

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico-mecánico del mortero de albañilería**

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

**AUTOR**

**Ronal Steven Pinzon Guerrero**

**ASESOR**

**Jorge Enrique Alvarez Ruffran**

<https://orcid.org/0000-0002-5321-8500>

**Chiclayo, 2025**

**Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico  
pulverizadas en las propiedades físico-mecánico del mortero de  
albañilería**

PRESENTADA POR  
**Ronal Steven Pinzon Guerrero**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Mario Antonio Martinez Fiestas  
PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza  
SECRETARIO

Jorge Enrique Alvarez Ruffran  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Ofrezco mi dedicación a Dios por otorgarme cada día una oportunidad de alcanzar mis metas propuestas y llenarme de fortaleza en cada uno de mis pasos.

Dedicado en especial a mi madre, por su amor incondicional, es quien me guía en cada paso de mi vida y me motiva a nunca rendirme frente a los obstáculos de la vida. Te amo madre.

A mi padre, por la guía que me ofrece ante cada dificultad presentada durante la finalización de esta etapa profesional y por sus valores inculcados para ser una buena persona y gran profesional.

A mi apoderado por su apoyo incondicional brindado durante toda esta etapa universitaria y lograr alcanzar este objetivo como un excelente profesional.

A mis hermanos, quienes son mi motivo para sobresalir y luchar por mis objetivos día a día.

A mi familia, quienes me han ofrecido su apoyo en todo momento, y cada vez que los he necesitado.

A mis amistades, por su apoyo y sus buenos deseos constantes durante el desarrollo y alcance de este objetivo.

## **Agradecimientos**

**A Dios**, por ofrecerme salud y dicha para conseguir mis metas y objetivos.

**A mi familia**, por apoyarme constantemente durante toda la etapa universitaria y vida personal, infundiendo valores y principios.

**A mis docentes**, por su enseñanza constante, paciencia y compromiso, inculcando gran afecto y ética por la carrera profesional.

**A mi asesor el Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffran**, por su tiempo, entereza y dedicación durante las sesiones de asesoría, manifestado su apoyo constante y motivación para la culminación exitosa de esta tesis.

**A los técnicos de laboratorio**, el Sr. Henry Rivadeneyra y Sr. Marco Casanova, por su apoyo constante desde proyecto de tesis hasta la culminación de la ejecución del presente proyecto de investigación

## TESIS

### INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	9%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	8%
3	<a href="https://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	AMET CONSULTORIA AMBIENTAL Y PESQUERA S.A.C.. "EIA-SD Colectivo para el Desarrollo de la Acuicultura de la Mediana y Gran Empresa, Mediante el Cultivo del Recurso Hidrobiológico Concha de Abanico en el Sistema de Cultivo de Fondo, en la Zona de Producción Las Delicias, en la Bahía de Sechura, Distrito y Provincia de Sechura, Piura-IGA0020299", R.D. N° 00069-2022-PRODUCE/DGAAMPA, 2022 Publicación	<1%
8	<a href="https://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://repositorio.upeu.edu.pe">repositorio.upeu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="https://www.repositorio.unu.edu.pe">www.repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

## Índice

Resumen .....	17
Abstract .....	18
Introducción .....	19
Revisión de literatura .....	22
Bases teóricas y científicas.....	25
Albañilería.....	25
Clasificación de albañilería .....	25
Componentes de la albañilería .....	28
Unidades de albañilería .....	28
Mortero.....	34
Materiales y métodos .....	45
Procedimientos.....	53
Procedimiento de los ensayos físicos del agregado.....	53
Contenido de humedad.....	53
Granulometría del agregado .....	54
Peso específico y absorción.....	55
Peso unitario del agregado .....	57
Unidad de albañilería - Ladrillo .....	59
Procedimiento de los ensayos de las unidades de albañilería .....	59
Variación dimensional.....	59
Porcentaje de vacíos .....	60
Alabeo .....	61
Porcentaje de Absorción.....	62
Succión.....	63
Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería .....	65
Procedimiento para la elaboración del mortero.....	67
Procedimiento para ensayos del mortero en estado fresco.....	74
Ensayo de fluidez de la mezcla del mortero.....	74
Peso unitario del mortero .....	77
Ensayo del tiempo de fraguado del mortero.....	78
Ensayos del mortero en estado endurecido .....	79
Ensayo de la resistencia a la compresión del mortero.....	79

Ensayo de la resistencia en pilas de albañilería.....	80
Ensayo de resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería .....	81
Ensayo de resistencia al murete de albañilería .....	82
Resultados y discusión .....	85
Resultados de los ensayos realizados al agregado fino .....	85
Resultado del contenido de humedad del agregado fino .....	85
Resultado de la granulometría del agregado fino .....	85
Resultado del peso específico y absorción del agregado fino .....	86
Resultado del peso unitario del agregado fino .....	87
Resultados de los ensayos elaborados a la unidad de albañilería.....	88
Resultados de la variación de dimensionamiento del ladrillo .....	88
Resultado del ensayo de alabeo del ladrillo .....	89
Resultado del ensayo de la absorción del ladrillo .....	89
Resultado del ensayo de porcentaje de vacíos del ladrillo .....	90
Resultado del ensayo de porcentaje de succión.....	91
Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo.....	92
Resumen de resultados de los ensayos del ladrillo.....	92
Resultados de los tipos de mortero y dosificación .....	93
Resultados de los ensayos del mortero en estado fresco .....	94
Resultados del ensayo de fluidez del mortero .....	94
Resultado del peso unitario del mortero.....	96
Resultado de tiempo de fraguado del mortero .....	98
Resultado del porcentaje de absorción del mortero.....	99
Resultado de contenido de humedad del mortero .....	100
Resultados de los ensayos del mortero en estado endurecido .....	103
Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del mortero .....	103
Resultados de los ensayos de las propiedades mecánicas del mortero de la albañilería. ....	111
Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.....	111
Resultados del ensayo para la determinación de la resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería .....	113
Resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería....	115
Resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería....	116
Evaluación de Impacto Ambiental .....	117
Análisis económico .....	139

Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero convencional.....	139
Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 2% C.A. ....	139
Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 4% C.A. ....	140
Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 6% C.A. ....	140
Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 2% N.G. ....	141
Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 4% N.G. ....	141
Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 6% N.G. ....	142
Discusión de resultados .....	143
Ensayos realizados al agregado fino .....	143
Ensayos elaborados a la unidad de albañilería .....	143
Ensayos del mortero en estado fresco .....	144
Ensayos del mortero en estado endurecido .....	149
Conclusiones .....	158
Recomendaciones.....	161
Referencias .....	163
Anexos.....	166

## Lista de Tablas

Tabla 1. Limitaciones de aplicación estructural de los tipos de unidades de albañilería. ....	29
Tabla 2. Requisitos para la variación de dimensión, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.....	31
Tabla 3. Requisitos para la absorción y coeficiente de saturación. ....	31
Tabla 4. Tipo de ladrillo según su función en condiciones de uso.....	32
Tabla 5. Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	32
Tabla 6. Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	33
Tabla 7. Limitaciones de unidad de albañilería utilizados a fines estructurales. ....	33
Tabla 8. Limitaciones de unidad de albañilería utilizados en muros confinados. ....	34
Tabla 9. Granulometría para la arena .....	36
Tabla 10. Tipos de mortero según sus componentes y usos.....	37
Tabla 11. Variedad de mortero.....	40
Tabla 12. Recomendaciones para la fluidez del mortero. ....	41
Tabla 13. Composición química según florescencia. ....	44
Tabla 14. Cantidad de muestras a elaborar para la investigación. ....	47
Tabla 15. Variables, dimensiones, indicadores, instrumentos y Técnica. ....	49
Tabla 16. Métodos, técnicas y recolección de datos. ....	52
Tabla 17. Ensayo del agregado y mortero.....	52
Tabla 18. Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado.....	85
Tabla 19. Resultados del ensayo de la granulometría del agregado.....	85
Tabla 20. Resultados del ensayo del peso específico del agregado. ....	86
Tabla 21. Resultados obtenidos del peso específico y porcentaje de absorción del agregado. 86	
Tabla 22. Resultados del ensayo del peso unitario suelto del agregado.....	87
Tabla 23. Resultado del peso unitario compactado del agregado. ....	87
Tabla 24. Resultados del ensayo de variación dimensional de la unidad de ladrillo. ....	88
Tabla 25. Resultados obtenidos del ensayo de alabeo de la unidad de albañilería. ....	89
Tabla 26. Resultados del porcentaje de absorción de la unidad de albañilería. ....	89
Tabla 27. Resultados obtenidos del porcentaje de vacíos de la unidad de albañilería. ....	90
Tabla 28. Resultados del porcentaje de succión de la unidad de albañilería.....	91
Tabla 29. Resultados de tiempo de succión de la unidad de albañilería. ....	91
Tabla 30. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería. .	92
Tabla 31. Resumen de los resultados de los ensayos realizados a la unidad de albañilería.....	92

Tabla 32. Resultados de la dosificación del mortero convencional. ....	93
Tabla 33. Resultados de la cantidad de material por peso para el mortero convencional y sus adiciones empleados en la investigación.....	93
Tabla 34. Resultados en volumen y peso de los materiales empleados en el mortero convencional.....	93
Tabla 35. Resultados del ensayo de la fluidez del mortero convencional o patrón. ....	94
Tabla 36. Resultados de la fluidez del mortero con adición de conchas de abanico.....	94
Tabla 37. Resultados del ensayo de fluidez del mortero con adición de nanotubo de grafeno.	95
Tabla 38. Resultados de peso unitario convencional y con adiciones de conchas de abanico.	96
Tabla 39. Resultados de peso unitario convencional y con adiciones de nanotubo de grafeno.	97
Tabla 40. Resultados del ensayo de tiempo de fraguado del mortero.....	98
Tabla 41. Resultados de porcentaje de absorción del mortero convencional y sus diferentes sustituciones parciales al cemento.....	99
Tabla 42. Resultados de porcentaje de humedad del mortero convencional y con adición de conchas de abanico.....	100
Tabla 43. Resultados de porcentaje de humedad del mortero convencional y con adición de nanotubo de grafeno. ....	102
Tabla 44. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero convencional.....	103
Tabla 45. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 2% de conchas de abanico. ....	104
Tabla 46. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 4% de conchas de abanico. ....	105
Tabla 47. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 6% de conchas de abanico. ....	106
Tabla 48. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 2% de nanotubo de grafeno. ....	107
Tabla 49. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 4% de nanotubo de grafeno. ....	108
Tabla 50. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 6% de nanotubo de grafeno. ....	109

Tabla 51. Resultados del ensayo a compresión axial en pilas de albañilería convencional y con adición de conchas de abanico. ....	111
Tabla 52. Resultados de resistencia a compresión axial en pilas con nanotubo de grafeno. .	112
Tabla 53. Resultados del ensayo de resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería convencional y con adición de conchas de abanico. ....	113
Tabla 54. Resultados del ensayo de resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería convencional y con adición de nanotubo de grafeno. ....	114
Tabla 55. Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería convencional y con adición de conchas de abanico.....	115
Tabla 56. Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería convencional y con adición de nanotubo de grafeno.....	116
Tabla 57. Grupo multidisciplinario encargado de realizar el estudio de impacto ambiental. .	121
Tabla 58. Información sobre la organización autorizada para llevar a cabo el estudio de impacto ambiental de nivel semidetallado. ....	121
Tabla 59. Parámetro Climático.....	124
Tabla 60. Volúmenes de agua producida mensual y anual (mmc).....	125
Tabla 61. Volúmenes de agua producida mensual y anual (mmc).....	125
Tabla 62. Registro de precipitaciones .....	125
Tabla 63. Registro de vientos (Dirección y Velocidad).....	126
Tabla 64. Lambayeque: viviendas particulares, según tipo de vivienda, 2007 y 2017 .....	128
Tabla 65. Lambayeque: viviendas particulares con ocupantes presentes, según disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública y área urbana y rural, 2007 y 2017 .....	129
Tabla 66. Acceso a seguro de salud .....	129
Tabla 67. Lambayeque: población afiliada al seguro integral de salud .....	129
Tabla 68. Lambayeque: población afiliada a seguro social de salud .....	130
Tabla 69. Lambayeque: población censada de 15 y más años de edad, por nivel educativo alcanzado, según provincia, 2017.....	130
Tabla 70. Lambayeque: población .....	131
Tabla 71. Lambayeque: hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes, según servicio de información y comunicación que posee el hogar, 2007 y 2017.....	132
Tabla 72. Términos utilizados para detectar pasivos ambientales .....	132
Tabla 73. Matriz de Leopold para evaluación de impactos durante la etapa de fabricación del mortero. ....	134
Tabla 74. Costo unitario de un metro cubico de mortero convencional.....	139

Tabla 75. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 2%C.A. ....	139
Tabla 76. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 4%C.A. ....	140
Tabla 77. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 6%C.A. ....	140
Tabla 78. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 2%N.G. ....	141
Tabla 79. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 4%N.G. ....	141
Tabla 80. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 6%N.G. ....	142
Tabla 81. Resultados de ensayos realizados a la unidad de albañilería elegida. ....	144
Tabla 82. Parámetros de la unidad de albañilería según norma E.070. ....	144
Tabla 83. Parámetros de porcentaje de fluidez. ....	146
Tabla 84. Comparativa — Estimación de Resistencia de Prismas y Evaluación ASTM C1314	
152	
Tabla 85. Comparativa de Resistencia a Cizalla vs ASTM C1072. ....	154
Tabla 86. Comparativa de resultados de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería vs Normas investigadas. ....	156

## Lista de gráficas

Gráfica 1. Tipos de cemento.....	36
Gráfica 2. Curva granulométrica del agregado. ....	86
Gráfica 3. Curva de tiempo de succión de la unidad de albañilería. ....	91
Gráfica 4. Barras de los resultados de la fluidez del mortero con adición de conchas de abanico. 95	
Gráfica 5. Barras de los resultados de fluidez del mortero con adición de nanotubo de grafeno. 96	
Gráfica 6. Barras de los resultados de peso unitario del mortero convencional y con adición de Conchas de abanico pulverizada .....	97
Gráfica 7. Barras de los resultados de peso unitario del mortero convencional y con adición de Nanotubo de grafeno. ....	98
Gráfica 8. Resultado de tiempo de fraguado del mortero.....	99
Gráfica 9. Barras de los resultados de porcentaje de absorción del mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno .....	100
Gráfica 10. Curva de los resultados de la resistencia a la compresión de los testigos de mortero convencional.....	103
Gráfica 11. Curva de los resultados de la resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 2% de concha de abanico.....	104
Gráfica 12. Curva de los resultados de la resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 4% de concha de abanico.....	105
Gráfica 13. Curva de los resultados de la resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 6% de concha de abanico.....	106
Gráfica 14. Comparación grafica de los resultados de la resistencia a la compresión del mortero convencional vs el mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas al 2%, 4% y 6% en sustitución al cemento. ....	107
Gráfica 15. Curva de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 2% de nanotubo de grafeno.....	108
Gráfica 16. Curva de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 4% de nanotubo de grafeno.....	109
Gráfica 17. Curva de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 6% de nanotubo de grafeno.....	110
Gráfica 18. Comparación de resultados de resistencia a compresión del mortero convencional y con adición de nanotubo de grafeno en sustitución al cemento. ....	110

Gráfica 19. Mapa de departamento Lambayeque.....	122
Gráfica 20. Mapa de distrito de Chiclayo.....	122
Gráfica 21. Registro de temperaturas .....	124
Gráfica 22. Registro de precipitaciones .....	126
Gráfica 23. Registro de vientos (Dirección y Velocidad) .....	126
Gráfica 24. Resumen del costo por m <sup>3</sup> de mortero.....	142
Gráfica 25. Resultados de fluidez del mortero con adición de conchas de abanico.....	145
Gráfica 26. Resultados de fluidez del mortero con adición de nanotubo de grafeno.....	145
Gráfica 27. Resultados de peso unitario del mortero convencional y con adición de Conchas de abanico pulverizada.....	146
Gráfica 28. Resultados de PU del mortero patrón y con adición de Nanotubo de grafeno....	147
Gráfica 29. Resultado de tiempo de fraguado del mortero.....	147
Gráfica 30. Resultados de porcentaje de absorción del mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.....	148
Gráfica 31. Resultados del contenido de humedad del mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.....	149
Gráfica 32. Resultados de la resistencia a la compresión del mortero convencional vs el mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas. ....	150
Gráfica 33. Resultados de resistencia a compresión del mortero convencional y con adición de nanotubo de grafeno. ....	150
Gráfica 34. Resultados de la resistencia a la compresión axial en pilas para el mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.....	152
Gráfica 35. Comparativa de Resistencia de Prismas vs ASTM C1314 .....	153
Gráfica 36. Resultados de la resistencia a la adherencia en prismas para el mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno. ....	154
Gráfica 37. Comparativa de Resistencia a Cizalla vs ASTM C1072.....	155
Gráfica 38. Resultados de la resistencia a la compresión diagonal en muretes para el mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.....	156
Gráfica 39. Comparativa de resultados de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería vs Normas investigadas. ....	157

## Lista de imágenes

Imagen 1. Clasificación de los muros armados. [14] .....	26
Imagen 2. Sección transversal de un muro laminar. [13] .....	27
Imagen 3. Requisitos para que un muro sea confinado. [13] .....	27
Imagen 4. Albañilería confinada. [14].....	27
Imagen 5. Tipos de unidades de albañilería. [14] .....	29
Imagen 6. Mortero tipo M. [19] .....	38
Imagen 7. Mortero tipo N. [19] .....	38
Imagen 8. Mortero tipo S. [19].....	39
Imagen 9. Mortero tipo O. [19] .....	39
Imagen 10. partes internas de concha de abanico. ....	43
Imagen 11. partes externas de una concha de abanico. [2] .....	43
Imagen 12. Procedimiento para determinar la humedad del agregado .....	53
Imagen 13. Procedimiento para determinar la granulometría de la arena.....	55
Imagen 14. Procedimiento del peso específico y absorción del agregado .....	56
Imagen 15. Proceso de medición del ladrillo king kong 18 huecos para determinar su variación dimensional. ....	59
Imagen 16. Procedimiento para determinar el porcentaje de vacíos del ladrillo. ....	60
Imagen 17. Proceso de medición al ladrillo para determinar su alabeo (concavidad y convexidad). ....	61
Imagen 18. Proceso para el alabeo de la unidad de ladrillo. ....	61
Imagen 19. Proceso para determinar el peso saturado del ladrillo. ....	62
Imagen 20. Procedimiento para determinar el porcentaje de absorción de la unidad de albañilería. ....	62
Imagen 21. Proceso para el ensayo de succión. ....	63
Imagen 22. Procedimiento para el ensayo de succión a la unidad de albañilería.....	64
Imagen 23. Proceso de medición y peso del ensayo de succión de la unidad de albañilería. ..	64
Imagen 24. Proceso para determinar la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.	
65	
Imagen 25. Colocación de la unidad de albañilería en la compresión para determinar su resistencia a la compresión.....	66
Imagen 26. Procedimiento de pesos y elaboración de la mezcla y mortero convencional. ....	67
Imagen 27. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de conchas de abanico pulverizadas al 2% del cemento.....	68

Imagen 28. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de conchas de abanico pulverizadas al 4% del cemento.....	69
Imagen 29. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de conchas de abanico pulverizadas al 6% del cemento.....	70
Imagen 30. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de nanotubo de grafeno al 2% del cemento.....	71
Imagen 31. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de nanotubo de grafeno al 4% del cemento.....	72
Imagen 32. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de nanotubo de grafeno al 6% del cemento.....	73
Imagen 33. Procedimiento para determinar la fluidez del mortero convencional.....	74
Imagen 34. Procedimiento para determinar la fluidez del mortero con sustitución de conchas de abanico pulverizadas al 2%, 4% y 6% del cemento.....	75
Imagen 35. Procedimiento para determinar la fluidez del mortero con sustitución de nanotubo de grafeno al 2%, 4% y 6% del cemento.....	76
Imagen 36. Proceso de peso del molde solo y el peso del molde + el mortero.....	77
Imagen 37. Procedimiento realizado durante el tiempo de inicial y final de fraguado de la mezcla del mortero .....	78
Imagen 38. Procedimiento del ensayo de resistencia a la compresión en muestras cúbicas....	79
Imagen 39. Proceso para determinar la resistencia a la compresión axial de pila de albañilería.	

80

Imagen 40. Muestra de la falla que sufrió la pila de albañilería durante el proceso de resistencia a la compresión axial.....	81
Imagen 41. Procedimiento de la elaboración de muretes de albañilería.....	83
Imagen 42. Muestras terminadas de los muretes de albañilería.....	83

## Resumen

La presente investigación está enfocada a evaluar el comportamiento y el mejoramiento de las propiedades físico – mecánico en la sustitución del cemento en la pasta del mortero de albañilería, utilizando el nanotubo de grafeno y pulverización de las conchas de abanico, debido a deficiencias que se han venido presentando en propiedades de un mortero convencional al emplearlo con unidades del albañilería, por lo cual se propuso determinar la resistencia mecánica del mortero con los componentes propuestos, obteniéndose resultados favorables. La investigación es experimental, y se partió desde la obtención de los materiales, fabricación y posteriormente ensayos físico-mecánicos como ensayos mecánicos: resistencia a la compresión en cubos de 5cm<sup>3</sup>, pilas, adherencia mecánica y muretes de albañilería, así como ensayos físicos: fluidez, peso unitario, tiempo de fraguado, absorción y humedad, el análisis económico de un 1 m<sup>3</sup> de mortero de cada componente estudios y la evaluación de impacto ambiental en el transcurso de la fase de elaboración. Finalmente, se llega a una conclusión basada en los resultados obtenidos que el mortero incorporado con conchas de abanico pulverizadas al 2% y con nanotubo de grafeno al 6%, se obtuvo una mejor resistencia mecánica a un mayor tiempo de edad de 28 días con respecto a un mortero convencional, sin embargo, para la adherencia se obtuvo un resultado más favorable para el mortero convencional con respecto a los componentes incorporados. De la resistencia física se obtuvieron resultados más favorables para el mortero incorporado con conchas de abanico pulverizadas al 6% y con nanotubo de grafeno al 2% con respecto al mortero convencional, mediante las propiedades de fluidez, tiempo de fraguado, porcentaje de absorción y humedad, sin embargo, para la propiedad de peso unitario los resultados más favorables se obtuvieron para el mortero incorporado con conchas de abanico al 2% y nanotubo de grafeno al 6% con respecto al mortero convencional, de la evaluación de impacto ambiental el factor más afectado fue el aire; y de la evaluación económica el mortero conformado con conchas de abanico fue más económico que el de nanotubo de grafeno.

**Palabras clave:** Mortero, resistencia, conchas de abanico, nanotubo de grafeno, albañilería, propiedades físico-mecánico.

### Abstract

The present research is focused on evaluating the behavior and improvement of the physical-mechanical properties in the substitution of cement in the masonry mortar paste, using the graphene nanotube and pulverization of the fan shells, due to deficiencies that have been presented in properties of a conventional mortar when used with masonry units. Therefore, it was proposed to determine the mechanical resistance of the mortar with the proposed components, obtaining favorable results. The research is experimental, and was based on the obtaining of the materials, manufacture and later physical-mechanical tests such as mechanical tests: compressive strength in 5cm<sup>3</sup> cubes, piles, mechanical adhesion and masonry walls, as well as physical tests: fluidity, unit weight, setting time, absorption and humidity, the economic analysis of a 1 m<sup>3</sup> mortar of each component studies and the environmental impact assessment in the course of the elaboration. Finally, a conclusion is reached based on the results obtained that the mortar incorporated with 2% pulverized fan shells and with 6% graphene nanotube, a better mechanical resistance was obtained at a longer age time of 28 days compared to a conventional mortar, however, for adhesion a more favorable result was obtained for conventional mortar with respect to the incorporated components. Regarding the physical resistance, more favorable results were obtained for the mortar incorporated with 6% pulverized fan shells and with 2% graphene nanotube compared to conventional mortar, through the properties of fluidity, setting time, absorption percentage and moisture, however, for the unit weight property the most favorable results were obtained for the incorporated mortar with 2% fan shells and 6% graphene nanotube. With respect to conventional mortar, the most affected factor in the environmental impact assessment was air; and from the economic evaluation, the mortar formed with fan shells was cheaper than the graphene nanotube mortar.

**Keywords:** Mortar, resistance, fan shells, graphene nanotube, masonry, physical-mechanical properties.

## Introducción

El mortero de albañilería está compuesto por una pasta de cemento, arena gruesa y agua. Es una mezcla sencilla de elaborar y trabajar, adherente y sin segregación del agregado. Se utiliza para acoplar horizontal y verticalmente las unidades de albañilería. [1]

En la localidad de Perú, el mortero de albañilería se asocia en grupos como P y NP y son utilizados en muros portantes y no portantes, asimismo, la dosificación volumétrica abarca entre 1:3 – 1:6 [1]

Además de lo mencionado, es importante señalar que existen problemas en las construcciones de albañilería, los cuales suelen manifestarse a través de grietas diagonales o escalonadas en las paredes. Estos problemas pueden atribuirse a diversos factores, como la construcción realizada de forma empírica sin supervisión técnica, el uso de materiales de calidad dudosa en ocasiones, prácticas constructivas deficientes durante la elaboración del mortero, la falta de mano de obra calificada, entre otros aspectos. Estas deficiencias hacen que las edificaciones sean más vulnerables frente a eventos sísmicos.

En la actualidad, se están introduciendo diferentes métodos y tecnologías innovadoras para mejorar las propiedades del mortero, centrándose en lograr una resistencia y adherencia óptimas. Como parte de esta tendencia, se está considerando el uso de conchas de abanico pulverizadas y nanotubos de grafeno en la fabricación de un nuevo tipo de mortero. Las conchas de abanico son un recurso ampliamente consumido en la región norte del país y, como resultado, generan residuos en forma de cáscaras que a menudo son desechadas en vertederos o en las orillas del mar. [2]

Por tanto, los restos de las conchas de abanico no utilizados no solo contribuyen a la contaminación ambiental, sino que también pueden acumularse en grandes montones de residuos. Es importante destacar que estos desechos pueden ser reutilizados como sustitutos del cemento o, en algunas ocasiones, del agregado fino.

