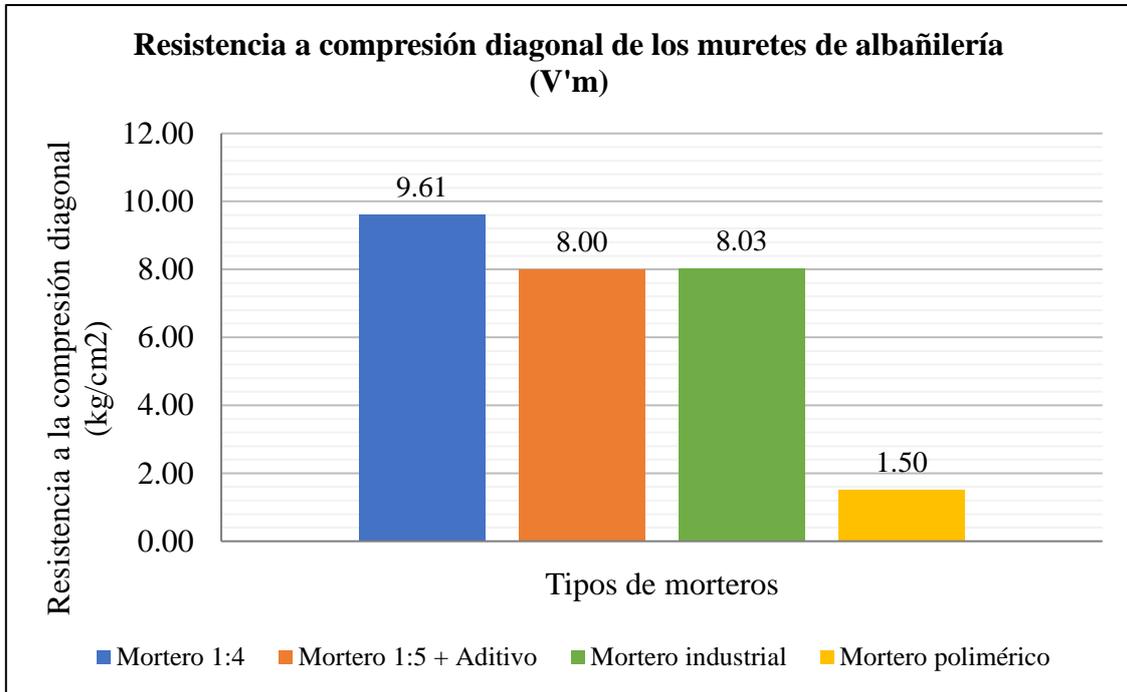


#### 4.1.5 Análisis de las características de los muretes de albañilería

Los muretes con la combinación con mortero 1:4, mortero patrón, fueron las que tuvieron mayor resistencia a la compresión diagonal de 9.61 kg/cm<sup>2</sup>. Los muretes que contienen mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia y mortero industrial obtuvieron una resistencia de 8.00 kg/cm<sup>2</sup> y 8.03 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Los muretes con mortero polimérico obtuvieron una resistencia de 1.50 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la más baja de todas las resistencias a la compresión diagonal de los muretes, como se puede apreciar en la Figura N° 10.

**Figura N° 10.**

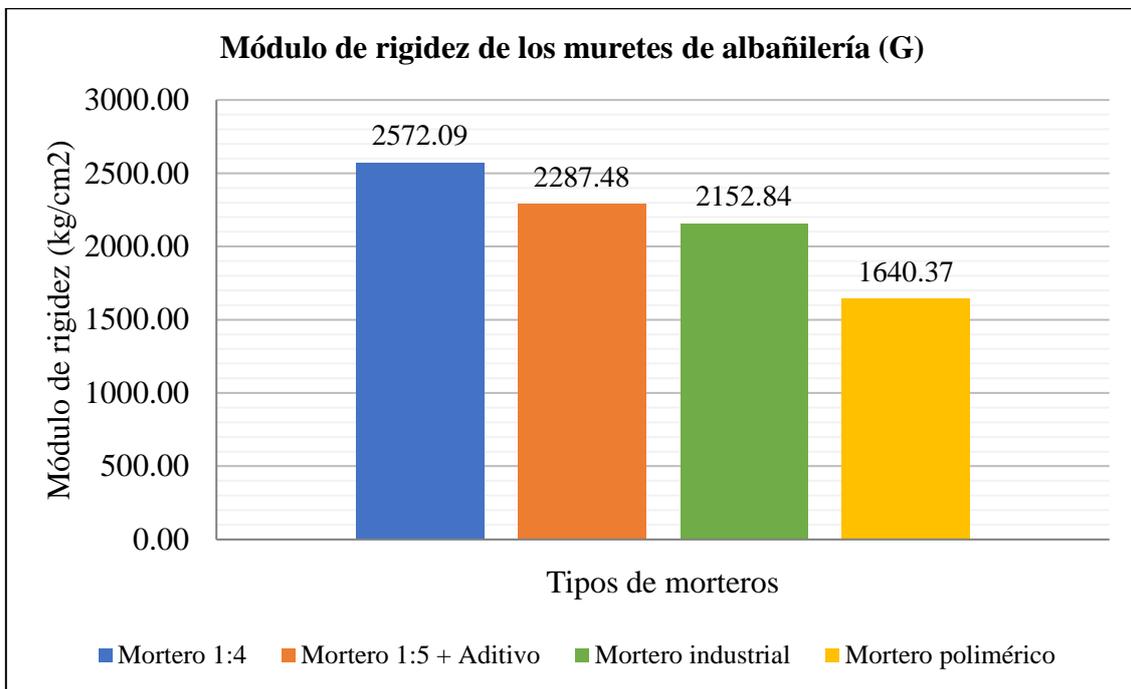
*Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería de los distintos tipos de mortero.*



Con respecto a la Figura N° 11, el módulo de rigidez de los muretes con mortero 1:4 fueron los que poseen el mayor valor con 2572.09 kg/cm<sup>2</sup>. Los muretes con mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia presentó mayor rigidez con un módulo de 2287.48 kg/cm<sup>2</sup>. Los muretes compuestos por mortero industrial obtuvieron un módulo de rigidez de 2152.84 kg/cm<sup>2</sup>. Por último, se tiene que el módulo de rigidez de los muretes con mortero polimérico obtuvo un valor promedio de 1640.37 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura N° 11.**

*Módulo de rigidez de los muretes de albañilería de los distintos tipos de mortero.*



#### **4.2 Contratación de la hipótesis**

El mortero de tipo industrial obtuvo mayor resistencia a la compresión a los 7 y 28 días con 153.16 kg/cm<sup>2</sup> y 293.68 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, mientras que el mortero convencional 1:4 en conjunto con los ladrillos obtuvo mejores resistencias en compresión axial y compresión diagonal con valores de 108.48 kg/cm<sup>2</sup> y 9.61 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; estos resultados difieren de la hipótesis planteada debido a que el mortero convencional 1:4 obtuvo mejores características estructurales.

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- El análisis de las características estructurales de los morteros convencionales, del mortero industrial y del mortero polimérico, reveló que el mortero convencional 1:4 (cemento:arena) obtuvo el mejor desempeño en los ensayos de resistencia a compresión axial y compresión diagonal; además de cumplir con las mínimas resistencias características especificadas por la norma E.070. Albañilería.
- El mortero industrial embolsado ofreció la mejor resistencia a compresión de los especímenes cúbicos a los 28 días con un valor de 293.68 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto que los morteros convencionales 1:4 y 1:5 alcanzaron la resistencia de 205.59 kg/cm<sup>2</sup> y 163.21 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
- En cuanto a la compresión axial de las pilas de albañilería, los morteros cementicios obtuvieron mejor resistencia a la compresión axial ( $f'_m$ ) que el mortero polimérico, siendo las de mayor resistencia las pilas compuestas por mortero convencional 1:4 con un valor  $f'_m$  de 108.48 kg/cm<sup>2</sup>, las pilas de mortero industrial y mortero convencional 1:5 con aditivo mejorador de adherencia mostraron una resistencia de 104.64 kg/cm<sup>2</sup> y 93.90 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Estas resistencias superaron la resistencia característica indicada en la norma E.070 para pilas de ladrillos de arcilla King Kong industrial que tiene un valor de 65 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, las pilas de mortero polimérico solo alcanzaron una resistencia de 31.46kg/cm<sup>2</sup>.
- En relación a la resistencia a compresión diagonal ( $V'_m$ ) de los muretes de albañilería, los elaborados con mortero convencional 1:4 lograron la resistencia de 9.61 kg/cm<sup>2</sup>. Los muretes elaborados con mortero industrial obtuvieron una resistencia de 8.03 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los elaborados con mortero convencional 1:5 con aditivo mejorador de adherencia alcanzaron el valor de 8.00 kg/cm<sup>2</sup>. Los que obtuvieron la menor resistencia  $V'_m$  fueron los muretes elaborados con mortero polimérico con valor de 1.50 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a compresión diagonal característica indicada en la norma E.070 tiene un valor de 8.10 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que esta resistencia fue solo superada por los muretes con mortero convencional 1:4.

## 5.2 Recomendaciones

- Continuar con la aplicación del mortero convencional 1:4 en la construcción de muros en edificaciones debido a que ofrece mejores características estructurales.
- Usar el mortero polimérico en mampostería no esencial debido a su baja resistencia.
- El uso del aditivo mejorador de adherencia Sikalatex solamente se utilizó en la cara horizontal donde se asienta el ladrillo, como recomendación para una futura investigación se debe aplicar en todas las caras de la unidad de albañilería que tengan contacto con el mortero.
- Debido a la aplicación del mortero polimérico Massa Dundun sólo en dos hiladas sobre los ladrillos, se recomienda para un futuro estudio aplicar adicionalmente una hilada de mortero por todo el perímetro de la unidad. Además, una comparación añadiendo el mortero polimérico en las juntas verticales de los muretes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cisneros Fariño, R. P. (2019). *Análisis comparativo para el control de parámetros de resistencia y trabajabilidad; entre morteros tradicionales para pega de bloques de concreto y el mortero industrializado Pegablock tipo N mortero para pegar bloques de compresión moderada, de INTACO*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Cordero Estévez, G. D., Cárdenas Gutiérrez, J. A., & Rojas Suárez, J. P. (2022). *Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI*. Bogotá, Colombia.
- Cornejo Arteaga, P. M. (2016). *Aplicaciones de los polímeros*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, México.
- Escandón Martel, J. V. (2019). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial en las pilas de albañilería utilizando la massa dun dun frente a un mortero convencional en el distrito de Huánuco - 2019*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
- García López de la Osa, G. (2020). *Análisis de la adherencia entre mortero y piezas de cerámica*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- García, V. J., Pérez, J. G., Zuñiga Suárez, A. R., Márquez, C. O., Fernández Martínez, F., & Hernández Olivares, F. (2016). *Optimización de mezclas para la elaboración de ladrillos de arcilla usando el ensayo del Brasil*.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2014). *Diseño y control de mezclas de concreto* (Segunda ed.). Illinois, Estados Unidos.
- Matta Quezada, E. Z. (2018). *Estudio comparativo del mortero convencional y el mortero polimérico en el comportamiento mecánico de muros de albañilería*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Norma E.070 Albañilería. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú.
- Navas Carro, A., & Arias Barrantes, E. (2015). *Propiedades del mortero empacado en seco para pega de bloques de mampostería*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Navas Carro, A., & Arias Barrantes, E. (2018). *Propiedades del mortero empacado en seco para pega de bloques de mampostería*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Reyes Castañeda, C. H. (2018). *Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- San Bartolomé, A., Quiun, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Lima, Perú.
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*.
- Sánchez Paniagua, A. A. (2013). *Comparación de adherencia entre 2 tipos de ladrillo - 2 tipos de mortero*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Venero Carrasco, F. F. (2020). *Caracterización y comparación del uso de morteros de cementos portland y mortero polimérico en muros de albañilería*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.



## ANEXO A. ENSAYOS DEL LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS

### 1. Variabilidad dimensional

**Tabla N° 16.**

*Variación dimensional de las dimensiones de cada muestra de ladrillo.*

Muestra	Longitud	Ancho	Altura	Variación	Variación	Variación
	Promedio	Promedio	Promedio	Dimensional	Dimensional	Dimensional
	Lp (mm)	Ap (mm)	Hp (mm)	en Longitud V <sub>L</sub>	en Ancho V <sub>A</sub>	en Altura V <sub>H</sub>
U - 1	229.3	124.3	90.5	0.31%	0.56%	-0.55%
U - 2	229.5	124.1	91.1	0.22%	0.73%	-1.21%
U - 3	230.6	123.9	91	-0.26%	0.89%	-1.10%
U - 4	229.7	124.1	90.5	0.13%	0.73%	-0.55%
U - 5	231.5	123.1	90.6	-0.65%	1.54%	-0.66%
U - 6	231.0	123.3	91.4	-0.43%	1.38%	-1.53%
U - 7	229.6	123.9	91.1	0.17%	0.89%	-1.21%
U - 8	232.3	123.1	91.2	-0.99%	1.54%	-1.32%
U - 9	229.9	124.3	90.3	0.04%	0.56%	-0.33%
U - 10	230.3	124	90.5	-0.13%	0.81%	-0.55%

**Tabla N° 17.**

*Variación dimensional promedio de los ladrillos.*

Variación Dimensional	Promedio		Variación Dimensional más desfavorable
	Positivo (+)	Negativo (-)	
Longitud	0.17%	-0.49%	<b>-0.49%</b>
Ancho	0.96%	0	<b>0.96%</b>
Altura	0.0	-0.90%	<b>-0.90%</b>

## 2. Alabeo

**Tabla N° 18.**

*Alabeo promedio de los ladrillos.*

Muestra	Concavidad (mm)			Convexidad (mm)			Valor más desfavorable (mm)
	Superficie	Borde	Máxima	Superficie	Borde	Máxima	
U - 1	2.50	0.00	2.50	0.00	0.50	0.50	2.50
U - 2	2.50	0.00	2.50	0.00	2.00	2.00	2.50
U - 3	2.50	0.50	2.50	0.00	1.50	1.50	2.50
U - 4	2.50	0.00	2.50	0.00	1.00	1.00	2.50
U - 5	3.00	0.50	3.00	0.00	0.50	0.50	3.00
U - 6	2.00	0.00	2.00	0.00	1.00	1.00	2.00
U - 7	2.50	1.00	2.50	0.00	1.00	1.00	2.50
U - 8	2.00	0.00	2.00	0.00	1.00	1.00	2.00
U - 9	2.50	0.00	2.50	0.00	1.50	1.50	2.50
U - 10	2.00	0.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00
<b>Promedio</b>							<b>2.40</b>

## 3. Absorción

**Tabla N° 19.**

*Absorción de los ladrillos.*

Muestra	Peso seco $W_D$ (kg)	Peso saturado $W_s$ (kg)	Absorción (%)
U - 1	2.646	2.981	12.66%
U - 2	2.597	2.942	13.28%
U - 3	2.575	2.914	13.17%
U - 4	2.621	2.956	12.78%
U - 5	2.59	2.925	12.93%
Promedio			<b>12.96%</b>

#### 4. Resistencia a la compresión

**Tabla N° 20.**

*Dimensiones de las muestras de ladrillo para el ensayo a compresión.*

Muestra	Dimensión									
	Longitud (cm)					Ancho (cm)				
	L1	L2	L3	L4	L Prom	A1	A2	A3	A4	A Prom
U - 1	22.95	23.00	23.00	22.90	<b>22.96</b>	12.35	12.32	12.35	12.40	<b>12.36</b>
U - 2	22.95	23.05	23.00	23.05	<b>23.01</b>	12.30	12.32	12.35	12.30	<b>12.32</b>
U - 3	23.00	22.90	23.10	22.85	<b>22.96</b>	12.40	12.40	12.35	12.40	<b>12.39</b>
U - 4	22.80	23.00	22.80	23.10	<b>22.93</b>	12.44	12.45	12.41	12.43	<b>12.43</b>
U - 5	23.15	22.85	23.15	22.95	<b>23.03</b>	12.41	12.43	12.36	12.41	<b>12.40</b>

**Tabla N° 21.**

*Resistencia a la compresión característica del ladrillo.*

Muestra	Área bruta A (cm <sup>2</sup> )	Carga P (kg)	Resistencia a la compresión $f_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
U - 1	283.70	28600	<b>100.93</b>
U - 2	283.46	28800	<b>101.62</b>
U - 3	284.45	31500	<b>110.74</b>
U - 4	285.04	33200	<b>116.48</b>
U - 5	285.56	30300	<b>106.11</b>
Promedio $f_b$			<b>107.15</b>
Desviación estándar $\sigma$			6.56
Resistencia característica $f'_b$			<b>100.59</b>

## ANEXO B. ENSAYOS DE LA ARENA GRUESA

### 1. Granulometría y módulo de fineza

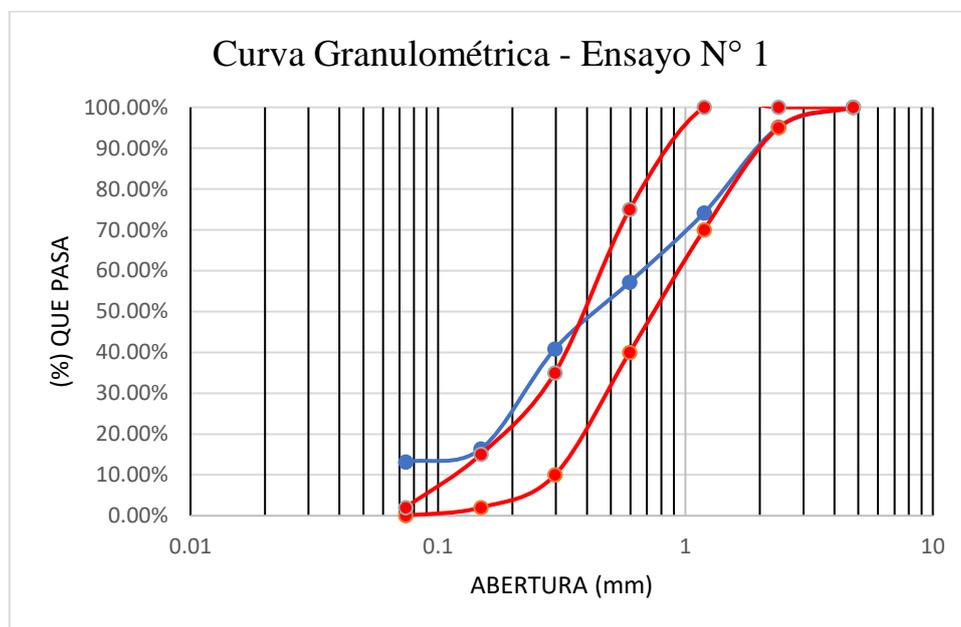
**Tabla N° 22.**

*Granulometría y módulo de fineza de la arena gruesa – Ensayo 1.*

Tamices	Abertura (mm)	Peso muestra retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa
N° 4	4.760	0	0.00%	0.00%	<b>100.00%</b>
N° 8	2.380	29	4.83%	4.83%	<b>95.17%</b>
N° 16	1.190	126	21.00%	25.83%	<b>74.17%</b>
N° 30	0.595	102	17.00%	42.83%	<b>57.17%</b>
N° 50	0.297	98	16.33%	59.17%	<b>40.83%</b>
N° 100	0.149	147	24.50%	83.67%	<b>16.33%</b>
N° 200	0.074	19	3.17%	86.83%	<b>13.17%</b>
<b>FONDO</b>		79	13.17%	100.00%	<b>0.00%</b>
<b>TOTAL</b>		600	100.00%		
<b>Módulo de fineza</b>					<b>2.16</b>