Lo que se busca de este estudio de investigación, tanto desde lo económico como ambiental, es incorporar estos elementos para introducir un recurso nuevo en el mercado de la construcción. La idea es utilizar conchas de abanico pulverizadas y nanotubo de grafeno como adiciones parciales al cemento en la fabricación de mortero de albañilería. Es crucial entender cómo afectará esta sustitución en el mortero modificado y, por lo tanto, se buscará determinar la dosificación óptima para lograr la resistencia requerida del mortero en su estado endurecido para las edificaciones de albañilería.

De esta manera, el problema de esta investigación se formula del siguiente modo: ¿De qué manera influirá los nanotubos de grafeno y las conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico-mecánico del mortero de albañilería?

En el aspecto teórico de esta investigación, será necesario identificar las fuentes de información que deben ser investigadas e investigadas con anticipación. Se han citado referencias a fuentes tales como: saberes obtenidos durante la formación académica universitaria, así como pautas, normas, disposiciones legales y reglamentos para permitir el desarrollo de diversas investigaciones requeridas para el objetivo central de la tesis.

Evaluando desde el punto de vista técnico, esta investigación pretende desarrollar la influencia del comportamiento del mortero utilizando estas dos materias primas que se encuentran en el medio ambiente, sustituyendo en pequeñas proporciones al cemento, hasta llegar el punto óptimo de fluidez, durabilidad y económico.

En el aspecto técnicos y sociales, este estudio propone soluciones a los desafíos planteados por la ingeniería, como lo es la mejora del mortero de albañilería mediante el uso de nuevos materiales para aumentar su resistencia y durabilidad. Dado que se han observado deficiencias en las construcciones de albañilería en la actualidad, estos avances serán importantes para empresas constructoras, ingenieros, supervisores de obra, albañiles y la comunidad en general en la ciudad de Chiclayo.

Científicamente, se pretende buscar nuevos materiales cementantes para la elaboración del motero de albañilería y ver su comportamiento ya sea como aditivo cementate o como pasta cementate.

Desde lo económico, esta investigación tiene como objetivo, lograr disminuir el uso del cemento para la fabricación del mortero de albañilería y remplazarlo con la pulverización de las conchas de abanico ya que este material se encuentra en la intemperie de las zonas pesquera y no generaría ni un costo económico para la obtención de esta materia. En cambio, respecto a los nanotubos de grafeno tiene una ventaja económica significativa ya que, para la elaboración de este producto en este último año ha sido de mayor escala debido que su costo ha disminuido en comparación de los años anteriores.

Desde la perspectiva sostenible, los materiales primarios y los elementos utilizados, dicen mucho de los muchos beneficios ambientales que esta investigación puede traer. En los últimos años la industria pesquera y la industria de la construcción han generado un impacto irreversible sobre el ambiente dañando el ecosistema, es por ello por lo que se pretende utilizar estas materias para disminuir el impacto ambiental pesquero y la contricción. De esta forma, se puede obtener un adecuado tratamiento final del residuo, utilizando estos materiales.

Esta tesis posee como principal objetivo, evaluar el comportamiento y el mejoramiento de las propiedades físico – mecánico en la sustitución del cemento en la pasta del mortero de albañilería, utilizando el nanotubo de grafeno y pulverización de las conchas de abanico.

Para esta investigación, se fijaron los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la dosificación óptima a partir de los porcentajes de sustitución de las pulverizaciones de las conchas de abanico y el nanotubo de grafeno.
- Determinar el comportamiento del mortero con o sin adición en estado fresco en su fluidez, peso unitario, temperatura, tiempo de fraguado, porcentaje de vacío, absorción y humedad.
- Realizar y evaluar los ensayos mecánicos del mortero sin y con adición al reemplazar el nanotubo de grafeno y las conchas de abanico pulverizadas en pequeñas proporciones en el cemento.
- Comparar los resultados entre el mortero convencional, mortero adicionando nanotubo de grafeno y mortero adicionando conchas de abanico pulverizadas, con tres niveles de porcentajes de sustitución en el cemento.
- Evaluar el impacto ambiental en la elaboración del mortero que se genera al emplear estos materiales.
- Establecer los costos de fabricación de 1 m<sup>3</sup> de mortero fabricado con la mezcla óptima.

## Revisión de literatura

### Antecedentes del problema

S H Saharudin, J H Shariffuddin, y N I A A Nordin, nos dice en su investigación **“Biocompuestos de residuos de conchas (Anadara granosa) para aplicaciones de material óseo”**, Taylor & Francis Group, Nigeria, 2021. Que este estudio se enfoca en los estudios de las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón, en el cual incorpora conchas marinas en sustitución parcial o total de los materiales convencionales. Se obtuvo como resultado, que las propiedades mecánicas indicaron una reducción de diferentes porcentajes con aumentos en sustitución del 5% al 75% en comparación a la muestra patrón, sin embargo, se obtuvieron aumento en la resistencia mecánica con el aumento de edad a los 90 días. Como conclusión se obtuvo que la incorporación de conchas marinas en la fabricación de hormigón produjo un impacto beneficioso y promovió un avance más sostenible. [3]

K.P.Ravikumar , M.Karupiah , I. Arun Raj, R.Gokulprasath, G.Guna, D.Jeyasuriya, nos menciona en su investigación **“Experimental Investigation of Concrete in Partial Replacement of Coarse Aggregate and Cement by Sea Shell and Prosopis Juliflora Ash ”**, India, 2018. Se enfoca en minimizar el impacto negativo del hormigón, empleando materiales de uso de desecho, sustituyendo parcialmente los áridos gruesos y cemento por concha marina y ceniza de prosopis juliflora en porcentajes de 10%, 20% y 30%, teniendo una proporción de cemento-agua de 0.48 y en edades de 7, 14 y 28 días, del cual se obtiene una comparación de la resistencia y durabilidad del concreto entre el concreto patrón y el concreto de reemplazo. [4]

Mendoza Reales, Oscar Aurelio, en su investigación estudiada **“Efecto híbrido de los nanotubos de carbono y la nanosílice sobre las propiedades mineralógicas y mecánicas de morteros de cemento Portland”**, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2013. En que se evaluará el efecto mediante el uso de los nanotubos de carbono y nanosílice aplicados en las características mineralógicas y mecánicas del mortero de cemento Portland, empleando superplastificante en el agua de la mezcla, e identificando reaglomeración de los nanotubos por la presencia de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en el medio. De esta manera, se obtuvo que durante las primeras 24 horas de hidratación se halló que los nanotubos de carbono aumentaron la actividad puzolánica de la nanosílice, asimismo, la reaglomeración de los nanotubos generó la separación de la actividad de la nanosílice. [5]

Goicoechea, María Ursúa, nos habla en su investigación **“Propiedades mecánicas de morteros de cemento con adiciones de fibras de carbono, nanotubos de carbono y grafeno”**, Universidad de Navarra, España, 2017. Que se enfoca en los estudios de materiales de carbono como la fibra de carbono, nanotubos de carbono y el grafeno, teniendo como objetivo realizar la evolución de los efectos producidos por los materiales de carbono, mediante la configuración molecular, haciendo uso de matrices de cemento para la comparación de esos materiales, de esta manera, se obtiene que mediante diferentes estudios se encuentran resultados muy variables. Teniendo en cuenta, que hay demostraciones en que los nanomateriales resultan ser más eficaces. [6]

Aznaran Bocanegra, Ze Carlos Aldair, nos presenta en su investigación **“Resistencia a la compresión de mortero con cemento sustituido el 9% por ceniza de cáscara de arroz y 6% por ceniza de concha de choro (aulacomya atra)”**, Universidad San Pedro, Chimbote, Perú, 2018. Considerando que se trata de un diseño experimental, se enfoca en la elaboración de concreto sustituyendo el 9% del cemento con ceniza de cáscara de arroz y el 6% con ceniza de concha de choro. El objetivo es estudiar la resistencia a la compresión en comparación con un mortero convencional. Así, se busca crear un mortero utilizando materiales reutilizables, permitiendo la sustitución de una parte del cemento con residuos de crustáceos (concha de choros) y residuos vegetales (cáscara de arroz). Los resultados indican que, aunque no alcanzan a las mediciones de un mortero estándar, sí cumplen con los niveles de resistencia óptimos según las normativas NTP y ASTM. [7]

Sandoval Robles, Carlos Javier, menciona en su tema de investigación **“Resistencia a compresión de mortero con cemento sustituido al 9% y 18 % de la combinación de Polvo de Vidrio y Ceniza de Concha de Abanico”**, Universidad de San Pedro, Chimbote, 2018 Dado que se presenta un diseño experimental, se centra en calcular la resistencia a la compresión de un mortero al reemplazar el cemento en 9% y un 18% mediante la mezcla de polvo de vidrio y ceniza de concha de abanico. Se encontró que el polvo de vidrio contenía un 83.875% de óxido de sílice y la ceniza de concha de abanico un 82.526% de óxido de calcio, utilizándose en proporciones de 2:1 como sustitución parcial del cemento. El objetivo principal es evaluar la resistencia a la compresión a los 3, 7 y 28 días de curado, comparándola con un mortero estándar. Los resultados muestran que la resistencia a la compresión, la distribución de tamaño del agregado y la prueba de flujo presentaron una mejoría, alcanzando una resistencia a la compresión de 410.67 kg/cm<sup>2</sup> con el reemplazo del 9% a los 28 días. [8]

Cotrina Electo, Simon Joseph, nos cuenta en su debida investigación **“Conductividad Térmica y Permeabilidad del Mortero con sustitución del 15% de cemento por el polvo de Conchas de Abanico y Arcilla de Oquipampa-Carhuaz”**, Universidad de San Pedro, Chimbote, 2019. Se trata de un diseño experimental centrado en hallar la resistencia térmica y la permeabilidad del mortero utilizando arcilla y conchas de abanico como sustitutos. Se reemplazaron porcentajes de estos materiales, con un 5% de conchas de abanico y un 10% de arcilla. Los resultados muestran una mejora significativa, con una reducción de la conductividad térmica de 0.602 a 0.265 W/mK a los 28 días, lo que representa una disminución del 56.05%. Se concluye que los componentes puzolánicos de la arcilla de Oquipampa y el polvo de conchas de abanico mejoran la permeabilidad del mortero experimental en un 69.56% en comparación con el mortero estándar o convencional. [9]

Villalva Martínez, Alex Santos, en su presente investigación **“Resistencia Térmica y Mecánica de un mortero al sustituir al cemento en un 16% de polvo de cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico”**, Universidad de San Pedro, Chimbote, 2018. Se menciona que se trata de un diseño experimental con el objetivo principal de definir la resistencia térmica y mecánica de un mortero al reemplazar el 16% del cemento, compuesto por un 12% de polvo de cáscara de arroz y un 4% de polvo de conchas de abanico. Se determinó que esta combinación proporciona componentes como el Dióxido de Silicio y el Óxido de Calcio, con un porcentaje de 39.179% y 46.443%, respectivamente. Como conclusión, se observó que la mezcla de cáscara de arroz y concha de abanico en un 16% puede ser utilizada en obras de construcción, ofreciendo propiedades térmicas y mecánicas adecuadas. [10]

Castillo Villanueva, Erika, Fuentes Alvarado, Lizmar, Mendieta Cortez, Milagros, Lara Flores, Oscar, Reyna Gómez, Alexander, nos mencionan en su respectiva investigación **“Influencia del porcentaje de conchas de abanico calcinadas sobre las propiedades del mortero”**, Universidad Católica de Trujillo, Trujillo, 2019. Este estudio se basa en un diseño experimental y se centra en las últimas tendencias de aprovechar los residuos industriales o urbanos. Su objetivo principal es evaluar el uso de concha de abanico calcinada a 800°C como sustituto del cemento en la fabricación de mortero, siguiendo la norma MTC E-609. Se evaluaron distintos porcentajes (0%, 10%, 25% y 50%) y se sometieron al ensayo de compresión. Los resultados indican que el reemplazo del 10% de concha de abanico por peso de cemento produjo mejoras significativas en la resistencia a la compresión. [11]

Valerio Yachachin, Joe Takeshi, nos dice en su buena investigación **“Preparación de probetas de concreto con nanotubos de carbono para el mejoramiento de sus propiedades”**, **Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2019**. Tiende a desarrollar un diseño experimental, en el cual, se basa en estudios de elaboración de las propiedades del concreto haciendo uso del nanotubo de carbono para su evaluación de las ventajas en aplicaciones en la construcción en un largo plazo, además, presenta como objetivo hallar un método de elaboración de probetas de cemento utilizando nanotubos de carbono siendo comparados con probetas sin aditivos, teniendo en consideración la norma ASTM C305-14 para morteros y pasta de cemento, en el cual se evaluó probetas sin aditivos y también el 1% de nanotubos de carbono en la masa de cemento sometidos a compresión, teniendo como resultado un valor alto de 6,626 kN/cm<sup>2</sup> con nanotubo de carbono y un promedio de 5.05kN/cm<sup>2</sup> sin aditivo, donde se encontró un aumento máximo del 30% en la presión de compresión. [12]

## **Bases teóricas y científicas**

### **Albañilería**

Este método, conocido también como mampostería, consiste en un sistema de construcción que implica un conjunto de unidades dispuestas o unidas mediante un material como mortero de barro o cemento. Estas unidades pueden variar y pueden incluir piedra, adobe, ladrillos o bloques, utilizados para erigir estructuras tales como viviendas u obras. [13]

### **Clasificación de albañilería**

#### **Por la función estructural**

##### **Muros no portantes**

Son diseñados y edificados de tal manera que soporta únicamente las cargas generadas por su propio peso, así como las cargas horizontales perpendiculares a su superficie, como las generadas por el viento o los movimientos sísmicos, incluyendo elementos como parapetos y cercos. [1]

##### **Muros portantes**

Se emplean como componentes estructurales en la construcción de viviendas o edificios de albañilería, estando diseñados para canalizar tanto las cargas horizontales como las verticales desde un nivel hacia el nivel inferior o hacia la cimentación, razón por la cual es crucial que mantengan una continuidad vertical adecuada. [1]

## Por la Distribución del refuerzo

### Muros no reforzados o de albañilería simple

Tienen un refuerzo limitado que no cumple con los requisitos para ser considerados muros reforzados según las especificaciones requeridas. Su aplicación se restringe principalmente a construcciones de un solo piso, salvo en casos donde la vivienda sea erigida sobre suelos de alta calidad y con una densidad considerable de muros en ambas direcciones. [13]

### Muros reforzados

#### Muros armados

Llamado también albañilería armada, presenta refuerzo de varillas de acero en el interior del muro que se extienden tanto vertical como horizontalmente a lo largo de la altura y longitud, y se encuentran unidas mediante el uso de concreto en estado líquido. [13]

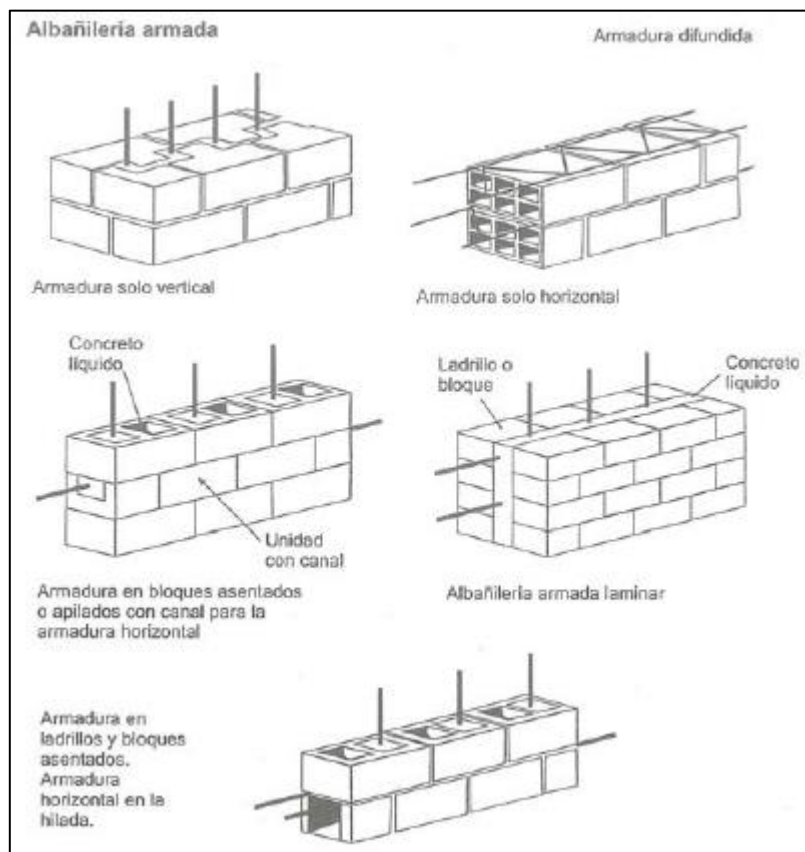


Imagen 1. Clasificación de los muros armados. [14]

#### Muro laminar

Este muro consta de una delgada placa de concreto convencional con un grosor que oscila entre 1 y 4 pulgadas, fortalecida con una armadura de acero en su núcleo, y cuenta con dos muros colocados en los extremos de la placa. [13]

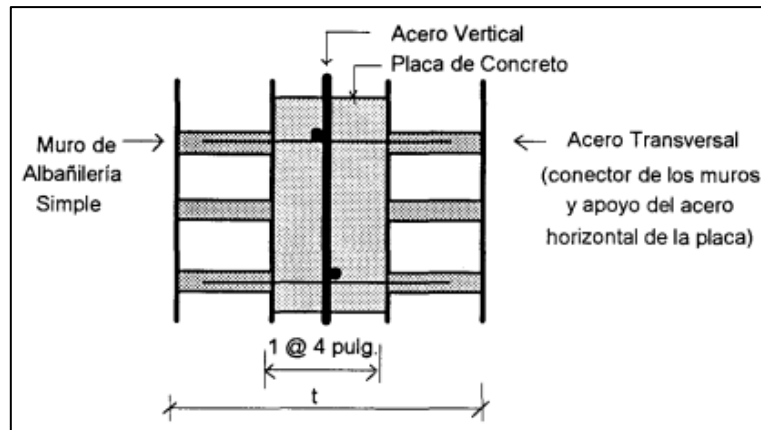


Imagen 2. Sección transversal de un muro laminar. [13]

### Muro confinado

Conocido también como albañilería confinada, se utiliza ampliamente en la mayoría de los países latinoamericanos para constituir viviendas y edificaciones de hasta cinco pisos. Este método implica reforzar la estructura con elementos de concreto armado a lo largo de su perímetro, los cuales se vierten después de haber construido la albañilería. Por lo general, se emplea una conexión dentada entre el muro y la columna, y la cimentación es de concreto, y se considera como un componente de confinamiento horizontal para la albañilería del primer piso.

[13]

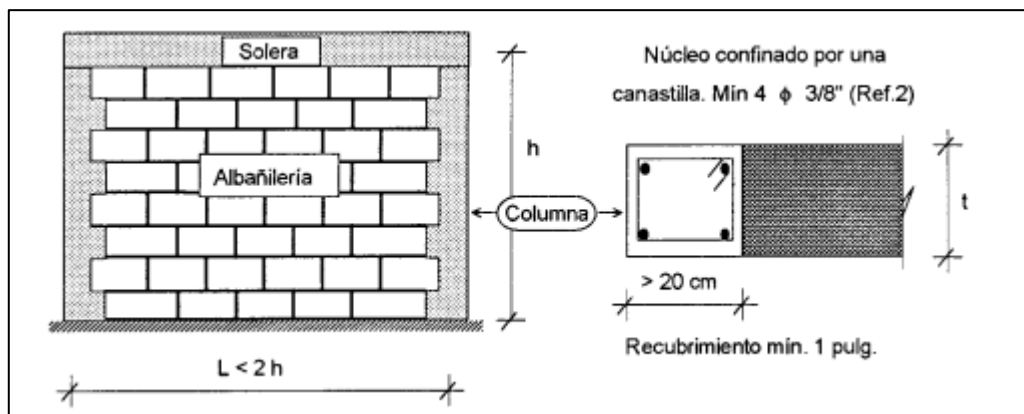


Imagen 3. Requisitos para que un muro sea confinado. [13]

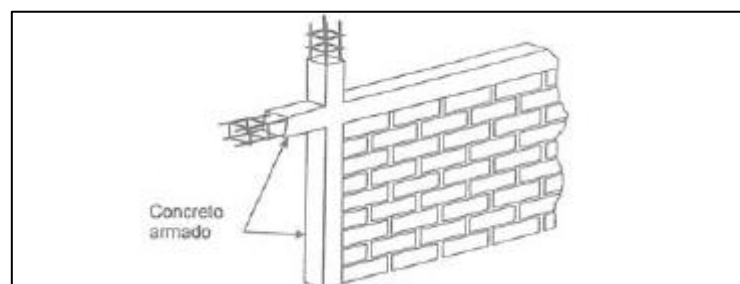


Imagen 4. Albañilería confinada. [14]

## **Componentes de la albañilería**

### **Unidades de albañilería**

Usualmente fabricadas con arcilla, arena y cal, o concreto, estas unidades se conocen como ladrillos y bloques, dependiendo de su tamaño. Los ladrillos son más manejables, ya que pueden ser colocados con una sola mano, sin embargo, los bloques requieren el uso de ambas manos debido a su mayor peso y tamaño. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas o tubulares, y pueden ser producidas tanto artesanal como industrialmente. [13]

### **Tipos de unidades de albañilería**

#### **Unidad sólida o maciza**

Se refiere a una unidad constructiva que carece de huecos, o que, en caso de presentarlos, estos se limitan a alvéolos o a perforaciones perpendiculares a la superficie de asentamiento, los cuales no deben ocupar más del 30% del área de la sección total. Además, su sección transversal al plano paralelo a su superficie de asentamiento debe abarcar un área igual o superior al 70% del área total en ese mismo plano. Estos elementos se utilizan principalmente en la construcción de muros portantes. [1]

#### **Unidad hueca**

Esta unidad exhibe una superficie alveolar que supera el 30% del área total, con alvéolos que pueden ser llenados con concreto en estado líquido. Además, en cualquier plano paralelo a la superficie de asentamiento, su sección transversal tiene un área inferior al 70% del área total en ese mismo plano. Son utilizados en la albañilería armada. [1]

#### **Unidad perforada**

Esta unidad se asemeja a la unidad hueca en el sentido de que contiene alvéolos que ocupan más del 30% del área total. No obstante, se distingue porque sus alvéolos son de dimensiones más reducidas, menores de 4 x 5 cm, lo que impide que puedan ser llenados con concreto líquido. [14]

#### **Unidad tubular**

Esta unidad presenta alvéolos o huecos, los cuales son paralelos a la superficie de asentamiento. El tamaño de las perforaciones varía grandemente en la producción industrial. Pueden ser los ladrillos panderetas que son empleados en los tabiques. [1]

Tabla 1. Limitaciones de aplicación estructural de los tipos de unidades de albañilería.

Tipo	Posibilidad de aplicación			
	Muro en zona sísmica		Muro en zona no sísmica	
	Portante	No portante	Portante	No portante
Sólida	Óptima	Aplicable, pero muy pesada y costosa	Óptima para cargas elevadas	Aplicable, pero muy costosa
Hueca	No aplicable tal cual. Óptima si se llenan alvéolos con concreto líquido.	Óptima	Aplicable	Óptima
Perforada	No aplicable, salvo que el área alveolar sea 30% o menos que el área bruta.	Óptima	Aplicable	Óptima
Tubular	No aplicable	Óptima	No aplicable	Óptima

Fuente: [14]

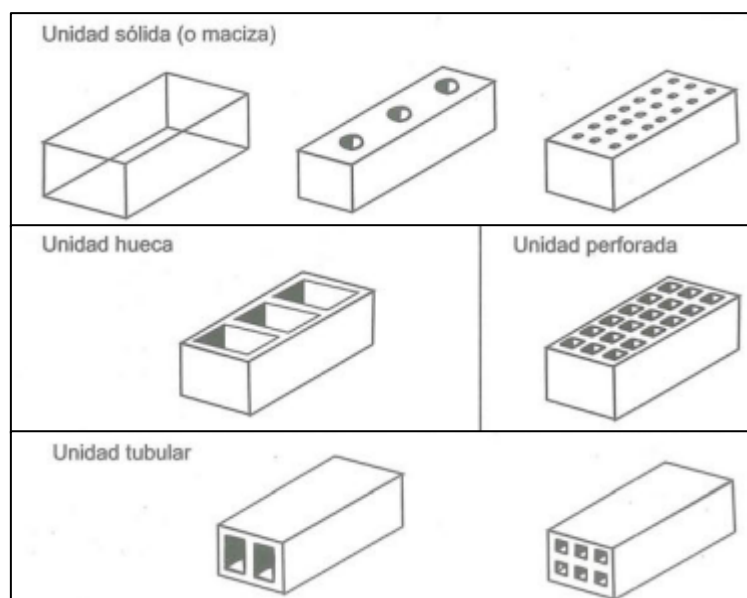


Imagen 5. Tipos de unidades de albañilería. [14]

## **Clasificación de la unidad de ladrillo**

Según [15], se dividen en cinco categorías o tipos:

### **Tipo I**

Tienen una resistencia y su durabilidad es muy limitada, por lo que se recomienda evitar su exposición directa a la lluvia o al suelo. Se utilizan en situaciones donde las exigencias son mínimas, por lo general en la construcción de viviendas de uno o dos pisos. [15]

### **Tipo II**

En esta categoría se incluyen las unidades que son de resistencia y durabilidad limitadas, se recomienda evitar su exposición directa a la lluvia, al suelo o al agua. Por lo tanto, se utilizan en condiciones moderadas. [15]

### **Tipo III**

Se trata de unidades con resistencia y durabilidad intermedias, que también presentan una tolerancia baja al desgaste por condiciones climáticas. Por lo tanto, se utilizan comúnmente en construcciones de tipo general. [15]

### **Tipo IV**

Estos ladrillos de albañilería son altamente resistentes y duraderos, capaces de soportar la exposición a la lluvia, al suelo y al agua. Se utilizan principalmente en construcciones que enfrentan condiciones de servicio exigentes. [15]

### **Tipo V**

Poseen una resistencia y durabilidad alta, y se utilizan en construcciones que enfrentan condiciones de servicio extremadamente exigentes. [15]

## **Propiedades de la albañilería**

- a. Resistencia a la compresión.
- b. Resistencia a la tracción, evaluada mediante pruebas de resistencia a la tracción indirecta o a la tracción mediante flexión.
- c. Variación en las dimensiones en comparación con la medida nominal de la unidad, o más precisamente, en relación con la medida promedio de la unidad, centrándose especialmente en la variación en la altura de la unidad.
- d. Alabeos, Deformaciones, evaluadas como curvaturas hacia adentro o hacia afuera en las superficies de asentamiento.
- e. Absorción inicial de agua en la superficie de asentamiento o velocidad de succión inicial.
- f. Textura de la cara de asentamiento.