**Figura N° 12.**

*Curva granulométrica del ensayo N° 1.*



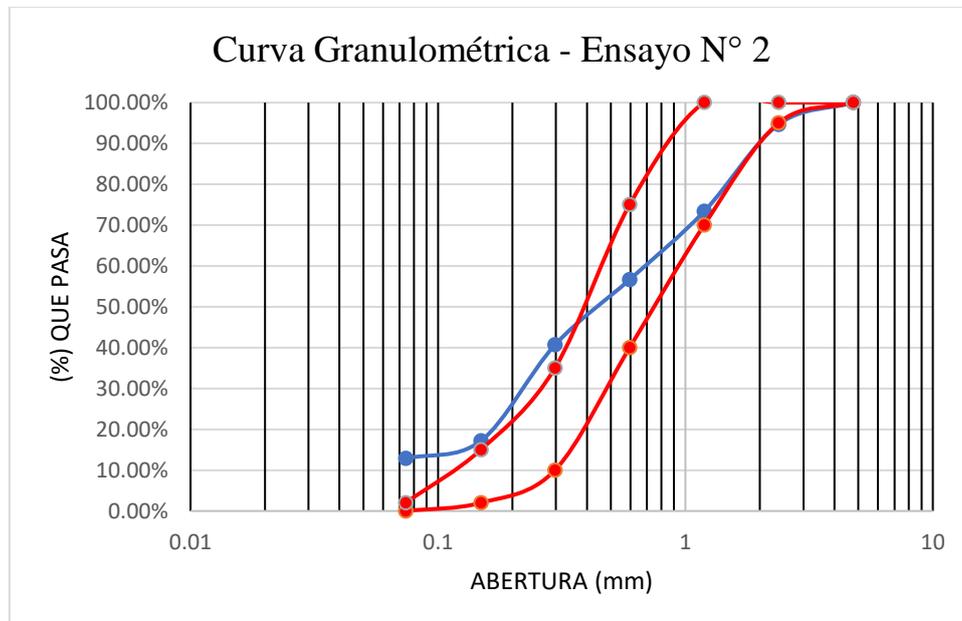
**Tabla N° 23.**

*Granulometría y módulo de fineza de la arena gruesa – Ensayo 2.*

<b>Tamices</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso muestra retenido (gr)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido acumulado</b>	<b>% Que pasa</b>
N° 4	4.760	0	0.00%	0.00%	<b>100%</b>
N° 8	2.380	32	5.33%	5.33%	<b>94.67%</b>
N° 16	1.190	128	21.33%	26.67%	<b>73.33%</b>
N° 30	0.595	100	16.67%	43.33%	<b>56.67%</b>
N° 50	0.297	96	16.00%	59.33%	<b>40.67%</b>
N° 100	0.149	141	23.50%	82.83%	<b>17.17%</b>
N° 200	0.074	26	4.33%	87.17%	<b>12.83%</b>
<b>FONDO</b>		77	12.83%	100%	<b>0.00%</b>
<b>TOTAL</b>		600	100.00%		
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.18</b>

**Figura N° 13.**

*Curva granulométrica del ensayo N° 2.*



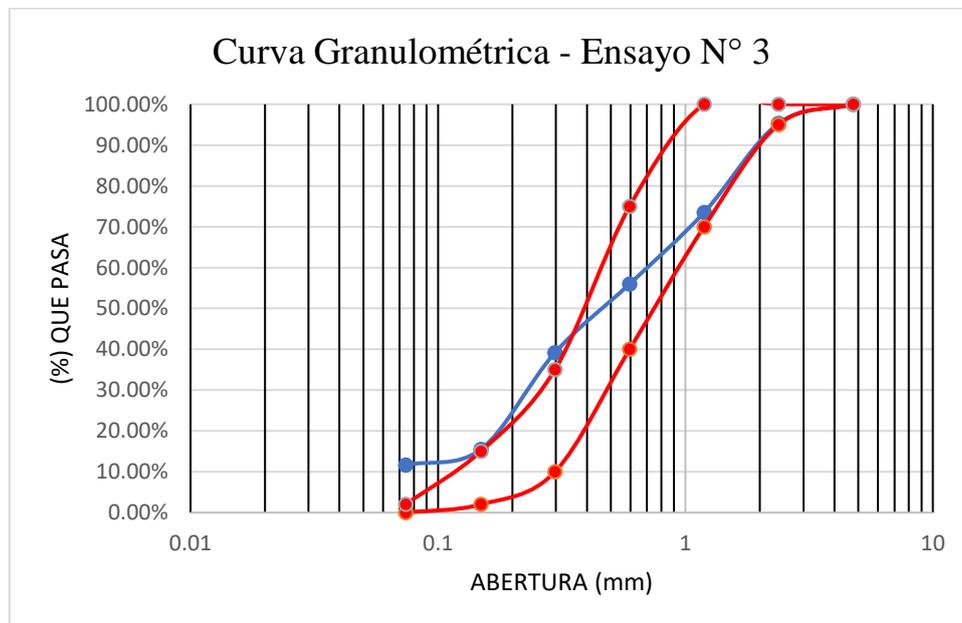
**Tabla N° 24.**

*Granulometría y módulo de fineza de la arena gruesa – Ensayo 3.*

<b>Tamices</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>Peso muestra retenido (gr)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido acumulado</b>	<b>% Que pasa</b>
N° 4	4.760	0	0%	0.00%	<b>100.00%</b>
N° 8	2.380	28	4.67%	4.67%	<b>95.33%</b>
N° 16	1.190	131	21.83%	26.50%	<b>73.50%</b>
N° 30	0.595	105	17.50%	44.00%	<b>56.00%</b>
N° 50	0.297	101	16.83%	60.83%	<b>39.17%</b>
N° 100	0.149	142	23.67%	84.50%	<b>15.50%</b>
N° 200	0.074	23	3.83%	88.33%	<b>11.67%</b>
<b>FONDO</b>		70	11.67%	100.00%	<b>0.00%</b>
<b>TOTAL</b>		600	100.00%		
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.21</b>

**Figura N° 14.**

*Curva granulométrica del ensayo N° 3.*



## 2. Peso unitario suelto

Tabla N° 25.

*Datos para el cálculo del peso unitario suelto.*

Descripción	Unidad	Cantidad
Peso recipiente	kg	4.406
Peso recipiente + agua	kg	7.417
Volumen recipiente	m3	0.003011

Tabla N° 26.

*Peso unitario suelto de la arena gruesa.*

Descripción	Unidad	Cantidad		
		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Peso recipiente + muestra	kg	9.145	9.133	9.140
Peso muestra	kg	4.739	4.727	4.734
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m3	<b>1573.90</b>	<b>1569.91</b>	<b>1572.24</b>
Promedio	kg/m3		<b>1572.01</b>	

## 3. Peso unitario compactado

Tabla N° 27.

*Peso unitario compactado de la arena gruesa.*

Descripción	Unidad	Cantidad		
		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Peso recipiente + muestra	kg	9.833	9.815	9.857
Peso muestra	kg	5.427	5.409	5.451
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m3	<b>1802.39</b>	<b>1796.41</b>	<b>1810.36</b>
Promedio	kg/m3		<b>1803.06</b>	

#### 4. Contenido de humedad

Tabla N° 28.

*Contenido de humedad de la arena gruesa.*

Descripción	Unidad	Cantidad		
		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Peso muestra inicial + recipiente	gr	1049	1000	1000
Peso muestra seca + recipiente	gr	1000	956	960
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>4.90</b>	<b>4.71</b>	<b>4.49</b>
<b>Promedio</b>	<b>%</b>		<b>4.70</b>	

#### 5. Peso específico, peso específico saturado superficialmente seco, peso específico aparente y absorción

Tabla N° 29.

*Peso específico, peso específico saturado superficialmente seco, peso específico aparente y absorción de la arena gruesa.*

Descripción	Unidad	Cantidad			Promedio
		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
Peso muestra SSS	gr	500	500	500	
Peso fiola + agua	gr	667	667	667	
Peso fiola + muestra + agua	gr	982	983	982	
Volumen recipiente	cm <sup>3</sup>	500	500	500	
Peso muestra seca final	gr	487	486	486	
<b>Peso específico</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.632</b>	<b>2.641</b>	<b>2.627</b>	<b>2.634</b>
<b>Peso específico sss</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.703</b>	<b>2.717</b>	<b>2.703</b>	<b>2.708</b>
<b>Peso específico aparente</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.831</b>	<b>2.859</b>	<b>2.842</b>	<b>2.844</b>
<b>Absorción</b>	<b>%</b>	<b>2.67</b>	<b>2.88</b>	<b>2.88</b>	<b>2.81</b>

## ANEXO C. ENSAYOS DE LOS CUBOS DE MORTERO

### 1. Mortero 1:4

**Tabla N° 30.**

*Dimensiones de los especímenes de mortero 1:4.*

Dimensión	Especimen					
	M 1:4 - 1	M 1:4 - 2	M 1:4 - 3	M 1:4 - 4	M 1:4 - 5	M 1:4 - 6
	5.01	5.00	5.03	5.05	5.04	4.99
Longitud	5.01	5.03	5.06	5.04	5.03	4.98
(cm)	5.06	4.96	5.00	5.03	5.05	5.00
	5.00	4.95	5.02	5.04	5.04	5.01
<b>Promedio</b>	<b>5.02</b>	<b>4.99</b>	<b>5.03</b>	<b>5.04</b>	<b>5.04</b>	<b>5.00</b>
	4.95	5.05	5.04	4.97	5.02	5.01
Ancho (cm)	5.00	5.04	5.04	4.98	5.02	5.02
	5.04	5.04	5.05	4.95	5.00	5.01
	4.95	4.96	5.04	4.97	5.02	5.05
<b>Promedio</b>	<b>4.99</b>	<b>5.02</b>	<b>5.04</b>	<b>4.97</b>	<b>5.02</b>	<b>5.02</b>
	5.03	4.97	5.04	5.05	5.02	5.04
Altura (cm)	5.03	4.99	5.05	5.05	5.03	5.03
	5.04	5.03	5.05	5.04	5.04	5.03
	4.99	4.96	5.01	5.03	5.05	5.05
<b>Promedio</b>	<b>5.02</b>	<b>4.99</b>	<b>5.04</b>	<b>5.04</b>	<b>5.04</b>	<b>5.04</b>

**Tabla N° 31.***Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero 1:4.*

Especímen	Edad (días)	Sección		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c prom (kg/cm <sup>2</sup> )
		Largo prom (cm)	Ancho prom (cm)				
M 1:4 - 1	7	5.02	4.99	25.02	2518.7	100.65	
M 1:4 - 2	7	4.99	5.02	25.04	2330.05	93.06	<b>98.60</b>
M 1:4 - 3	7	5.03	5.04	25.35	2588.04	102.09	
M 1:4 - 4	28	5.04	4.97	25.04	4841.61	193.38	
M 1:4 - 5	28	5.04	5.02	25.28	5462.62	216.12	<b>205.59</b>
M 1:4 - 6	28	5.00	5.02	25.09	5199.53	207.26	

**Tabla N° 32.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 1.*

Especímen		M 1:4 - 1	
Área (cm <sup>2</sup> )		25.02	
Altura Promedio (mm)		50.23	
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
509.86	0.00	0.00000	20.37
1019.72	0.05	0.00100	40.75
1529.57	0.32	0.00637	61.12
2039.43	0.58	0.01155	81.50
2518.70	0.63	0.01254	100.65

**Tabla N° 33.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 2.*

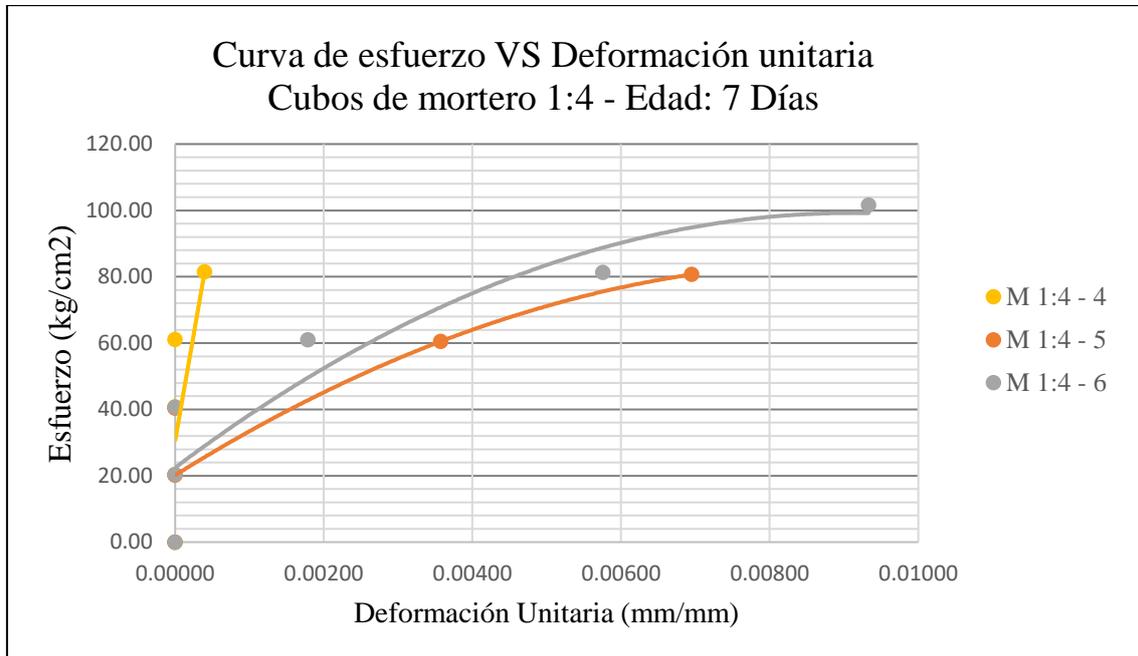
<b>Espécimen</b>		<b>M 1:4 - 2</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		25.04	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		49.88	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
509.86	0.02	0.00040	20.36
1019.72	0.07	0.00140	40.73
1529.57	0.22	0.00441	61.09
2039.43	0.45	0.00902	81.46
2330.05	0.52	0.01043	93.06

**Tabla N° 34.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 3.*

<b>Espécimen</b>		<b>M 1:4 - 3</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		25.35	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.38	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
509.86	0.00	0.00000	20.11
1019.72	0.00	0.00000	40.22
1529.57	0.07	0.00139	60.34
2039.43	0.30	0.00596	80.45
2549.29	0.53	0.01052	100.56
2588.04	0.54	0.01072	102.09

**Figura N° 15.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero 1:4 con edad de 7 días.*



**Tabla N° 35.**

*Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 4.*

Espécimen		M 1:4 - 4	
Area (cm <sup>2</sup> )		25.04	
Altura Promedio (mm)		50.41	
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
509.86	0.00	0.00000	20.36
1019.72	0.00	0.00000	40.73
1529.57	0.00	0.00000	61.09
2039.43	0.02	0.00040	81.46
2549.29	0.18	0.00357	101.82
3059.15	0.31	0.00615	122.19
3569.01	0.43	0.00853	142.55
4078.86	0.48	0.00952	162.92
4588.72	0.56	0.01111	183.28
4841.61	0.59	0.01170	193.38

**Tabla N° 36.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 5.*

<b>Espécimen</b>		<b>M 1:4 - 5</b>	
<b>Area (cm2)</b>		25.28	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.35	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
509.86	0.00	0.00000	20.17
1019.72	0.00	0.00000	40.34
1529.57	0.18	0.00357	60.52
2039.43	0.35	0.00695	80.69
2549.29	0.51	0.01013	100.86
3059.15	0.61	0.01212	121.03
3569.01	0.69	0.01370	141.20
4078.86	0.75	0.01490	161.38
4588.72	0.84	0.01668	181.55
5098.58	0.94	0.01867	201.72
5462.62	1.01	0.02006	216.12

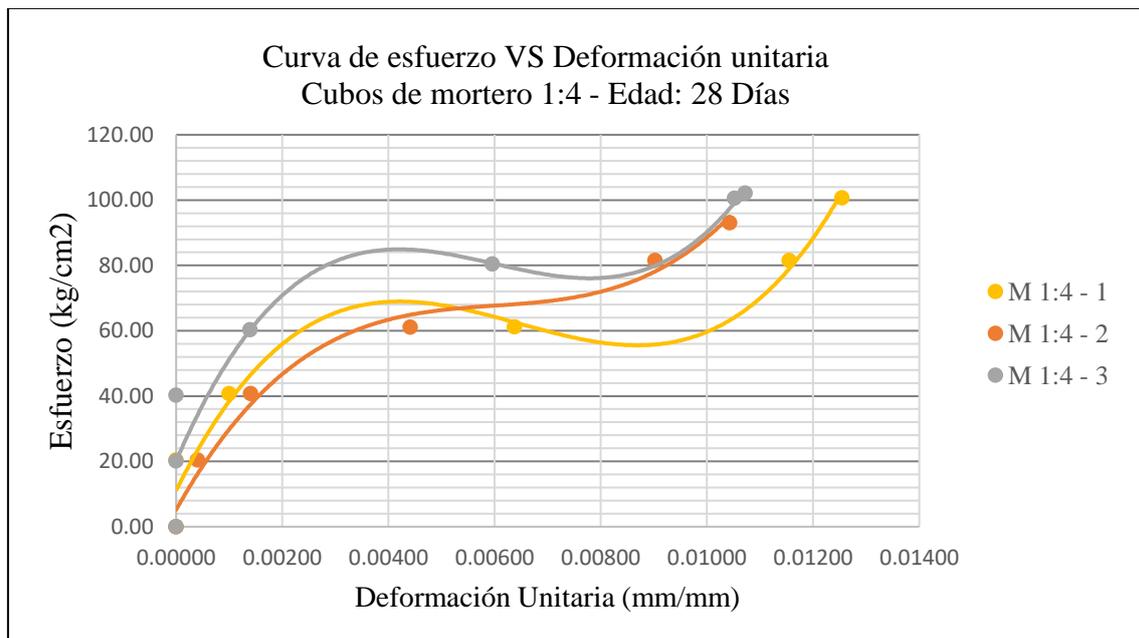
**Tabla N° 37.**

*Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:4 - 6.*

Espécimen		M 1:4 - 6	
Area (cm <sup>2</sup> )		25.09	
Altura Promedio (mm)		50.38	
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
509.86	0.00	0.00000	20.32
1019.72	0.00	0.00000	40.65
1529.57	0.09	0.00179	60.97
2039.43	0.29	0.00576	81.29
2549.29	0.47	0.00933	101.62
3059.15	0.60	0.01191	121.94
3569.01	0.72	0.01429	142.26
4078.86	0.84	0.01667	162.59
4588.72	0.92	0.01826	182.91
5098.58	0.96	0.01906	203.23
5199.53	1.00	0.01985	207.26

**Figura N° 16.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero 1:4 con edad de 28 días.*



## 2. Mortero 1:5

Tabla N° 38.

*Dimensiones de los especímenes de mortero 1:5.*

Dimensión	Especimen					
	M 1:5 - 1	M 1:5 - 2	M 1:5 - 3	M 1:5 - 4	M 1:5 - 5	M 1:5 - 6
Longitud (cm)	5.05	5.04	5.05	5.05	4.97	5.04
	5.02	5.06	4.99	5.01	4.99	5.06
	5.04	5.05	4.97	5.03	5.05	5.04
	5.05	5.05	5.04	5.05	5.01	5.05
<b>Promedio</b>	<b>5.04</b>	<b>5.05</b>	<b>5.01</b>	<b>5.04</b>	<b>5.01</b>	<b>5.04</b>
Ancho (cm)	5.03	5.05	5.06	5.05	4.97	5.02
	5.02	4.95	5.04	5.04	4.99	5.00
	4.97	4.96	5.01	5.04	4.97	5.02
	5.01	5.05	5.01	5.04	4.96	5.05
<b>Promedio</b>	<b>5.01</b>	<b>5.00</b>	<b>5.03</b>	<b>5.04</b>	<b>4.97</b>	<b>5.02</b>
Altura (cm)	4.95	5.04	5.02	5.05	5.05	4.98
	4.98	5.05	4.99	5.05	5.05	4.98
	5.04	5.04	4.97	5.04	5.00	4.97
	5.05	5.06	4.96	5.02	5.02	4.98
<b>Promedio</b>	<b>5.00</b>	<b>5.05</b>	<b>4.98</b>	<b>5.04</b>	<b>5.03</b>	<b>4.97</b>

Tabla N° 39.

*Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero 1:5.*

Especimen	Edad (días)	Sección		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c prom (kg/cm <sup>2</sup> )
		Largo prom (cm)	Ancho prom (cm)				
M 1:5 - 1	7	5.04	5.01	25.24	2750.2	108.97	
M 1:5 - 2	7	5.05	5.00	25.26	2464.7	97.57	101.91
M 1:5 - 3	7	5.01	5.03	25.22	2501.4	99.19	
M 1:5 - 4	28	5.04	5.04	25.40	4255.3	167.56	
M 1:5 - 5	28	5.01	4.97	24.91	3939.2	158.16	163.21
M 1:5 - 6	28	5.04	5.02	25.46	4173.7	163.91	

**Tabla N° 40.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>M 1:5 - 1</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		25.24	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.02	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.20
1019.72	0.00	0.00000	40.40
1529.57	0.11	0.00220	60.61
2039.43	0.30	0.00600	80.81
2549.29	0.58	0.01160	101.01
2750.17	0.63	0.01259	108.97

**Tabla N° 41.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>M 1:5 - 2</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		25.26	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.46	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.18
1019.72	0.00	0.00000	40.37
1529.57	0.03	0.00059	60.55
2039.43	0.27	0.00535	80.73
2464.65	0.49	0.00971	97.57

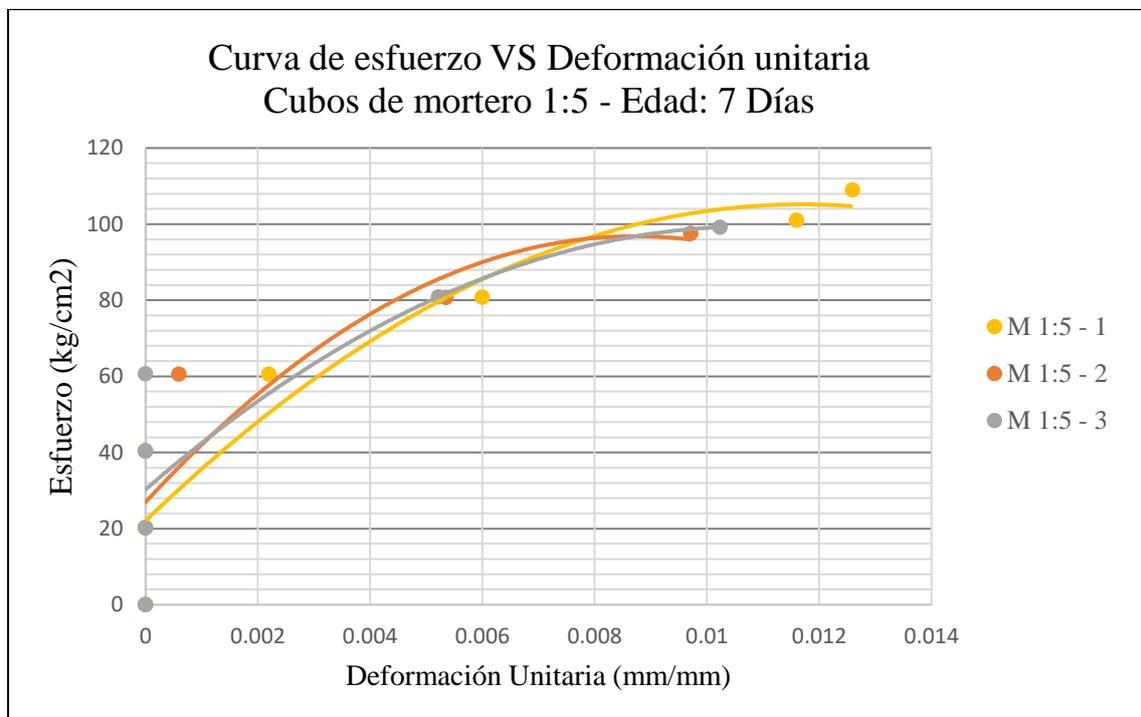
**Tabla N° 42.**

*Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 3.*

Espécimen		M 1:5 - 3	
Área (cm <sup>2</sup> )		25.22	
Altura Promedio (mm)		49.85	
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.22
1019.72	0.00	0.00000	40.44
1529.57	0.00	0.00000	60.66
2039.43	0.26	0.00522	80.88
2501.53	0.51	0.01023	99.20

**Figura N° 17.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero 1:5 con edad de 7 días.*



**Tabla N° 43.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>M 1:5 - 4</b>	
<b>Area (cm2)</b>		25.40	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.41	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.08
1019.72	0.00	0.00000	40.15
1529.57	0.00	0.00000	60.23
2039.43	0.01	0.00020	80.31
2549.29	0.17	0.00337	100.38
3059.15	0.36	0.00714	120.46
3569.01	0.48	0.00952	140.54
4078.86	0.59	0.01170	160.61
4255.27	0.61	0.01210	167.56

**Tabla N° 44.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 5.*

<b>Espécimen</b>		<b>M 1:5 - 5</b>	
<b>Área (cm2)</b>		24.91	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.32	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.47
1019.72	0.00	0.00000	40.94
1529.57	0.00	0.00000	61.41
2039.43	0.08	0.00159	81.88
2549.29	0.26	0.00517	102.36
3059.15	0.40	0.00795	122.83
3569.01	0.53	0.01053	143.30
3939.16	0.64	0.01272	158.16

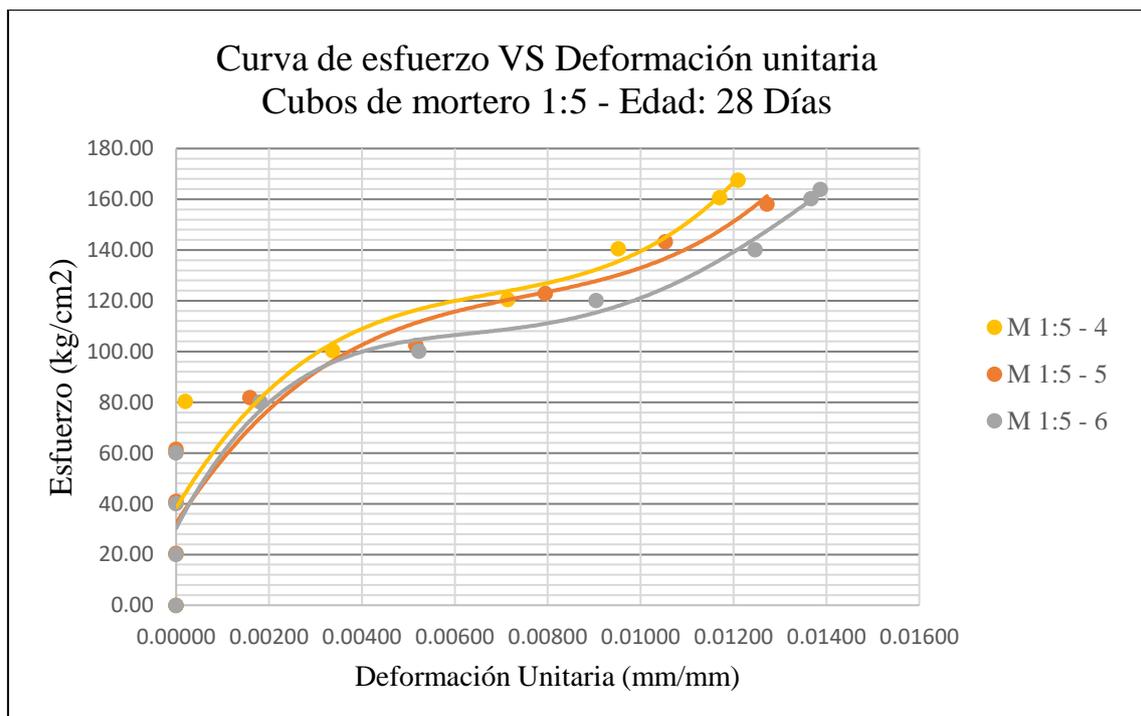
**Tabla N° 45.**

*Deformaciones y esfuerzos del espécimen M 1:5 - 6.*

Espécimen		M 1:5 - 6	
Área (cm <sup>2</sup> )		25.46	
Altura Promedio (mm)		49.75	
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
509.86	0.00	0.00000	20.02
1019.72	0.00	0.00000	40.05
1529.57	0.00	0.00000	60.07
2039.43	0.09	0.00181	80.09
2549.29	0.26	0.00523	100.12
3059.15	0.45	0.00905	120.14
3569.01	0.62	0.01246	140.17
4078.86	0.68	0.01367	160.19
4173.70	0.69	0.01387	163.91

**Figura N° 18.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero 1:5 con edad de 28 días.*



### 3. Mortero industrial

Tabla N° 46.

*Dimensiones de los especímenes de mortero industrial.*

Dimensión	Especimen					
	MI - 1	MI - 2	MI - 3	MI - 4	MI - 5	MI - 6
Longitud (cm)	5.00	5.04	4.98	4.96	5.04	4.97
	5.00	5.05	4.97	4.95	5.05	4.99
	5.05	5.04	4.96	5.04	5.05	5.05
	5.05	5.04	4.97	5.06	5.05	5.04
<b>Promedio</b>	<b>5.02</b>	<b>5.04</b>	<b>4.97</b>	<b>5.00</b>	<b>5.05</b>	<b>5.01</b>
Ancho (cm)	5.05	5.05	5.05	4.99	4.97	5.03
	5.04	5.05	5.01	4.95	4.96	5.05
	5.04	5.05	5.06	5.03	4.98	5.05
	5.04	5.02	5.04	4.98	4.99	5.04
<b>Promedio</b>	<b>5.04</b>	<b>5.04</b>	<b>5.04</b>	<b>4.99</b>	<b>4.96</b>	<b>5.04</b>
Altura (cm)	5.04	5.05	5.05	5.05	4.99	5.05
	5.03	5.05	5.03	5.01	4.97	4.99
	5.04	5.04	5.04	5.01	4.99	4.95
	5.03	5.02	5.04	5.04	5.01	5.05
<b>Promedio</b>	<b>5.04</b>	<b>5.04</b>	<b>5.04</b>	<b>5.03</b>	<b>4.99</b>	<b>5.01</b>

Tabla N° 47.

*Resistencia a la compresión de los especímenes de mortero industrial.*

Especimen	Edad (días)	Sección		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c prom (kg/cm <sup>2</sup> )
		Largo prom (cm)	Ancho prom (cm)				
MI - 1	7	5.02	5.04	25.32	3918.77	154.74	
MI - 2	7	5.04	5.04	25.43	4167.58	163.91	153.16
MI - 3	7	4.97	5.04	25.05	3528.22	140.83	
MI - 4	28	5.00	4.99	24.95	7458.2	298.93	
MI - 5	28	5.05	4.97	25.10	7745.76	308.66	293.98
MI - 6	28	5.01	5.04	25.26	6931.01	274.37	

**Tabla N° 48.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>MI - 1</b>	
<b>Area (cm2)</b>		25.32	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.36	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.13
1019.72	0.00	0.00000	40.27
1529.57	0.00	0.00000	60.40
2039.43	0.00	0.00000	80.53
2549.29	0.12	0.00238	100.66
3059.15	0.23	0.00457	120.80
3569.01	0.37	0.00735	140.93
3918.77	0.52	0.01033	154.74

**Tabla N° 49.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>MI - 2</b>	
<b>Area (cm2)</b>		25.43	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.38	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.05
1019.72	0.00	0.00000	40.11
1529.57	0.02	0.00040	60.16
2039.43	0.17	0.00337	80.21
2549.29	0.36	0.00715	100.26
3059.15	0.48	0.00953	120.32
3569.01	0.61	0.01211	140.37
4078.86	0.77	0.01529	160.42
4167.58	0.78	0.01548	163.91

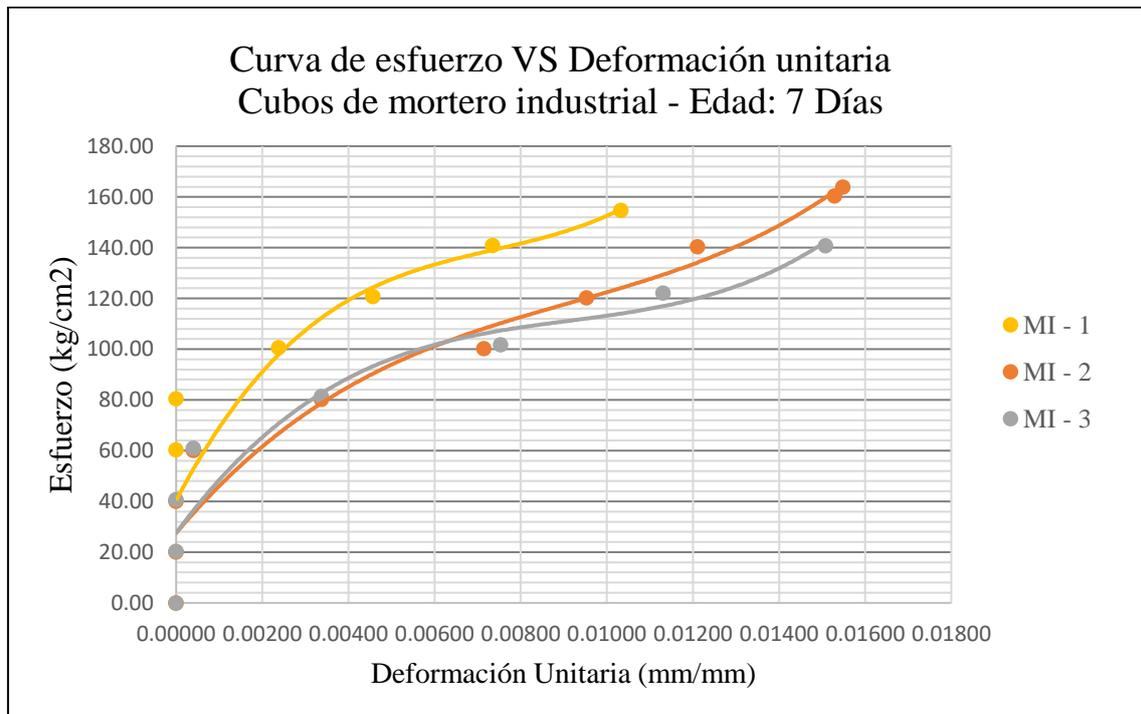
**Tabla N° 50.**

*Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 3.*

Espécimen		MI - 3	
Area (cm <sup>2</sup> )		25.05	
Altura Promedio (mm)		50.41	
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.35
1019.72	0.00	0.00000	40.70
1529.57	0.02	0.00040	61.05
2039.43	0.17	0.00337	81.41
2549.29	0.38	0.00754	101.76
3059.15	0.57	0.01131	122.11
3528.22	0.76	0.01508	140.83

**Figura N° 19.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero industrial con edad de 7 días.*



**Tabla N° 51.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>MI - 4</b>	
<b>Area (cm2)</b>		24.95	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.30	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.44
1019.72	0.00	0.00000	40.87
1529.57	0.07	0.00139	61.31
2039.43	0.18	0.00358	81.74
2549.29	0.31	0.00616	102.18
3059.15	0.44	0.00875	122.61
3569.01	0.50	0.00994	143.05
4078.86	0.55	0.01093	163.48
4588.72	0.60	0.01193	183.92
5098.58	0.64	0.01272	204.35
5608.44	0.68	0.01352	224.79
6118.30	0.73	0.01451	245.22
6628.15	0.76	0.01511	265.66
7138.01	0.80	0.01590	286.09
7458.20	0.83	0.01650	298.93

**Tabla N° 52.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 5.*

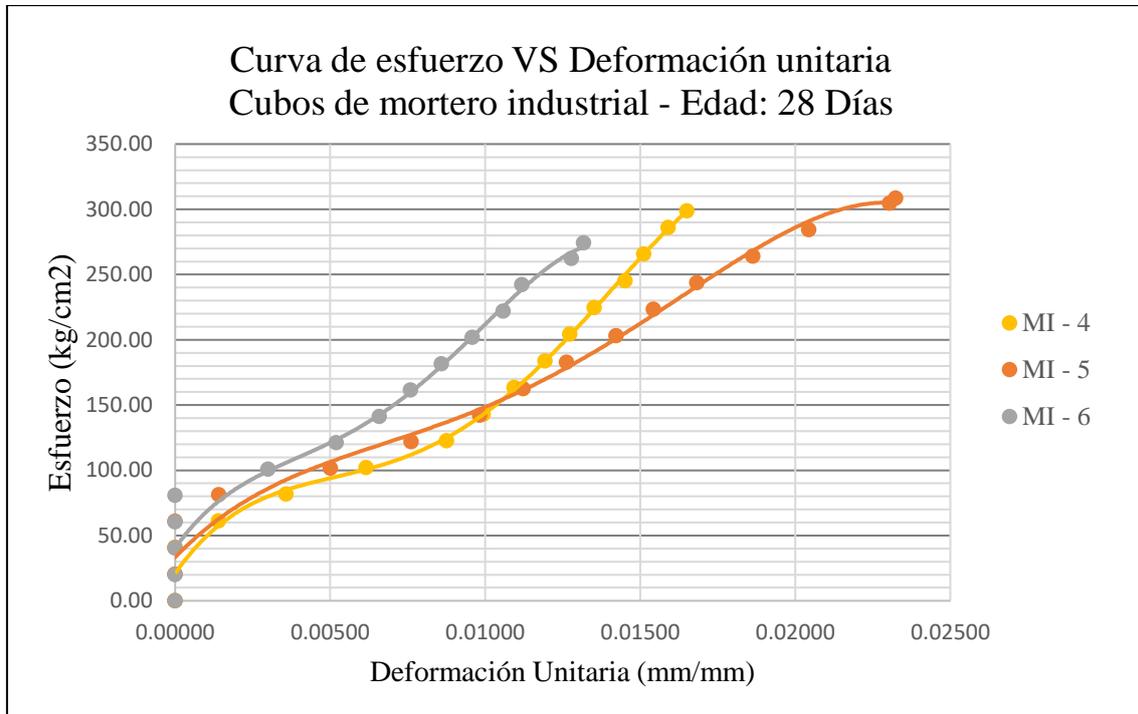
<b>Espécimen</b>		<b>MI - 5</b>	
<b>Area (cm2)</b>		25.10	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		49.91	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.32
1019.72	0.00	0.00000	40.63
1529.57	0.00	0.00000	60.95
2039.43	0.07	0.00140	81.27
2549.29	0.25	0.00501	101.59
3059.15	0.38	0.00761	121.90
3569.01	0.49	0.00982	142.22
4078.86	0.56	0.01122	162.54
4588.72	0.63	0.01262	182.85
5098.58	0.71	0.01422	203.17
5608.44	0.77	0.01543	223.49
6118.30	0.84	0.01683	243.81
6628.15	0.93	0.01863	264.12
7138.01	1.02	0.02044	284.44
7647.87	1.15	0.02304	304.76
7745.76	1.16	0.02324	308.66

**Tabla N° 53.***Deformaciones y esfuerzos del espécimen MI - 6.*

<b>Espécimen</b>		<b>MI - 6</b>	
<b>Area (cm2)</b>		25.26	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		50.09	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0.00	0.00	0.00000	0.00
509.86	0.00	0.00000	20.18
1019.72	0.00	0.00000	40.37
1529.57	0.00	0.00000	60.55
2039.43	0.00	0.00000	80.73
2549.29	0.15	0.00299	100.92
3059.15	0.26	0.00519	121.10
3569.01	0.33	0.00659	141.28
4078.86	0.38	0.00759	161.46
4588.72	0.43	0.00858	181.65
5098.58	0.48	0.00958	201.83
5608.44	0.53	0.01058	222.01
6118.30	0.56	0.01118	242.20
6628.15	0.64	0.01278	262.38
6931.01	0.66	0.01318	274.37

**Figura N° 20.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en cubos de mortero industrial con edad de 28 días.*



## ANEXO D. ENSAYOS DE LAS PILAS DE ALBAÑILERÍA

### 1. Mortero 1:4

**Tabla N° 54.**

*Dimensiones de las pilas de albañilería de mortero 1:4.*

Dimensión	Especimen			
	PM 1:4 - 1	PM 1:4 - 2	PM 1:4 - 3	PM 1:4 - 4
Longitud (cm)	22.50	22.80	22.95	23.25
	22.70	22.75	22.95	23.15
	22.90	22.80	22.90	23.05
	22.90	22.85	22.95	23.15
<b>Promedio</b>	<b>22.75</b>	<b>22.83</b>	<b>22.94</b>	<b>23.15</b>
Ancho (cm)	12.35	12.50	12.45	12.55
	12.40	12.45	12.35	12.40
	12.40	12.45	12.45	12.45
	12.38	12.45	12.40	12.55
<b>Promedio</b>	<b>12.38</b>	<b>12.46</b>	<b>12.41</b>	<b>12.49</b>
Altura (cm)	40.20	40.05	39.95	39.95
	40.10	40.15	39.80	40.05
	40.05	40.10	39.95	41.15
	40.25	40.10	39.90	40.00
<b>Promedio</b>	<b>40.15</b>	<b>40.10</b>	<b>39.90</b>	<b>40.29</b>

**Tabla N° 55.***Resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero 1:4.*

<b>Espécimen</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión <math>f_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Esbeltez</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b><math>f_m</math> corregida (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
PM 1:4 - 1	281.70	30000	106.50	3.24	1.09	116.08
PM 1:4 - 2	284.46	28000	98.43	3.22	1.09	107.29
PM 1:4 - 3	284.71	29500	103.61	3.21	1.09	112.94
PM 1:4 - 4	289.09	29750	102.91	3.23	1.09	112.17
<b>Promedio <math>f_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>112.12</b>
Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )						3.64
<b>Resistencia característica <math>f'_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>108.48</b>