Asimismo, las características fundamentales asociadas a la resistencia a largo plazo son:

- a. Resistencia a la compresión
- b. Absorción
- c. Absorción máxima
- d. Coeficiente de saturación [1]

### Requisitos del ladrillo de albañilería

Deberán satisfacer los siguientes requisitos especificados: [15]

*Tabla 2. Requisitos para la variación de dimensión, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.*

TIPO	VARIACION DE LA DIMENSION (1) (máx. en %)			ALABEO (2) (máx. en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (mínima daN/cm <sup>2</sup> )	DENSIDAD (mínimo en g/cm <sup>3</sup> )
	NORMA TECNICA NACIONAL ITINTEC 331.018					
	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Más de 15 cm			
I Alternativamente	± 8	± 6	± 4	10	Sin limite	1,50
					60	Sin limite
II Alternativamente	± 7	± 6	± 4	8	Sin limite	1,60
					70	1,55
III	± 5	± 4	± 3	6	95	1,60
IV	± 4	± 3	± 2	4	130	1,65
V	± 3	± 2	± 1	2	180	1,70

Fuente: [15]

### Considerar:

La variación en las dimensiones se ajusta a todas las medidas del ladrillo.

Asimismo, el término “alabeo” se emplea para describir tanto la concavidad como la convexidad. [15]

*Tabla 3. Requisitos para la absorción y coeficiente de saturación.*

TIPO	ABSORCION (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACION (máximo) (2)
I	Sin Límite	Sin Límite
II	Sin Límite	Sin Límite
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

Fuente: [15]

### Considerar:

La prueba de absorción máxima es necesaria si el ladrillo se encuentra expuesto de manera directa con la lluvia, terreno o agua.

Cuando hay intemperismo severo, será obligatorio realizar el ensayo de coeficiente de saturación. [15]

## Durabilidad

Tabla 4. Tipo de ladrillo según su función en condiciones de uso.

CONDICION DE USO	CONDICION DE INTEMPERISMO		
	BAJO	MODERADO	SEVERO
Para superficies que no están en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Cualquier Tipo	Tipos II, III, IV y V.	Tipos IV y V.
Para superficies en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Tipos III, IV y V.	Tipos IV y V.	Ningún tipo.

Fuente: [15]

## Considerar:

La degradación está vinculada al índice de intemperismo. Para áreas con una degradación mínima, el valor es de 99; para áreas con degradación moderada, el valor va de 100 a 499; y para áreas con degradación severa, el valor es de 500 o más. [15]

## Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales

La clasificación se establece de la siguiente manera:

Tabla 5. Clasificación de la unidad de albañilería para fines estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (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 <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: [1]

Tabla 6. Clasificación de la 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)

Fuente: [1]

### Considerar:

El bloque P se destina a la edificación de muros portantes, mientras que el bloque NP se emplea en la construcción de muros no portantes. [1]

### Limitaciones de la unidad de albañilería

Sus restricciones se presentan de la siguiente manera:

Tabla 7. Limitaciones de unidad de albañilería utilizados a fines estructurales.

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	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	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: [1]

Tabla 8. Limitaciones de unidad de albañilería utilizados en muros confinados.

TIPO	ZONA SÍSMICA 2, 3 Y 4		ZONA SÍSMICA 1
	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	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: [1]

### Considerar:

Las zonas sísmicas son indicadas mediante la NTE E.030 Diseño Sismorresistente. Asimismo, las limitaciones son establecidas en circunstancias mínimas ya que, pueden ser excluidas mediante un profesional de la carrera de ingeniería civil realizando y sustentando un informe de investigación y una memoria de cálculo. [1]

### Mortero

Es una mezcla uniforme que combina componentes como el cemento, el agregado fino y agua, y ocasionalmente aditivos. Su función principal es adherir las unidades de albañilería, para corregir las irregularidades tanto verticales como horizontales, y sellar las juntas para evitar el ingreso de aire y humedad. Por lo tanto, el mortero debe poseer propiedades que le permitan ser fácilmente trabajable, adherente y evitar la segregación del agregado. [1]

### Morteros según su uso

Los morteros exhiben una resistencia adecuada para resistir cargas de compresión, especialmente en aplicaciones como la mampostería estructural.

Morteros que tienen los elementos juntos con una adecuada posición, como el mortero de pega.

Morteros que ofrecen una superficie lisa y uniforme, como los utilizados en revestimientos y en enlucidos.

Morteros empleados para el llenado de juntas entre elementos constructivos desiguales. [16]

### Mortero de pega

Este tipo de mortero se adapta a las condiciones específicas del sistema de construcción. Es fundamental que posea una resistencia apropiada para absorber tanto esfuerzos de tensión como de compresión.

### **Mortero de relleno**

Debe contar con una resistencia suficiente y se utiliza para rellenar los huecos de los elementos en la mampostería estructural.

### **Mortero de recubrimiento**

Para este tipo de mortero, no es necesaria una resistencia específica ya que no desempeña una función estructural, sino más bien decorativa. La plasticidad es un aspecto clave para este tipo de mortero. [16]

### **Componentes del mortero**

#### **Cemento**

Normalmente se emplea cemento Portland, que es un aglomerante hidráulico obtenido por la pulverización del clinker, el cual contiene silicatos cálcicos hidráulicos y, en ocasiones, se le añade sulfato de calcio y otros aditivos que no superen el 1% del peso total, siguiendo las especificaciones de las normativas correspondientes en cuanto a las propiedades del cemento, como la NTP 334.099, NTP 334.051 y ASTM C-150. [17]

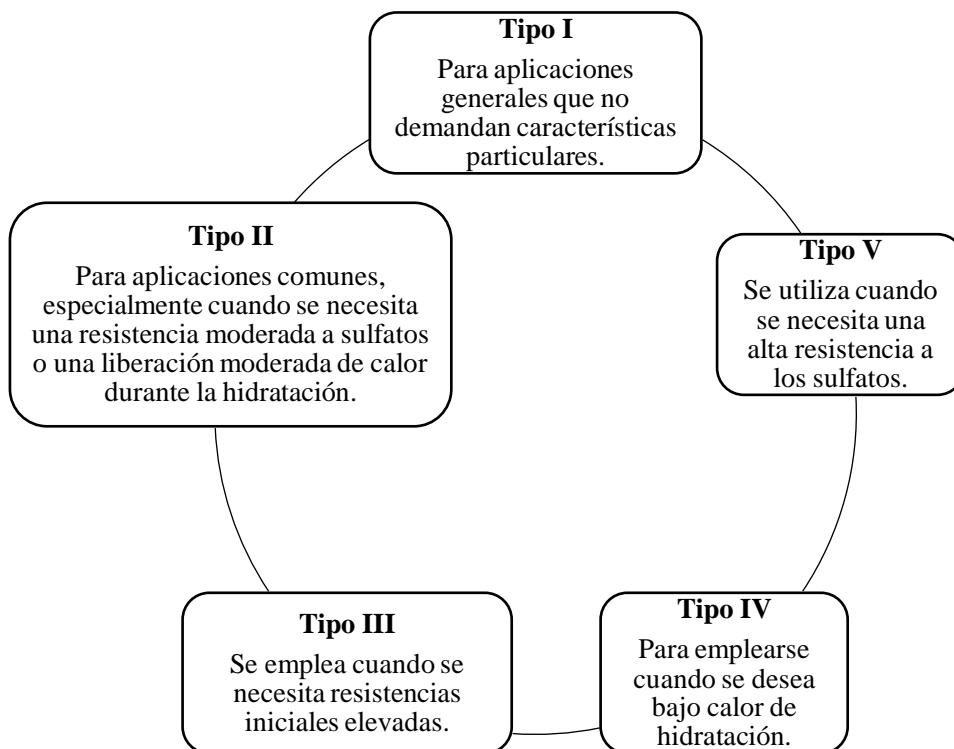
Los materiales aglomerantes utilizados en el mortero son los siguientes:

- Cemento Portland tipo I y II, según la NTP 334.009.
- Cemento Adicionado IP, de acuerdo con la NTP 334.830.
- Una combinación de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada, según la NTP 339.002.

Se puede aceptar cualquier otro tipo cemento, cuando los ensayos de pilas y muretes demuestren resistencias superiores al 90 % de las obtenidas con cemento portland tipo I o cemento adicionado tipo IP. [1]

## Tipos de cemento

Gráfica 1. Tipos de cemento.



Fuente: [18]

## Agregado fino

Se utiliza arena natural, convenientemente que sea de tipo gruesa y granos redondos, libre de sales y de cualquier materia orgánica, y con una buena granulometría con el fin de llenar los espacios vacíos. En caso de que el material no cumpliera con la granulometría indicada, se realizarán las pruebas de pilas y muretes que garanticen resistencias superiores al 90% del valor obtenido con el agregado elegido. [1]

Tabla 9. Granulometría para la arena

GRANULOMETRIA DE LA ARENA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
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: [1]

### Considerar

No se debe retener un porcentaje mayor al 50% de arena para dos mallas continuas. Asimismo, el módulo de finura deberá estar establecido en el rango de 1,60 hasta 2,50.

Es importante destacar que el máximo porcentaje de partículas frágiles permitidas es del 1% en peso, y se prohíbe el uso de arena de mar. [1]

El agregado fino ayuda a reducir la contracción durante el fraguado del mortero a niveles adaptables. La arena de grano grueso contribuye al aumento de la resistencia a la compresión del mortero, mientras que la arena de grano fino la reduce, así como la adherencia. Una granulometría adecuada garantiza la elaboración de morteros trabajables y con buena adherencia. [17]

### Agua

El agua a emplear debe ser limpia o potable, sin contaminantes, sustancias corrosivas, ácidos, álcalis u otras impurezas orgánicas. Es esencial en el estado plástico del mortero, ya que influye directamente en su consistencia. No se aconseja el uso de agua de mar, ya que contiene sales que pueden provocar eflorescencia en los ladrillos. [17]

### Clasificación del mortero para fines estructurales

Se dividen en Tipo P, destinados a muros portantes, y Tipo NP, empleados en muros sin función portante.

### Proporciones

*Tabla 10. Tipos de mortero según sus componentes y usos.*

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
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: [1]

### Considerar

Se podrán utilizar otras formulaciones de mortero, como aquellas con cementos específicos para albañilería o morteros industriales premezclados, siempre y cuando las pruebas en pilas y muretes demuestren resistencias iguales o superiores a las indicadas en los planos. En caso de no contar con cal hidratada normalizada, se empleará mortero sin cal, asegurándose de mantener las proporciones adecuadas de cemento y arena. [1]

### Tipos de morteros según la Norma ASTM C 270

Según [19], presenta 4 tipos de morteros, M, N, S, O.

#### Tipo M

Este tipo de mortero ofrece una mayor resistencia y durabilidad. Se emplea en mampostería, ya sea reforzada o no, que está sujeta a cargas considerables de compresión, fuertes vientos o movimientos sísmicos. Asimismo, se utiliza en estructuras que están en contacto directo con el suelo, como cimientos, muros de contención, aceras, tuberías de aguas residuales y pozos. [19]



*Imagen 6. Mortero tipo M. [19]*

#### Tipo N

Este mortero de resistencia moderada ofrece una adecuada mezcla de fortaleza, facilidad de manejo y costo efectivo. Se emplea en construcciones de mampostería sobre el nivel del suelo y también se utiliza para revestimientos de mampostería, paredes internas y divisiones. [19]



*Imagen 7. Mortero tipo N. [19]*

**Tipo S**

Este tipo de mortero proporciona una adhesión máxima y se utiliza en estructuras que están sometidas a cargas compresivas normales de hasta 40, así como en el revestimiento de terracota o baldosas de barro cocido. [19]



*Imagen 8. Mortero tipo S. [19]*

**Tipo O**

Este tipo de mortero, caracterizado por su baja resistencia y alto contenido de cal, ofrece una excelente manejabilidad y es económico. Se aplica en paredes y divisiones sin carga, así como en revestimientos exteriores que no están expuestos a la congelación debido a la humedad. También se utiliza en la construcción de viviendas de una o dos plantas. [19]



*Imagen 9. Mortero tipo O. [19]*

Tabla 11. Variedad de mortero.

TIPOS DE MORTERO SEGUN ASTM C270	USO RECOMENDADO EN LA CONSTRUCCION	Resistencia a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>M</b>	Paredes de mampostería sujetas a cargas de compresión, severa acción de la nieve o grandes cargas laterales debidas a presiones de tierra, vientos huracanados o terremotos.	175
<b>S</b>	Estructuras que requieren gran resistencia a la flexión en las juntas pero que estarán sujetas únicamente a cargas normales de compresión.	125
<b>N</b>	Construcción de paredes interiores y de división.	54
<b>O</b>	Paredes no cargadas y paredes de división. Apoyos de mampostería sólida con esfuerzos admisibles de compresión no mayores a 100 psi.	25

Fuente: [19]

## Propiedades del mortero

### Mortero en estado fresco

#### Trabajabilidad

La trabajabilidad se refiere a la facilidad de manejo de la mezcla, y está influenciada por la consistencia de la mezcla, ya sea que esté húmeda o seca al ser utilizada en albañilería. Además, depende de la proporción de cemento y arena, así como de la forma, textura y finura de la arena. [16]

#### Consistencia

Esta propiedad del mortero se refiere a su capacidad para fluir, la cual está determinada por la cantidad de agua que se añade a la mezcla del mortero. Para lograr una buena trabajabilidad, la consistencia o fluidez debe mantenerse entre el 110% +/- 5%. Esta consistencia se evalúa midiendo el flujo, que es el porcentaje de fluidez, siguiendo las directrices establecidas en la norma NTP 334.057. [17]

#### Retención de agua

La adherencia del mortero se refiere a su capacidad para mantener su plasticidad al entrar en contacto con la superficie donde se colocará una unidad de albañilería. Para mejorar la retención de agua, se puede agregar cal, aumentar la cantidad de agregado, o emplear aditivos plastificantes o incorporadores de aire. Esto se hace para que el mortero retenga el agua necesaria para la hidratación del cemento. [16]

## Recomendaciones de la fluidez para el mortero

Tabla 12. Recomendaciones para la fluidez del mortero.

CONSISTENCIA	FLUIDEZ %	CONDICIÓN DE COLOCACIÓN	EJEMPLO DE TIPOS DE ESTRUCTURA	EJEMPLO DE SISTEMA DE COLOCACIÓN
Dura (seca)	80 – 100	Secciones sujetas a vibración	Reparaciones, recubrimiento de túneles, galerías, pantallas de cimentación, pisos	Proyección neumática, con vibradores de formaleta
Media (plástica)	100 – 120	Sin vibración	Pega de mampostería, baldosines, pañetes y revestimientos	Manual con palas y palustres
Fluida (húmeda)	120 – 150	Sin vibración	Pañetes, rellenos de mampostería estructural, morteros autonivelantes para pisos	Manual, bombeo, inyección

Fuente: [16]

### Velocidad de endurecimiento

En el mortero sus tiempos de fraguado final e inicial se encuentra en el rango entre 2 a 24 horas; de acuerdo a la composición de la mezcla y de las circunstancias ambientales en la que está expuesto el mortero, debido a las condiciones del clima, así como la humedad. [16]

### Mortero en estado endurecido

#### Retracción

La retracción de la pasta de cemento aumenta cuando el mortero contiene niveles elevados de cemento. Es adecuado emplear arenas con textura rugosa y no exponer a climas calientes, ni a muchos vientos ya que el agua tendrá a evaporarse en menos tiempo produciendo grietas visibles, por ello, se tiene que mejorar la retracción y evitar agrietamientos en el mortero. [16]

#### Adherencia

Esta característica es responsable de la unión entre las unidades del muro de albañilería y su capacidad de absorción. Es fundamental que la superficie donde se aplicará el mortero sea lo más áspera posible y tenga una capacidad de absorción similar a la del mortero, para lograr una buena adherencia. [16]

**Resistencia a la compresión**

La función específica del mortero determina sus características: si se utiliza para adherir unidades de albañilería, debe ofrecer una unión robusta; mientras que, si se emplea en mampostería estructural, debe contar con una alta resistencia a la compresión. Es importante tener en cuenta que los morteros secos ofrecen una mayor resistencia que los húmedos, ya que pueden compactarse más densamente. Además, la resistencia a la compresión aumenta con el tiempo y alcanza su valor máximo a los 28 días de fabricación. [16]

**Resistencia a la tracción**

Presenta mínima importancia en lo que es muros de albañilería. Sin embargo, es todo lo contrario al mortero de revestimiento. [17]

**Durabilidad**

Existe una buena durabilidad cuando el mortero presenta una alta resistencia, antes agentes externos, por ejemplo, baja temperatura, penetración de agua, desgaste por abrasión y efectos de sustancias corrosivas. [16]

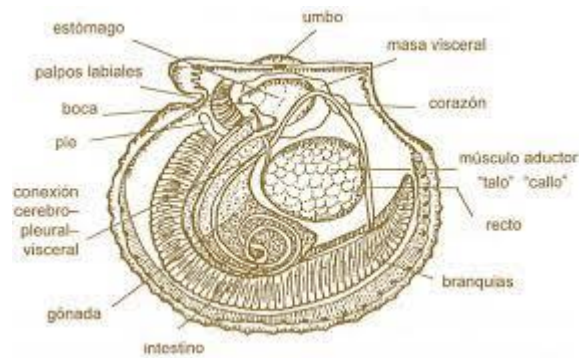
**Apariencia**

Para lograr una apariencia satisfactoria, es crucial utilizar morteros con una adecuada plasticidad. [16]

**Conchas de abanico**

Es un molusco comestible que se caracteriza por tener dos valvas externas, con forma de abanico u orbicular, articuladas dorsalmente. Estas valvas presentan entre 23 y 25 estrías, así como anillos de crecimiento. Las conchas de abanico suelen habitar en áreas protegidas del submareal, a profundidades que oscilan entre los 3 y 30 metros, con temperaturas que van de los 14° a los 20°C, y niveles de oxígeno que varían de 0.2 a 8 mL/L. Se encuentran también en zonas arenosas, algosas y de manglares, así como en fondos de roca y grava. [2]

Cuando se separa la parte comestible de su valva protectora, se generan los residuos de las conchas de abanico, lo cual puede tener impactos ambientales, ya sean positivos o negativos, que pueden afectar al medio ambiente. [9]



*Imagen 10. partes internas de concha de abanico.*

Fuente: Google



*Imagen 11. partes externas de una concha de abanico. [2]*

### **Cultivo de concha de abanico en el Perú**

En Perú, en los últimos años, el cultivo de este molusco ha cobrado gran interés como actividad pesquera, gracias al avance técnico y científico alcanzado. Además, el cultivo de este recurso es altamente rentable en el mercado comercial. En la actualidad, la producción de la concha de abanico proviene de distintos bancos naturales ubicados en zonas protegidas, como la bahía de Paracas en la región de Ica, la Bahía Samanco en la región de Ancash y la Bahía Sechura en la región de Piura. [2]

El cultivo de las conchas de abanico ha obtenido buenos resultados, ya que se ha incrementado los volúmenes de producción, de este modo, se comercializa en el mercado local y además exportando a diferentes países teniendo mercados consumidores como, Francia, Estados Unidos, China y Japón. [2]

### Características de las conchas de abanico

La concha de abanico está compuesta principalmente por carbonato de calcio. Cuando se tritura o calcina, se obtiene aproximadamente un 99% de calcio, lo que la convierte en un sustituto parcial del cemento y la hace apta como material inorgánico. [20]

*Tabla 13. Composición química según fluorescencia.*

<b>Composición química expresada como óxidos</b>	<b>Resultados (%)</b>	<b>Método utilizado</b>
Oxido de Calcio (CaO)	99.493	Espectrometría de Rayos X
Oxido de Estroncio (SrO)	0.323	
Óxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	0.194	
<b>Composición química expresada como elementos</b>	<b>Resultados (%)</b>	<b>Método utilizado</b>
Calcio (Ca)	99.367	Espectrometría de Rayos X
Estroncio (Sr)	0.402	
Azufre (S)	0.231	

Fuente: [20]

### Forma

La concha de abanico presenta caparazones que consta de un espesor entre 1.50 mm y 3.00 mm. Además, tiene partículas laminares e irregulares. [21]

### Textura

El caparazón tiene dos lados que son diferentes, un lado bastante rugoso conformado por pliegues dispuestos manera radial y el otro lado completamente liso. [21]

### Resistencia a la abrasión

Dependiendo el uso que se le dé actuará esta resistencia. La abrasión no tiene tanta relevancia en construcciones como en pavimentos de concreto, canales u otras estructuras. [21]

### Humedad y capacidad de absorción

Estos dos factores son determinantes en la facilidad de manejo del mortero. Si la concha triturada absorbe más agua que otros componentes del mortero, la trabajabilidad se verá afectada negativamente. Para evaluar esto, se realizarán ensayos de fluidez. [21]

## **Materiales y métodos**

### **Tipo y nivel de investigación**

De acuerdo con el diseño de investigación es de tipo experimental o aplicativo. Por ende, se permite determinar y adquirir conocimientos de investigación por medios de datos recolectados al realizar ensayos de laboratorio, considerando los conocimientos procedentes ya estudiados durante la carrera universitaria. De esta manera, se logró observar y comprobar los resultados correspondientes de las modificaciones que se empleó al mortero de albañilería respecto a las propiedades físico – mecánico.

El propósito de esta investigación es de naturaleza correlacional, ya que busca establecer relaciones entre las dos variables investigadas. Se analiza cómo el comportamiento de la variable independiente, que consiste en el uso de nanotubos de grafeno y la pulverización de conchas de abanico, influye en las propiedades físico-mecánicas del mortero de albañilería. Estas variables independientes modifican la variable dependiente, que son las propiedades físico-mecánicas del mortero, al reemplazar parcialmente el cemento con ciertos porcentajes de estos componentes. Es esencial que las proporciones de los componentes sean adecuadas para garantizar la calidad y durabilidad del mortero, lo que asegurará un buen desempeño en la mampostería de ladrillos en una edificación. Estas variables definen el tipo y el nivel de la investigación establecida inicialmente.

### **Hipótesis**

Influye significativamente el uso de las cochas de abanico y el nanotubo de grafeno en sus propiedades físico-mecánico del mortero.

### **Enfoque de investigación**

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, puesto que presenta procesos secuenciales y probatorios ya que se investiga las variables y sus etapas. Asimismo, permite observar, evaluar y registrar el comportamiento físico - mecánico del mortero en estado fresco y endurecido elaborado con la pulverización de las conchas de abanico como remplazos en pequeños porcentajes al cemento y empleando nanotubo de grafeno, utilizando la recolección de datos de los resultados para comprobar o evidenciar la hipótesis propuesta o los lineamientos de la investigación mediante valores de respuesta y análisis estadísticos de los ensayos.

## **Diseño de investigación**

El diseño de investigación constituye un plan elaborado para recabar la información necesaria que permita abordar la problemática planteada. Se identifican diversas tipologías de diseños experimentales, entre las que se incluyen pre-experimentos, experimentos "puros" y cuasiexperimentos. Esta investigación se adscribe al tipo de diseño cuasiexperimental, dado que involucra la manipulación de variables independientes, como los nanotubos de grafeno y la pulverización de conchas de abanico, para luego observar su impacto en las variables dependientes. Además, implica la comparación entre dos grupos o más para su análisis.

## **Población, muestra y muestreo**

### **Población**

Se realizó especímenes cúbicos de mortero de 50 mm x 50 mm x 50 mm de arista, elaboradas de manera convencional, y empleando las adiciones individualmente como, nanotubo de grafeno y las pulverizaciones de conchas de abanico para su evaluación de resistencia, y así teniendo el óptimo uso de las materias primas.

### **Muestra**

Se prepararon un total de 210 muestras para este estudio. Esto incluyó 105 cubos de mortero de dimensiones 50x50x50 mm, distribuidos en diferentes proporciones de aditivos: 2%, 4% y 6% respecto al peso del cemento. Se mantuvo una relación constante de arena/cemento de 3.051 y una relación agua/cemento de 0.789. Estos cubos se sometieron a ensayos a diferentes intervalos de tiempo de curado: 3, 7, 14, 21 y 28 días. Además, se elaboraron 21 muretes y 21 pilas de albañilería, agrupados según las mismas dosificaciones de aditivos mencionadas, para la evaluación a los 28 días de edad. En cuanto al ensayo de adherencia, se consideraron 21 muestras para cada una de las proporciones de aditivos a los 28 días. Para el ensayo de absorción, se elaboraron 21 muestras con una edad de 28 días. Por último, se realizaron ensayos de densidad, tiempo de fraguado y contenido de aire, con un total de 7 muestras para cada uno de estos ensayos.

Tabla 14. Cantidad de muestras a elaborar para la investigación.

CANTIDAD DE MUESTRAS								
Tipo de mortero	Convencional	Nanotubo de grafeno			Conchas de abanico pulverizadas			Total de cada ensayo
Porcentaje de adición	0%	2%	4%	6%	2%	4%	6%	
Resistencia a la compresión en cubos	15	15	15	15	15	15	15	105
Resistencia a la compresión diagonal en muretes	3	3	3	3	3	3	3	21
Resistencia a la compresión en pilas de albañilería	3	3	3	3	3	3	3	21
Adherencia	3	3	3	3	3	3	3	21
Absorción	3	3	3	3	3	3	3	21
Densidad	1	1	1	1	1	1	1	7
Tiempo de fraguado	1	1	1	1	1	1	1	7
Contenido de aire	1	1	1	1	1	1	1	7
Sub Total	30	30	30	30	30	30	30	210
<b>Total de Muestras</b>	<b>210</b>							

Fuente: Propia

## Muestreo

Se tomó como referencia la norma ASTM C 109, en donde empezamos con la muestra convencional del mortero sin los componentes sustitutorios, y posteriormente se fue incrementando la pulverización de las conchas de abanico y los nanotubos de grafeno hasta llegar a su punto de fluidez en lo indicado en la norma.

## Criterios de selección

### Conchas de abanico

Los residuos de las conchas de abanico se recolecto del botadero de Sechura que se encuentra en la región de Piura, se colocó en un saco para luego transportarlo hacia la ciudad de Chiclayo región Lambayeque, finalmente se llevó al laboratorio de ingeniería civil ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, lugar donde se realizaron los ensayos con dicho material recolectado.

### Nanotubo de grafeno

Este material se tiene que pedir con un tiempo de anticipación al extranjero, país de China para que lo exporten hacia el Perú, ya que aquí en territorio local no es muy comercial, a menos que sea para usos exclusivos dentro del país. Por ende, se tuvo que pedir con anticipación para que llegue al Perú y poder realizar los ensayos del mortero con dicho material en el laboratorio de ingeniera civil ambiental de la USAT de Chiclayo.

## **Operacionalización de variables**

### **Variables independientes**

Porcentaje de concha de abanico pulverizadas

Porcentaje de nanotubo de grafeno

Propiedades del agregado fino natural

Ensayos físicos del agregado empleado

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso específico
- Absorción

Ensayos del ladrillo

- Variación dimensional
- Porcentaje de vacíos
- Alabeo
- Absorción
- Succión
- Resistencia a la compresión

### **Variables dependientes**

Diseño de la mezcla del mortero

Mortero durante su estado fresco

- Fluidez
- Peso unitario
- Temperatura
- Tiempo de fraguado
- Porcentaje de vacío
- Absorción
- Contenido de humedad

Mortero durante su estado de endurecido

- Resistencia a la compresión en especímenes cúbicos de mortero
- Resistencia en pilas de albañilería con mortero
- Resistencia en muretes de albañilería con mortero
- Ensayo de succión
- Ensayo de adherencia

Tabla 15. Variables, dimensiones, indicadores, instrumentos y Técnica.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA
<b>Independiente</b>				
Conchas de abanico pulverizadas	Porcentajes de la pulverización de las conchas de abanico	2% 4% 6%	Espátula, recipiente y balanza	
Nanotubo de grafeno	Porcentajes de nanotubo de grafeno	2% 4% 6%	Espátula, recipiente y balanza	
Agregado fino	Propiedades físicas del agregado	Contenido de humedad	Recipiente, balanza, horno	
		Granulometría	Secuencia de tamices, recipiente, balanza	NTP 400.012
		Peso específico	Recipiente, balanza	NTP 400.021
		Peso unitario	Recipiente, balanza	NTP 400.017
		Absorción	Fiola, recipiente, balanza	NTP 400.021
Ladrillo	Propiedades físicas y mecánicas	Variación dimensional	Bernier, balanza	NORMA NTP 399.613.2005
		Porcentaje de vacíos	Bernier	
		Alabeo	Bernier y regla	
		Ensayo de absorción	Recipiente, balanza, horno	
		Ensayo de succión	Recipiente, bernier, cronómetro	
		Resistencia a la compresión	Máquina de ensayo a compresión	
<b>Dependiente</b>				
Diseño de mezcla del mortero	Componentes	Cemento	Recipiente, balanza	ACI
		Arena		
		Agua	Medidor de agua	
Caracterización del mortero	Propiedades físicas	Fluidez	Mesa de fluidez	NTP 334-057
		Peso unitario		
		Temperatura		
		Tiempo de fraguado	Aguja de vicat	NTP 334.006
		Porcentaje de vacío		NTP 334.048
		Absorción		NTP 334.068
		Contenido de humedad		NTP 339.185
	Propiedades mecánicas	Rotura de especímenes cúbicos	Bernier, máquina de ensayo a compresión	NTP 334.051
		Rotura de pilas de albañilería	Máquina de ensayo a compresión	NTP 334.051
		Rotura de muretes de albañilería	Máquina de ensayo a compresión	NTP 334.051
		Ensayo de succión	Recipiente, cronómetro	
Ensayo de adherencia		Máquina de ensayo a compresión	NTP 331.052	
Evaluación de Impacto Ambiental	Impacto Prioritarios	Identificación		Matriz de Leopold
		Planificación		
		Acciones preventivas		
Costos de fabricación	Costos de los constituyentes	Cemento		Capeco
		Arena		Capeco
		Agua		Capeco
		Conchas de abanico		Boletín
		Nanotubo de grafeno		Boletín

Fuente: Propia

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

Los datos de esta investigación se recolectaron de manera presencial y directa, primeramente, se dio la investigación documental en la cual, se definió los parámetros en la evolución de la investigación, mientras que, en la segunda etapa se desarrolló los diseños y ensayos respectivos de los procedimientos técnicos y normativos, considerando las fechas establecidas de fabricación de especímenes de mortero así como los ensayos mecánicos para determinar la resistencia a compresión según la NTP 334.051. Además, del desarrollo de los ensayos de resistencia a compresión de las pilas y muretes de albañilería teniendo en cuenta la RNE E070. Se tuvo como referencia las normas técnicas peruanas para los siguientes ensayos como son:

- Granulometría (NTP 400.012.2001)
- Peso unitario de los agregados (NTP 400.017)
- Densidad (NTP 400.022:2013)
- Humedad (NTP 339.185.2002)
- Contenido de aire (NTP 334.002)
- Ensayo de fluidez de pasta de mortero (NTP 334.057)
- Resistencia a la compresión según (NTP 334.051)
- Ensayo de resistencia a la flexión según (NTP 334.120)
- Tiempo de Fraguado Vicat (NTP 334.006)
- Ensayo de fluidez de pasta de mortero (NTP 334.057)
- Durabilidad (ACTM C-88)

## **Instrumentos que se utilizó para los ensayos de laboratorio**

- Badilejo
- Balanza digital electrónica a precisión
- Reloj (Determinar el tiempo de fluidez y el tiempo de fraguado)
- Cucharones
- Batidora
- Espátula
- Horno de secado
- Fiola
- Máquina de prensa de compresión
- Meza de fluidez
- Molde cúbico

- Vernier
- Pipeta
- Plancha de batir
- Recipientes o taras
- Tamices de serie N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, fondo.
- Instrumentos de protección personal
- Casco para protección, incluyendo el cuidado del oído con auricular.
- Chaleco, mandil o guardapolvo.
- Guantes de jebe
- Lentes de seguridad
- Zapatos punta de acero dieléctrico

#### **Instrumentos en la fase de gabinete**

- Cuaderno de apunte
- Laptop
- Cámara de celular
- Pizarra
- Plumones

Se continuo con la metodología mencionada anteriormente como son:

Análisis de datos, se buscó todo tipo de información con relación al tema de investigación que se desarrolló.

Se realizó un plan de obtención de los materiales que participaron en las diferentes mezclas de mortero como, cemento, arena, conchas de abanico y nanotubo de grafeno.

Posteriormente los materiales obtenidos se llevaron al laboratorio para sus ensayos respectivos considerando las fichas técnicas del fabricante.

Se obtuvieron los resultados de laboratorio de los materiales y se realizaron los morteros con sus respectivas dosificaciones planteadas empleando el nanotubo de grafeno y las conchas de abanico por separado.

Pasados los 3,7,14, 21 y 28 días de curado, se realizó la evaluación de resistencia a compresión. Se realizaron ensayos de mortero en su estado fresco con el fin de determinar el peso unitario, tiempo de fraguado, fluidez del mortero, absorción, contenido de humedad, considerando muestras por separado.

Se evaluó el comportamiento en estado endurecido a través de la adherencia, la resistencia a compresión del mortero, y ensayo de muretes, luego se analizó sus funciones estáticas y dinámicas y se observaron los comportamientos de los esfuerzos y carga, y finalmente de estas evaluaciones se hizo un cuadro estadístico de evaluación.

Investigación documental (técnicas y recolección de datos)

*Tabla 16. Métodos, técnicas y recolección de datos.*

MÉTODOS	TÉCNICAS DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS
Resumen de bibliografías	Recopilación de datos e información	Guías, libros, revistas, artículos de investigación, tesis, con relación a la fabricación del mortero de albañilería.
Observación científica	Análisis de documentos	Guía de observación simplifica, fichas técnicas de laboratorio.

Fuente: Propia

Investigación de campo (Ensayo del agregado fino y mortero)

*Tabla 17. Ensayo del agregado y mortero*

ENSAYOS	
Agregados	Mortero
Contenido de humedad (MTC - E 215) Granulometría del agregado fino (NTP 400.012) Peso específico y absorción (NTP 400.021) Peso unitario (NTP 400.017)	Ensayo de fluidez (NTP 334.057) Peso unitario Temperatura Tiempo de fraguado (NTP 334.006) Porcentaje de vacío (NTP 334.048) Absorción (NTP 334.068) Contenido de humedad (NTP 339.185) Resistencia a la compresión (NTP 334.051) Resistencia en pila de albañilería (NTP 334.051) Resistencia en muretes de albañilería (NTP 334.051) Ensayo de succión Ensayo de adherencia (NTP 331.052)

Fuente: Propia

## Procedimientos

Inicialmente, se recopilaron diversa información de diferentes fuentes confiables del tema estudiado, en la cual se encontraron análisis de datos y metodologías que sirvieron para desarrollar la presente investigación. Después, se realizaron estudios y ensayos de los componentes del mortero como, el cemento, la arena y, además, de los materiales adicionales que se emplearon en porcentajes parciales sustituyendo al cemento. Posteriormente se desarrollaron diseños de mezcla con la finalidad de obtener y cumplir con las propiedades adecuadas del mortero, tanto en estado fresco como en estado endurecido, para tener una buena trabajabilidad, adherencia, durabilidad y resistencia a la compresión del mortero de albañilería. La nomenclatura para reconocer cada mezcla se hizo mediante la mezcla convencional y los porcentajes de sustitución parcial al cemento, considerando la relación constante arena/cemento de 3.051 y la relación agua/cemento de 0.789.

## Procedimiento de los ensayos físicos del agregado

### Contenido de humedad

Se calculó el contenido total de humedad del agregado fino en términos porcentuales:

### Herramientas y equipos

- Recipiente (tara)
- Balanza
- Franela
- Horno termostático a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

### Procedimiento

Primeramente, tomamos una cierta cantidad de arena en un recipiente (tara) para luego pesarlo en una balanza, tomamos el peso y después lo llevamos al horno durante 24 horas. Pasada las 24 horas nuevamente se procede a pesar para anotar el peso seco después del horno.



*Imagen 12. Procedimiento para determinar la humedad del agregado*

Fuente: Propia

Se obtuvo el porcentaje de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$W\% = \frac{(W_i - W_s)}{W_s} \times 100$$

$W\%$  = Porcentaje de contenido de humedad

$W_i$  = Peso de la muestra inicial

$W_s$  = Peso de la muestra seca

### **Normativa**

**NTP 339.185:** Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

### **Granulometría del agregado**

Esta prueba nos proporcionó información sobre las dimensiones de las partículas del agregado fino, lo que nos permitió una mejor comprensión y utilización de este material mediante un proceso de tamizado secuencial.

### **Herramientas y equipos**

- Balanza con precisión de 0.1 g.
- Tamices: N°04, 8, 16, 30, 50, 100, fondo
- Taras (las necesarias para pesar cada material retenido por los tamices)
- Horno a una temperatura uniforme con  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

### **Procedimiento**

Se tomo en cuenta las recomendaciones de la NTP o MTC, lo cual implicó la realización de un proceso de cuarteo y selección de una muestra representativa. Se tomó una muestra seca de 500 gramos y se procedió a lavar para eliminar las impurezas, se llevó al horno durante 24 horas. Después de este tiempo, se retiró la muestra del horno y se pesó en una balanza. Posteriormente, se realizó los tamizados por las mallas adecuadas, con el fin de pesar el material retenido por cada tamiz, de esa manera se obtuvo el módulo de fineza, y el porcentaje retenido, y con los datos obtenidos, sirvió para realizar la curva granulométrica, de este modo se determinó si la curva correspondía a las recomendaciones por el ACI 211.



Imagen 13. Procedimiento para determinar la granulometría de la arena

Fuente: Propia

El porcentaje retenido se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje retenido (\%)} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

### Normativa

**NTP 400.012:** Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

### Peso específico y absorción

Se determino el valor del peso específico seco y el porcentaje de absorción del agregado fino.

### Herramientas y equipos

- Tamiz N°4
- Balanza con precisión de 0.1 g
- Taras (las necesarias)
- Horno a una temperatura uniforme con  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Fiola con una capacidad de 500cm<sup>3</sup> y cucharon
- Pipeta
- Agua destilada

### Procedimiento

El agregado se pasó por el tamiz N°4 y se pesa una cantidad de 500 gramos, luego se tomó una fiola, se pesó, luego se colocó la arena en la fiola y se llenó de agua destilada hasta el nivel indicado, Se agitó la fiola hasta eliminar los vacíos y se dejó reposar durante 24 horas. Después de este tiempo se llenó la fiola con agua hasta la marca indicada y se volvió a pesar. La muestra dentro de la fiola se transfirió a un recipiente y se dejó sedimentar. Luego, se retiró el agua sobrante con una pipeta y se llevó la muestra al horno durante un día. Al día siguiente, la

muestra se sacó del horno y se volvió a pesar, lo que permitió calcular el peso específico y el porcentaje de absorción.

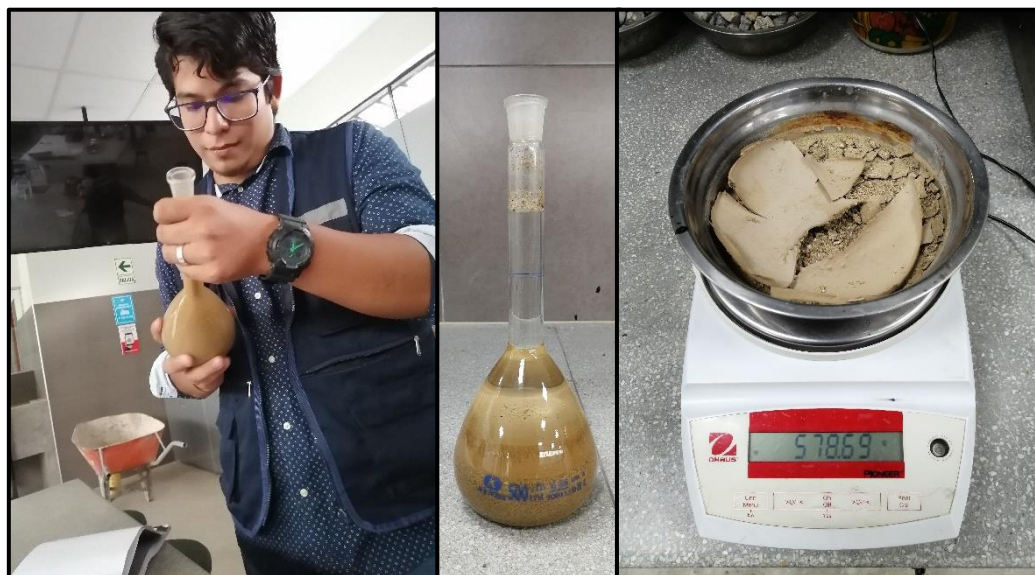


Imagen 14. Procedimiento del peso específico y absorción del agregado

Fuente: Propia

Para calcular el peso específico se da de la siguiente manera:

Peso específico de masa:

$$P.E.Masa = \frac{W_S}{(W_{Fiola} - W_{Ag})}$$

$P.E.Masa$  = Peso específico de masa

$W_S$  = Peso del agregado en estado seco en g

$V_{Fiola}$  = Volumen de fiola en cm<sup>3</sup>

$W_{Ag}$  = Peso del agua en g

Peso específico de masa saturado superficialmente seco (SSS):

$$P.E.Mas_{SSS} = \frac{500}{(W_{Fiola} - W_{Ag})}$$

$P.E.Mas_{SSS}$  = Peso específico de masa saturado superficialmente seco

$V_{Fiola}$  = Volumen de fiola en cm<sup>3</sup>

$W_{Ag}$  = Peso del agua en g

Peso específico aparente:

$$P.E.Aparente = \frac{W_s}{[(V_{Fiola} - W_{Ag}) - (500 - W_s)]}$$

$P.E.Aparente$  = Peso específico aparente

$V_{Fiola}$  = Volumen de fiola en cm<sup>3</sup>

$W_{Ag}$  = Peso del agua en g

$W_s$  = Peso del agregado en estado seco en g

Porcentaje de absorción:

$$\% \text{ Abs} = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 \%$$

A = Masa de la muestra secada al horno

% Abs = Porcentaje de Absorción

### Normativa

**NTP 400.022:** Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

### Peso unitario del agregado

Este ensayo permitió hallar el peso volumétrico del agregado que ocupa en un metro cúbico.

### Peso unitario suelto

#### Herramientas y equipos

- Balanza a una precisión de 0.1 g
- Bandeja
- Brocha y cucharón
- Recipiente cilíndrico y enrasador

#### Procedimiento

Se registraron las dimensiones del molde vacío y se calculó su volumen. Luego, se llenó el molde cilíndrico con arena usando un cucharón hasta el borde superior, asegurándose de evitar la segregación de partículas escurriendo el material a una distancia de hasta 5 cm por encima del borde. Se niveló la superficie con una regla y se eliminó el exceso de material con un cepillo. Finalmente, se determinó el peso unitario suelto del agregado, repitiendo el procedimiento varias veces para obtener valores precisos.

El peso unitario suelto se calcula mediante el siguiente procedimiento:

$$P.U.S = f \times W_s$$

$W_s$  = Peso de la muestra suelta (kg)

f = Factor de calibración determinado para el recipiente.

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

## **Peso unitario compactado**

### **Herramientas y equipos**

- Balanza a una precisión de 0.1 g
- Bandeja
- Martillo de goma
- Brocha
- Cucharón
- Recipiente cilíndrico
- Enrasador
- Varilla lisa

### **Procedimiento**

Se tomaron las dimensiones del molde vacío y se registró su volumen. Luego, se procedió a llenar el molde cilíndrico con arena hasta alcanzar 1/3 de su capacidad, realizando 25 compactaciones con la varilla en sentido horario y 15 golpes con el martillo de goma. Acto seguido, se llenó el cilindro hasta alcanzar 2/3 de su capacidad y se repitió el mismo procedimiento de compactación. Posteriormente, se llenó completamente el cilindro y se efectuaron 25 compactaciones adicionales con la varilla, nivelando la superficie con una regla. Finalmente, se determinó el peso unitario (PU) compactado del agregado. Este proceso se repitió varias veces para obtener valores más precisos.

El peso unitario compacto se calcula:

$$P.U.C = f \times W_c$$

$W_c$  = Peso de la muestra compactada (kg)

f = Factor de calibración determinado para el recipiente.

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

## Unidad de albañilería - Ladrillo

En este estudio, se empleó el ladrillo industrial de albañilería Tipo IV suministrado por la marca y fábrica Cerámicos Lambayeque, específicamente el modelo King Kong de 18 huecos, el cual es ampliamente utilizado en la construcción de muros de albañilería. Según la ficha técnica proporcionada por el fabricante, este ladrillo exhibe una resistencia de 165 kg/cm<sup>2</sup>, lo que sugiere una buena capacidad de adherencia y resistencia al mortero utilizado en la investigación. Estos detalles sobre el ladrillo se encuentran detallados en la sección de bases teóricas del informe. Además, el ladrillo fue sometido a ensayos de laboratorio siguiendo las directrices establecidas por la norma E070. Albañilería.

## Procedimiento de los ensayos de las unidades de albañilería

### Variación dimensional

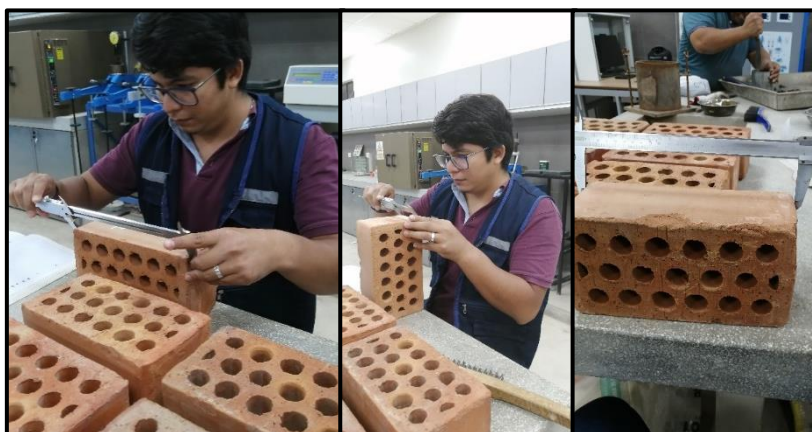
Se obtuvo las dimensiones totales de todas las aristas de varias unidades de ladrillo.

### Herramientas y equipos

- Vernier
- Ladrillos
- Cuaderno de apunte

### Procedimiento

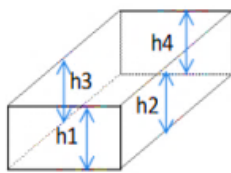
Se optó por unas 10 unidades de ladrillo, las cuales estaban en buenas condiciones. Se procedió a medir adecuadamente cada ladrillo y tomando apunte de para luego sacar promedio de dichas medidas, alto, ancho, largo, se comparó con los valores de la ficha técnica de fabricación para evaluar la variación dimensional.



*Imagen 15. Proceso de medición del ladrillo king kong 18 huecos para determinar su variación dimensional.*

Fuente: Propia

Para el cálculo tenemos lo siguiente:



Fuente: Propia

$$Dp = \frac{h1 + h2 + h3 + h4}{4}$$

$$V (\%) = \frac{100 \times (De - Dp)}{De}$$

$Dp$  = Promedio de alturas

$De$  = Dimensión de ficha técnica

$V (\%)$  = Variación dimensional

### Normativa

**NTP 399.613:** Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

### Porcentaje de vacíos

Aquí se determinó el porcentaje de vacíos que presentó en cada ladrillo de albañilería.

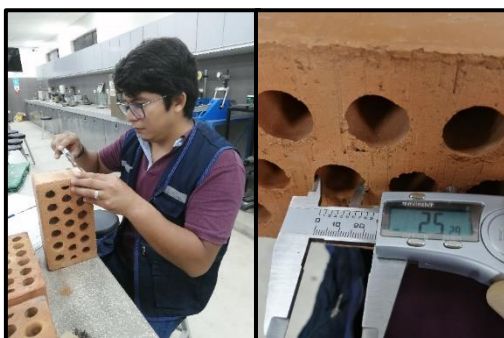
### Herramientas y equipos

- Vernier

- Ladrillos

### Procedimiento

Se tomo los mismos ladrillos de la prueba de variación dimensional, se halló el área del orificio y, por ende, se determinó el peso volumétrico del ladrillo, y el volumen total de vacíos de la unidad de albañilería. Luego se restó el volumen del ladrillo – el volumen de vacíos y finalmente se multiplicó por 100, con el fin de que se determinó el cálculo de porcentaje de vacíos del ladrillo.



*Imagen 16. Procedimiento para determinar el porcentaje de vacíos del ladrillo.*

Fuente: Propia

Para determinar el porcentaje de vacíos se calculó de la siguiente manera:

$$V_{\text{ladrillo}} = l_{\text{ladrillo}} \times a_{\text{ladrillo}} \times h_{\text{ladrillo}} \quad V_{\text{vacios}} = A_{\text{vacio}} \times h_{\text{vacio}}$$

$$\%_{\text{vacios}} = V_L - V_{\text{vacios}} \times 100\%$$

$\%_{\text{vacios}}$  = Porcentaje de vacíos  $V_L$  = Volumen del ladrillo

$V_{\text{vacios}}$  = Volumen de vacíos  $A_{\text{vacio}}$  = Área de vacíos

$h_{\text{vacio}}$  = Alto del vacío  $l_{\text{ladrillo}}$  = Largo del ladrillo

$a_{\text{ladrillo}}$  = Ancho del ladrillo  $h_{\text{ladrillo}}$  = Alto del ladrillo

### Normativa

**NTP 399.613:** Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

### Alabeo

Este ensayo al tomar las dimensiones del alabeo, determino si el ladrillo es cóncavo o convexo.

### Herramientas y equipos

- Vernier - Regla metálica - Ladrillos

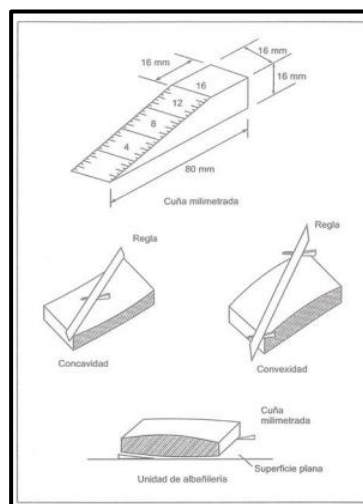
### Procedimiento

Se eligieron 10 ladrillos en buen estado y se midió longitudinalmente y en diagonal tanto en la cara superior como en la inferior del ladrillo, utilizando una regla metálica, esto determino si la unidad de albañilería presenta concavidad o convexidad, por ende, se halló el valor promedio de dichas medidas del ladrillo.



*Imagen 17. Proceso de medición al ladrillo para determinar su alabeo (concavidad y convexidad).*

Fuente: Propia



*Imagen 18. Proceso para el alabeo de la unidad de ladrillo.*

Fuente: [13]

### Normativa

**NTP 399.613:** Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

### Porcentaje de Absorción

Se llevó a cabo este ensayo con el fin de calcular la absorción de agua de cada ladrillo.

### Herramientas y equipos

- Recipiente (Fondo adecuado para sumergir el ladrillo)
- Balanza mínima de 2000 gramos
- Ladrillos

### Procedimiento

Se considero 5 unidades de albañilería en buen estado, las cuales se tomaron del ensayo de variación dimensional, se pesó en estado seco natural antes de sumergirlas al agua, y se anotó el peso, luego se procedió a colocarlo en agua y sumergirlo durante 24 horas. Al día siguiente se sacó del agua y se volvió a pesar, de esa manera se obtuvo el peso húmedo. Finalmente, se colocó al horno durante un día, y pasando las 24 horas se volvió a pesar con el fin de obtener el peso seco sacado del horno. De esta manera se calculó y se obtuvo el porcentaje de absorción de la unidad de albañilería.



*Imagen 19. Proceso para determinar el peso saturado del ladrillo.*

Fuente: Propia



*Imagen 20. Procedimiento para determinar el porcentaje de absorción de la unidad de albañilería.*

Fuente: Propia

Para el cálculo del porcentaje de absorción:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(P_{\text{sat}} - P_s)}{P_s} \times 100 \%$$

$P_s$  = Peso seco del ladrillo

$P_{\text{sat}}$  = Peso saturado del espécimen.