**Tabla N° 56.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:4 - 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>PM 1:4 - 1</b>	
<b>Area (cm2)</b>		281.70	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		401.50	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.55
2000	0.20	0.00050	7.10
3000	0.39	0.00097	10.65
4000	0.55	0.00137	14.20
5000	0.66	0.00164	17.75
6000	0.77	0.00192	21.30
7000	0.87	0.00217	24.85
8000	0.95	0.00237	28.40
9000	1.05	0.00262	31.95
10000	1.14	0.00284	35.50
11000	1.22	0.00304	39.05
12000	1.30	0.00324	42.60
13000	1.37	0.00341	46.15
14000	1.45	0.00361	49.70
15000	1.51	0.00376	53.25
16000	1.57	0.00391	56.80
17000	1.63	0.00406	60.35
18000	1.69	0.00421	63.90
19000	1.76	0.00438	67.45
20000	1.81	0.00451	71.00
21000	1.88	0.00468	74.55
22000	1.93	0.00481	78.10
23000	2.00	0.00498	81.65
24000	2.06	0.00513	85.20
25000	2.14	0.00533	88.75
26000	2.26	0.00563	92.30
27000	2.38	0.00593	95.85
28000	2.44	0.00608	99.40
29000	2.50	0.00623	102.95
30000	2.58	0.00643	106.50

**Tabla N° 57.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:4 - 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>PM 1:4 - 2</b>	
<b>Area (cm2)</b>		284.46	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		401.00	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.04	0.00010	3.52
2000	0.23	0.00057	7.03
3000	0.36	0.00090	10.55
4000	0.48	0.00120	14.06
5000	0.58	0.00145	17.58
6000	0.64	0.00160	21.09
7000	0.72	0.00180	24.61
8000	0.79	0.00197	28.12
9000	0.84	0.00209	31.64
10000	0.91	0.00227	35.15
11000	0.98	0.00244	38.67
12000	1.05	0.00262	42.19
13000	1.13	0.00282	45.70
14000	1.22	0.00304	49.22
15000	1.30	0.00324	52.73
16000	1.39	0.00347	56.25
17000	1.50	0.00374	59.76
18000	1.61	0.00401	63.28
19000	1.67	0.00416	66.79
20000	1.75	0.00436	70.31
21000	1.83	0.00456	73.82
22000	1.92	0.00479	77.34
23000	2.03	0.00506	80.86
24000	2.14	0.00534	84.37
25000	2.25	0.00561	87.89
26000	2.35	0.00586	91.40
27000	2.48	0.00618	94.92
28000	2.61	0.00651	98.43

**Tabla N° 58.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:4 - 3.*

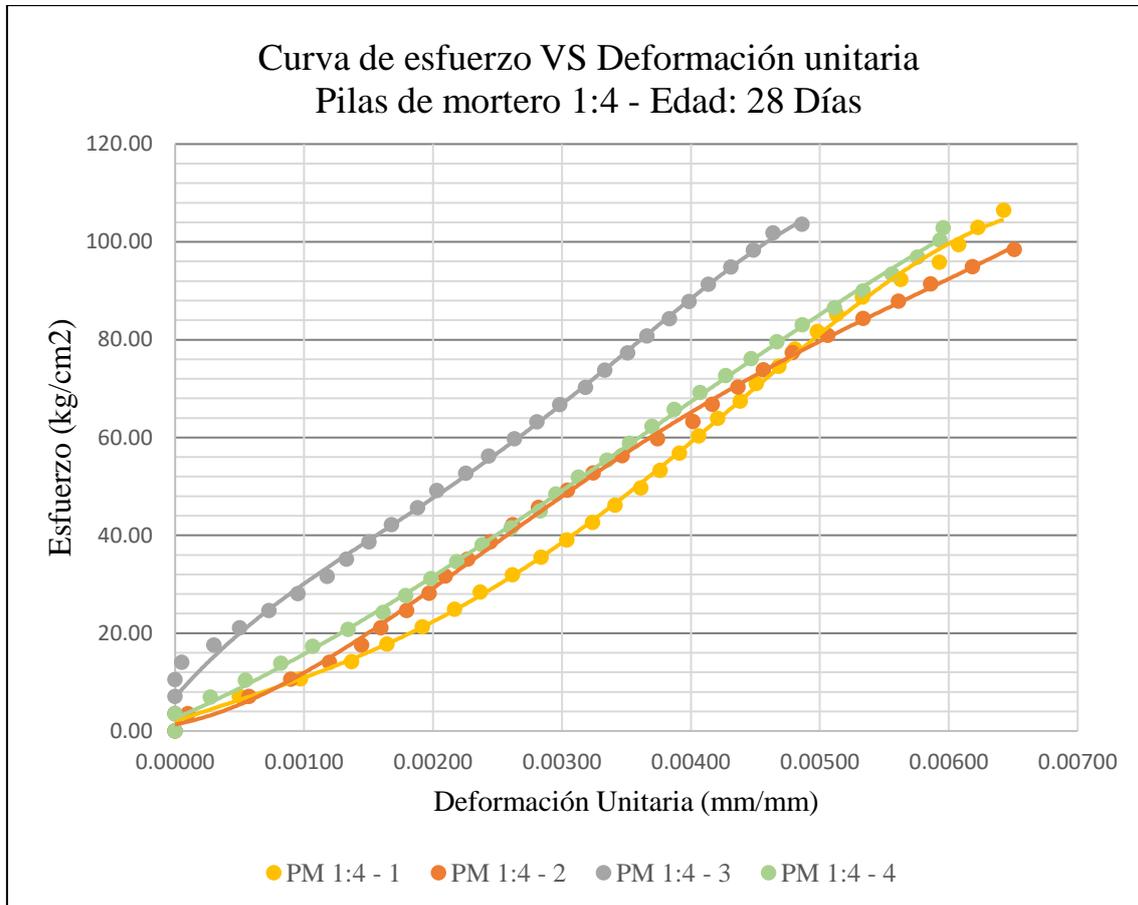
<b>Espécimen</b>		<b>PM 1:4 - 3</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		284.71	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		399.00	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.51
2000	0.00	0.00000	7.02
3000	0.00	0.00000	10.54
4000	0.02	0.00005	14.05
5000	0.12	0.00030	17.56
6000	0.20	0.00050	21.07
7000	0.29	0.00073	24.59
8000	0.38	0.00095	28.10
9000	0.47	0.00118	31.61
10000	0.53	0.00133	35.12
11000	0.60	0.00150	38.64
12000	0.67	0.00168	42.15
13000	0.75	0.00188	45.66
14000	0.81	0.00203	49.17
15000	0.90	0.00226	52.68
16000	0.97	0.00243	56.20
17000	1.05	0.00263	59.71
18000	1.12	0.00281	63.22
19000	1.19	0.00298	66.73
20000	1.27	0.00318	70.25
21000	1.33	0.00333	73.76
22000	1.40	0.00351	77.27
23000	1.46	0.00366	80.78
24000	1.53	0.00383	84.30
25000	1.59	0.00398	87.81
26000	1.65	0.00414	91.32
27000	1.72	0.00431	94.83
28000	1.79	0.00449	98.35
29000	1.85	0.00464	101.86
29500	1.94	0.00486	103.61

**Tabla N° 59.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:4 - 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>PM 1:4 - 4</b>	
<b>Area (cm2)</b>		289.09	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		402.88	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.46
2000	0.11	0.00027	6.92
3000	0.22	0.00055	10.38
4000	0.33	0.00082	13.84
5000	0.43	0.00107	17.30
6000	0.54	0.00134	20.76
7000	0.65	0.00161	24.21
8000	0.72	0.00179	27.67
9000	0.80	0.00199	31.13
10000	0.88	0.00218	34.59
11000	0.96	0.00238	38.05
12000	1.05	0.00261	41.51
13000	1.14	0.00283	44.97
14000	1.19	0.00295	48.43
15000	1.26	0.00313	51.89
16000	1.35	0.00335	55.35
17000	1.42	0.00352	58.81
18000	1.49	0.00370	62.27
19000	1.56	0.00387	65.72
20000	1.64	0.00407	69.18
21000	1.72	0.00427	72.64
22000	1.80	0.00447	76.10
23000	1.88	0.00467	79.56
24000	1.96	0.00487	83.02
25000	2.06	0.00511	86.48
26000	2.15	0.00534	89.94
27000	2.24	0.00556	93.40
28000	2.32	0.00576	96.86
29000	2.39	0.00593	100.32
29750	2.40	0.00596	102.91

**Figura N° 21.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en pilas de mortero 1:4 con edad de 28 días.*



## 2. Mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia

**Tabla N° 60.**

*Dimensiones de las pilas de albañilería de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.*

Dimensión	Espécimen			
	PM 1:5 - 1	PM 1:5 - 2	PM 1:5 - 3	PM 1:5 - 4
Longitud (cm)	22.55	22.85	22.95	23.20
	22.65	22.80	22.90	23.10
	22.85	22.75	22.95	23.15
	22.80	22.85	23.00	23.10
<b>Promedio</b>	<b>22.81</b>	<b>22.81</b>	<b>22.95</b>	<b>23.14</b>
Ancho (cm)	12.40	12.45	12.40	12.50
	12.40	12.50	12.40	12.35
	12.35	12.40	12.45	12.45
	12.40	12.45	12.40	12.45
<b>Promedio</b>	<b>12.39</b>	<b>12.43</b>	<b>12.41</b>	<b>12.44</b>
Altura (cm)	40.40	40.35	40.45	40.40
	40.45	40.35	40.45	40.40
	40.45	40.40	40.40	40.35
	40.45	40.40	40.40	40.40
<b>Promedio</b>	<b>40.44</b>	<b>40.38</b>	<b>40.43</b>	<b>40.39</b>

**Tabla N° 61.**

*Resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.*

<b>Espécimen</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión <math>f_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Esbeltez</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b><math>f_m</math> corregida (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
PM 1:5 - 1	281.35	26000	92.41	3.26	1.09	100.73
PM 1:5 - 2	283.45	25000	88.20	3.25	1.09	96.14
PM 1:5 - 3	284.87	24500	86.01	3.26	1.09	93.75
PM 1:5 - 4	287.77	25500	88.61	3.25	1.09	96.59
<b>Promedio <math>f_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>96.80</b>
Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )						2.90
<b>Resistencia característica <math>f'_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>93.90</b>

**Tabla N° 62.**

Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:5 - 1.

<b>Espécimen</b>		<b>PM 1:5 - 1</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		281.35	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		404.38	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.55
2000	0.02	0.00005	7.11
3000	0.20	0.00049	10.66
4000	0.30	0.00074	14.22
5000	0.40	0.00099	17.77
6000	0.57	0.00141	21.33
7000	0.68	0.00168	24.88
8000	0.75	0.00185	28.43
9000	0.83	0.00205	31.99
10000	0.91	0.00225	35.54
11000	0.99	0.00245	39.10
12000	1.08	0.00267	42.65
13000	1.16	0.00287	46.21
14000	1.26	0.00312	49.76
15000	1.32	0.00326	53.31
16000	1.39	0.00344	56.87
17000	1.47	0.00364	60.42
18000	1.57	0.00388	63.98
19000	1.62	0.00401	67.53
20000	1.69	0.00418	71.09
21000	1.79	0.00443	74.64
22000	1.85	0.00457	78.19
23000	1.91	0.00472	81.75
24000	2.08	0.00514	85.30
25000	2.22	0.00549	88.86
26000	2.37	0.00586	92.41

**Tabla N° 63.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:5 - 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>PM 1:5 - 2</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		283.45	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		403.75	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.53
2000	0.11	0.00027	7.06
3000	0.30	0.00074	10.58
4000	0.45	0.00111	14.11
5000	0.61	0.00151	17.64
6000	0.74	0.00183	21.17
7000	0.85	0.00211	24.70
8000	0.95	0.00235	28.22
9000	1.05	0.00260	31.75
10000	1.13	0.00280	35.28
11000	1.22	0.00302	38.81
12000	1.30	0.00322	42.34
13000	1.37	0.00339	45.86
14000	1.43	0.00354	49.39
15000	1.51	0.00374	52.92
16000	1.58	0.00391	56.45
17000	1.67	0.00414	59.98
18000	1.75	0.00433	63.50
19000	1.84	0.00456	67.03
20000	1.95	0.00483	70.56
21000	2.05	0.00508	74.09
22000	2.13	0.00528	77.62
23000	2.25	0.00557	81.14
24000	2.38	0.00589	84.67
25000	2.50	0.00619	88.20

**Tabla N° 64.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:5 - 3.*

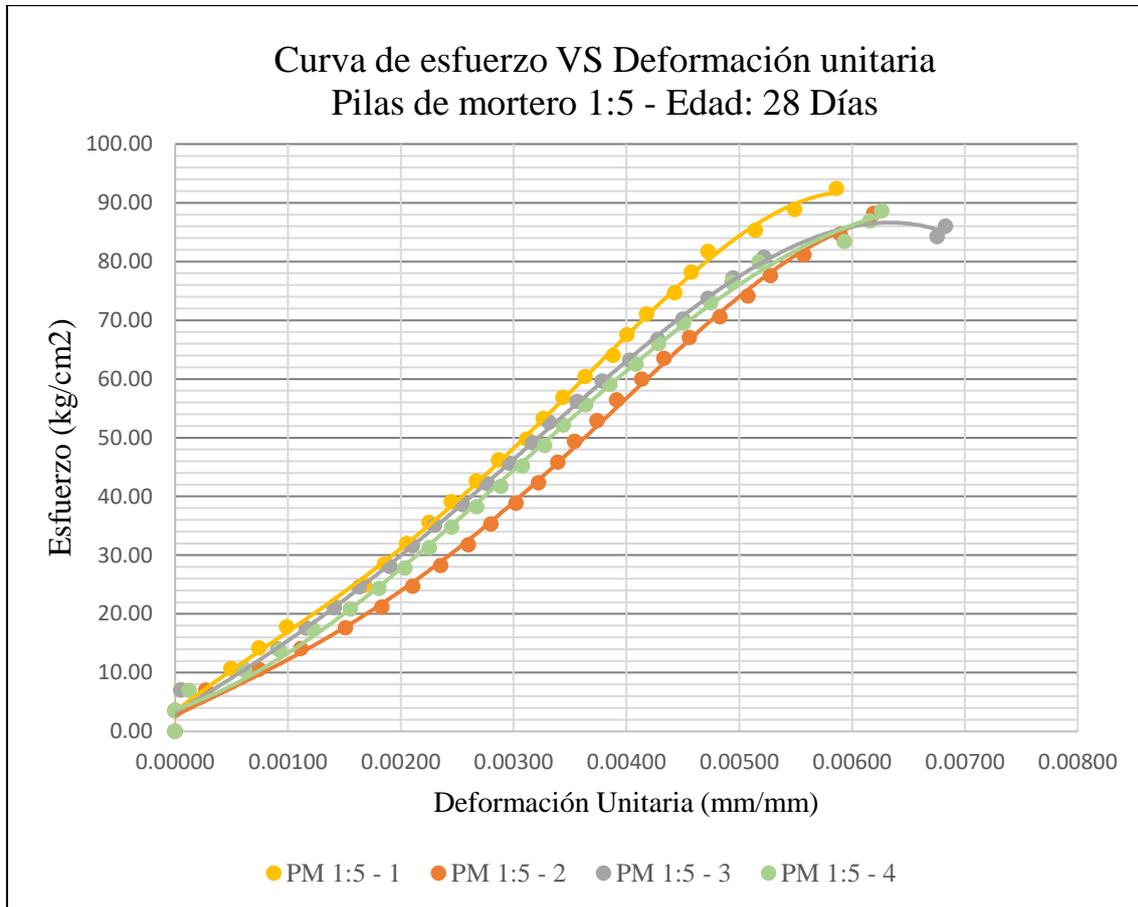
<b>Espécimen</b>		<b>PM 1:5 - 3</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		284.87	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		404.25	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.51
2000	0.02	0.00005	7.02
3000	0.25	0.00062	10.53
4000	0.37	0.00092	14.04
5000	0.47	0.00116	17.55
6000	0.57	0.00141	21.06
7000	0.66	0.00163	24.57
8000	0.77	0.00190	28.08
9000	0.85	0.00210	31.59
10000	0.93	0.00230	35.10
11000	1.03	0.00255	38.61
12000	1.12	0.00277	42.12
13000	1.20	0.00297	45.64
14000	1.28	0.00317	49.15
15000	1.34	0.00331	52.66
16000	1.44	0.00356	56.17
17000	1.53	0.00378	59.68
18000	1.63	0.00403	63.19
19000	1.73	0.00428	66.70
20000	1.82	0.00450	70.21
21000	1.91	0.00472	73.72
22000	2.00	0.00495	77.23
23000	2.11	0.00522	80.74
24000	2.73	0.00675	84.25
24500	2.76	0.00683	86.01

**Tabla N° 65.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PM 1:5 - 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>PM 1:5 - 4</b>	
<b>Area (cm2)</b>		287.77	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		403.88	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.47
2000	0.05	0.00012	6.95
3000	0.25	0.00062	10.42
4000	0.37	0.00092	13.90
5000	0.49	0.00122	17.37
6000	0.63	0.00155	20.85
7000	0.73	0.00181	24.32
8000	0.82	0.00204	27.80
9000	0.91	0.00225	31.27
10000	0.99	0.00245	34.75
11000	1.08	0.00267	38.22
12000	1.17	0.00289	41.70
13000	1.24	0.00308	45.17
14000	1.32	0.00328	48.65
15000	1.39	0.00344	52.12
16000	1.47	0.00364	55.60
17000	1.56	0.00385	59.07
18000	1.65	0.00409	62.55
19000	1.73	0.00428	66.02
20000	1.82	0.00451	69.50
21000	1.92	0.00475	72.97
22000	1.99	0.00494	76.45
23000	2.09	0.00517	79.92
24000	2.40	0.00593	83.40
25000	2.49	0.00616	86.87
25500	2.53	0.00626	88.61

**Figura N° 22.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en pilas de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia a una edad de 28 días.*



### 3. Mortero industrial

Tabla N° 66.

*Dimensiones de las pilas de albañilería de mortero industrial.*

Dimensión	Espécimen			
	PMI - 1	PMI - 2	PMI - 3	PMI - 4
Longitud (cm)	23.00	23.05	23.10	23.35
	22.90	22.85	23.00	23.15
	22.95	23.00	22.85	23.00
	23.05	22.85	22.95	23.35
<b>Promedio</b>	<b>22.98</b>	<b>22.94</b>	<b>22.98</b>	<b>23.21</b>
Ancho (cm)	12.30	12.25	12.45	12.45
	12.35	12.35	12.40	12.35
	12.45	12.40	12.50	12.45
	12.45	12.55	12.35	12.50
<b>Promedio</b>	<b>12.39</b>	<b>12.39</b>	<b>12.43</b>	<b>12.44</b>
Altura (cm)	41.40	41.35	41.00	41.55
	41.30	41.35	41.20	41.35
	41.30	41.40	41.20	41.30
	41.50	41.15	41.35	41.30
<b>Promedio</b>	<b>41.38</b>	<b>41.31</b>	<b>41.19</b>	<b>41.38</b>

Tabla N° 67.

*Resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero industrial.*

Espécimen	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia a la compresión $f_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Esbeltez	Factor de corrección	$f_m$ corregida (kg/cm <sup>2</sup> )
PMI - 1	284.60	30500	107.17	3.34	1.1	117.88
PMI - 2	284.14	27500	96.78	3.34	1.1	106.46
PMI - 3	285.46	27500	96.33	3.31	1.09	105.00
PMI - 4	288.71	31500	109.11	3.33	1.1	120.02
<b>Promedio <math>f_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>112.34</b>
Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )						7.70
<b>Resistencia característica <math>f'_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>104.64</b>

**Tabla N° 68.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PMI - 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>PMI - 1</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		284.60	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		413.75	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.51
2000	0.00	0.00000	7.03
3000	0.07	0.00017	10.54
4000	0.15	0.00036	14.05
5000	0.21	0.00051	17.57
6000	0.27	0.00065	21.08
7000	0.33	0.00080	24.60
8000	0.40	0.00097	28.11
9000	0.46	0.00111	31.62
10000	0.52	0.00126	35.14
11000	0.57	0.00138	38.65
12000	0.63	0.00152	42.16
13000	0.71	0.00172	45.68
14000	0.78	0.00189	49.19
15000	0.83	0.00201	52.71
16000	0.88	0.00213	56.22
17000	0.93	0.00225	59.73
18000	0.99	0.00239	63.25
19000	1.05	0.00254	66.76
20000	1.13	0.00273	70.27
21000	1.19	0.00288	73.79
22000	1.24	0.00300	77.30
23000	1.30	0.00314	80.81
24000	1.36	0.00329	84.33
25000	1.46	0.00353	87.84
26000	1.54	0.00372	91.36
27000	1.62	0.00392	94.87
28000	1.75	0.00423	98.38
29000	1.85	0.00447	101.90
30000	1.94	0.00469	105.41
30500	1.99	0.00481	107.17

**Tabla N° 69.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PMI - 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>PMI - 2</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		284.14	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		413.13	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.52
2000	0.04	0.00010	7.04
3000	0.15	0.00036	10.56
4000	0.24	0.00058	14.08
5000	0.33	0.00080	17.60
6000	0.41	0.00099	21.12
7000	0.49	0.00119	24.64
8000	0.57	0.00138	28.16
9000	0.64	0.00155	31.67
10000	0.71	0.00172	35.19
11000	0.77	0.00186	38.71
12000	0.85	0.00206	42.23
13000	0.95	0.00230	45.75
14000	1.06	0.00257	49.27
15000	1.16	0.00281	52.79
16000	1.28	0.00310	56.31
17000	1.36	0.00329	59.83
18000	1.44	0.00349	63.35
19000	1.50	0.00363	66.87
20000	1.58	0.00382	70.39
21000	1.64	0.00397	73.91
22000	1.70	0.00411	77.43
23000	1.75	0.00424	80.95
24000	1.80	0.00436	84.47
25000	1.87	0.00453	87.99
26000	1.97	0.00477	91.50
27000	2.06	0.00499	95.02
27500	2.10	0.00508	96.78

**Tabla N° 70.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PMI - 3.*

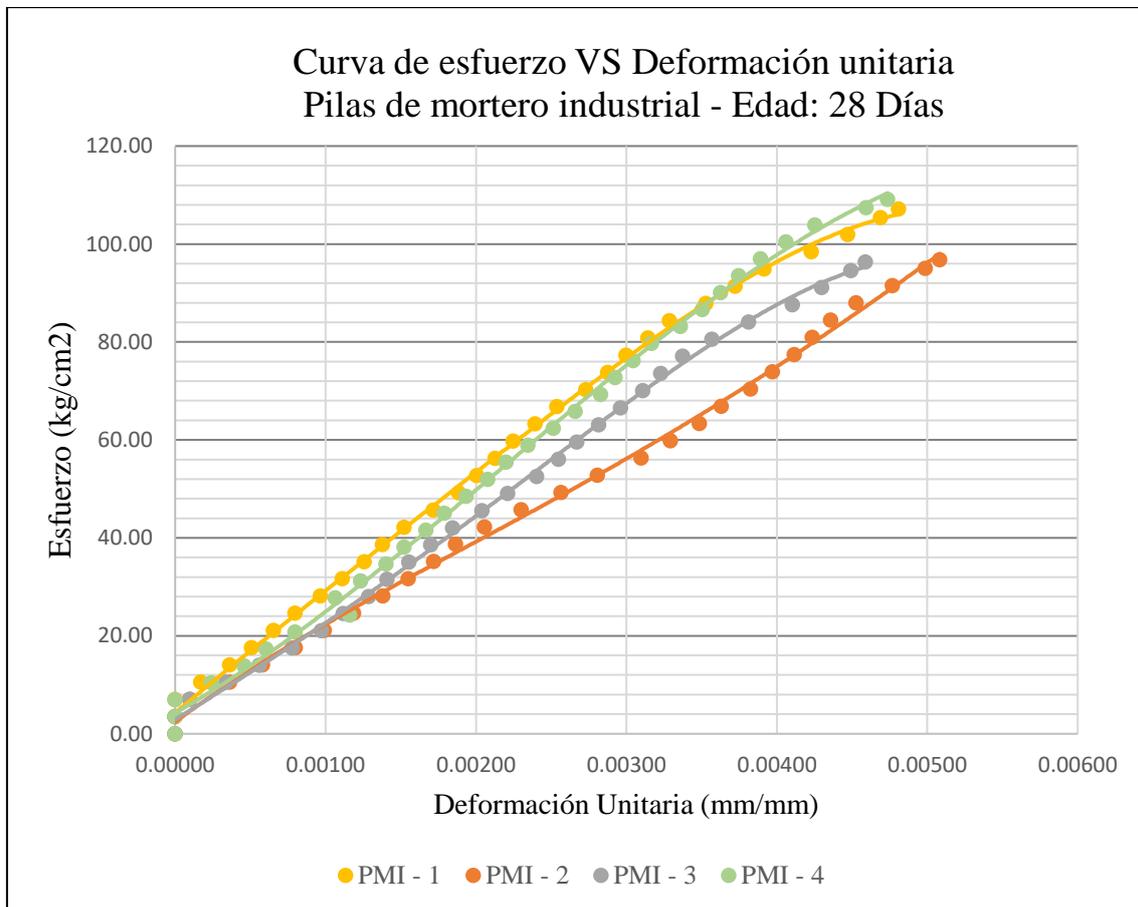
<b>Espécimen</b>		<b>PMI - 3</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		285.46	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		411.88	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.50
2000	0.04	0.00010	7.01
3000	0.14	0.00034	10.51
4000	0.23	0.00056	14.01
5000	0.32	0.00078	17.52
6000	0.40	0.00097	21.02
7000	0.46	0.00112	24.52
8000	0.53	0.00129	28.02
9000	0.58	0.00141	31.53
10000	0.64	0.00155	35.03
11000	0.70	0.00170	38.53
12000	0.76	0.00185	42.04
13000	0.84	0.00204	45.54
14000	0.91	0.00221	49.04
15000	0.99	0.00240	52.55
16000	1.05	0.00255	56.05
17000	1.10	0.00267	59.55
18000	1.16	0.00282	63.06
19000	1.22	0.00296	66.56
20000	1.28	0.00311	70.06
21000	1.33	0.00323	73.56
22000	1.39	0.00337	77.07
23000	1.47	0.00357	80.57
24000	1.57	0.00381	84.07
25000	1.69	0.00410	87.58
26000	1.77	0.00430	91.08
27000	1.85	0.00449	94.58
27500	1.89	0.00459	96.33

**Tabla N° 71.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PMI - 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>PMI - 4</b>	
<b>Area (cm2)</b>		288.71	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		413.75	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.46
2000	0.00	0.00000	6.93
3000	0.10	0.00024	10.39
4000	0.19	0.00046	13.85
5000	0.25	0.00060	17.32
6000	0.33	0.00080	20.78
7000	0.48	0.00116	24.25
8000	0.44	0.00106	27.71
9000	0.51	0.00123	31.17
10000	0.58	0.00140	34.64
11000	0.63	0.00152	38.10
12000	0.69	0.00167	41.56
13000	0.74	0.00179	45.03
14000	0.80	0.00193	48.49
15000	0.86	0.00208	51.96
16000	0.91	0.00220	55.42
17000	0.97	0.00234	58.88
18000	1.04	0.00251	62.35
19000	1.10	0.00266	65.81
20000	1.17	0.00283	69.27
21000	1.21	0.00292	72.74
22000	1.26	0.00305	76.20
23000	1.31	0.00317	79.67
24000	1.39	0.00336	83.13
25000	1.45	0.00350	86.59
26000	1.50	0.00363	90.06
27000	1.55	0.00375	93.52
28000	1.61	0.00389	96.98
29000	1.68	0.00406	100.45
30000	1.76	0.00425	103.91
31000	1.90	0.00459	107.38
31500	1.96	0.00474	109.11

**Figura N° 23.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en pilas de mortero industrial con edad de 28 días.*



#### 4. Mortero polimérico

Tabla N° 72.

*Dimensiones de las pilas de albañilería de mortero polimérico.*

Dimensión	Especimen			
	PMP - 1	PMP - 2	PMP - 3	PMP - 4
Longitud (cm)	23.10	23.05	23.10	23.00
	22.95	23.25	22.90	23.10
	22.85	23.00	22.80	23.00
	23.10	23.15	23.05	23.05
<b>Promedio</b>	<b>23.00</b>	<b>23.11</b>	<b>22.96</b>	<b>23.04</b>
Ancho (cm)	12.30	12.40	12.35	12.35
	12.30	12.40	12.60	12.40
	12.45	12.20	12.40	12.45
	12.20	12.20	12.40	12.40
<b>Promedio</b>	<b>12.31</b>	<b>12.30</b>	<b>12.44</b>	<b>12.40</b>
Altura (cm)	37.20	37.00	36.80	37.00
	37.15	36.90	36.90	37.10
	37.10	37.05	36.90	37.15
	37.10	37.25	36.80	37.10
<b>Promedio</b>	<b>37.14</b>	<b>37.05</b>	<b>36.85</b>	<b>37.09</b>

**Tabla N° 73.***Resistencia a la compresión de las pilas de albañilería con mortero polimérico.*

<b>Espécimen</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión <math>f_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Esbeltez</b>	<b>Factor de corrección</b>	<b><math>f_m</math> corregida (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
PMP - 1	283.19	9000	31.78	3.02	1.07	34.01
PMP - 2	284.28	10500	36.93	3.01	1.07	39.52
PMP - 3	285.60	8500	29.76	2.96	1.07	31.85
PMP - 4	285.67	9000	31.51	2.99	1.07	33.71
<b>Promedio <math>f_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>34.77</b>
Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )						3.31
<b>Resistencia característica <math>f'_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>31.46</b>

**Tabla N° 74.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PMP - 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>PMP - 1</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		283.19	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		371.38	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.53
2000	0.07	0.00019	7.06
3000	0.36	0.00097	10.59
4000	0.73	0.00197	14.12
5000	1.06	0.00285	17.66
6000	1.38	0.00372	21.19
7000	1.78	0.00479	24.72
8000	2.65	0.00714	28.25
9000	2.97	0.00800	31.78

**Tabla N° 75.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PMP - 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>PMP - 2</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		284.28	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		370.50	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.52
2000	0.08	0.00022	7.04
3000	0.29	0.00078	10.55
4000	0.53	0.00143	14.07
5000	0.74	0.00200	17.59
6000	1.33	0.00359	21.11
7000	1.56	0.00421	24.62
8000	1.78	0.00480	28.14
9000	2.05	0.00553	31.66
10000	2.34	0.00632	35.18
10500	2.60	0.00702	36.93

**Tabla N° 76.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PMP - 4.*

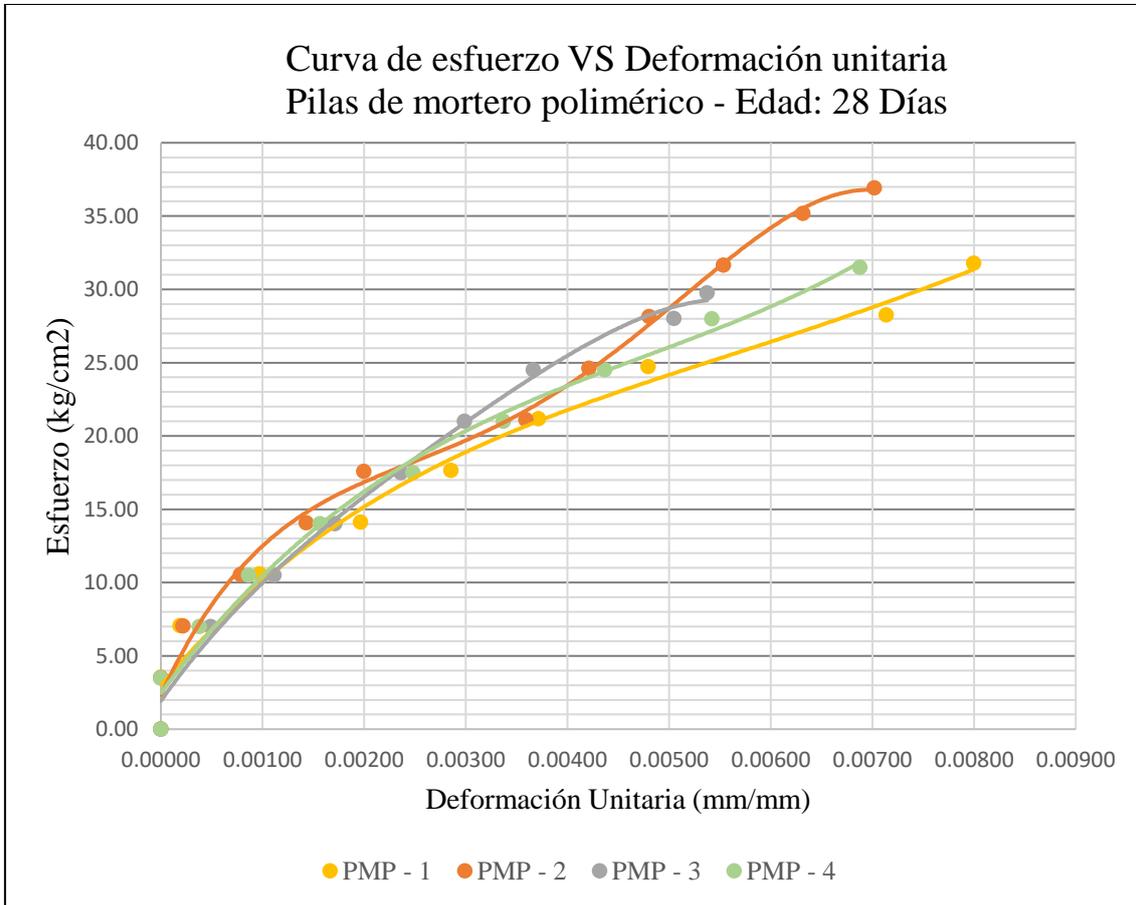
<b>Espécimen</b>		<b>PMP - 3</b>	
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>		285.60	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		368.50	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.50
2000	0.18	0.00049	7.00
3000	0.41	0.00111	10.50
4000	0.63	0.00171	14.01
5000	0.87	0.00236	17.51
6000	1.10	0.00299	21.01
7000	1.35	0.00366	24.51
8000	1.86	0.00505	28.01
8500	1.98	0.00537	29.76

**Tabla N° 77.***Deformaciones y esfuerzos de la pila PMP - 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>PMP - 4</b>	
<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>		285.67	
<b>Altura Promedio (mm)</b>		370.88	
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación (mm)</b>	<b>Deformación Unitaria</b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00000	0.00
1000	0.00	0.00000	3.50
2000	0.14	0.00038	7.00
3000	0.32	0.00086	10.50
4000	0.58	0.00156	14.00
5000	0.92	0.00248	17.50
6000	1.25	0.00337	21.00
7000	1.62	0.00437	24.50
8000	2.01	0.00542	28.00
9000	2.55	0.00688	31.51

**Figura N° 24.**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria del ensayo a compresión en pilas de mortero polimérico con edad de 28 días.*



## ANEXO E. ENSAYOS DE LOS MURETES DE ALBAÑILERÍA

### 1. Mortero 1:4

**Tabla N° 78.**

*Dimensiones de los muretes de albañilería de mortero 1:4.*

Dimensión	Especimen			
	MM 1:4 - 1	MM 1:4 - 2	MM 1:4 - 3	MM 1:4 - 4
Longitud (cm)	60.10	60.20	60.80	60.20
	60.30	60.40	60.75	60.50
	60.15	60.20	60.60	60.45
	60.25	60.40	60.70	60.35
<b>Promedio</b>	60.20	60.30	60.71	60.38
Altura (cm)	60.25	60.40	60.75	60.35
	60.35	60.50	60.45	60.05
	60.45	60.25	60.60	60.25
	60.30	60.25	60.55	60.20
<b>Promedio</b>	60.34	60.35	60.59	60.21
Espesor (cm)	12.50	12.35	12.35	12.35
	12.45	12.30	12.30	12.30
	12.45	12.25	12.30	12.40
	12.45	12.35	12.35	12.35
<b>Promedio</b>	12.46	12.31	12.33	12.35
Diagonal (cm)	85.25	85.70	85.85	85.85
	85.45	85.90	85.65	85.45
	85.35	85.40	85.65	85.80
	85.20	85.60	85.70	85.55
<b>Promedio</b>	85.31	85.65	85.71	85.66

**Tabla N° 79.***Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de mortero 1:4.*

<b>Espécimen</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión <math>V_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MM 1:4 - 1	751.10	10540	9.92
MM 1:4 - 2	742.75	10000	9.52
MM 1:4 - 3	747.51	11500	10.88
MM 1:4 - 4	744.63	11250	10.68
<b>Promedio <math>V_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>10.25</b>
Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )			0.64
<b>Resistencia característica <math>V'_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>9.61</b>

**Tabla N° 80.***Deformación angular y Módulo de rigidez de los muretes de mortero 1:4.*

<b>Espécimen</b>	<b><math>V_m</math> 10% (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>V_m</math> 50% (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\gamma_m</math> 10% (mm/mm)</b>	<b><math>\gamma_m</math> 50% (mm/mm)</b>	<b><math>\gamma_m</math> (mm/mm)</b>	<b>Módulo de rigidez G (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MM 1:4 - 1	0.992	4.961	0.00109	0.00462	0.00663	1124.36
MM 1:4 - 2	0.952	4.759	0.00108	0.00250	0.00410	2680.99
MM 1:4 - 3	1.088	5.439	0.00065	0.00186	0.00274	3595.87
MM 1:4 - 4	1.068	5.341	0.00027	0.00175	0.00268	2887.16
<b>Promedio</b>					<b>0.00404</b>	<b>2572.09</b>

**Tabla N° 81.***Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:4 - 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>MM 1:4 - 1</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		751.10		
<b>Diagonal (mm)</b>		853.13		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.07	0.50	0.00033	0.47
1000	0.68	1.00	0.00098	0.94
1500	1.30	2.00	0.00193	1.41
2000	1.70	2.50	0.00246	1.88
2500	2.05	3.00	0.00296	2.35
3000	2.27	3.50	0.00338	2.82
3500	2.45	4.00	0.00378	3.29
4000	2.60	4.25	0.00401	3.77
4500	2.78	4.50	0.00427	4.24
5000	2.92	4.75	0.00450	4.71
5500	3.07	5.00	0.00473	5.18
6000	3.34	5.25	0.00503	5.65
6500	3.47	5.50	0.00526	6.12
7000	3.62	5.75	0.00549	6.59
7500	3.74	6.00	0.00571	7.06
8000	4.02	6.10	0.00593	7.53
8500	4.08	6.20	0.00602	8.00
9000	4.24	6.30	0.00618	8.47
9500	4.41	6.40	0.00634	8.94
10000	4.46	6.50	0.00642	9.41
10500	4.51	6.70	0.00657	9.88
10540	4.57	6.75	0.00663	9.92

**Tabla N° 82.***Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:4 - 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>MM 1:4 - 2</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		742.75		
<b>Diagonal (mm)</b>		856.50		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.10	0.00	0.00006	0.48
1000	0.69	0.25	0.00055	0.95
1500	1.10	0.75	0.00108	1.43
2000	1.52	1.00	0.00147	1.90
2500	1.98	1.00	0.00174	2.38
3000	2.34	1.00	0.00195	2.86
3500	2.68	1.00	0.00215	3.33
4000	2.90	1.00	0.00228	3.81
4500	3.10	1.00	0.00239	4.28
5000	3.29	1.00	0.00250	4.76
5500	3.52	1.10	0.00270	5.24
6000	3.65	1.20	0.00283	5.71
6500	3.71	1.50	0.00304	6.19
7000	3.90	1.90	0.00339	6.66
7500	3.91	1.90	0.00339	7.14
8000	4.09	1.90	0.00350	7.61
8500	4.33	1.90	0.00364	8.09
9000	4.58	2.10	0.00390	8.57
9500	4.70	2.20	0.00403	9.04
10000	4.82	2.20	0.00410	9.52