% Absorción = Porcentaje de Absorción en %

### Normativa

**NTP 399.613:** Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

### Succión

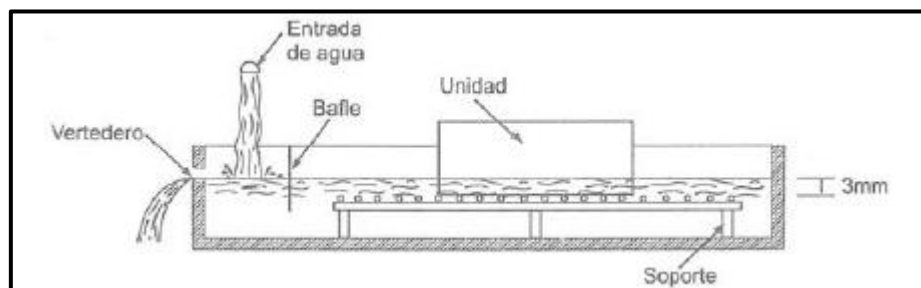
Este ensayo determinó en que tiempo demoró el ladrillo en succionar el agua, estando el agua en contacto con la cara debajo de la unidad de albañilería.

### Herramientas y equipos

- Recipiente (con espacio suficiente para colocar el ladrillo), Varillas y agua
- Vernier
- Ladrillo

### Procedimiento

Se tuvo en cuenta que para este ensayo existe 2 procesos, para ensayos de investigación se toman muestras secadas del horno y cuando se llevan a cabo pruebas para evaluar la succión en un proyecto de construcción, se obtienen muestras en su estado original. En este caso, se tomó el ladrillo y se pesó en estado seco, luego se colocó varillas encima del recipiente como base o soporte del ladrillo, posterior a eso, se ubicó el ladrillo encima y se llenó con agua a una altura de 3 mm arriba de la base del ladrillo, esto hizo que se genere el proceso de succión a la unidad de albañilería.



*Imagen 21. Proceso para el ensayo de succión.*

Fuente: [14]



Imagen 22. Procedimiento para el ensayo de succión a la unidad de albañilería.

Fuente: Propia

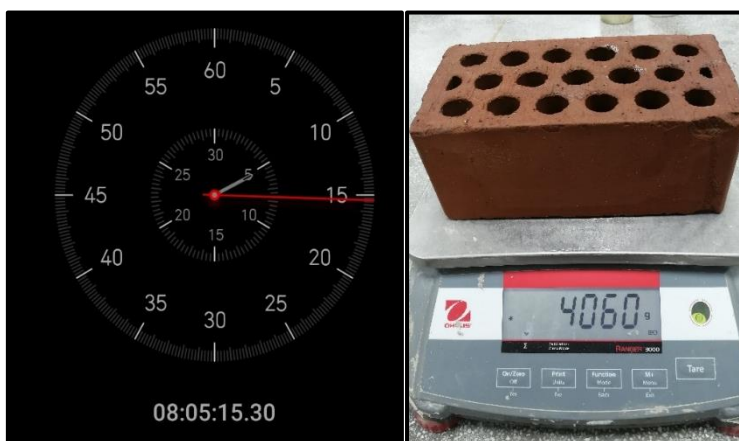


Imagen 23. Proceso de medición y peso del ensayo de succión de la unidad de albañilería.

Fuente: Propia

El cálculo se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Succión} = \frac{(P_m - P_s) \times 200}{A}$$

$P_s$  = Peso seco del ladrillo

$P_m$  = Peso del ladrillo después de la succión

$A$  = Área de contacto del espécimen con el agua (cm<sup>2</sup>)

Succión se expresa en  $\left(\frac{gr}{200}\right)$

### Normativa

**NTP 399.613:** Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

## Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería

Se determinó la resistencia a la compresión de cada unidad de albañilería o ladrillo mediante cálculos.

### Herramientas y equipos

- Lapicero y agenda (anotar resultados)
- Máquina para determinar la resistencia a compresión
- Moldes de fierro (para nivelar la altura de la compresa)
- Ladrillos

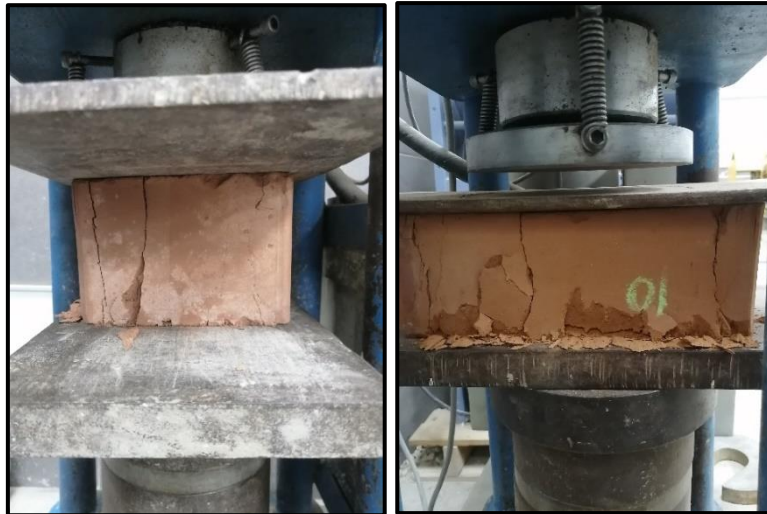
### Procedimiento

Se consideraron 5 unidades de ladrillo, las cuales fueron ensayadas en la prensa hidráulica, se utilizó moldes de fierro para llegar a lo más cerca de la base interna superior de la prensa hidráulica, luego se colocó el ladrillo y encima se colocó un molde más delgado para uniformizar el ladrillo y reciba una carga distribuida en toda la superficie de la unidad. Una vez hecho esto, se tomó apunte de la carga soportada por el ladrillo, y luego la resistencia a la compresión fue establecida considerando la reducción de la desviación estándar del promedio de los ensayos de compresión.



*Imagen 24. Proceso para determinar la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.*

Fuente: Propia



*Imagen 25. Colocación de la unidad de albañilería en la compresora para determinar su resistencia a la compresión.*

Fuente: Propia

El cálculo para determinar la resistencia a la compresión es el siguiente:

$$f'_b = \frac{P}{A}$$

$f'_b$  = Resistencia a compresión de la unidad de albañilería ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P$  = Carga máxima de rotura (kg)

$A$  = Área superior de contacto con la máquina de compresión ( $\text{cm}^2$ )

#### **Normativa**

**NTP 399.613:** Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

## Procedimiento para la elaboración del mortero

### Mortero convencional o patrón

Primeramente, se realizó el mortero convencional, la proporción de cemento: arena, fue de 1:3, por ende, se averiguo de manera óptima una relación agua/cemento, puesto que, quedo de 0.8, de esta manera, por cada 1000 gramos de cemento se añadió 789 ml de agua. Finalmente, se calculó una determinada cantidad para los especímenes cúbicos que se elaboraron en este ensayo.



*Imagen 26. Procedimiento de pesos y elaboración de la mezcla y mortero convencional.*

Fuente: Propia

### Normativa

**NTP 334.051:** CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

### **Mortero con adición de conchas de abanico al 2% de sustitución parcial al cemento**

En esta ocasión se elaboró un mortero, pero adicionando conchas de abanico en una proporción del 2% en reemplazo del cemento. Para ello la concha de abanico se trituro en la maquina trituradora, luego se pasó por el tamiz N°100, de esta manera se utilizó lo que pasó en dicho tamiz y también lo que quedó en el fondo, y así se generó la pulverización de las conchas de abanico dejándolo en buenas condiciones y, por ende, se empleó parcialmente en sustitución del cemento. Asimismo, se realizó el mortero adecuadamente con las cantidades correspondientes quedando, cemento: 980 gramos, arena: 3051 gramos, agua: 0.789 ml, y conchas de abanico pulverizadas: 20 gramos. Finalmente, se procedió a la elaboración de este nuevo mortero adicionando conchas de abanico pulverizadas al 2% de sustitución parcial del cemento.



*Imagen 27. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de conchas de abanico pulverizadas al 2% del cemento.*

Fuente: Propia

### Mortero con adición de conchas de abanico al 4% de sustitución parcial al cemento

Se elaboró un mortero adicionando conchas de abanico en una proporción del 4% en reemplazo parcial del cemento. De esta manera, se realizó el mortero para esta dosificación, y las cantidades correspondientes quedaron cemento: 960 gramos, arena: 3051 gramos, agua: 0.789 ml, y conchas de abanico pulverizadas: 40 gramos. Finalmente, se procedió a la elaboración de este nuevo mortero con adición del 4% de conchas de abanico en sustitución parcial del cemento.



*Imagen 28. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de conchas de abanico pulverizadas al 4% del cemento.*

Fuente: Propia

### **Mortero con adición de conchas de abanico al 6% de sustitución parcial al cemento**

Para este mortero, se adicione conchas de abanico en una proporción del 6% en reemplazo parcial del cemento. De esta manera, se realizó el mortero para esta proporción, y las cantidades correspondientes quedaron cemento: 940 gramos, arena: 3051 gramos, agua: 0.789 ml, y conchas de abanico pulverizadas: 60 gramos. Finalmente, se procedió a la elaboración de este nuevo mortero con adición del 6% de conchas de abanico en sustitución parcial del cemento.



*Imagen 29. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de conchas de abanico pulverizadas al 6% del cemento.*

Fuente: Propia

### **Mortero con adición de nanotubo de grafeno al 2% de sustitución parcial al cemento**

Para este mortero, se adiciono nanotubo de grafeno en una proporción del 2% en reemplazo parcial del cemento. Se mezclo el nanotubo de grafeno con agua destilada, se movió constantemente y luego se añadió a la mezcla del cemento y arena. De esta manera, se realizó el mortero para esta proporción y las cantidades correspondientes quedaron, cemento: 980 gramos, arena: 3051 gramos, agua: 0.789 ml, y nanotubo de grafeno: 20 gramos. Finalmente, se procedió a la elaboración de este nuevo mortero con adición del 2% de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.



*Imagen 30. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de nanotubo de grafeno al 2% del cemento.*

Fuente: Propia

### **Mortero con adición de nanotubo de grafeno al 4% de sustitución parcial al cemento**

Para este mortero, se adicióno nanotubo de grafeno en una proporción del 4% en reemplazo parcial del cemento. Se mezcló el nanotubo de grafeno con agua destilada, se movió constantemente y luego se añadió a la mezcla del cemento y arena. De esta manera, se realizó el mortero para esta proporción, y las cantidades correspondientes quedaron cemento: 960 gramos, arena: 3051 gramos, agua: 0.789 ml, y nanotubo de grafeno: 40 gramos. Finalmente, se procedió a la elaboración de este nuevo mortero con adición del 4% de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.



*Imagen 31. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de nanotubo de grafeno al 4% del cemento.*

Fuente: Propia

### **Mortero con adición de nanotubo de grafeno al 6% de sustitución parcial al cemento**

Para este mortero, se adicione nanotubo de grafeno en una proporción del 6% en reemplazo parcial del cemento. Se mezcló el nanotubo de grafeno con agua destilada, se movió constantemente y luego se añadió a la mezcla del cemento y arena. De esta manera, se realizó el mortero para esta proporción, y las cantidades correspondientes quedaron cemento: 940 gramos, arena: 3051 gramos, agua: 0.789 ml, y nanotubo de grafeno: 60 gramos. Finalmente, se procedió a la elaboración de este nuevo mortero con adición del 6% de nanotubo de grafeno en sustitución del cemento.



*Imagen 32. Proceso de la mezcla y elaboración del mortero con sustitución de nanotubo de grafeno al 6% del cemento.*

Fuente: Propia

## Procedimiento para ensayos del mortero en estado fresco

### Ensayo de fluidez de la mezcla del mortero

Se determino la consistencia del mortero, mediante la mesa de fluides, se halló la consistencia y agua de amasado del mortero.

### Herramientas y equipos

- Compactador y pisón
- Espátula
- Regla
- Mesa y molde de fluidez

### Procedimiento de la fluidez para el mortero convencional

Después de realizar la mezcla del mortero convencional que es cemento, arena y agua, se elaboró la fluidez de dicho mortero, para esto se utilizó una mesa de flujo y molde del testigo, luego, este molde se colocó sobre la mesa de fluidez y así la mezcla del mortero se colocó a una capa de 1 pulg de altura del molde, se compactó 20 veces con el pisón, luego se volvió a llenar el molde con una segunda capa de la mezcla del mortero y se compacto 20 veces más con el pisón, luego se enraso y se sacó el sobrante de la mezcla, posterior a ello se produjo las 25 caídas de la mesa de fluidez, esto generó que la mezcla llegue a esparcirse, por ello, con una regla se hizo 4 líneas marcadas con la finalidad de tomar medidas del diámetro de la mezcla esparcida y por último, se calculó y determinó la fluidez de la mezcla del mortero convencional.



*Imagen 33. Procedimiento para determinar la fluidez del mortero convencional.*

Fuente: Propia

### Normativa

**NTP 334-057:** CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland

### **Procedimiento de la fluidez para el mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas al 2%, 4% y 6% en sustitución parcial del cemento**

Para esta mezcla del mortero adicionando pulverización de las conchas de abanico varia en sus componentes, ya que presenta, cemento, arena, agua y conchas de abanico pulverizadas, por ende, se elaboró la fluidez del mortero con sus respectivas proporciones por separado, considerando el mismo procedimiento del mortero convencional para determinar la fluidez de dicha mezcla, por ello, para esta nueva mezcla también se utilizó una mesa de flujo y molde del testigo, luego, este molde se colocó sobre la mesa de fluidez y así la mezcla del mortero se colocó a una capa de 1 pulg de altura del molde, se compactó 20 veces con el pisón, luego se llenó el molde con una capa segunda de la mezcla del mortero y se compacto 20 veces más empleando el pisón, luego se enraso y se sacó el sobrante de la mezcla, posterior a ello se produjo las 25 caídas de la mesa de fluidez, esto generó que la mezcla llegue a esparcirse, por ello, con una regla se hizo 4 líneas marcadas con la finalidad de tomar medidas del diámetro de la mezcla esparcida y por último, se determinó la fluidez de la mezcla del mortero con conchas de abanico pulverizadas con porcentajes utilizados de 2%, 4% y 6% por separado respectivamente en cada porcentaje, en sustitución parcial del cemento. La diferencia que existe entre el mortero convencional y esta mezcla de mortero elaborado es que, este varia porque se le añade la pulverización de conchas de abanico en reemplazo parcial del cemento con 3 porcentajes diferentes, por ende, la fluidez varia en ciertos valores obtenidos en el ensayo.



*Imagen 34. Procedimiento para determinar la fluidez del mortero con sustitución de conchas de abanico pulverizadas al 2%, 4% y 6% del cemento.*

Fuente: Propia

### **Normativa**

**NTP 334-057:** CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland

### **Procedimiento de la fluidez para el mortero con adición de nanotubo de grafeno al 2%, 4% y 6% en sustitución parcial del cemento**

A este mortero se le añadió el material de nanotubo de grafeno, el cual ocasiono que el mortero varie en sus componentes, quedando cemento, arena, agua y nanotubo de grafeno, por ello, se procedió a elaborar la fluidez de este mortero con sus respectivas proporciones por separado. Asimismo, se tuvo en cuenta el mismo procedimiento de los morteros elaborados anteriormente, entonces, para determinar la fluidez de esta nueva mezcla también se utilizó una mesa de flujo y molde del testigo, luego, este molde se colocó sobre la mesa de fluidez y así la nueva mezcla de mortero se colocó a una capa de 1 pulg de altura del molde, se compactó 20 veces empleando el pisón, y se llenó el molde con una capa segunda de la mezcla del mortero y se compacto 20 veces más con el pisón, luego se enraso y se sacó el sobrante de la mezcla, posterior a ello se produjo las 25 caídas de la mesa de fluidez, esto generó que la mezcla llegue a esparcirse, por ello, con una regla se hizo 4 líneas marcadas con la finalidad de tomar medidas del diámetro de la mezcla esparcida y por último, se determinó la fluidez de la mezcla de mortero adicionando nanotubo de grafeno con porcentajes utilizados de 2%, 4% y 6% por separado respectivamente en cada porcentaje, en sustitución parcial del cemento. De esta manera, la desigualdad que existe entre la elaboración de este nuevo mortero y el mortero convencional es porque al nuevo mortero se le añade nanotubo de grafeno en reemplazo parcial del cemento en 3 porcentajes óptimos diferentes, por ende, la fluidez varia en los valores obtenidos de este ensayo.



*Imagen 35. Procedimiento para determinar la fluidez del mortero con sustitución de nanotubo de grafeno al 2%, 4% y 6% del cemento.*

Fuente: Propia

#### **Normativa**

**NTP 334-057:** CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland

### **Peso unitario del mortero**

Calculamos el peso unitario (PU) de la masa de cada mortero en metro cúbico.

### **Herramientas y equipos**

- Pisón compactador
- Espátula
- Balanza de precisión 0.1 g
- Molde para la mezcla del mortero

### **Procedimiento para determinar el peso unitario del mortero**

Se procedió a elaborar la mezcla del mortero para luego vaciarla en los moldes cúbicos con sus medidas correspondientes, después se procede a pesar y se calcula el volumen. Este proceso se realizó tanto para la mezcla del mortero convencional como para la mezcla del mortero con adición de las conchas de abanico pulverizadas en proporciones de 2%, 4% y 6% en sustitución parcial del cemento y también para la mezcla del mortero con adición de nanotubo de grafeno en proporciones de 2%, 4% y 6% en sustitución parcial del cemento respectivamente.

### **Normativa**

**NTP 339.046:** Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón



*Imagen 36. Proceso de peso del molde solo y el peso del molde + el mortero.*

Fuente: Propia

### Ensayo del tiempo de fraguado del mortero

Se determina el tiempo en que el mortero comienza y finaliza el fraguado inicial.

#### Herramientas y equipos

- Aguja de vicat y equipo correspondiente
- Mezcla (mortero)
- Placa (plana puede ser vidrio)
- Paleta plana
- Mezclador correspondiente
- Recipiente
- Anillo cónico

#### Procedimiento para determinar el tiempo de fraguado del mortero

Este método consistió en que la mezcla preparada de acuerdo con las especificaciones de la norma NTP 334.074 se moldeó y colocó en un espacio húmedo para su fraguado. Para llevar a cabo la prueba de penetración intermitente, se empleó una aguja de Vicat con un diámetro de 1 milímetro., que se introdujo en la muestra. Se definió el período inicial del fraguado como el período desde el momento en que el cemento entra en contacto con el agua hasta que se logra una penetración de 25 milímetros. El ensayo concluyó cuando la aguja de Vicat no produjo una marca circular completa en la superficie de la mezcla., determinando así el tiempo final de penetración.



*Imagen 37. Procedimiento realizado durante el tiempo de inicial y final de fraguado de la mezcla del mortero*

Fuente: Propia

#### Normativa

**NTP 339.006:** Determinación del tiempo de fraguado del cemento Hidráulico utilizando la aguja de Vicat.

## Ensayos del mortero en estado endurecido

### Ensayo de la resistencia a la compresión del mortero

En este procedimiento, se llevaron a cabo las pruebas de compresión de cubos de muestra para determinar la resistencia a la compresión de cada uno de ellos.

- Herramientas y equipos
- Vernier
- Balanza
- Máquina de compresión (prensa de compresión o hidráulica)

### Procedimiento

Todos los especímenes de dimensiones de 5x5x5cm de mortero ya sea convencional o adicionados con pulverizaciones de conchas de abanico y también añadidos con nanotubo de grafeno, fueron curados de acuerdo con el orden de 3, 7, 14, 21 y 28 días, conforme pasaban los días de curado, se rompían 3 especímenes cúbicos por día de curado establecido, ya que fueron elaborados 15 muestras por cada tipo de mortero estudiado, por ende, fueron un total de 105 especímenes cúbicos



*Imagen 38. Procedimiento del ensayo de resistencia a la compresión en muestras cúbicas.*

Fuente: Propia

### Normativa

**NTP 334.051:** CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

### Ensayo de la resistencia en pilas de albañilería

Aquí se determinó la resistencia a la compresión axial ( $f^m$ ), en pilas de albañilería con mortero elaborado de esta investigación realizada.

#### Herramientas y equipos

- Plomada
- Nivel de albañil
- Badilejo
- Escuadras de carga
- Máquina de compresión (máquina de ensayo)

#### Procedimiento

Se elaboraron pilas de 3 ladrillos, cuyo ensayo determino la resistencia a la compresión de pila de albañilería. La elaboración de las pilas fueron realizados mediante la colocación de los tres ladrillos con juntas de mortero para cada pila, dicho mortero fueron de diferentes tipos ya sea convencional, adicionados con pulverizaciones de conchas de abanico y también añadidos con nanotubo de grafeno, las cuales tuvieron que esperar durante 28 días, que luego se procedió a romper de manera axial en la máquina de compresión, asimismo, se elaboraron 3 pilas por cada mortero diferente elaborados en la investigación científica, por ende, fueron un total de 21 pilas de albañilería.



*Imagen 39. Proceso para determinar la resistencia a la compresión axial de pila de albañilería.*

Fuente: Propia



*Imagen 40. Muestra de la falla que sufrió la pila de albañilería durante el proceso de resistencia a la compresión axial.*

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo se considera la norma ASTM C1314, la cual depende de dos cosas:

- La resistencia del ladrillo ( $f_b$ ), en este caso se usa el ladrillo King Kong 18 huecos.
- Resistencia a la compresión del mortero.

De esta manera, esta norma plantea una fórmula empírica:

$$f'_m = K \cdot (f_b)^a \cdot (f_m)^b$$

Donde:

- $F_b$  = resistencia a compresión de la unidad (ladrillo)
- $F_{metro}$  = resistencia a compresión del mortero
- $K, a, b$  = factores empíricos, normalmente
- Se toma,  $K = 0.6, a = 0.75, b = 0.25$

### **Normativa**

**NTP 339.605:** Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.

**ASTM C1314:** Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de prismas de mampostería.

### **Ensayo de resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería**

Para realizar este ensayo al mortero de albañilería, se tiene en cuenta la norma ASTM C1072, que indica el ensayo a la resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería, el cual, emplea datos como el área de juntas y unidad de albañilería mediante un ensayo de fraccionamiento. Se utiliza específicamente para evaluar la adherencia entre la unión ladrillo y mortero permitiendo ensayar la resistencia a esfuerzos de cizalla y la calidad de la interfaz.

### Procedimiento

Se elabora una muestra de al menos cinco ladrillos con junta horizontal, estos unidos con el mortero a evaluar. La muestra se ubica dentro de un dispositivo de carga diseñado para aplicar una fuerza paralela al plano de la junta, la cual va incrementando hasta provocar el gradual o la falla por pérdida de adherencia. Posteriormente se registra la carga máxima soportada por cada muestra ensayada, y finalmente se calcula la resistencia a cizalla con la siguiente fórmula:

$$\tau = \frac{PAG}{A}$$

Donde:

- $\tau$  = resistencia a la cizalla (MPa)
- $PAG$  = carga máxima aplicada (N)
- $A$  = área de la junta (mm<sup>2</sup>)

### Normativa

**ASTM C1072:** Métodos de ensayo estándar para la medición de la resistencia de adherencia a la flexión en mampostería.

**Nch 167:** Adherencia del mortero en prisma de albañilería.

### Ensayo de resistencia al murete de albañilería

Se realizó la resistencia a la tracción diagonal ( $v'm$ ), en muretes de albañilería.

### Herramientas y equipos

- Plomada
- Nivel de albañil
- Badilejo
- Escuadras de carga
- Máquina de ensayo

### Procedimiento

Estos muretes fueron realizados con una dimensión aproximadamente entre unos 75 cm x 72 cm, mediante colocación de 21 ladrillos con juntas de mortero para cada murete, dicho mortero fue de diferentes tipos, estos fueron, convencional, adicionados con pulverizaciones de conchas de abanico y también añadidos con nanotubo de grafeno, asimismo, se elaboraron 3 muretes por cada tipo de mortero elaborados en esta investigación científica, por ende, fueron un total de 21 muretes de albañilería. Además, se espera llegar a los 28 días para lograr una rotura adecuada. Se someterá el murete a una carga de compresión en una dirección diagonal, lo que inducirá una falla por tracción diagonal, causando fisuras en la muestra en la dirección paralela a la aplicación de la carga.



*Imagen 41. Procedimiento de la elaboración de muretes de albañilería.*

Fuente: Propia



*Imagen 42. Muestras terminadas de los muretes de albañilería.*

Fuente: Propia

Se considero la norma NTP 339.621, la cual plantea unas fórmulas numéricas que se utilizan para determinar la resistencia diagonal de cada murete elaborado. Se calcula de la siguiente manera:

$$V_m = \frac{0.707 P}{A_b}$$

Donde:

- $V_m$  = esfuerzo de corte que se da en el área bruta (MPa)
- $P$  = carga que es aplicada (N)
- $A_b$  = área bruta de la muestra (mm<sup>2</sup>)

El área bruta de la muestra se da mediante la siguiente formula:

$$A_b = \frac{l + h}{2} t$$

Donde:

- $l$  = largo del murete (mm)
- $h$  = alto del murete (mm)
- $t$  = espesor del murete (mm)

### **Normativa**

**NTP 339.621:** Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión diagonal en muretes.

**ASTM E519:** Método de prueba estándar para tensión diagonal (corte) en conjuntos de mampostería

## Resultados y discusión

### Resultados de los ensayos realizados al agregado fino

#### Resultado del contenido de humedad del agregado fino

Muestra: Agregado fino

Tabla 18. Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado.

CONTENIDO DE HUMEDAD:		
Arena	((A+B)/2)/(1+(C.H./100))	
1.- Peso de la muestr. húmeda	1323.69	1323.69
2.- Peso de la muestra seca	1314.62	1314.62
3.- Cont. Humedad	0.69	0.69
4.- Promedio	<b>0.69</b>	

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo se obtuvo como resultado que el agregado fino que se utilizó para la elaboración de la variedad de tipos de mortero de esta investigación contuvo un porcentaje de humedad del 0.69%.

#### Resultado de la granulometría del agregado fino

Muestra: Agregado fino

Tabla 19. Resultados del ensayo de la granulometría del agregado.

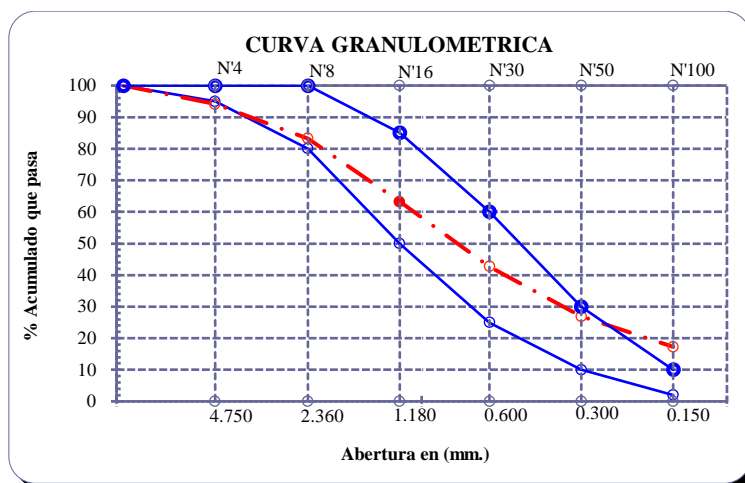
Peso Hum. :		500.2		Peso Seco:		500	
Módulo de Fineza:		<b>2.726</b>		Cont.Hum.:		0.89	
Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa	Especificaciones:	
½"	12.700					100	100
3/8"	9.500	2.09	0.4	0.4	100.0	100	100
Nº 04	4.750	27.30	5.5	5.9	94.1	95	100
Nº 08	2.360	54.56	10.9	16.8	83.2	80	100
Nº 16	1.180	100.09	20.0	36.8	63.2	50	85
Nº 30	0.600	102.32	20.5	57.3	42.7	25	60
Nº 50	0.300	79.28	15.9	73.1	26.9	10	30
Nº 100	0.150	47.99	9.6	82.7	17.3	2	10
Fondo		<b>86.4</b>	17.3	100.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados adquiridos del ensayo de la granulometría del agregado fino, se encontró que el material tuvo un módulo de fineza de 2.726, el cual se aproxima al límite entre 1.6 y 2.5 que comprende e indica la Norma E.070, asimismo, los resultados del porcentaje retenido de las mallas no superan el 50% de retención, lo cual indica que este agregado está conforme para la elaboración del mortero.

## Curva granulométrica

Gráfica 2. Curva granulométrica del agregado.



Fuente: Elaboración propia

Mediante la curva granulométrica del ensayo de la muestra, se analizó que los resultados lograron estar entre los límites granulométricos, por ende, se utilizó adecuadamente para la elaboración de los diferentes morteros de albañilería estudiados.

### Resultado del peso específico y absorción del agregado fino

Muestra: Agregado fino

Tabla 20. Resultados del ensayo del peso específico del agregado.

A.- Datos de la arena			
1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	1018.4	1018.4
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	(1+5) g	710.2	710.2
4.- Peso del Agua.	(2-3) g	308.2	308.2
5.- Peso del Frasco	g	210.2	210.2
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	(5+7) g	708.6	708.6
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	498.5	498.5
8.- Volumen del frasco.	cm <sup>3</sup>	500.0	500.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Resultados obtenidos del peso específico y porcentaje de absorción del agregado.

B.- Resultados		Promedio	
A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	g/cm <sup>3</sup>	2.599	2.599
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm <sup>3</sup>	2.607	2.607
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm <sup>3</sup>	2.621	2.621
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	0.31	0.31

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de este ensayo que se le realizó al agregado fino tuvo un peso específico de 2.607 g/cm<sup>3</sup>, de la misma manera, en porcentaje de absorción obtuvo un 0.31%.

### Resultado del peso unitario del agregado fino

Muestra: Agregado fino

Tabla 22. Resultados del ensayo del peso unitario suelto del agregado.

<b>PESO UNITARIO: N.T.P. 400.017</b>		
<b>SUELTO</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
- Peso de la muestra húmeda	8460	8466
- Volumen del molde		0.00553
- Peso unitario suelto húmedo		1529
- PESO UNITARIO SUELTO SECO		<b>1516</b>

Fuente: Elaboración propia

En este ensayo de peso unitario del agregado fino, dio como resultados que en peso unitario suelto húmedo comprendió 1529 kg/cm<sup>3</sup>, asimismo, tuvo un peso unitario suelto seco de 1516 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla 23. Resultado del peso unitario compactado del agregado.

<b>COMPACTADO</b>		
- Peso de la muestra húmeda	9458	9456
- Volumen del molde		0.005534
- Peso unitario suelto húmedo		1709
- PESO UNITARIO COMPACTADO SECO		<b>1694</b>

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo de peso unitario del agregado fino, dio como resultados que en peso unitario suelto húmedo comprendió 1709 kg/cm<sup>3</sup>, asimismo, tuvo un peso unitario compactado seco de 1694 kg/m<sup>3</sup>.

De esta manera, de los ensayos realizados al agregado fino se pudo describir los resultados obtenidos que mediante en la tabla 18 dio un porcentaje de humedad del 0.69%, en la tabla 19 con la gráfica 2 de granulometría dio un peso retenido de 86.4, en la tabla 20 con la tabla 21 tuvo un peso específico de 2.607 g/cm<sup>3</sup>, y en porcentaje de absorción obtuvo un 0.31%, en la tabla 22 se obtuvo como peso unitario suelto húmedo 1529 kg/cm<sup>3</sup>, asimismo, tuvo un peso unitario suelto seco de 1516 kg/m<sup>3</sup> y por último en la tabla 23 dio un peso unitario suelto húmedo de 1709 kg/cm<sup>3</sup> y un peso unitario compactado seco de 1694 kg/m<sup>3</sup>. Por ende, este agregado fino logro estar en condiciones por ello, se pudo utilizar adecuadamente para la elaboración del mortero.

## Resultados de los ensayos elaborados a la unidad de albañilería

### Resultados de la variación de dimensionamiento del ladrillo

Muestra: Ladrillo tipo IV, de la fábrica Cerámicos Lambayeque

#### Datos obtenidos del fabricante

TIPO DE LADRILLO	ANCHO	LARGO	ALTO	PESO	RENDIMIENTO	RESISTENCIA
KING KONG TIPO IV	13 cms.	24 cms.	9 cms.	3.80 Kg	s -40/ c-72	165 Kg./cm <sup>2</sup> .

Tabla 24. Resultados del ensayo de variación dimensional de la unidad de ladrillo.

Ladrillos cerámicos Lambayeque				
Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	239.78	129.20	87.10
02		239.28	127.87	88.09
03		239.72	128.41	87.39
04		235.73	129.06	87.94
05		238.37	129.67	86.93
06		238.02	127.72	87.29
07		237.07	127.03	86.79
08		239.13	128.57	87.44
09		238.08	128.86	88.26
10		238.82	128.71	87.30
	<b>PROMEDIO (mm)</b>	<b>238.40</b>	<b>128.51</b>	<b>87.45</b>
	<b>C.V (%)</b>	<b>0.53%</b>	<b>0.61%</b>	<b>0.56%</b>
	<b>V.D (%)</b>	<b>0.6666667</b>	<b>1.1485897</b>	<b>2.8322222</b>

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo se utilizó ladrillos que tiene como fabricante a Ladrillos cerámicos Lambayeque. Además, los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 10 unidades por muestra, asimismo, la variación dimensional obtuvo hasta 100mm+-4, esto indicó que esta unidad de albañilería empleada en esta investigación presento una clasificación tipo IV, conforme a la Norma E.070.

### Resultado del ensayo de alabeo del ladrillo

Muestra: Ladrillo tipo IV, de la fábrica Cerámicos Lambayeque

Tabla 25. Resultados obtenidos del ensayo de alabeo de la unidad de albañilería.

LADRILLOS CERÁMICOS LAMBAYEQUE				
ALABEO EN LADRILLOS				
MUESTRA	LADRILLO KING KONG TIPO IV			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
M - 1	1.53	1.91	1.77	1.35
M - 2	0.46	0.37	0.35	0.57
M - 3	0.35	0.49	0.39	1.52
M - 4	1.06	1.24	1.30	1.01
M - 5	0.46	0.27	0.37	0.60
PROMEDIO	<b>0.77</b>	<b>0.85</b>	<b>0.84</b>	<b>1.01</b>
D. EST. (%)	<b>0.51</b>	<b>0.70</b>	<b>0.66</b>	<b>0.43</b>
CV		82.36%		42.76%
			Concavidad promedio (mm)	1.6
			Convexidad promedio (mm)	1.9
			<b>ALABEO (mm)</b>	<b>1.7</b>

Fuente: Elaboración propia

Del ensayo de alabeo a la unidad de albañilería se obtuvo como resultado de 1.70 mm, el cual perteneció a un ladrillo de tipo IV, conforme a la Norma E.070.

### Resultado del ensayo de la absorción del ladrillo

Muestra: Ladrillo tipo IV, de la fábrica Cerámicos Lambayeque

Tabla 26. Resultados del porcentaje de absorción de la unidad de albañilería.

Ensayo de Absorción				
Ladrillo cerámicos Lambayeque				
Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	3988	3546	12.5
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	4040	3595	12.4
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	4058	3610	12.4
			<b>Promedio (%)</b>	<b>12.4</b>

Fuente: Elaboración propia

Donde:

G4: es la masa de la muestra saturada después de 24 horas de sumersión en agua fría, referido en gramos.

G3: es la masa de la muestra en seco, referido en gramos.

A: es el porcentaje de absorción de agua.

El resultado que se obtuvo mediante el ensayo que se le realizó al ladrillo de la fábrica ladrillos cerámicos Lambayeque, presento un promedio de porcentaje de absorción de 12.4 %. Asimismo, se tuvo en consideración que mediante la norma E.070 el % de absorción de la unidad de arcilla no debe exceder al 22%, lo que indicó que esta unidad de albañilería ensayada fue conforme para su utilización en esta investigación.

### Resultado del ensayo de porcentaje de vacíos del ladrillo

Muestra: Ladrillo tipo IV, de la fábrica Cerámicos Lambayeque

Tabla 27. Resultados obtenidos del porcentaje de vacíos de la unidad de albañilería.

Ensayo de Porcentaje de Vacíos									
Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (cm) (e)	ANCHO (cm) (l)	ALTO PROM. (cm) (h)	D PROM. (cm) (l)	VOL. LADRILLO (cm3)	VOL. VACIOS (cm3)	% SOLIDO	PORCENTAJE DE VACIOS (%)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.98	12.92	8.71	2.58	2698.13	820.01	69.61	30.39
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.93	12.79	8.81	2.62	2695.24	856.17	68.23	31.77
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.97	12.84	8.74	2.51	2689.89	777.06	71.11	28.89
04	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.57	12.91	8.79	2.60	2675.28	837.57	68.69	31.31
05	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.84	12.97	8.69	2.59	2686.66	821.58	69.42	30.58
06	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.80	12.77	8.73	2.49	2653.39	762.43	71.27	28.73
07	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.71	12.70	8.68	2.57	2613.43	811.62	68.94	31.06
08	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.91	12.86	8.74	2.63	2688.42	858.10	68.08	31.92
09	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.81	12.89	8.83	2.52	2707.62	793.20	70.71	29.29
10	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.88	12.87	8.73	2.53	2683.55	787.31	70.66	29.34
						<b>PROMEDIO (%)</b>			<b>30.33</b>

Fuente: Elaboración propia

Este ensayo se realizó para determinar el porcentaje de vacíos de la unidad del ladrillo y comparar con lo que manda la ficha técnica del ladrillo teniendo como fabricante a ladrillos cerámicos Lambayeque, el cual, se obtuvo como resultado que el porcentaje de vacíos fue de 30.33 %, de esta manera, perteneció al ladrillo tipo IV conforme a la norma E.070 Albañilería.

## Resultado del ensayo de porcentaje de succión

Muestra: Ladrillo tipo IV, de la fábrica Cerámicos Lambayeque

Tabla 28. Resultados del porcentaje de succión de la unidad de albañilería.

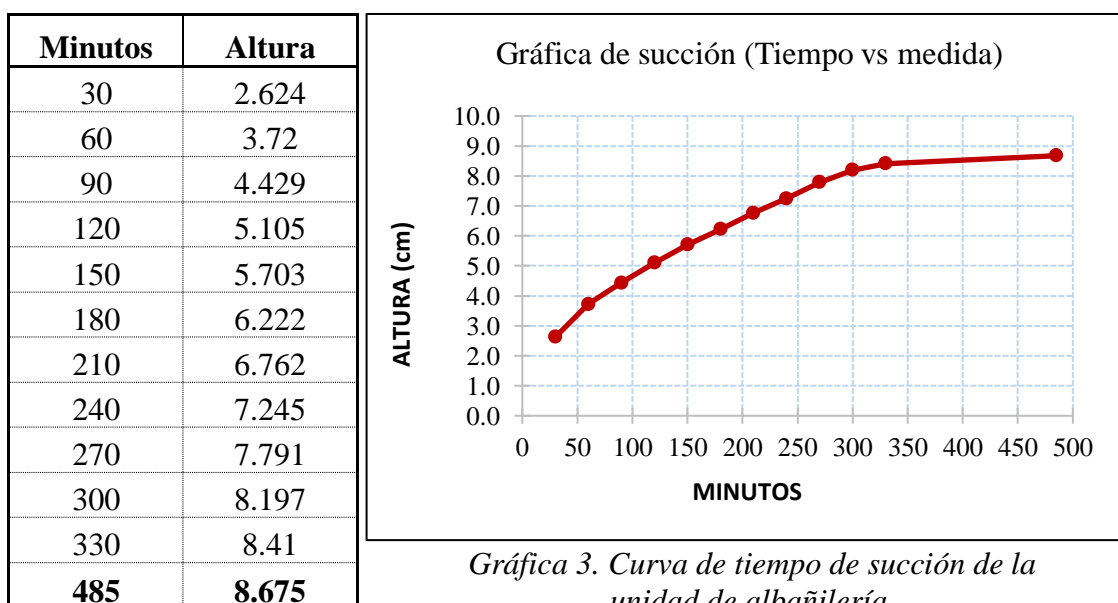
Ensayo : Porcentaje de succión							
Muestra N.º	Peso		Dimensiones		Área cm <sup>2</sup>	Succión gr	
	Húmedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm			
01	4060.0	3606.0	23.8	13.0	309.1	293.8	
02	3990.0	3541.0	23.8	12.8	304.0	295.4	
03	4042.0	3589.0	23.7	12.7	301.1	300.9	
					<b>Desviación estandar (<math>\sigma</math>)</b>		<b>3.710372</b>
					<b>Coefficiente de variación (V%)</b>		<b>0.012506</b>
					<b>Succión promedio (gr)</b>		<b>296.68</b>

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo realizado al ladrillo de marca ladrillos cerámicos Lambayeque, dio como resultado promedio de succión de 296.68 gr.

## Gráfica del ensayo de succión en control del tiempo

Tabla 29. Resultados de tiempo de succión de la unidad de albañilería.



Fuente: Elaboración propia

Mediante la Tabla 29, se obtuvo resultados en minutos y medida de altura del proceso de succión del ladrillo, además en la gráfica 3, presenta una curva de altura vs minutos de la succión del ladrillo utilizado en esta investigación. Asimismo, este ensayo tuvo un tiempo que la unidad de ladrillo demoró en succión que fue de 8 horas 5 minutos.

## Resultado del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo

Muestra: Ladrillo tipo IV, de la fábrica Cerámicos Lambayeque

Tabla 30. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.

Resistencia a la compresión				
Ladrillo cerámicos Lambayeque				
Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F <sub>b</sub>
N°		(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	310	56610	168
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	308	52770	158
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	304	53580	162
04	Ladrillo de king kong 30% vacios	309	54310	162
05	Ladrillo de king kong 30% vacios	304	56380	171
<b>Promedio (P)</b>				<b>164</b>
<b>Desviación estándar (σ)</b>				<b>5.24</b>
<b>Coefficiente de variación (V%)</b>				<b>0.03</b>
<b>F'<sub>b</sub> (kg/cm2)</b>				<b>159</b>

Fuente: Elaboración propia

En este desarrollo de la unidad de ladrillo se tuvo como referencia la norma E.070 ya que la resistencia a compresión de tipo IV es de 130 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, para este ensayo de resistencia a compresión dio como resultado promedio de 164 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indicó que este ladrillo fabricado por ladrillo cerámicos Lambayeque fue de tipo IV conforme a lo que muestra la norma E.070 Albañilería.

## Resumen de resultados de los ensayos del ladrillo

Muestra: Ladrillo tipo IV, de la fábrica Cerámicos Lambayeque

Tabla 31. Resumen de los resultados de los ensayos realizados a la unidad de albañilería.

LADRILLO KINK KONG 30% VACIO					
ENSAYOS	U.M	MARCA "Cerámicos Lambayeque"			CLASE
Variación de las dimensiones	%	0.6667	1.1486	2.8322	Ladrillo IV
Alveo	mm	1.7			Ladrillo IV
Porcentaje de vacios	%	30.33			Ladrillo IV
Succión	gr	296.68			Ladrillo IV
Porcentaje de absorción	%	12.4			Ladrillo IV
Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	164			Ladrillo IV

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, en la tabla 31, se hizo un resumen con todos los resultados finales que se obtuvo en cada ensayo realizado a la unidad de albañilería que se utilizó en esta investigación. Por ende, dio como resultado que el ladrillo fue de tipo IV, por ello, se utilizó adecuadamente en los ensayos de prismas, muretes y adherencia de albañilería.

## Resultados de los tipos de mortero y dosificación

### Resultado del diseño de mezcla de mortero convencional

Tabla 32. Resultados de la dosificación del mortero convencional.

Descripción	Dosificación		
			Relación Agua/Cemento
	Cemento	Arena	
Mortero convencional	1	3	0.8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32, se obtuvo como resultado de los cálculos desarrollados el cual dio una dosificación de cemento: arena en 1:3, y en relación agua/cemento de 0.8 de esa manera se tuvo la dosificación para el diseño del mortero convencional.

Tabla 33. Resultados de la cantidad de material por peso para el mortero convencional y sus adiciones empleados en la investigación.

Descripción	Cantidad de material por peso							
							Relación Agua/Cemento	Unidad
	Cemento	Unidad	Arena	Unidad	Variable	Unidad		
Mortero convencional	1.00	kg	3.05	kg			0.8	lt/kg
Mortero con 2% CA	0.98	kg	3.05	kg	0.2	kg	0.8	lt/kg
Mortero con 2% NG								
Mortero con 4% CA	0.96	kg	3.05	kg	0.4	kg	0.8	lt/kg
Mortero con 4% NG								
Mortero con 6% CA	0.94	kg	3.05	kg	0.6	kg	0.8	lt/kg
Mortero con 6% NG								

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 33, muestra la dosificación en pesos con sus unidades correspondientes que fue obtenido mediante la dosificación del mortero convencional, una vez teniendo ello para el desarrollo de los demás pesos de los diferentes morteros se sustituyó al peso del cemento con proporciones de 2%, 4% y 6% establecidas con adiciones de conchas de abanico y nanotubo de grafeno por separado, y así se dio la elaboración de los morteros estudiados en esta investigación.

Tabla 34. Resultados en volumen y peso de los materiales empleados en el mortero convencional.

Material	Volumen		Peso	
Cemento	1.00	m <sup>3</sup>	1.00	kg
Arena fina	3.00	m <sup>3</sup>	3.05	kg
Agua efectiva	33.51	Lt/bls	0.79	Lt/kg

Fuente: Elaboración propia

## Resultados de los ensayos del mortero en estado fresco

### Resultados del ensayo de fluidez del mortero

#### Resultado del ensayo de fluidez del mortero convencional

Tabla 35. Resultados del ensayo de la fluidez del mortero convencional o patrón.

Prueba	Diámetro de Inicio en mm	Diámetros (cm)	Promedio de los diámetros (mm)	% De Fluidez
Mortero convencional o patrón	90	21.1	209	132.22
		20.80		
		21.00		
		20.70		

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo se consideró la tabla 32 de dosificación del mortero convencional, por ende, cuando se realizó ese diseño de mezcla dio como resultado promedio una fluidez de 132.22%.

#### Resultado del ensayo de fluidez del mortero adicionando conchas de abanico pulverizadas al 2%, 4% y 6% en sustitución al cemento

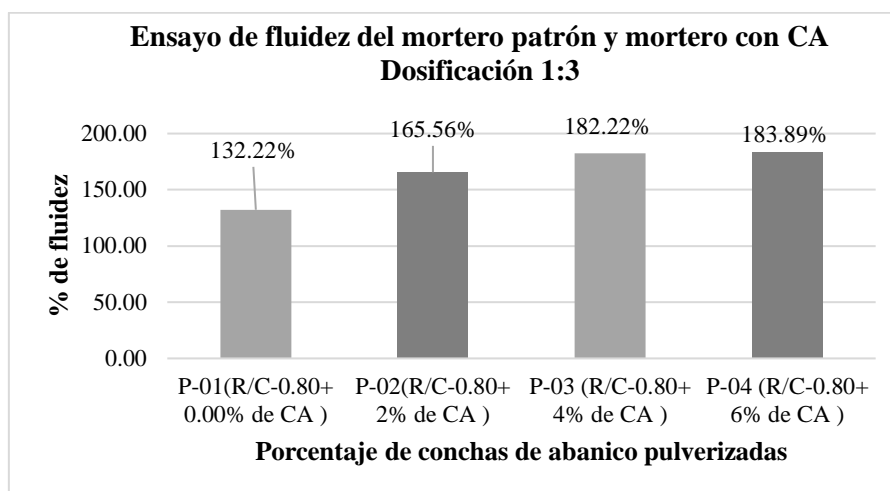
Tabla 36. Resultados de la fluidez del mortero con adición de conchas de abanico.

N° de pruebas	Diámetro de Inicio en mm	Promedio de los diámetros	% De Fluidez
P-01(R/C-0.80+ 0.00% de CA)	90	209	132.22
P-02(R/C-0.80+ 2% de CA)	90	239.00	165.56
P-03 (R/C-0.80+ 4% de CA)	90	254.00	182.22
P-04 (R/C-0.80+ 6% de CA)	90	255.50	183.89

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo de fluidez se realizó modificando las dosificaciones establecidas en la tabla 32 del mortero convencional cambiando las cantidades de peso, de tal manera que al cemento se le sustituyó en porcentajes proporcionados de conchas de abanico, por ende, se obtuvo como resultado de fluidez que al 2% de CA dio 165.66%, al 4% de CA dio 182.22% y al 6% de CA dio 183.89%.

Gráfica 4. Barras de los resultados de la fluidez del mortero con adición de conchas de abanico.



Fuente: Elaboración propia

De la Gráfica 4, se elaboraron barras de comparación de la fluidez de las diferentes mezclas para los diferentes morteros elaborados con adición de conchas de abanico, considerando que la mayor fluidez que se obtuvo fue del 6% de CA con 183.89%.

#### Resultado del ensayo de fluidez del mortero adicionando nanotubo de grafeno al 2%, 4% y 6% en sustitución al cemento

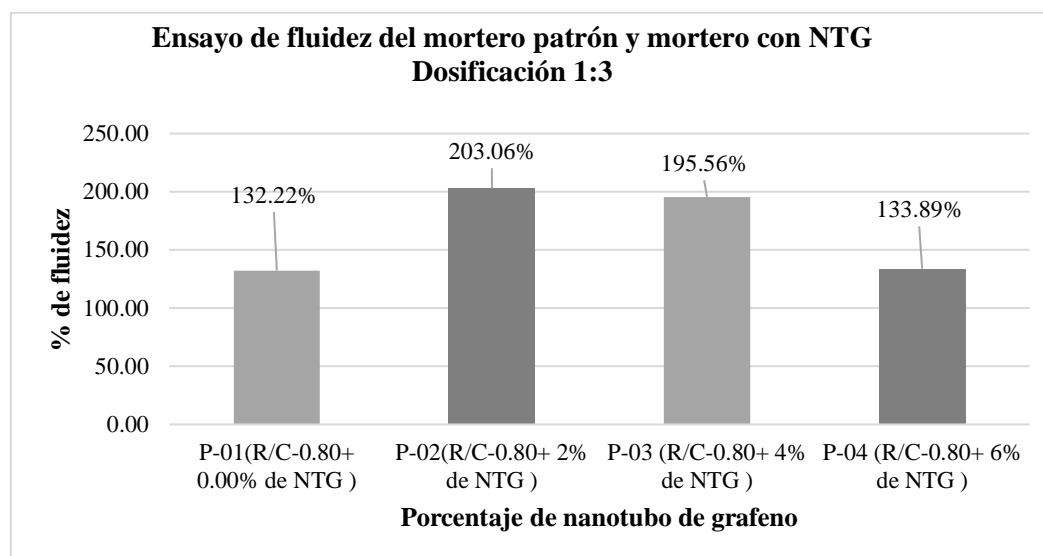
Tabla 37. Resultados del ensayo de fluidez del mortero con adición de nanotubo de grafeno.

N° de pruebas	Diámetro de Inicio en mm	Promedio de los diámetros	% De Fluidez
P-01(R/C-0.80+ 0.00% de NTG)	90	209	<b>132.22</b>
P-02(R/C-0.80+ 2% de NTG)	90	272.75	<b>203.06</b>
P-03 (R/C-0.80+ 4% de NTG)	90	266.00	<b>195.56</b>
P-04 (R/C-0.80+ 6% de NTG)	90	210.50	<b>133.89</b>

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo de fluidez se realizó modificando las dosificaciones establecidas en la tabla 32 del mortero convencional cambiando las cantidades de peso, de tal manera que al cemento se le sustituyó en porcentajes proporcionados de conchas de abanico, por ende, se obtuvo como resultado de fluidez que al 2% de NG dio 203.06%, al 4% de NG dio 195.56% y al 6% de NG dio 133.89%.

Gráfica 5. Barras de los resultados de fluidez del mortero con adición de nanotubo de grafeno.



Fuente: Elaboración propia

De la Gráfica 5, se elaboraron barras de comparación de la fluidez de las diferentes mezclas para los diferentes morteros elaborados con adición de conchas de abanico, considerando que la mayor fluidez que se obtuvo fue del 2% de NG con 203.06%.