**Tabla N° 83.***Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:4 - 3.*

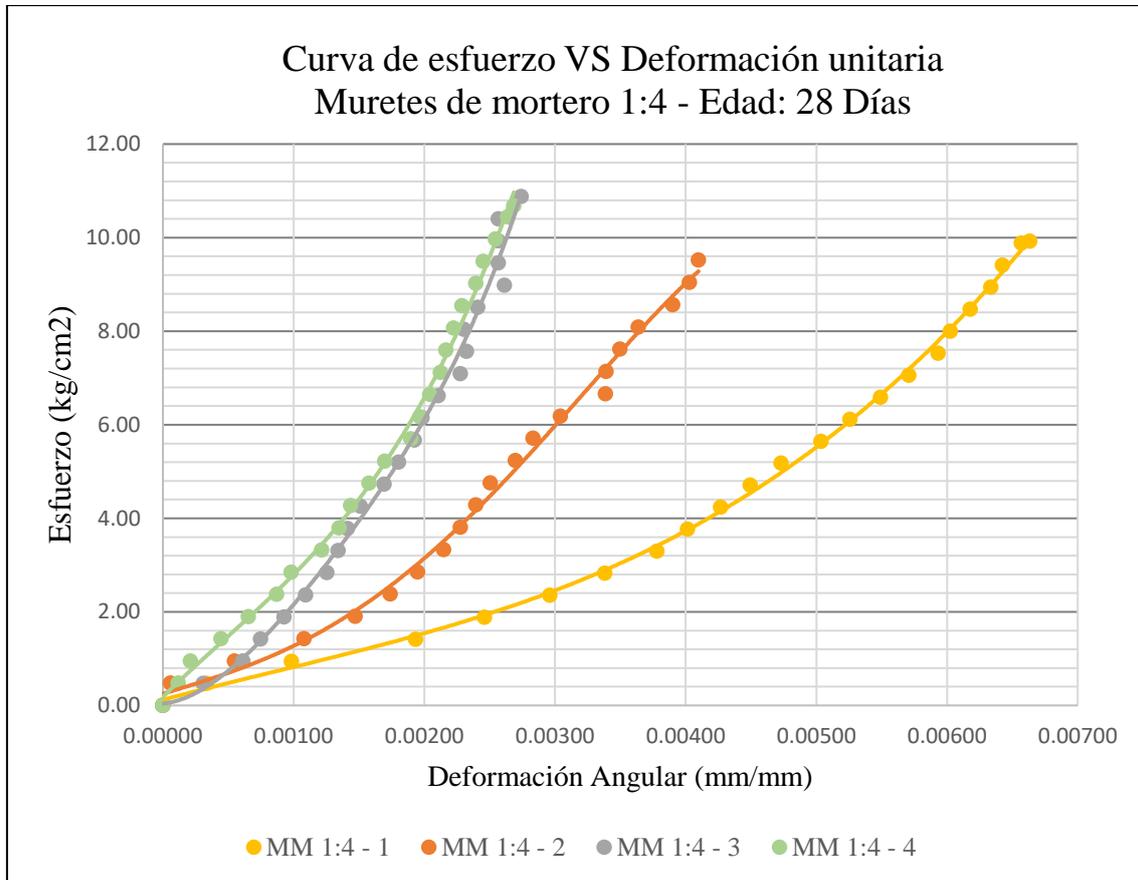
<b>Espécimen</b>		<b>MM 1:4 - 3</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		747.51		
<b>Diagonal (mm)</b>		857.13		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.03	0.50	0.00031	0.47
1000	0.05	1.00	0.00061	0.95
1500	0.08	1.20	0.00075	1.42
2000	0.09	1.50	0.00093	1.89
2500	0.12	1.75	0.00109	2.36
3000	0.15	2.00	0.00125	2.84
3500	0.20	2.10	0.00134	3.31
4000	0.22	2.20	0.00141	3.78
4500	0.29	2.30	0.00151	4.26
5000	0.40	2.50	0.00169	4.73
5500	0.59	2.50	0.00180	5.20
6000	0.80	2.50	0.00193	5.67
6500	0.90	2.50	0.00198	6.15
7000	1.11	2.50	0.00211	6.62
7500	1.40	2.50	0.00228	7.09
8000	1.58	2.40	0.00232	7.57
8500	1.75	2.20	0.00230	8.04
9000	2.03	2.10	0.00241	8.51
9500	2.38	2.10	0.00261	8.99
10000	2.50	1.90	0.00257	9.46
10500	2.70	1.70	0.00257	9.93
11000	2.90	1.50	0.00257	10.40
11500	3.20	1.50	0.00274	10.88

**Tabla N° 84.***Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:4 - 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>MM 1:4 - 4</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		744.63		
<b>Diagonal (mm)</b>		856.63		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.20	0.00	0.00012	0.47
1000	0.36	0.00	0.00021	0.95
1500	0.76	0.00	0.00044	1.42
2000	1.12	0.00	0.00065	1.90
2500	1.49	0.00	0.00087	2.37
3000	1.68	0.00	0.00098	2.85
3500	1.98	0.10	0.00121	3.32
4000	2.21	0.10	0.00135	3.80
4500	2.36	0.10	0.00144	4.27
5000	2.60	0.10	0.00158	4.75
5500	2.81	0.10	0.00170	5.22
6000	3.05	0.20	0.00190	5.70
6500	3.17	0.20	0.00197	6.17
7000	3.30	0.20	0.00204	6.65
7500	3.44	0.20	0.00212	7.12
8000	3.51	0.20	0.00217	7.60
8500	3.61	0.20	0.00222	8.07
9000	3.72	0.20	0.00229	8.55
9500	3.90	0.20	0.00239	9.02
10000	4.00	0.20	0.00245	9.49
10500	4.16	0.20	0.00254	9.97
11000	4.32	0.20	0.00264	10.44
11250	4.40	0.20	0.00268	10.68

**Figura N° 25.**

*Curva de esfuerzo vs deformación angular del ensayo a compresión diagonal en muretes de mortero 1:4 con edad de 28 días.*



## 2. Mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia

Tabla N° 85.

*Dimensiones de los muretes de albañilería de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.*

Dimensión	Especimen			
	MM 1:5 - 1	MM 1:5 - 2	MM 1:5 - 3	MM 1:5 - 4
Longitud (cm)	60.80	60.50	60.45	60.45
	60.85	60.45	60.55	60.55
	60.80	60.40	60.45	60.55
	60.90	60.50	60.40	60.40
<b>Promedio</b>	60.84	60.46	60.44	60.49
Altura (cm)	60.65	60.40	60.50	60.50
	60.60	60.35	60.55	60.55
	60.55	60.55	60.50	60.50
	60.50	60.35	60.60	60.60
<b>Promedio</b>	60.58	60.41	60.54	60.54
Espesor (cm)	12.50	12.40	12.45	12.40
	12.50	12.45	12.35	12.40
	12.50	12.40	12.35	12.45
	12.45	12.45	12.45	12.45
<b>Promedio</b>	12.49	12.43	12.40	12.43
Diagonal (cm)	84.85	84.80	84.70	84.60
	84.80	84.60	84.80	84.65
	84.85	84.70	84.70	84.55
	84.80	80.80	84.75	84.50
<b>Promedio</b>	84.83	84.73	84.74	84.58

**Tabla N° 86.**

*Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.*

<b>Espécimen</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión <math>V_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MM 1:5 - 1	758.07	10500	9.79
MM 1:5 - 2	750.94	10300	9.70
MM 1:5 - 3	750.43	8900	8.38
MM 1:5 - 4	751.87	8400	7.90
<b>Promedio <math>V_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>8.94</b>
Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )			0.95
<b>Resistencia característica <math>V'_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>8.00</b>

**Tabla N° 87.**

*Deformación angular y Módulo de rigidez de los muretes de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.*

<b>Espécimen</b>	<b><math>V_m</math> 10% (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>V_m</math> 50% (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\gamma_m</math> 10% (mm/mm)</b>	<b><math>\gamma_m</math> 50% (mm/mm)</b>	<b><math>\gamma_m</math> (mm/mm)</b>	<b>Módulo de rigidez G (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MM 1:5 - 1	0.979	4.896	0.00026	0.00191	0.00508	2373.94
MM 1:5 - 2	0.970	4.849	0.00012	0.00194	0.00550	2131.32
MM 1:5 - 3	0.838	4.192	0.00047	0.00252	0.00713	1636.10
MM 1:5 - 4	0.79	3.949	0.00000	0.00105	0.00289	3008.57
<b>Promedio</b>					<b>0.00515</b>	<b>2287.48</b>

**Tabla N° 88.***Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:5 – 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>MM 1:5 - 1</b>		
<b>Area bruta (cm2)</b>		758.07		
<b>Diagonal (mm)</b>		848.25		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.00	0.00	0.00000	0.47
1000	0.02	0.40	0.00025	0.93
1500	0.21	0.50	0.00042	1.40
2000	0.46	0.80	0.00074	1.87
2500	0.60	0.90	0.00088	2.33
3000	0.85	0.90	0.00103	2.80
3500	1.10	1.10	0.00130	3.26
4000	1.27	1.10	0.00140	3.73
4500	1.42	1.20	0.00154	4.20
5000	1.56	1.50	0.00180	4.66
5500	1.72	1.70	0.00202	5.13
6000	1.87	1.90	0.00222	5.60
6500	2.01	2.00	0.00236	6.06
7000	2.10	2.30	0.00259	6.53
7500	2.36	2.60	0.00292	6.99
8000	2.47	2.90	0.00317	7.46
8500	2.52	3.00	0.00325	7.93
9000	2.75	3.10	0.00345	8.39
9500	2.83	3.50	0.00373	8.86
10000	3.10	4.90	0.00472	9.33
10500	3.41	5.20	0.00508	9.79

**Tabla N° 89.***Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:5 – 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>MM 1:5 - 2</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		750.94		
<b>Diagonal (mm)</b>		847.25		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.15	0.00	0.00009	0.47
1000	0.19	0.00	0.00011	0.94
1500	0.40	0.10	0.00030	1.41
2000	0.68	0.30	0.00058	1.88
2500	0.92	0.50	0.00084	2.35
3000	1.19	0.80	0.00117	2.82
3500	1.36	0.90	0.00133	3.30
4000	1.52	1.10	0.00155	3.77
4500	1.70	1.10	0.00165	4.24
5000	1.96	1.20	0.00186	4.71
5500	2.10	1.50	0.00212	5.18
6000	2.48	1.70	0.00247	5.65
6500	2.89	1.90	0.00283	6.12
7000	3.29	2.00	0.00312	6.59
7500	3.48	2.20	0.00335	7.06
8000	3.81	2.40	0.00366	7.53
8500	4.15	2.80	0.00410	8.00
9000	4.29	2.90	0.00424	8.47
9500	4.64	3.10	0.00457	8.94
10000	5.00	3.30	0.00490	9.41
10300	5.32	4.00	0.00550	9.70

**Tabla N° 90.***Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:5 – 3.*

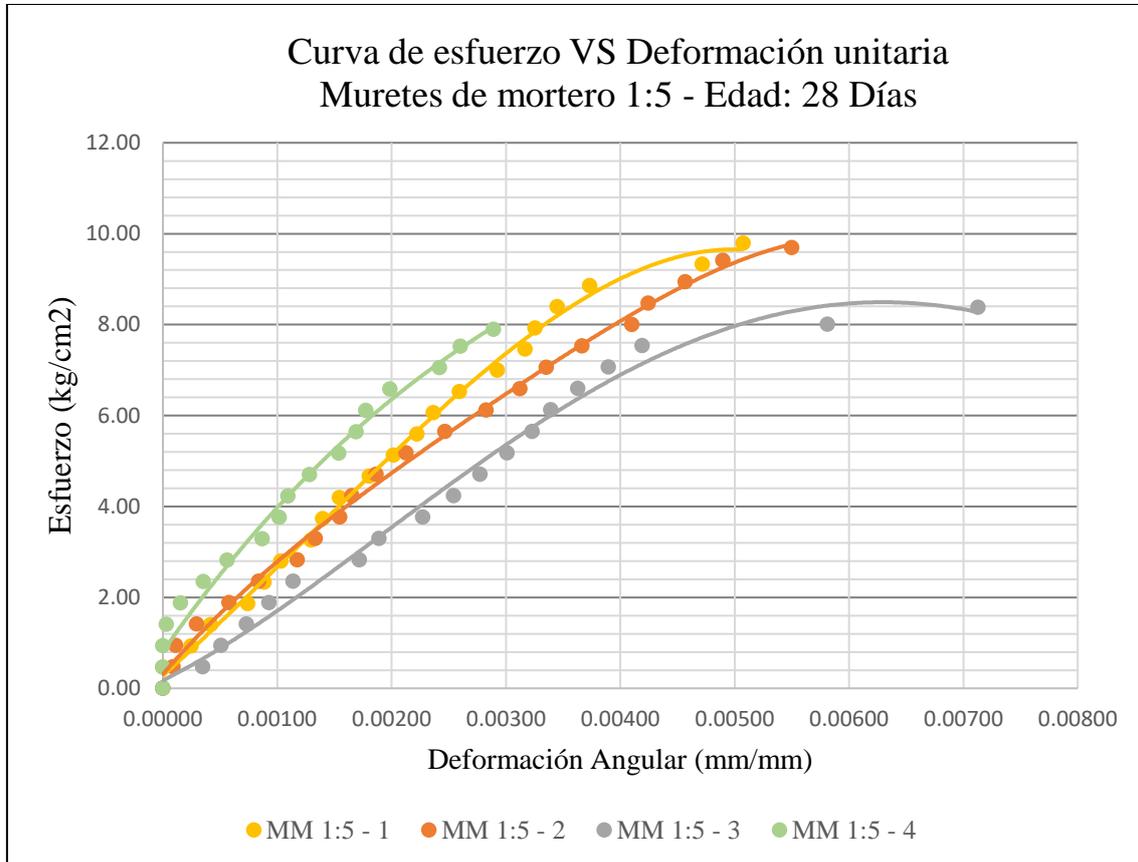
<b>Espécimen</b>		<b>MM 1:5 - 3</b>		
<b>Area bruta (cm2)</b>		750.43		
<b>Diagonal (mm)</b>		847.38		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.09	0.50	0.00035	0.47
1000	0.36	0.50	0.00051	0.94
1500	0.44	0.80	0.00073	1.41
2000	0.67	0.90	0.00093	1.88
2500	0.93	1.00	0.00114	2.36
3000	1.41	1.50	0.00172	2.83
3500	1.60	1.60	0.00189	3.30
4000	1.85	2.00	0.00227	3.77
4500	2.11	2.20	0.00254	4.24
5000	2.30	2.40	0.00277	4.71
5500	2.50	2.60	0.00301	5.18
6000	2.67	2.80	0.00323	5.65
6500	2.85	2.90	0.00339	6.12
7000	2.95	3.20	0.00363	6.59
7500	3.10	3.50	0.00389	7.07
8000	3.30	3.80	0.00419	7.54
8500	4.75	5.10	0.00581	8.01
8900	5.68	6.40	0.00713	8.38

**Tabla N° 91.***Deformaciones y esfuerzos del murete MM 1:5 – 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>MM 1:5 - 4</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		751.87		
<b>Diagonal (mm)</b>		845.75		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.00	0.00	0.00000	0.47
1000	0.00	0.00	0.00000	0.94
1500	0.05	0.00	0.00003	1.41
2000	0.26	0.00	0.00015	1.88
2500	0.50	0.10	0.00035	2.35
3000	0.85	0.10	0.00056	2.82
3500	1.27	0.20	0.00087	3.29
4000	1.52	0.20	0.00102	3.76
4500	1.65	0.20	0.00109	4.23
5000	1.97	0.20	0.00128	4.70
5500	2.30	0.30	0.00154	5.17
6000	2.56	0.30	0.00169	5.64
6500	2.60	0.40	0.00177	6.11
7000	2.86	0.50	0.00199	6.58
7500	3.19	0.90	0.00242	7.05
8000	3.40	1.00	0.00260	7.52
8400	3.69	1.20	0.00289	7.90

**Figura N° 26.**

*Curva de esfuerzo vs deformación angular del ensayo a compresión diagonal en muretes de mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia con edad de 28 días.*



### 3. Mortero industrial

Tabla N° 92.

*Dimensiones de los muretes de albañilería de mortero industrial.*

Dimensión	Espécimen			
	MMI - 1	MMI - 2	MMI - 3	MMI - 4
Longitud (cm)	60.15	60.10	60.90	60.35
	60.30	60.30	60.85	60.55
	60.20	60.10	60.65	60.50
	60.30	60.30	60.80	60.30
<b>Promedio</b>	60.24	60.20	60.80	60.43
Altura (cm)	60.20	60.60	60.70	60.40
	60.40	60.70	60.55	60.10
	60.30	60.40	60.70	60.30
	60.40	60.40	60.65	60.25
<b>Promedio</b>	60.33	60.53	60.65	60.26
Espesor (cm)	12.50	12.40	12.45	12.40
	12.45	12.35	12.30	12.25
	12.45	12.30	12.40	12.35
	12.45	12.40	12.45	12.35
<b>Promedio</b>	12.46	12.36	12.40	12.34
Diagonal (cm)	85.50	85.70	85.85	85.45
	85.70	85.40	85.60	85.55
	85.50	85.50	85.60	85.60
	85.60	85.60	85.80	85.60
<b>Promedio</b>	85.58	85.55	85.71	85.55

**Tabla N° 93.***Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de mortero industrial.*

<b>Espécimen</b>	<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (kg)</b>	<b>Resistencia a la compresión <math>V_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MMI - 1	751.26	9150	8.61
MMI - 2	746.23	8950	8.48
MMI - 3	752.99	8420	7.91
MMI - 4	744.49	9600	9.12
<b>Promedio <math>V_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>8.53</b>
Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )			0.50
<b>Resistencia característica <math>V'_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>8.03</b>

**Tabla N° 94.***Deformación angular y Módulo de rigidez de los muretes de mortero industrial.*

<b>Espécimen</b>	<b><math>V_m</math> 10% (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>V_m</math> 50% (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\gamma_m</math> 10% (mm/mm)</b>	<b><math>\gamma_m</math> 50% (mm/mm)</b>	<b><math>\gamma_m</math> (mm/mm)</b>	<b>Módulo de rigidez G (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MMI - 1	0.861	4.306	0.00040	0.00254	0.00495	1609.81
MMI - 2	0.848	4.240	0.00018	0.00171	0.00314	2216.99
MMI - 3	0.791	3.953	0.00000	0.00130	0.00301	2432.31
MMI - 4	0.912	4.558	0.00011	0.00166	0.00678	2352.26
<b>Promedio</b>					<b>0.00447</b>	<b>2152.84</b>

**Tabla N° 95.***Deformaciones y esfuerzos del murete MMI – 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>MMI - 1</b>		
<b>Area bruta (cm2)</b>		751.26		
<b>Diagonal (mm)</b>		855.75		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.05	0.10	0.00009	0.47
1000	0.30	0.50	0.00047	0.94
1500	0.61	0.80	0.00082	1.41
2000	0.81	0.90	0.00100	1.88
2500	1.04	1.00	0.00119	2.35
3000	1.33	1.10	0.00142	2.82
3500	1.75	1.20	0.00172	3.29
4000	2.46	1.40	0.00226	3.76
4500	2.65	1.70	0.00254	4.23
5000	3.13	1.80	0.00288	4.71
5500	3.45	1.80	0.00307	5.18
6000	3.72	2.00	0.00334	5.65
6500	4.11	2.00	0.00357	6.12
7000	4.48	2.10	0.00384	6.59
7500	5.15	2.20	0.00429	7.06
8000	5.55	2.10	0.00447	7.53
8500	5.91	2.00	0.00462	8.00
9000	6.31	2.00	0.00486	8.47
9150	6.48	2.00	0.00495	8.61

**Tabla N° 96.***Deformaciones y esfuerzos del murete MMI – 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>MMI - 2</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		746.23		
<b>Diagonal (mm)</b>		855.50		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.00	0.00	0.00000	0.47
1000	0.28	0.10	0.00022	0.95
1500	0.56	0.20	0.00044	1.42
2000	0.87	0.50	0.00080	1.89
2500	1.12	0.90	0.00118	2.37
3000	1.32	1.00	0.00136	2.84
3500	1.33	1.20	0.00148	3.32
4000	1.34	1.40	0.00160	3.79
4500	1.34	1.60	0.00172	4.26
5000	1.36	1.90	0.00191	4.74
5500	1.38	2.00	0.00198	5.21
6000	1.39	2.00	0.00198	5.68
6500	1.40	2.20	0.00210	6.16
7000	1.40	2.40	0.00222	6.63
7500	1.41	2.60	0.00234	7.11
8000	1.43	3.00	0.00259	7.58
8500	1.46	3.50	0.00290	8.05
8950	1.48	3.90	0.00314	8.48

**Tabla N° 97.***Deformaciones y esfuerzos del murete MMI – 3.*

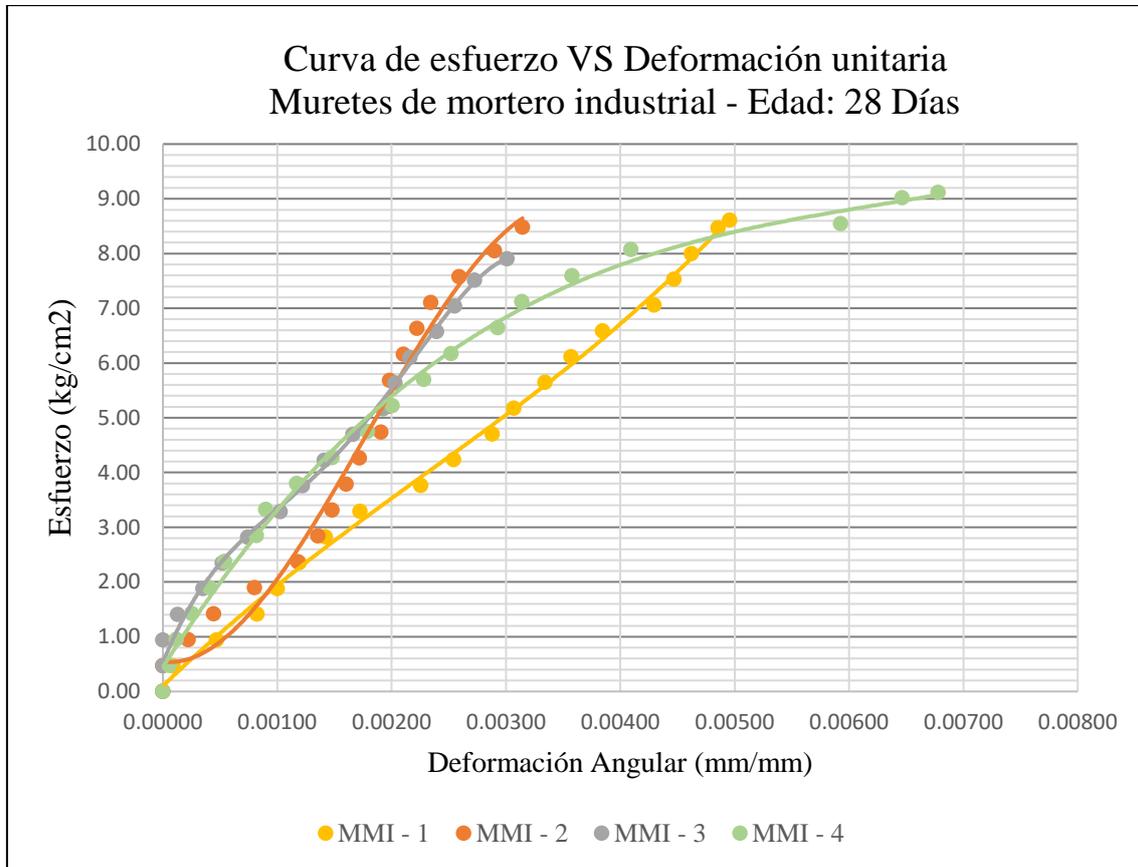
<b>Espécimen</b>		<b>MMI - 3</b>		
<b>Area bruta (cm2)</b>		752.99		
<b>Diagonal (mm)</b>		857.13		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm2)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.00	0.00	0.00000	0.47
1000	0.00	0.00	0.00000	0.94
1500	0.22	0.00	0.00013	1.41
2000	0.50	0.10	0.00035	1.88
2500	0.79	0.10	0.00052	2.35
3000	1.07	0.20	0.00074	2.82
3500	1.36	0.40	0.00103	3.29
4000	1.59	0.50	0.00122	3.76
4500	1.82	0.60	0.00141	4.23
5000	2.05	0.80	0.00166	4.69
5500	2.40	0.90	0.00193	5.16
6000	2.48	1.00	0.00203	5.63
6500	2.70	1.00	0.00216	6.10
7000	3.00	1.10	0.00239	6.57
7500	3.17	1.20	0.00255	7.04
8000	3.47	1.20	0.00272	7.51
8420	3.96	1.20	0.00301	7.91

**Tabla N° 98.***Deformaciones y esfuerzos del murete MMI – 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>MMI - 4</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		744.49		
<b>Diagonal (mm)</b>		855.50		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
500	0.10	0.00	0.00006	0.47
1000	0.20	0.00	0.00012	0.95
1500	0.43	0.00	0.00025	1.42
2000	0.60	0.10	0.00041	1.90
2500	0.82	0.10	0.00054	2.37
3000	1.30	0.10	0.00082	2.85
3500	1.34	0.20	0.00090	3.32
4000	1.60	0.40	0.00117	3.80
4500	1.93	0.60	0.00148	4.27
5000	2.16	0.90	0.00179	4.75
5500	2.33	1.10	0.00200	5.22
6000	2.50	1.40	0.00228	5.70
6500	2.71	1.60	0.00252	6.17
7000	3.01	2.00	0.00293	6.65
7500	3.27	2.10	0.00314	7.12
8000	3.52	2.60	0.00358	7.60
8500	4.00	3.00	0.00409	8.07
9000	5.04	5.10	0.00593	8.55
9500	5.16	5.90	0.00646	9.02
9600	5.20	6.40	0.00678	9.12

**Figura N° 27.**

*Curva de esfuerzo vs deformación angular del ensayo a compresión diagonal en muretes de mortero industrial con edad de 28 días.*



#### 4. Mortero polimérico

Tabla N° 99.

*Dimensiones de los muretes de albañilería de mortero polimérico.*

Dimensión	Espécimen			
	MMI - 1	MMI - 2	MMI - 3	MMI - 4
Longitud (cm)	64.20	64.50	64.30	64.45
	64.20	64.80	64.60	64.50
	64.60	64.30	64.40	64.50
	64.50	64.45	64.60	64.60
<b>Promedio</b>	64.38	64.51	64.48	64.51
Altura (cm)	64.60	64.70	64.45	64.70
	64.70	64.75	64.55	64.45
	64.50	64.40	64.60	64.65
	64.50	64.55	64.60	64.50
<b>Promedio</b>	64.58	64.60	64.55	64.58
Espesor (cm)	12.40	12.40	12.45	12.35
	12.40	12.35	12.45	12.35
	12.30	12.30	12.30	12.40
	12.35	12.30	12.40	12.45
<b>Promedio</b>	12.36	12.34	12.40	12.39
Diagonal (cm)	91.20	91.50	91.30	91.60
	90.80	91.20	91.20	91.55
	91.20	91.60	91.40	91.70
	91.00	91.40	91.25	91.65
<b>Promedio</b>	91.05	91.43	91.29	91.63

**Tabla N° 100.***Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de mortero polimérico.*

Especimen	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia a la compresión $V_m$
			(kg/cm <sup>2</sup> )
MMP - 1	797.07	2150	1.91
MMP - 2	796.46	2000	1.78
MMP - 3	799.96	1600	1.41
MMP - 4	799.54	2000	1.77
<b>Promedio <math>V_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>1.72</b>
Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )			0.21
<b>Resistencia característica <math>V'_m</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>1.50</b>

**Tabla N° 101.***Deformación angular y Módulo de rigidez de los muretes de mortero polimérico.*

Especimen	$V_m$ 10% (kg/cm <sup>2</sup> )	$V_m$ 50% (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_m$ 10% (mm/mm)	$\gamma_m$ 50% (mm/mm)	$\gamma_m$ (mm/mm)	Módulo de rigidez $G$ (kg/cm <sup>2</sup> )
MMP - 1	0.191	0.954	0.00000	0.00062	0.00115	1230.65
MMP - 2	0.177	0.888	0.00000	0.00026	0.00180	2734.62
MMP - 3	0.141	0.707	0.00002	0.00064	0.00263	912.90
MMP - 4	0.177	0.884	0.00000	0.00042	0.00167	1683.33
<b>Promedio</b>					<b>0.00181</b>	<b>1640.37</b>

**Tabla N° 102.***Deformaciones y esfuerzos del murete MMP – 1.*

<b>Espécimen</b>		<b>MMP - 1</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		797.07		
<b>Diagonal (mm)</b>		910.50		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
250	0.00	0.00	0.00000	0.22
500	0.00	0.00	0.00000	0.44
750	0.00	0.00	0.00000	0.67
1000	0.07	0.00	0.00004	0.89
1250	0.21	0.00	0.00012	1.11
1500	0.38	0.30	0.00037	1.33
1750	0.60	0.50	0.00060	1.55
2000	0.85	0.60	0.00080	1.77
2150	1.50	0.60	0.00115	1.91

**Tabla N° 103.***Deformaciones y esfuerzos del murete MMP – 2.*

<b>Espécimen</b>		<b>MMP - 2</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		796.46		
<b>Diagonal (mm)</b>		914.25		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
200	0.00	0.00	0.00000	0.18
400	0.00	0.00	0.00000	0.36
600	0.07	0.00	0.00004	0.53
800	0.30	0.00	0.00016	0.71
1000	0.48	0.00	0.00026	0.89
1200	0.72	0.00	0.00039	1.07
1400	1.76	0.00	0.00096	1.24
1600	1.97	0.00	0.00108	1.42
1800	2.27	0.40	0.00146	1.60
2000	2.70	0.60	0.00180	1.78

**Tabla N° 104.***Deformaciones y esfuerzos del murete MMP – 3.*

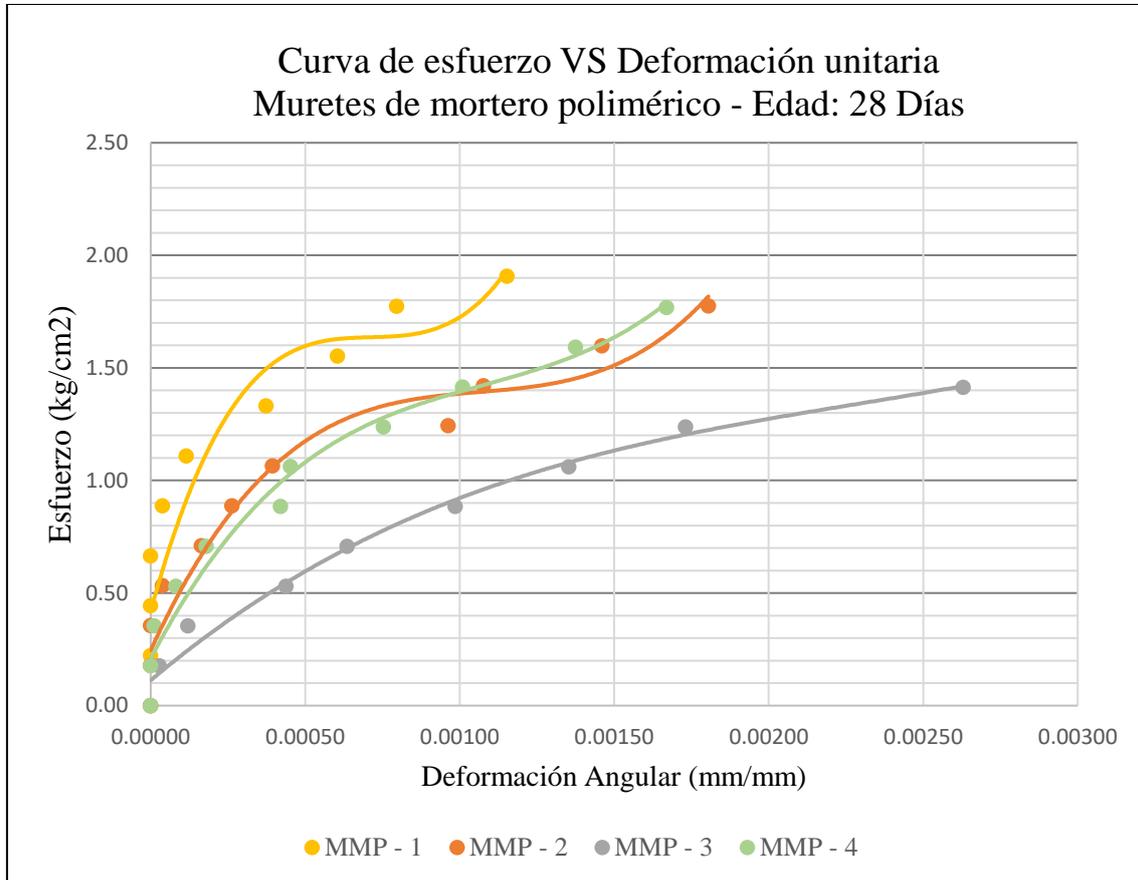
<b>Espécimen</b>		<b>MMP - 3</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		799.96		
<b>Diagonal (mm)</b>		912.88		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
200	0.05	0.00	0.00003	0.18
400	0.22	0.00	0.00012	0.35
600	0.30	0.50	0.00044	0.53
800	0.46	0.70	0.00064	0.71
1000	0.90	0.90	0.00099	0.88
1200	1.47	1.00	0.00135	1.06
1400	2.06	1.10	0.00173	1.24
1600	3.50	1.30	0.00263	1.41

**Tabla N° 105.***Deformaciones y esfuerzos del murete MMP – 4.*

<b>Espécimen</b>		<b>MMP - 4</b>		
<b>Área bruta (cm<sup>2</sup>)</b>		799.54		
<b>Diagonal (mm)</b>		916.25		
<b>Carga (kg)</b>	<b>Deformación Vertical (mm)</b>	<b>Deformación Horizontal (mm)</b>	<b>Deformación Angular <math>\gamma_m</math></b>	<b>Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
0	0.00	0.00	0.00000	0.00
200	0.00	0.00	0.00000	0.18
400	0.02	0.00	0.00001	0.35
600	0.15	0.00	0.00008	0.53
800	0.33	0.00	0.00018	0.71
1000	0.57	0.20	0.00042	0.88
1200	0.63	0.20	0.00045	1.06
1400	0.98	0.40	0.00075	1.24
1600	1.35	0.50	0.00101	1.41
1800	1.92	0.60	0.00138	1.59
2000	2.36	0.70	0.00167	1.77

**Figura N° 28.**

*Curva de esfuerzo vs deformación angular del ensayo a compresión diagonal en muretes de mortero polimérico con edad de 28 días.*



## ANEXO F. FALLAS TÍPICAS EN PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA

**Figura N° 29.**

*Falla vertical en pilas de albañilería.*



*Fuente: Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 Albañilería, San Bartolomé, 2005.*

**Figura N° 30.**

*Falla por trituración en pilas de albañilería.*



*Fuente: Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 Albañilería, San Bartolomé, 2005.*

**Figura N° 31.**

*Falla por aplastamiento local en pilas de albañilería.*



*Fuente: Diseño y construcción De estructuras sismorresistentes de albañilería, San Bartolomé et al., 2018.*

**Figura N° 32.**

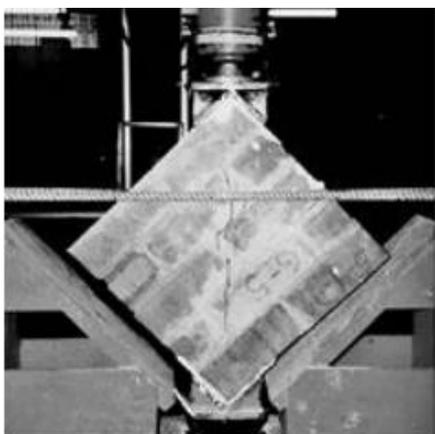
*Falla por aplastamiento por pandeo en pilas de albañilería.*



*Fuente: Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería, San Bartolomé et al., 2018.*

**Figura N° 33.**

*Falla por tracción diagonal en muretes de albañilería.*



*Fuente: Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería, San Bartolomé et al., 2018.*

**Figura N° 34.**

*Falla escalonada en muretes de albañilería.*



*Fuente: Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 Albañilería, San Bartolomé, 2005.*

**Figura N° 35.**

*Falla mixta en muretes de albañilería.*



*Fuente: Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 Albañilería, San Bartolomé, 2005.*

## ANEXO G. FICHAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Figura N° 36.

Ficha técnica de Cemento Pacasmayo tipo I – 1.



### CEMENTO TIPO I “ESTRUCTURAL”

#### DESCRIPCIÓN

**Cemento Portland Tipo I.** Gracias a su nuevo diseño de clinker, se logra una mejor resistencia a la compresión garantizando óptimos resultados en tu obra.



#### USOS

- Cemento de uso general.

#### ATRIBUTOS

**Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales**

**Altas resistencias a todas las edades**

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

#### RECOMENDACIONES PARA USO Y ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar sobre plataforma de madera y en rumas que no excedan las 8 bolsas

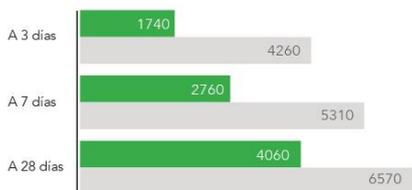


Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



\*Requisito opcional.

**Resistencia a la compresión (psi)**

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo

Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A.

**Figura N° 37.**

*Ficha técnica de Cemento Pacasmayo tipo I – 2.*



## Cemento Tipo I Estructural Cemento Portland Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

### REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO <sub>3</sub>	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

### REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm <sup>2</sup> /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
<b>Resistencia a la compresión</b>					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat</b>					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

\*Valores promedios referenciales de lotes despachados / \*\*Requisito opcional.

### VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha Recomendada de Uso: para aprovechar de mejor manera sus propiedades



Fecha de Producción: para que utilices el cemento más fresco

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.

**Pacasmayo**

Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A.

## Figura N° 38.

Ficha técnica del ladrillo King Kong industrial de 18 huecos marca LARK.

### FICHA TÉCNICA



MANUAL APOYO	LADRILLO KING KONG 18 HUECOS
--------------	------------------------------

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación del Bien	: KING KONG 18 HUECOS		
Denominación técnica	: KING KONG STANDAR		
Grupo/clase/familia	: CONSTRUCCIONES DE MURO PORTANTE		
Dimensiones (mm)	L.Corte	Ancho	Largo
	90	125	230
Peso	: 2.70 Kg.		
Unidades m <sup>2</sup>	: 36		



Anexos adjuntos:

Descripción general: Es el ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

##### DE LOS TIPOS DE LADRILLOS

Según la Norma NTP 399.613:2005 - 339.604 - 399.604 este ladrillo corresponde:

**Tipo IV:** Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	según NTP	según muestra
VARIACION DE LA DIMENSION (mm)	± 2.0	± 2.0
ALABEO (mm)	2	1
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	130.0 Kg/cm <sup>2</sup>	277.0 Kg/cm <sup>2</sup>
ABSORCION (%)	<22	12.80
EFLORESCENCIA	NO EFORESCENTE	NO EFLORISCENTE

#### OTRAS ESPECIFICACIONES

- Proceso de fabricación altamente controlado.
- Control de Calidad riguroso en todos los procesos.
- Peso exacto
- Secado tradicional.

EL CONTENIDO DE LA FICHA PUEDE VARIAR POR CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS O EN LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA VIGENTE.

ACTUALIZADO: FEBRERO 2019

Parcela 10234 Fundo Santa Inés, Puente Piedra – Lima. Telf: (051) 711-3322  
[www.ladriilloslark.com.pe](http://www.ladriilloslark.com.pe)

Fuente: Ladrillos LARK, 2019.

**Figura N° 39.**

*Ficha técnica del mortero industrial embolsado marca UNICON – 1.*



**FICHA TÉCNICA  
MORTERO 1:4**

### Ahorras con calidad

Ideal para asentado de bloque de concreto o sílico calcáreo y contrapisos.

Mortero 1:4 UNICON es una mezcla seca de arena gruesa y CEMENTO SOL, listo para agregarle la cantidad recomendada de agua.

**USOS**

Asentado de bloque de concreto o sílico calcáreo y contrapisos.

### DESCRIPCIÓN

Mortero 1:4 UNICON es una mezcla seca de arena gruesa y CEMENTO SOL, listo para agregarle la cantidad recomendada de agua que se emplea para el asentamiento de bloques y contrapisos.



**VENTAJAS**

**Rapidez**

**Optimización de recursos en mano de obra, insumos y procesos.**

**Calidad**

**Prolongada vida útil del producto.**

**¿POR QUÉ?**

- Mezcla predosificada lista para usar en obra: solo se agrega agua.

- Menor costo en acarreo de material.
- Optimización de espacios para almacenamiento. Mayor orden y limpieza en obra.
- Cero desperdicios de agregados.

- Dosificación exacta y garantía de procedencia de insumos.
- CEMENTO SOL, Cemento Portland Tipo I (ASTM C-150) y agregados de canteras propias (ASTM C-144).

- Empaque tricapa (2 pliegos de papel y 1 film plástico) en bolsa de 40 kilos.
- El tiempo de almacenaje de este producto embolsado es de 30 días.

Fuente: CONCREMAX, 2021.