### Resultado del peso unitario del mortero

### Resultados de peso unitario del mortero convencional y con adición de conchas de abanico

Muestra: Mortero convencional o patrón con adiciones de conchas de abanico

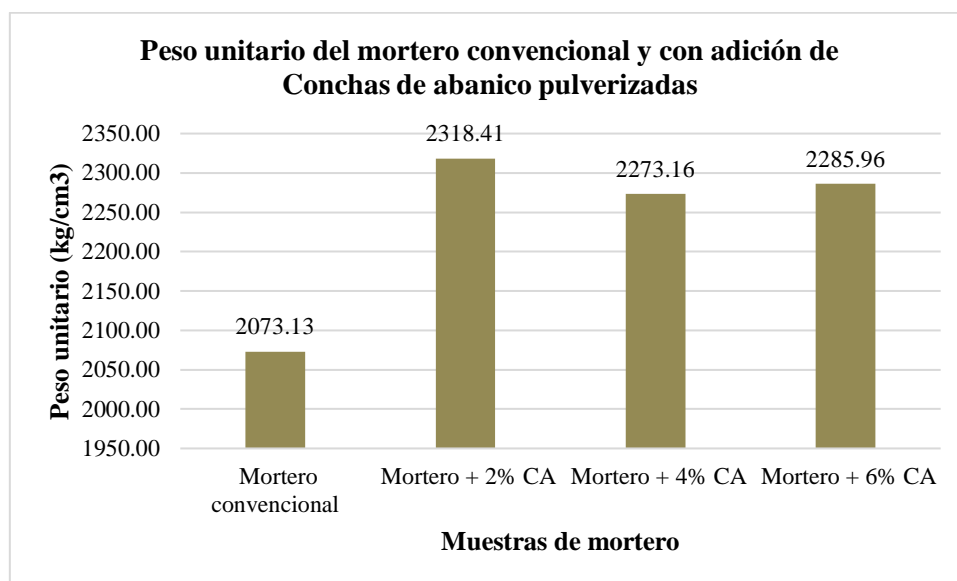
Tabla 38. Resultados de peso unitario convencional y con adiciones de conchas de abanico.

PESO UNITARIO DEL MORTERO								
Muestra N.º	MEZCLA	LARGO (cm) (e)	ANCHO (cm) (l)	ALTO PROM. (cm) (h)	VOL. CUBO (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )
01	Mortero convencional	5.05	4.95	5.00	124.99	52.48	311.59	<b>2073.13</b>
02	Mortero + 2% CA	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	342.26	<b>2318.41</b>
03	Mortero + 4% CA	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	336.60	<b>2273.16</b>
04	Mortero + 6% CA	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	338.20	<b>2285.96</b>

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos durante este ensayo de peso unitario, para el mortero convencional se obtuvo valor de 2073.13 kg/m<sup>3</sup>. Cuando se empleó la sustitución parcial al cemento con 4% CA dio un bajo peso unitario de 2273.16 kg/m<sup>3</sup>, sin embargo, cuando se sustituyó con 2% CA se obtuvo un valor alto de peso unitario de 2318.41 kg/m<sup>3</sup>.

Gráfica 6. Barras de los resultados de peso unitario del mortero convencional y con adición de Conchas de abanico pulverizada



Fuente: Elaboración propia

Mediante la gráfica 6, se obtuvo las diferencias de los pesos unitarios elaborados en las distintas mezclas de mortero tanto en convencional como con adición de conchas de abanico.

### Resultados de peso unitario de mortero convencional y adiciones de nanotubo de grafeno

Muestra: Mortero convencional o patrón con adiciones de nanotubo de grafeno

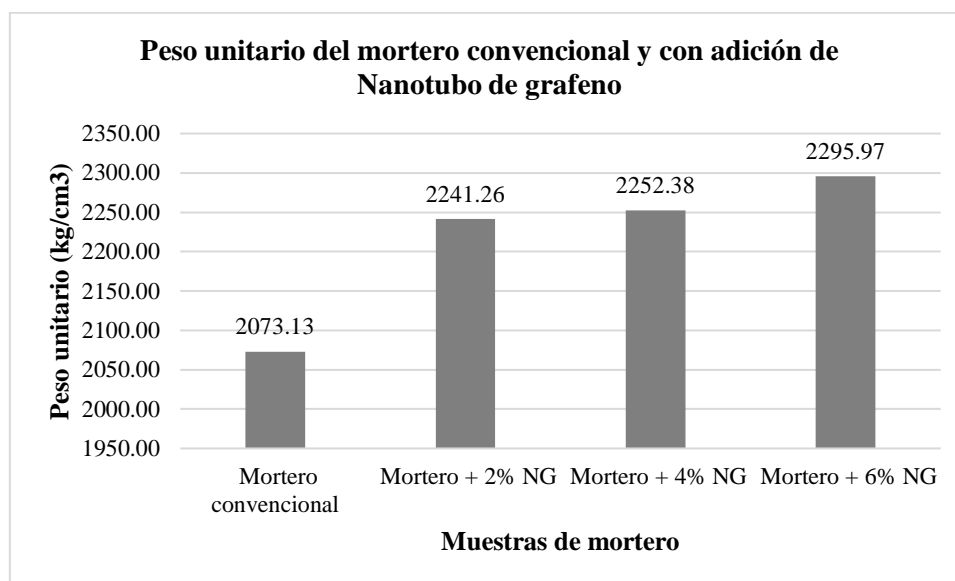
Tabla 39. Resultados de peso unitario convencional y con adiciones de nanotubo de grafeno.

PESO UNITARIO DEL MORTERO								
Muestra N.º	MEZCLA	LARGO (cm) (e)	ANCHO (cm) (l)	ALTO PROM. (cm) (h)	VOL. CUBO (cm³)	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr)	PESO UNITARIO (Kg/m³)
01	Mortero convencional	5.05	4.95	5.00	124.99	52.48	311.59	<b>2073.13</b>
02	Mortero + 2% NG	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	332.61	<b>2241.26</b>
03	Mortero + 4% NG	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	334.00	<b>2252.38</b>
04	Mortero + 6% NG	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	339.45	<b>2295.97</b>

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos durante este ensayo de peso unitario, para el mortero convencional se obtuvo valor de 2073.13 kg/m³. Cuando se empleó la sustitución parcial al cemento con 2% NG dio un bajo peso unitario de 2241.26 kg/m³, sin embargo, cuando se sustituyó con 6% CA se obtuvo un valor alto de peso unitario de 2295.97 kg/m³.

Gráfica 7. Barras de los resultados de peso unitario del mortero convencional y con adición de Nanotubo de grafeno.



Fuente: Elaboración propia

Mediante la gráfica 7, se obtuvo las diferencias de los pesos unitarios elaborados en las distintas mezclas de mortero tanto en convencional como con adición de nanotubo de grafeno.

### Resultado de tiempo de fraguado del mortero

Muestra: Mortero convencional con adiciones de conchas de abanico y nanotubo de grafeno

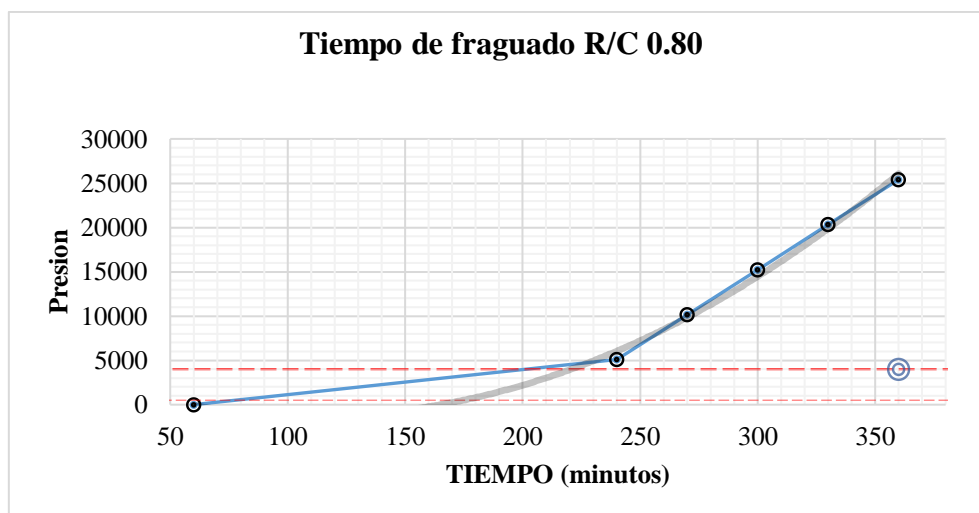
Tabla 40. Resultados del ensayo de tiempo de fraguado del mortero.

Tiempo	Penetración (mm/cm <sup>2</sup> )	Aguja (pulg <sup>2</sup> )	Min (minutos)	Presión
10:00:00 a. m.	<b>0</b>	0.00197 pulg <sup>2</sup>	60	0.00
12:30:00 a. m.	<b>10</b>	0.00197 pulg <sup>2</sup>	240	5081.30
01:00:00 a. m.	<b>20</b>	0.00197 pulg <sup>2</sup>	270	10162.60
01:30:00 a. m.	<b>30</b>	0.00197 pulg <sup>2</sup>	300	15243.90
02:00:00 a. m.	<b>40</b>	0.00197 pulg <sup>2</sup>	330	20325.20
02:30:00 a. m.	<b>50</b>	0.00197 pulg <sup>2</sup>	360	25406.50
		Tiempo Inicial	0	0.00
		Tiempo final	360 min	6.00
		Tiempo fragua	<b>360 min</b>	

Fuente: Elaboración propia

Para este ensayo se obtuvo resultados de tiempo, penetración y presión del mortero, en el cual, para el inicio dio una penetración 0mm en 60 min con una presión 0.00 y para el tiempo final de 360 min o 6 horas dio una penetración de 50mm con una presión de 25406.50.

Gráfica 8. Resultado de tiempo de fraguado del mortero.



Fuente: Elaboración propia

Se desarrolló la gráfica 8 y se observó una línea creciente teniendo como resultado que el tiempo final fue de 360min o 6 horas del fraguado del mortero.

### Resultado del porcentaje de absorción del mortero

Muestra: Mortero convencional y con adición de conchas de abanico y con nanotubo de grafeno

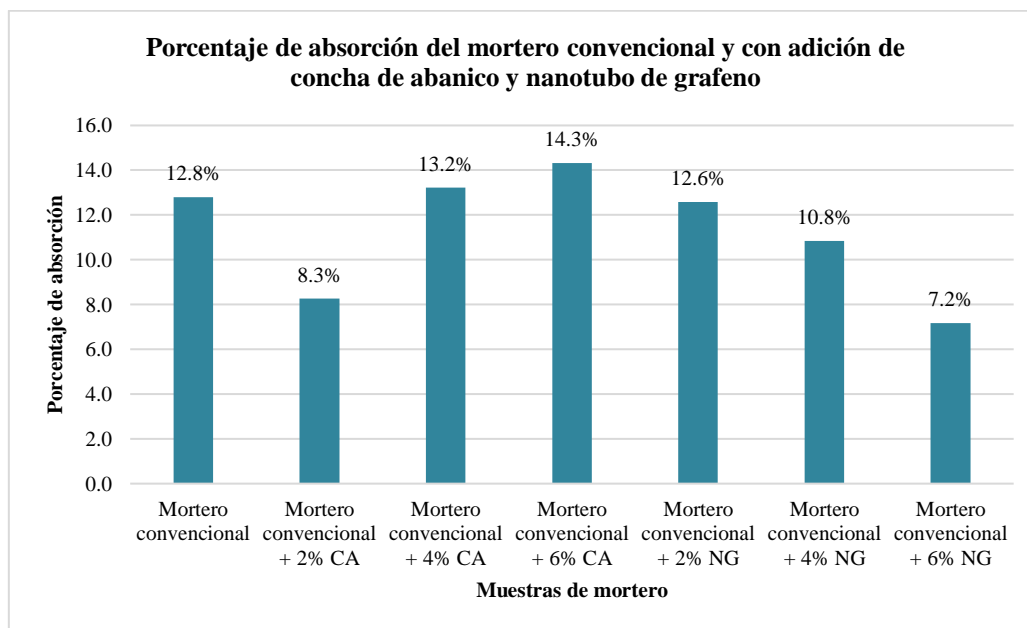
Tabla 41. Resultados de porcentaje de absorción del mortero convencional y sus diferentes sustituciones parciales al cemento.

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Mortero convencional	308	273	12.8
02	Mortero convencional + 2% CA	331	306	8.3
03	Mortero convencional + 4% CA	318	281	13.2
04	Mortero convencional + 6% CA	310	271	14.3
05	Mortero convencional + 2% NG	320	284	12.6
06	Mortero convencional + 4% NG	327	295	10.8
07	Mortero convencional + 6% NG	321	300	7.2

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de este ensayo de absorción se obtuvo que para el mortero convencional de la muestra saturada dio 308 g, mientras que de la muestra seca dio 273 g, obteniendo como porcentaje de absorción un 12.8 %. Asimismo, para las adiciones con conchas de abanico el resultado con mayor valor dio del 6% CA con 14.3% de porcentaje de absorción. Sin embargo, en las adiciones con nanotubo de grafeno el mayor valor dio del 2% NG con 12.6% de porcentaje de absorción.

Gráfica 9. Barras de los resultados de porcentaje de absorción del mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 9, se observó las diferencias de los valores de porcentaje de absorción que tuvieron las muestras de las distintas mezclas de mortero tanto de convencional y con adiciones estudiadas en esta investigación.

### Resultado de contenido de humedad del mortero

#### Resultados de humedad del mortero convencional y con adición de conchas de abanico

Muestra: Mortero convencional y con adición de conchas de abanico

Tabla 42. Resultados de porcentaje de humedad del mortero convencional y con adición de conchas de abanico.

Descripción		: Mortero convencional			
I.- Datos		M-01	M-02	M-03	
A.-	Peso de muestra húmeda (gr.)	281.84	286.58	267.4	
B.-	Peso de muestra seca (gr.)	268.15	273.86	256.64	
C.-	Peso de recipiente (gr.)	0.0	0	0	
D.-	Contenido de humedad (%)	<b>5.11</b>	<b>4.64</b>	<b>4.19</b>	<b>4.65</b>

<b>Descripción : Mortero + 2% CA</b>				
II.- Datos	M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda (gr.)	297.88	299.87	300.82	
B.- Peso de muestra seca (gr.)	286.79	286.09	288.23	
C.- Peso de recipiente (gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad (%)	3.87	4.82	4.37	<b>4.35</b>
<b>Descripción : Mortero + 4% CA</b>				
III.- Datos	M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda (gr.)	298.55	293.42	297.83	
B.- Peso de muestra seca (gr.)	285.42	280.48	285.4	
C.- Peso de recipiente (gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad (%)	4.60	4.61	4.36	<b>4.52</b>
<b>Descripción : Mortero + 6% CA</b>				
IV.- Datos	M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda (gr.)	296.2	289.59	291.78	
B.- Peso de muestra seca (gr.)	279.52	275.05	276.65	
C.- Peso de recipiente (gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad (%)	5.97	5.29	5.47	<b>5.57</b>

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de este ensayo de contenido de humedad se obtuvo que para el mortero convencional dio un promedio de 4.65% de porcentaje de humedad, mientras que de la muestra de 2% CA dio 4.35%, de la muestra de 4% CA dio un 4.52% de porcentaje de humedad y de 6% CA tuvo un 5.57% de porcentaje de humedad.

## Resultados de humedad del mortero convencional y con adición de nanotubo de grafeno

Muestra: Mortero convencional y con adición de nanotubo de grafeno

Tabla 43. Resultados de porcentaje de humedad del mortero convencional y con adición de nanotubo de grafeno.

<b>Descripción : Mortero + 2% NG</b>				
V.- Datos		M-01	M-02	M-03
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	303.82	299.87	300.15
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	286.25	283.49	282.32
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>6.14</b>	<b>5.78</b>	<b>6.32</b>
				<b>6.08</b>
<b>Descripción : Mortero + 4% NG</b>				
VI.- Datos		M-01	M-02	M-03
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	301.81	299.56	299.35
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	287.14	285.32	284.87
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>5.11</b>	<b>4.99</b>	<b>5.08</b>
				<b>5.06</b>
<b>Descripción : Mortero + 6% NG</b>				
VII.- Datos		M-01	M-02	M-03
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	302.22	297.57	299.98
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	289.62	286.15	288.19
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>4.35</b>	<b>3.99</b>	<b>4.09</b>
				<b>4.14</b>

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de este ensayo de contenido de humedad se obtuvo que para el mortero con adición de nanotubo de grafeno se obtuvo que para la muestra de 2% NG dio 6.08%, mientras que de la muestra de 4% NG dio un 5.06% de porcentaje de humedad y de 6% NG tuvo un 4.14% de porcentaje de humedad.

## Resultados de los ensayos del mortero en estado endurecido

### Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del mortero

#### Resultado de la resistencia a la compresión del mortero convencional

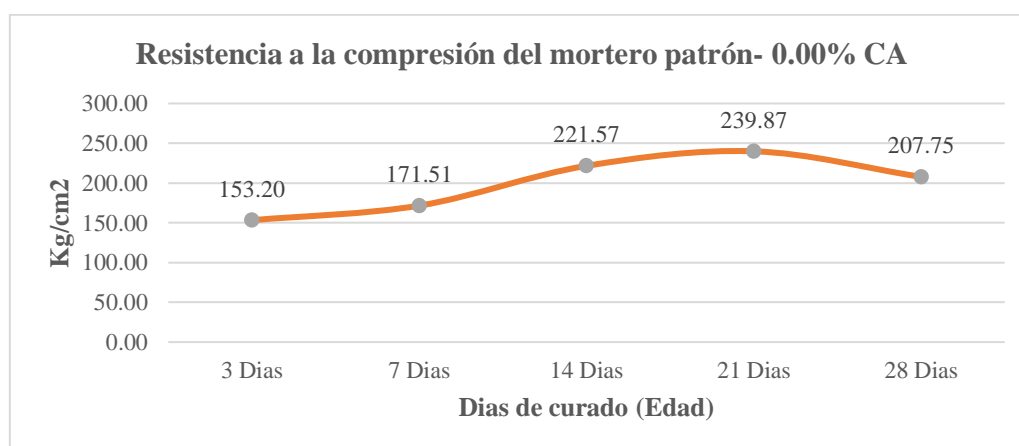
Tabla 44. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero convencional.

Edad del Muestreo (Días de curado)	Nº de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm <sup>2</sup> )	f'c= Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL PROM (Kg/cm <sup>2</sup> )
3 Días	P-01(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	3990	5.0	5.0	25.00	159.60	<b>153.20</b>
	P-02(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4210	5.0	5.0	25.00	168.40	
	P-03(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	3290	5.0	5.0	25.00	131.60	
7 Días	P-04(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4730	5.0	5.1	25.50	185.49	<b>171.51</b>
	P-05(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	3930	5.0	5.0	25.00	157.20	
	P-06(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4210	4.9	5.0	24.50	171.84	
14 Días	P-07(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4350	5.0	5.0	25.00	174.00	<b>221.57</b>
	P-08(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	6020	5.1	4.9	24.99	240.90	
	P-09(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	6370	5.0	5.1	25.50	249.80	
21 Días	P-10(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	5550	5.0	4.9	24.50	226.53	<b>239.87</b>
	P-11(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	6460	5.0	5.0	25.00	258.40	
	P-12(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	5750	4.9	5.0	24.50	234.69	
28 Días	P-13(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4770	5.0	5.1	25.50	187.06	<b>207.75</b>
	P-14(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4740	4.9	4.9	24.01	197.42	
	P-15(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	5850	4.9	5.0	24.50	238.78	

Fuente: Elaboración propia

Este ensayo de la resistencia a compresión del mortero convencional con muestras cubicas de 5x5x5cm, se obtuvo un aumento evolucionado y directamente proporcional durante las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, en el cual a los 14 días dio como resultado promedio una mayor resistencia de 239.87, mientras que a los 21 días la resistencia bajo a 207.75 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfica 10. Curva de los resultados de la resistencia a la compresión de los testigos de mortero convencional.



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 10, se observó claramente como aumenta la resistencia hasta los 21 días, sin embargo, a los 28 días la curva del mortero convencional desciende.

## Resultado de la resistencia a la compresión del mortero adicionando conchas de abanico pulverizadas al 2% en sustitución al cemento

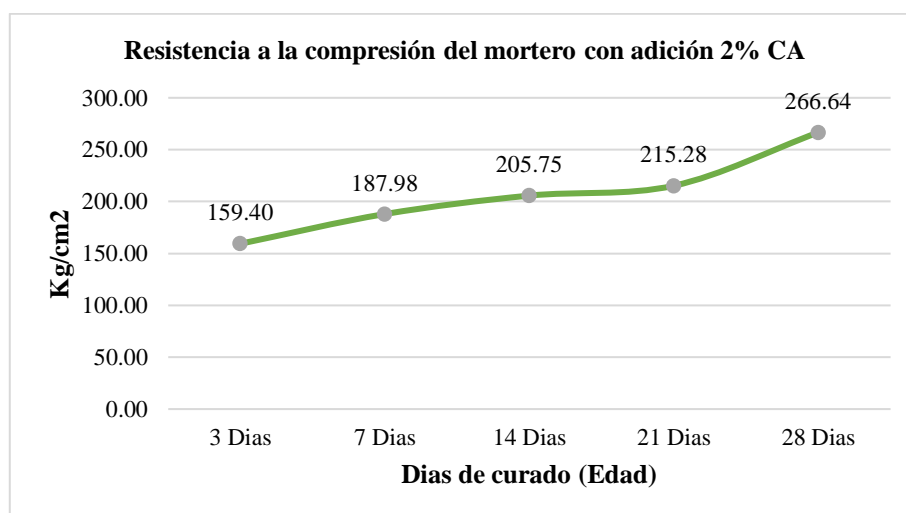
Tabla 45. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 2% de conchas de abanico.

3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 2% de CA )	4150	5.0	4.9	24.50	169.39	<b>159.40</b>
	P-02(R/C-0.80+ 2% de CA )	3920	4.9	5.0	24.50	160.00	
	P-03(R/C-0.80+ 2% de CA )	3720	5.0	5.0	25.00	148.80	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 2% de CA )	4590	4.9	4.9	24.01	191.17	<b>187.98</b>
	P-05(R/C-0.80+ 2% de CA )	4290	5.0	5.0	25.00	171.60	
	P-06(R/C-0.80+ 2% de CA )	4830	4.9	4.9	24.01	201.17	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 2% de CA )	5450	5.0	5.0	25.00	218.00	<b>205.75</b>
	P-08(R/C-0.80+ 2% de CA )	4700	4.9	5.0	24.50	191.84	
	P-09(R/C-0.80+ 2% de CA )	4980	4.9	4.9	24.01	207.41	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 2% de CA )	6280	5.0	5.1	25.50	246.27	<b>215.28</b>
	P-11(R/C-0.80+ 2% de CA )	5650	5.1	4.9	24.99	226.09	
	P-12(R/C-0.80+ 2% de CA )	4250	4.9	5.0	24.50	173.47	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 2% de CA )	6470	4.9	5.0	24.50	264.08	<b>266.64</b>
	P-14(R/C-0.80+ 2% de CA )	6880	4.8	5.2	24.96	275.64	
	P-15(R/C-0.80+ 2% de CA )	6120	4.8	4.9	23.52	260.20	

Fuente: Elaboración propia

Del ensayo de la resistencia a compresión del mortero con adición del 2% de conchas de abanico de muestras cubicas de 5x5x5cm, como resultados promedio se obtuvo que, mediante las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, en el cual a los 28 días dio significativamente una resistencia mayor de 266.64 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfica 11. Curva de los resultados de la resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 2% de concha de abanico.



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 11, se observó claramente como llegó aumentar la resistencia a los 28 días, demostrando que con el transcurso de los días tuvo una buena resistencia a compresión.

## Resultado de la resistencia a la compresión del mortero adicionando conchas de abanico pulverizadas al 4% en sustitución al cemento

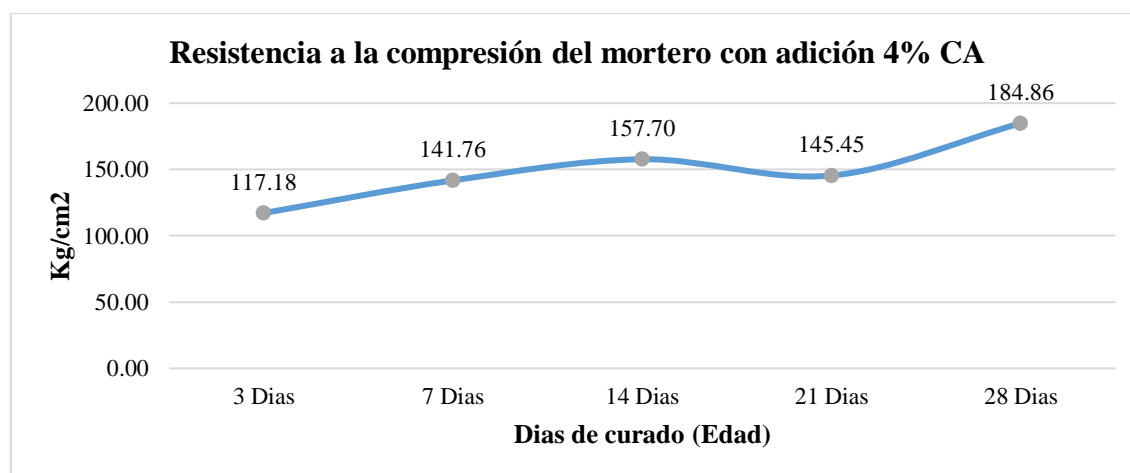
Tabla 46. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 4% de conchas de abanico.

<b>3 Dias</b>	P-01(R/C-0.80+ 4% de CA )	2880	5.0	5.0	25.00	115.20	<b>117.18</b>
	P-02(R/C-0.80+ 4% de CA )	2680	5.0	4.9	24.50	109.39	
	P-03(R/C-0.80+ 4% de CA )	3110	5.0	4.9	24.50	126.94	
<b>7 Dias</b>	P-04(R/C-0.80+ 4% de CA )	3390	5.0	5.0	25.00	135.60	<b>141.76</b>
	P-05(R/C-0.80+ 4% de CA )	3350	4.9	5.0	24.50	136.73	
	P-06(R/C-0.80+ 4% de CA )	3900	5.1	5.0	25.50	152.94	
<b>14 Dias</b>	P-07(R/C-0.80+ 4% de CA )	3730	5.0	4.9	24.50	152.24	<b>157.70</b>
	P-08(R/C-0.80+ 4% de CA )	3540	5.1	4.9	24.99	141.66	
	P-09(R/C-0.80+ 4% de CA )	4390	4.9	5.0	24.50	179.18	
<b>21 Dias</b>	P-10(R/C-0.80+ 4% de CA )	2890	4.8	5.0	24.00	120.42	<b>145.45</b>
	P-11(R/C-0.80+ 4% de CA )	4150	4.9	5.0	24.50	169.39	
	P-12(R/C-0.80+ 4% de CA )	3590	4.9	5.0	24.50	146.53	
<b>28 Dias</b>	P-13(R/C-0.80+ 4% de CA )	3820	5.0	5.0	25.00	152.80	<b>184.86</b>
	P-14(R/C-0.80+ 4% de CA )	5030	4.9	5.0	24.50	205.31	
	P-15(R/C-0.80+ 4% de CA )	4910	4.9	5.1	24.99	196.48	

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de este ensayo de la resistencia a compresión del mortero con adición del 4% de conchas de abanico de muestras cubicas de 5x5x5cm, como resultados promedio se obtuvo que, mediante las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, tuvo resistencias altas y bajas en el cual, a los 14 días dio una resistencia de 157.70 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que a los 21 días la resistencia baja a 145.45 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, a los 28 días la resistencia alcanzó a 184.86 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfica 12. Curva de los resultados de la resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 4% de concha de abanico.