**Figura N° 40.**

*Ficha técnica del mortero industrial embolsado marca UNICON – 2.*

MORTERO 1:4

MODO DE EMPLEO PARA EL ASENTADO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

**Preparación de la Superficie**

- 1 Prepare el lugar donde se va a vaciar la mezcla.
- 2 Coloque todo el contenido en una batea y agregue la cantidad de agua indicada hasta lograr una consistencia uniforme.
- 3 Aplique la mezcla de Tarrajeo 1:4 UNICON en el bloque de concreto o sílico calcáreo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

<b>Proporción Cemento : Arena</b>	1:4		
<b>Agua (litros por bolsa)</b>	6.3 a 6.8		
<b>Rendimiento referencial</b>	<b>Muro con Bloques de Concreto</b>		
	Bolsa	Espesor en cm	Rendimiento por m <sup>2</sup>
	1	1	1.33
	<b>Contrapisos</b>		
	Bolsa	Espesor en cm	Rendimiento por m <sup>2</sup>
	1	3	0.66
	1	4	0.49
	1	5	0.37

RECOMENDACIONES Y PRECAUCIONES

**Consistencia**

- Es importante que utilice la cantidad de agua indicada para garantizar una mezcla correcta, así como su resistencia final.
- El exceso de agua en la mezcla disminuye las propiedades mecánicas y la calidad del producto. Si adiciona más agua de la cantidad especificada en el empaque, aumentará la relación a/c y por ende, disminuirá la resistencia final.
- No modifique la mezcla original: no añada arena, aditivos ni cemento.

**Usos**

- Use todo el contenido del producto una vez abierto el empaque.
- No aplique con temperaturas exteriores extremas (< a 5° ó > a 35° Centígrados) o condiciones de fuertes vientos, heladas o lluvias.

**Almacenaje y manipulación**

- Cuide de no deteriorar las bolsas en el proceso de almacenamiento.
- No apile más de 10 bolsas una sobre otra.
- Almacene en un lugar seco y techado.
- No deje en contacto con la humedad del suelo ni deje bolsas abiertas.
- Para evitar que el producto esté en contacto directo con el suelo emplee parihuelas.
- Evite tiempos de almacenamiento prolongados.

**Seguridad**

- Evite el contacto con la piel.
- En caso de contacto con los ojos, enjuague inmediatamente con abundante agua y acuda al médico.

SIMPLE Y RÁPIDO

[www.concremax.com.pe](http://www.concremax.com.pe)

Concremax S.A.

[ventasemb@concremax.com.pe](mailto:ventasemb@concremax.com.pe) ☎ (511) 217-2700

Dpto. de Calidad PDC 29-7-21

*Fuente: CONCREMAX, 2021.*

## Figura N° 41.

### Ficha técnica del aditivo SikaLatex – 1.



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaLatex®

Mejorador de Adherencia para Morteros y Pastas de Cemento

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Latex es un aditivo elaborado en base a una emulsión de polímeros, que adicionada al mortero de cemento, mejora sus propiedades, especialmente la adherencia. La lechada de adherencia confeccionada con Sika® Latex se utiliza para unir mortero fresco con Concreto o mortero endurecido.

### USOS

- ? Mejorador de adherencia en lechada adhesiva para el tarrajeo y mortero de reparación.
- ? Aditivo para mortero de reparaciones en concreto y albañilería.
- ? Aditivo para mortero para incrementar la impermeabilidad y la resistencia a ataques químicos.
- ? Aditivo para lechadas y morteros de inyección.
- ? Aditivo para mejorar la adherencia de pinturas a base de cemento o cal.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Mayor adherencia del mortero sobre concreto, albañilería, piedra, acero, entre otros.
- Mayor flexibilidad del mortero, reduciéndose la formación de fisuras y aumentando la resistencia al impacto.
- Mayor retención de agua del mortero y mayor cohesión, lo que se traduce en mezcla homogénea de mayor resistencia a la abrasión.
- Mayor impermeabilidad y estabilidad al agua.
- Mayor resistencia química del mortero de cemento.
- Alta calidad y durabilidad en mortero de reparación.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• PET x 4 Litros</li><li>• Botella x 1 litro</li></ul>
<b>Vida Útil</b>	1 año
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en su envase original cerrado protegido del congelamiento.
<b>Apariencia / Color</b>	Blanco
<b>Densidad</b>	1.02 kg/L ± 0.01

### INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Dosificación Recomendada</b>	Como mejorador de adherencia : 200 g/m <sup>2</sup> Como aditivo en mortero : 400 a 500 g/m <sup>2</sup> por cada cm de espesor
---------------------------------	--

Hoja De Datos Del Producto  
SikaLatex®  
Noviembre 2021, Versión 01.02  
020301010010000001

1 / 2

Fuente: SIKA, 2021.

## Figura N° 42.

### Ficha técnica del aditivo SikaLatex – 2.

#### NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

#### ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad

alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hoja Técnica de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

#### INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

##### CALIDAD DEL SUSTRATO PRE-TRATAMIENTO

Las superficies de concreto deben encontrarse limpias, exentas de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de grasa, aceite, pintura, etc. Al aplicar la lechada, la base debe encontrarse húmeda, pero sin agua superficial (saturada superficialmente seca). La temperatura mínima de aplicación debe ser 5°C.

##### MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

###### Lechada para mejorador de adherencia:

Agregar 1 parte de Cemento en una dilución 1:1 formada por 1 parte de Sika Latex y 1 parte de agua, hasta obtener una consistencia plástica deseada. Aplicar con brocha en un espesor no inferior a 1 mm. Colocar el mortero sobre la lechada antes de que esta última comience a secarse (20 a 30 minutos a 20 °C).

###### Mortero para tarrajes y reparaciones:

Diluir Sika Latex en 4 a 6 partes de agua, agregar al mortero en la cantidad necesaria para obtener la consistencia deseada. Aplicar el mortero antes de 30 minutos de mezclado, en forma tradicional.

###### Pinturas en base a cemento o cal:

Agregar 200 g de Sika Latex a cada 4 litros de pintura.

#### RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

#### NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de

Hoja De Datos Del Producto  
SikaLatex®  
Noviembre 2021, Versión 01.02  
020301010010000001

2 / 2

SikaLatex-es-PE-(11-2021)-1-2.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Fuente: SIKA, 2021.

## Figura N° 43.

### Ficha técnica del mortero polimérico Massa DunDun – 1.

## ficha técnica

Massa DunDun



#### CARACTERÍSTICAS

Masa adhesiva a base de resinas poliméricas, cargas minerales, agua y aditivos especiales. No contiene cemento en su formulación y está listo para su uso.

#### INDICACIÓN

Adecuado para asentamiento de ladrillos y bloques de hormigón en albañilería no portante.

#### VALORES TÍPICOS

Adecuado para asentamiento de ladrillos y bloques de hormigón en albañilería no portante.

Densidad:	1,85 g/cm <sup>3</sup>
Tiempo de Cura:	72 hrs. depende temperatura y humedad
Resistencia a tracción NBR14.081:	>=1 mPa
Color:	Gris
Apariencia:	Pastoso

#### USO

La Massa DunDun, ha sido diseñada para la elevación de muros de mampostería en obra, para su uso al interior y exterior de la edificación. Uso excluyente para elevación de tabiques del tipo "junta trabajada". No sustituye la estructura portante de la edificación. La adhesión de los ladrillos es realizada por contacto en juntas menores iguales a los 3mm.

#### LADRILLOS

- Uso indicado certificado en: Ladrillos de arcilla, bloquetas de cemento y ladrillos sílico calcáreo.  
- Se indica la utilización de ladrillos de alta industrialización y estandarización dimensional, como se describe en el art. 05 del RNE. Diferencias dimensionales mayores a 3 mm, presentarán dificultades para la nivelación y alineación del tabique durante la aplicación; por lo que se recomienda utilizar el ladrillo tipo V descrito en la tabla 01 del Capítulo 03, art. 05 del RNE. La superficie de contacto del ladrillo debe de ser óptima para los encuentros entre trabas horizontales y detalles de fijación vertical con el sistema estructural de la edificación.

#### SUPERFICIES

- La superficie de los ladrillos a utilizar debe de estar limpia, libre de arena, grasa, aceite o polvo; para garantizar una adherencia óptima en el contacto entre ladrillos;  
- La aplicación del producto en partes ligeramente humedecidas aumentará su tiempo de curado, sin alterar la resistencia mecánica y garantía sobre la estabilidad y adhesión del tabique;  
- No se recomienda su uso bajo precipitaciones de gran intensidad o grandes caudales de agua que provoquen un "lavado" del material recién aplicado eliminando el contacto y adhesión entre ladrillos.

#### SOPORTE Y NIVELACIÓN

- Es necesario que la base, replanteo e inicio de ejecución del tabique, sea perfectamente horizontal antes de comenzar con la aplicación del producto. Se recomienda que la primera hilada sea realizada con mortero tradicional, corrigiendo las deficiencias existentes en el soporte, brindando una perfecta nivelación, que optimizará el uso de la Massa DunDun en cuanto a sus propiedades adhesivas y rendimientos, con juntas menores iguales a 3mm.

#### DOSIFICACIÓN

- La aplicación se debe realizar en dos cordones de Massa DunDun de 1 cm de diámetro sobre la superficie de asentamiento horizontal, en una aplicación continua.  
- Se recomienda un exhaustivo control en cuanto al corte del dosificador indicado en el envase y las correctas condiciones de la superficie de contacto entre los ladrillos a utilizar.  
- Se indica la aplicación de un tercer hilo adicional en caso que existan problemas geométricos que alteren cualquier superficie de contacto entre ladrillos o entre ladrillos-estructura.  
- Para detalles particulares que requieren la alteración-corte del ladrillo a utilizarse se indica un estudio previo y aprobación por parte del técnico responsable en obra, y consulta profesional con el soporte técnico de Massa DunDun en Perú.

#### JUNTAS

- La estabilidad y resistencia mecánica del tabique para su elevación con Massa DunDun está certificada para su aplicación, únicamente en la junta horizontal entre ladrillos.  
- Con la excepción de casos de estudio, se indica la no aplicación sobre las juntas verticales; dejando en su lugar un espacio entre ladrillos de dimensiones 1-3mm que permitirá un correcto asentamiento propias del tabique.  
- La aplicación adicional en juntas verticales representa un incremento de la resistencia estructural del tabique y será indicado específicamente para el contacto tabique-sistema estructural de la edificación, y en casos excepcionales de cargas no convencionales que requieran incremento de la resistencia mecánica certificada (ej. Carga de viento).  
- En tal caso las modificaciones a la aplicación convencional del producto serán supervisadas por el técnico responsable de obra y/o respaldo de técnico de DunDun Perú.

#### NIVELES Y PLOMO

- En caso de existir problema de nivelación y plomo del tabique durante la elevación del tabique se indica la utilización de cuñas de soporte para ajustes menores, iguales a 3mm.  
- Para correcciones excepcionales mayores a 4mm en la nivelación del tabique se recomienda la aplicación de una hilada con mortero convencional antes de proceder con la aplicación de Massa DunDun.  
- Se sugiere la utilización del detalle particular de nivelación con mezcla tradicional en caso de muro doble interior-exterior



Nivelamiento primera hilada



Dosificación con sachet



Dosificación con aplicador

Fuente: CONTEGROUP, 2019.

## Figura N° 44.

### Ficha técnica del mortero polimérico Massa DunDun – 2.

## ficha técnica

Massa DunDun



con la aplicación de elementos metálicos de cohesión estructural (refuerzo con platina de refuerzo de acero zincado o barra corrugada menor a 5mm de diámetro), evitando el corte, perforación o anclaje químico del ladrillo.

#### CONTACTO-ESTRUCTURA

- El vínculo del tabique de mampostería con el sistema estructural del edificio se ha de realizar con la aplicación de Massa DunDun en la junta vertical, logrado para un mínimo de dos cordones continuos en el vínculo del ladrillo con el pilar, con un procedimiento de presión lateral de 10 a 15 segundos que garantice el contacto entre ambas superficies.
- La sustitución de elementos metálicos de sujeción (refuerzo horizontal) por un contacto de adherencia con Massa DunDun, estará sujeto a un especial control sobre la continuidad en la superficie de adherencia entre tabique y estructura;
- Se indica para la correcta resolución del detalle en estudio, un ladrillo liso, sin la aplicación de cortes u alteraciones que reduzcan la superficie de contacto entre mampostería y estructura.
- Se sugiere un estudio a detalle por parte del técnico responsable en obra de todos los encuentros no coplanares, que requieren realización de cortes en el ladrillo o la inclusión de un anclaje mecánico metálico debido a problemas en el contacto entre los planos soporte.

#### ORDEN DE EJECUCIÓN

- El método escalado en un orden de escalera hacia el contacto estructural; garantiza la correcta realización del detalle y procedimiento de contacto-presión-lateral relatado. Eliminando la necesidad de comprometer cortes en los ladrillos exteriores en contacto con el plano estructural. Los ajustes, cortes y excepciones estarán localizados al centro del tabique.
- Para el caso de elevación en el método tradicional de "agregado en hiladas horizontales" generalizado para el territorio nacional se indica un especial control en el remate de contacto tabique-pilar, aplicando una alteración en el orden de colocación que permita la correcta presión de carga lateral del ladrillo exterior del tabique.
- Se indica especial evaluación preliminar del procedimiento a ejecutar por parte de la dirección técnica de la obra en coordinación con el equipo de soporte técnico de DunDun Perú en instancias de capacitación en obra.

#### ACUÑADO

- El sistema de acuñaado y terminación del tabique es indicado en sistema de espuma de poliuretano para óptimo desempeño de la productividad de la obra;
- No obstante puede ser realizado con mortero tradicional.

- En ningún caso se indica la utilización de Massa DunDun para la resolución y carga de justa de relleno posterior a la elevación de tabiques conforme al manual.

#### ALTURA

- Se recomienda para un correcto asiento de tabiques no sobrepasar los 3 metros de altura en una jornada. Asegurando para la reanudación de los trabajos un tiempo de curado parcial de 8hrs.

#### AJUSTES DURANTE LA ELEVACIÓN

- Una vez aplicados los hilos en junta horizontal sobre la superficie del ladrillo. Se indica un tiempo máximo de corrección, asentamiento y colocación de los ladrillos de 10-15 minutos.

#### TIEMPO DE CURADO

- El secado inicial del producto se produce entre 8 y 12 horas, en la cual el tabique adquiere una resistencia apta para la continuidad en la altura de elevación.
- La resistencia y curado final se alcanza después de 72 horas en climas cálidos y secos.
- El tiempo de curado puede ser afectado en función de los tipos de bloques utilizados, condiciones meteorológicas y carga de humedad de las superficies previo a la elevación del tabique.
- Para el caso de tabiques elevados con gran carga de humedad directa, producto de precipitaciones o "escurrimientos" ocurridos al inicio de la aplicación, el tiempo de curado del producto comenzará solo después que el bloque se encuentre seco. Se indica especial precaución en el asentamiento y altura máxima de elevación debido a que el producto se encontrará en estado fresco durante un lapso mayor al relatado par condiciones normales.

#### CORRECCIONES Y AJUSTES

- En caso de necesidad de corrección o relocalización de los ladrillos posterior a su asentamiento inicial, se indica la reposición del producto sobre las afectadas, con especial precaución de obtener una carga continua, sobre las superficies para lograr la adherencia óptima.

#### CONSERVACIÓN

- Una vez abierto el envase, el producto puede ser utilizado en un lapso de 30 días siempre y cuando se haga un cierre en el extremo del aplicador.
- El producto sin abrirse tiene una duración de un año de envasado. En la práctica se demostró que pasado este tiempo hasta dos años de prueba el producto que se utiliza no pierde ninguna de sus propiedades.



Nivel y plomo



Acuñaamiento



Distancia entre bloques

REPRESENTANTE EXCLUSIVO  
**CONTE GROUP**  
S.A.C.

Para mayor información ingresa a [www.contegroup.org/massadundunperu](http://www.contegroup.org/massadundunperu) . [dundun@contegroup.org](mailto:dundun@contegroup.org)  
**Sede Principal:** Av. Separadora Industrial 1591 Urb. San Francisco, Ate - Teléfono: (01) 708 2600  
**Sede Norte:** Calle Los Nogales 228 Urb. Shangnila, Puente Piedra - Teléfono: (01) 719 5890  
**Sede Arequipa:** Urb. Santa María Mz G Lt 4 Cerro Colorado, Arequipa - Teléfono: (054) 652 808

Síguenos como  
Massa DunDun Perú

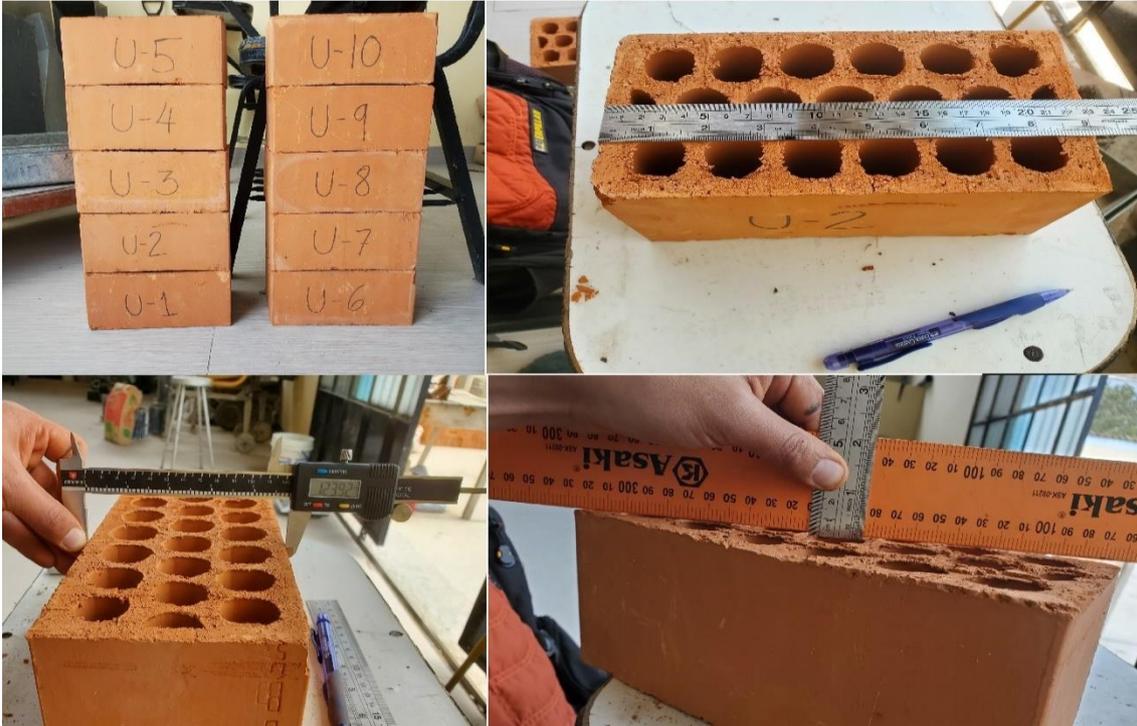


Fuente: CONTEGROUP, 2019.

## ANEXO H. PANEL FOTOGRÁFICO

**Figura N° 45.**

*Medición de dimensiones y alabeo de los ladrillos King Kong de 18 huecos.*



**Figura N° 46.**

*Absorción de los ladrillos King Kong de 18 huecos.*



**Figura N° 47.**

*Ensayo a compresión de los ladrillos King Kong de 18 huecos.*



**Figura N° 48.**

*Cuarteo y granulometría de la arena gruesa.*



**Figura N° 49.**

*Peso unitario compactado y peso específico de la arena gruesa.*



**Figura N° 50.**

*Elaboración de pilas y muretes con mortero 1:4.*



**Figura N° 51.**

*Elaboración de pilas y muretes con mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.*



**Figura N° 52.**

*Elaboración de pilas y muretes con mortero industrial.*



**Figura N° 53.**

*Elaboración de pilas y muretes con mortero industrial.*



**Figura N° 54.**

*Ensayo de cubos de mortero convencional 1:4.*



**Figura N° 55.**

*Ensayo de cubos de mortero convencional 1:5.*



**Figura N° 56.**

*Ensayo de cubos de mortero industrial embolsado.*



**Figura N° 57.**

*Ensayo de pilas y muretes con mortero 1:4.*



**Figura N° 58.**

*Ensayo de pilas y muretes con mortero 1:5 con aditivo mejorador de adherencia.*



**Figura N° 59.**

*Ensayo de pilas y muretes con mortero industrial embolsado.*



**Figura N° 60.**

*Ensayo de pilas y muretes con mortero polimérico.*