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 12, se observó que la resistencia desde los 14 días a 21 días baja, sin embargo, se observó que a los 28 días dio un aumento de la resistencia a compresión.

## Resultado de la resistencia a la compresión del mortero adicionando conchas de abanico pulverizadas al 6% en sustitución al cemento

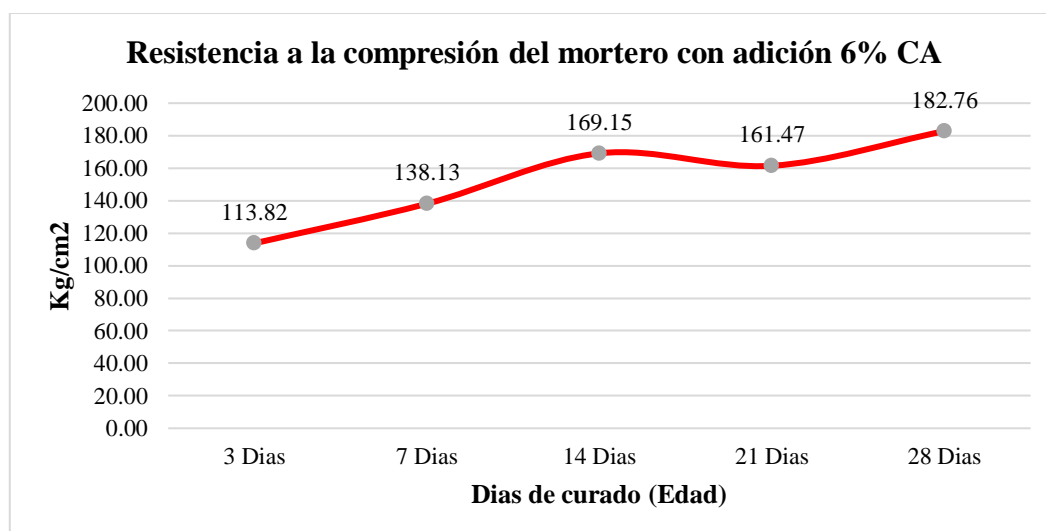
Tabla 47. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 6% de conchas de abanico.

3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 6% de CA )	3210	5.0	5.0	25.00	128.40	<b>113.82</b>
	P-02(R/C-0.80+ 6% de CA )	2590	5.0	4.9	24.50	105.71	
	P-03(R/C-0.80+ 6% de CA )	2630	4.9	5.0	24.50	107.35	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 6% de CA )	3330	5.0	5.0	25.00	133.20	<b>138.13</b>
	P-05(R/C-0.80+ 6% de CA )	3140	5.0	5.0	25.00	125.60	
	P-06(R/C-0.80+ 6% de CA )	3890	5.0	5.0	25.00	155.60	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 6% de CA )	4820	5.0	4.9	24.50	196.73	<b>169.15</b>
	P-08(R/C-0.80+ 6% de CA )	4060	4.9	4.9	24.01	169.10	
	P-09(R/C-0.80+ 6% de CA )	3470	5.0	4.9	24.50	141.63	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 6% de CA )	4520	5.0	4.9	24.50	184.49	<b>161.47</b>
	P-11(R/C-0.80+ 6% de CA )	3730	5.0	5.2	26.00	143.46	
	P-12(R/C-0.80+ 6% de CA )	3990	5.1	5.0	25.50	156.47	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 6% de CA )	4470	5.0	5.0	25.00	178.80	<b>182.76</b>
	P-14(R/C-0.80+ 6% de CA )	4580	5.0	5.0	25.00	183.20	
	P-15(R/C-0.80+ 6% de CA )	4560	5.1	4.8	24.48	186.27	

Fuente: Elaboración propia

En este ensayo de la resistencia a compresión del mortero con adición del 6% de conchas de abanico de muestras cubicas de 5x5x5cm, como resultados promedio se obtuvo que, mediante las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, también tuvo resistencias altas y bajas en el cual, a los 14 días obtuvo una resistencia de 169.15 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que a los 21 días la resistencia disminuye a 161.47 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, a los 28 días la resistencia llegó alcanzar a 182.76 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfica 13. Curva de los resultados de la resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 6% de concha de abanico.

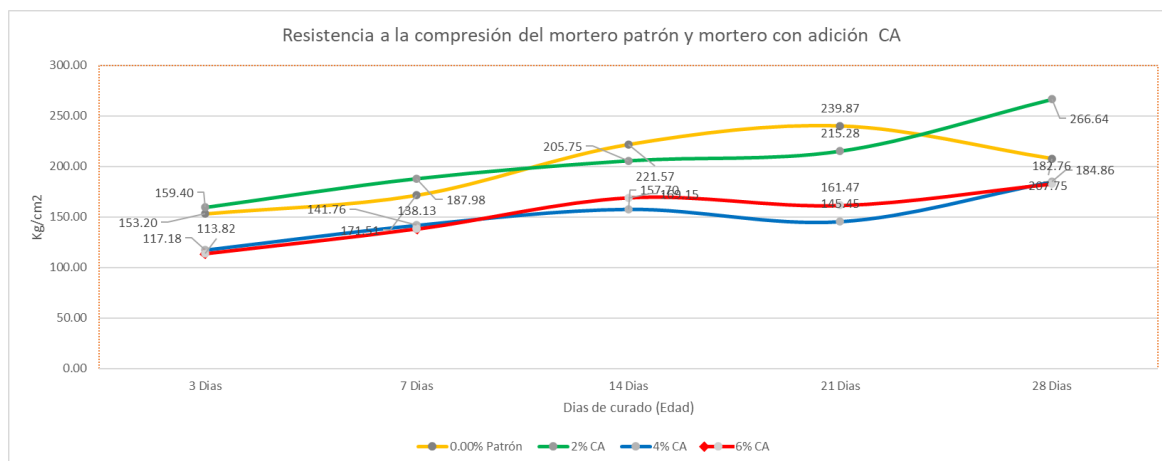


Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 13, se observó que la resistencia desde los 14 días a 21 días disminuye, sin embargo, se observó que a los 28 días dio un crecimiento de la resistencia a la compresión.

## Comparación grafica de los resultados de la resistencia a la compresión del mortero convencional con el mortero adicionando conchas de abanico pulverizadas al 2%, 4% y 6% en sustitución al cemento

Gráfica 14. Comparación grafica de los resultados de la resistencia a la compresión del mortero convencional vs el mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas al 2%, 4% y 6% en sustitución al cemento.



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 14, se muestra la comparación de la resistencia a compresión del mortero convencional y mortero con adiciones de conchas de abanico en diferentes proporciones por separado en el cual, se observaron resultados como curvas de resistencia altas y bajas durante las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, en el cual todas las muestras de mortero actúan de manera diferente durante las edades especificadas.

## Resultado de la resistencia a la compresión del mortero adicionando nanotubo de grafeno al 2% en sustitución al cemento

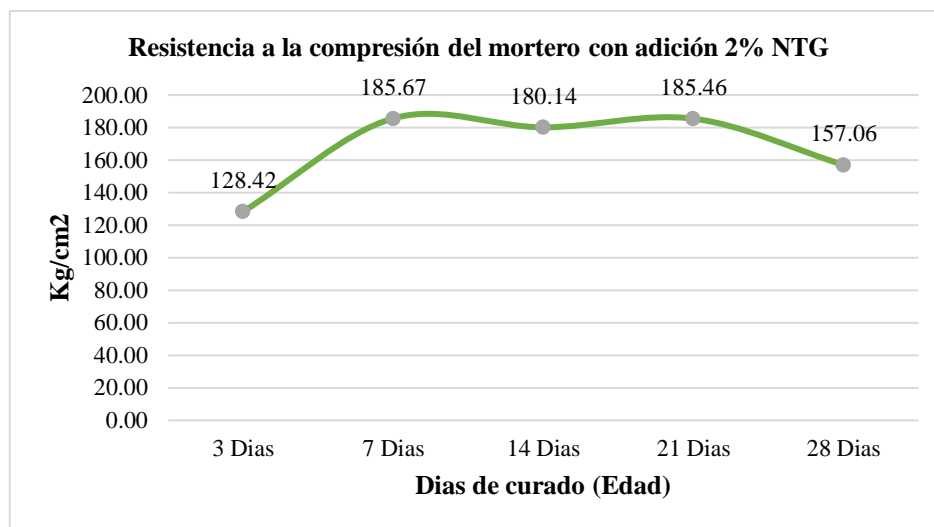
Tabla 48. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 2% de nanotubo de grafeno.

3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3350	5.0	5.0	25.00	134.00	<b>128.42</b>
	P-02(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3710	4.9	4.9	24.01	154.52	
	P-03(R/C-0.80+ 2% de NTG )	2370	5.0	4.9	24.50	96.73	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4930	4.9	4.9	24.01	205.33	<b>185.67</b>
	P-05(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3950	5.0	5.0	25.00	158.00	
	P-06(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4650	4.9	4.9	24.01	193.67	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4620	5.0	4.9	24.50	188.57	<b>180.14</b>
	P-08(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4520	5.0	4.9	24.50	184.49	
	P-09(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4100	4.9	5.0	24.50	167.35	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 2% de NTG )	5340	5.0	4.9	24.50	217.96	<b>185.46</b>
	P-11(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4140	4.9	4.9	24.01	172.43	
	P-12(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4150	5.0	5.0	25.00	166.00	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3510	5.0	4.9	24.50	143.27	<b>157.06</b>
	P-14(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4420	5.0	4.9	24.50	180.41	
	P-15(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3540	5.0	4.8	24.00	147.50	

Fuente: Elaboración propia

En este ensayo de la resistencia a compresión del mortero con adición del 2% de nanotubo de grafeno de muestras cubicas de 5x5x5cm, tuvo resultados promedio mediante las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, en el cual, hubo resistencias altas y bajas por ello, a los 7 días obtuvo una resistencia de 185.67 kg/cm<sup>2</sup> fue la más alta que llegó este mortero en el transcurso de las edades estudiadas ya que, a los 28 días la resistencia disminuyó a 157.06 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfica 15. Curva de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 2% de nanotubo de grafeno.



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 15, se observó que la resistencia varía en aumento y disminuye, por ende, a los 28 días tuvo una resistencia a la compresión de 157.06 kg/cm<sup>2</sup>.

### Resultado de la resistencia a la compresión del mortero adicionando nanotubo de grafeno al 4% en sustitución al cemento

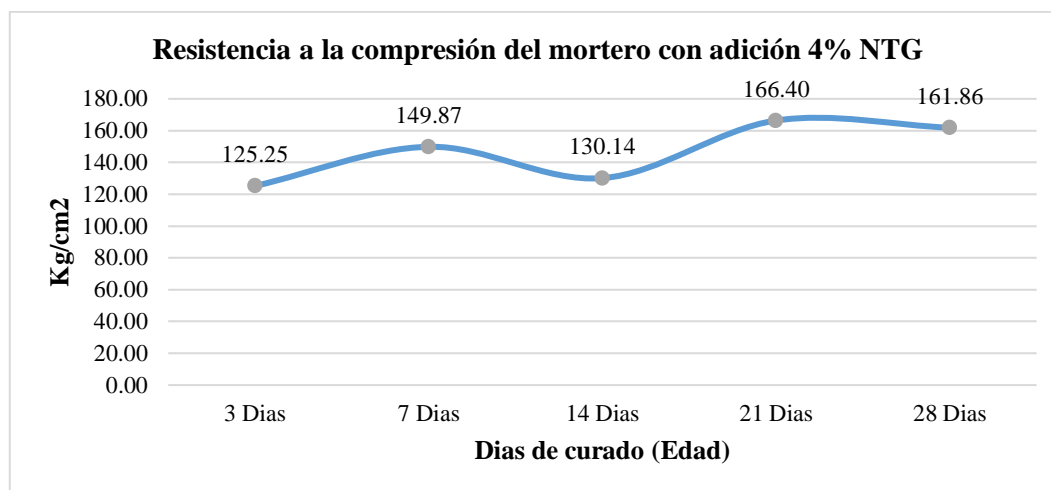
Tabla 49. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 4% de nanotubo de grafeno.

<b>3 Dias</b>	P-01(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3300	5.0	5.0	25.00	132.00	<b>125.25</b>
	P-02(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3460	5.1	4.9	24.99	138.46	
	P-03(R/C-0.80+ 4% de NTG )	2580	5.0	4.9	24.50	105.31	
<b>7 Dias</b>	P-04(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3810	4.9	5.1	24.99	152.46	<b>149.87</b>
	P-05(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3570	4.9	5.0	24.50	145.71	
	P-06(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3710	5.0	4.9	24.50	151.43	
<b>14 Dias</b>	P-07(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3300	4.9	5.2	25.48	129.51	<b>130.14</b>
	P-08(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3120	5.1	4.8	24.48	127.45	
	P-09(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3470	5.0	5.2	26.00	133.46	
<b>21 Dias</b>	P-10(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3360	5.0	4.9	24.50	137.14	<b>166.40</b>
	P-11(R/C-0.80+ 4% de NTG )	4810	5.0	5.0	25.00	192.40	
	P-12(R/C-0.80+ 4% de NTG )	4240	5.1	4.9	24.99	169.67	
<b>28 Dias</b>	P-13(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3680	5.0	5.0	25.00	147.20	<b>161.86</b>
	P-14(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3910	5.0	4.9	24.50	159.59	
	P-15(R/C-0.80+ 4% de NTG )	4380	5.0	4.9	24.50	178.78	

Fuente: Elaboración propia

De este ensayo de la resistencia a compresión del mortero con adición del 4% de nanotubo de grafeno de muestras cubicas de 5x5x5cm, tuvo resultados promedio mediante las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, en el cual, se obtuvo resistencias mayores y menores por ello, a los 21 días obtuvo una resistencia de 166.40 kg/cm<sup>2</sup> que fue la mayor que llevo este mortero en el transcurso de las edades estudiadas ya que, a los 28 días la resistencia bajo a 161.86 kg/cm<sup>2</sup>.

*Gráfica 16. Curva de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 4% de nanotubo de grafeno.*



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 16, se observó que la resistencia varia en altas y bajas, por ende, a los 28 días tuvo una resistencia a la compresión de 161.86 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Resultado de la resistencia a la compresión del mortero adicionando nanotubo de grafeno al 6% en sustitución al cemento**

*Tabla 50. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 6% de nanotubo de grafeno.*

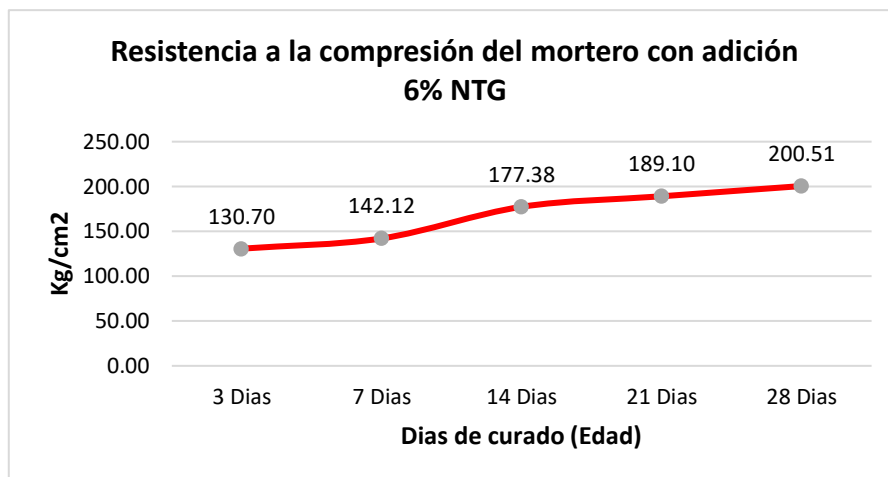
3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 6% de NTG )	2920	5.0	5.0	25.00	116.80	<b>130.70</b>
	P-02(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3480	4.9	5.1	24.99	139.26	
	P-03(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3400	5.1	4.9	24.99	136.05	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3780	5.0	4.9	24.50	154.29	<b>142.12</b>
	P-05(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3520	4.9	5.0	24.50	143.67	
	P-06(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3210	5.0	5.0	25.00	128.40	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4420	4.9	4.9	24.01	184.09	<b>177.38</b>
	P-08(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4350	4.9	4.9	24.01	181.17	
	P-09(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4170	4.9	5.1	24.99	166.87	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4810	4.8	5.0	24.00	200.42	<b>189.10</b>
	P-11(R/C-0.80+ 6% de NTG )	5280	4.9	5.1	24.99	211.28	
	P-12(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3890	5.0	5.0	25.00	155.60	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 6% de NTG )	5130	4.9	5.0	24.50	209.39	<b>200.51</b>
	P-14(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4770	4.9	4.9	24.01	198.67	
	P-15(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4740	4.9	5.0	24.50	193.47	

Fuente: Elaboración propia

Del ensayo de la resistencia a compresión del mortero con adición del 6% de nanotubo de grafeno de muestras cubicas de 5x5x5cm, como resultados promedio se obtuvo que, mediante

las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, se dio que a los 28 días hubo un aumento de resistencia a compresión de 200.51 kg/cm<sup>2</sup>.

*Gráfica 17. Curva de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de mortero con adición del 6% de nanotubo de grafeno.*

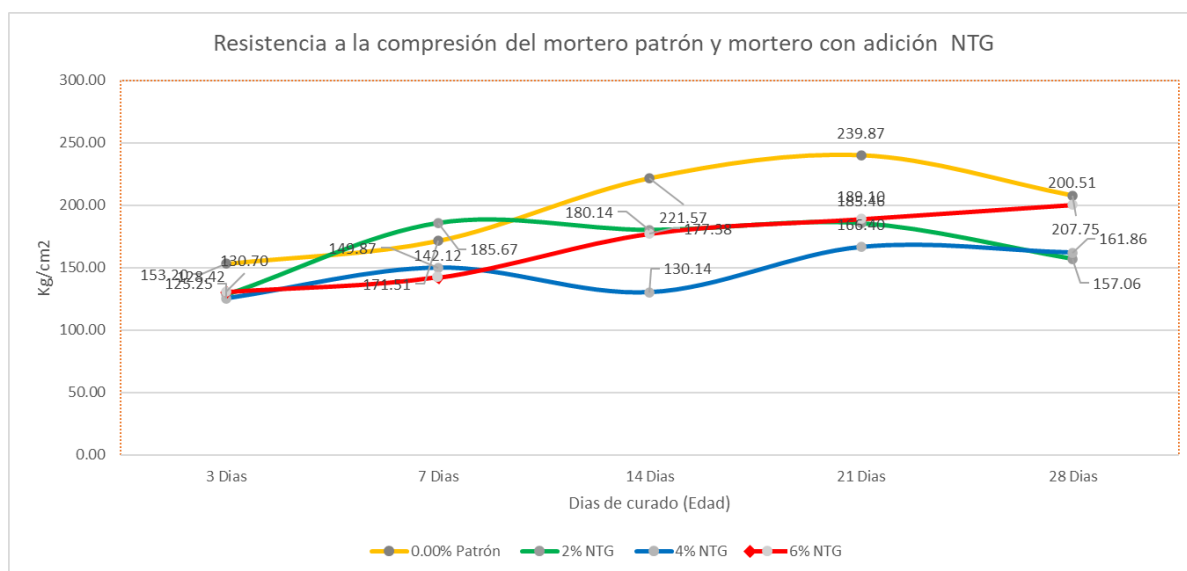


Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 17, se observó definitivamente como alcanzó a aumentar la resistencia a los 28 días, demostrando que con el transcurso de los días tuvo una buena resistencia a compresión del mortero.

### Comparación grafica de los resultados de la resistencia a la compresión del mortero convencional con el mortero adicionando nanotubo de grafeno al 2%, 4% y 6% en sustitución al cemento

*Gráfica 18. Comparación de resultados de resistencia a compresión del mortero convencional y con adición de nanotubo de grafeno en sustitución al cemento.*



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 18, se muestra la comparación de la resistencia a compresión del mortero convencional y mortero con adiciones de nanotubo de grafeno en diferentes proporciones por separado en el cual, se observaron resultados como curvas de resistencia altas y bajas durante las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, en el cual todas las muestras de mortero actúan de manera diferente durante las edades especificadas.

### Resultados de los ensayos de las propiedades mecánicas del mortero de la albañilería.

#### Resultados del ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería

#### Muestra: Mortero convencional y mortero con adición de conchas de abanico

Tabla 51. Resultados del ensayo a compresión axial en pilas de albañilería convencional y con adición de conchas de abanico.

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº					(cm)	(cm)	(h/e)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	corrección	(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero convencional	24/05/2023	21/06/2023	28	31.0	12.90	2.399	310	15070	1.03	50
02		24/05/2023	21/06/2023	28	30.9	12.80	2.418	306	22690	1.03	77
03		24/05/2023	21/06/2023	28	30.6	12.90	2.372	308	23110	1.03	77
									<b>Promedio F'm (kg/cm2)</b>		<b>68</b>
01	Mortero al 2% de conchas de abanico	24/05/2023	21/06/2023	28	31.0	12.9	2.402	308	21460	1.03	72
02		24/05/2023	21/06/2023	28	30.9	13.0	2.383	309	25680	1.03	86
03		24/05/2023	21/06/2023	28	30.6	12.90	2.368	309	23770	1.03	79
									<b>Promedio F'm (kg/cm2)</b>		<b>79</b>
01	Mortero al 4% de conchas de abanico	24/05/2023	21/06/2023	28	31.0	12.85	2.412	306	20160	1.03	68
02		24/05/2023	21/06/2023	28	30.9	12.77	2.420	303	24140	1.03	82
03		24/05/2023	21/06/2023	28	30.6	12.84	2.383	306	27460	1.03	93
									<b>Promedio F'm (kg/cm2)</b>		<b>81</b>
01	Mortero al 6% de conchas de abanico	25/05/2023	22/06/2023	28	31.0	12.85	2.412	303	28420	1.03	97
02		25/05/2023	22/06/2023	28	30.9	12.77	2.420	303	28170	1.03	96
03		25/05/2023	22/06/2023	28	30.6	12.92	2.368	308	20620	1.03	69
									<b>Promedio F'm (kg/cm2)</b>		<b>87</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo, a la tabla 51, se observa que se llevó a cabo la elaboración de 12 pilas de albañilería correspondientes al mortero convencional y a la adición de conchas de abanico en diferentes proporciones junto al ladrillo King Kong 18 huecos tipo IV fabricado por ladrillos cerámicos Lambayeque. Asimismo, estas pilas fueron realizadas con juntas de mortero de 1.5 cm, y fueron ensayadas a los 28 días de edad. De esta manera, mediante este ensayo los resultados que se obtuvieron fueron, para el convencional de 68 kg/cm<sup>2</sup>, para las adiciones como 2% CA de 79 kg/cm<sup>2</sup>, para 4% CA de 81 kg/cm<sup>2</sup> y para 6% CA de 87 kg/cm<sup>2</sup>.

**Muestra: Mortero convencional y mortero con adición de nanotubo de grafeno**

*Tabla 52. Resultados de resistencia a compresión axial en pilas con nanotubo de grafeno.*

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
N°					(cm)	(cm)	(h/e)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	corrección	(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero al 2% de NG	25/05/2023	22/06/2023	28	31.00	12.96	2.392	309	19240	1.03	64
02		25/05/2023	22/06/2023	28	30.90	12.85	2.405	306	17650	1.03	60
03		25/05/2023	22/06/2023	28	30.60	12.87	2.378	308	21290	1.03	71
									<b>Promedio F'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>65</b>
01	Mortero al 4% de NG	26/05/2023	23/06/2023	28	31.00	12.84	2.414	308	20560	1.03	69
02		26/05/2023	23/06/2023	28	30.90	12.90	2.395	304	21940	1.03	74
03		26/05/2023	23/06/2023	28	30.60	12.88	2.376	307	23270	1.03	78
									<b>Promedio F'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>74</b>
01	Mortero al 6% de NG	26/05/2023	23/06/2023	28	31.00	12.96	2.392	309	19270	1.03	64
02		26/05/2023	23/06/2023	28	30.90	12.77	2.420	304	21800	1.03	74
03		26/05/2023	23/06/2023	28	30.60	12.85	2.381	307	20950	1.03	70
									<b>Promedio F'm (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b>70</b>

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla 52, se realizó la elaboración de 9 pilas de albañilería incluyendo el mortero convencional y la adición de nanotubo de grafeno en diferentes proporciones junto al ladrillo King Kong 18 huecos tipo IV fabricado por ladrillos cerámicos Lambayeque. Además, estas pilas fueron hechas con juntas de 1.5 cm de mortero, y fueron ensayadas a compresión a los 28 días de edad. De esta manera, los resultados promedio que se obtuvieron fueron, para la pila convencional fue de 68 kg/cm<sup>2</sup>, para las pilas con adiciones como 2% NG de 65 kg/cm<sup>2</sup>, para 4% NG de 74 kg/cm<sup>2</sup> y por último para 6% NG fue de 70 kg/cm<sup>2</sup>.

## Resultados del ensayo para la determinación de la resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería

### Resultados de resistencia a adherencia en prisma convencional y con conchas de abanico

Muestra: Mortero convencional y mortero con adición de conchas de abanico

Tabla 53. Resultados del ensayo de resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería convencional y con adición de conchas de abanico.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	L	A	Área bruta	Carga	Esfuerzo de compresión a la adherencia (kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL PROMEDIO
					(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)		(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero patrón	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.5	301	1940	6.4	6.21
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	309	1870	6.1	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.8	308	1890	6.1	
01	C.A 2%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	309	2110	6.8	5.33
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	308	1170	3.8	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	11.8	283	1520	5.4	
01	C.A 4%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	310	980	3.2	3.96
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	13.0	312	1840	5.9	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	309	870	2.8	
01	C.A 6%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.8	308	1870	6.1	5.26
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	310	1550	5.0	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.8	307	1450	4.7	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 53, se observa que se elaboraron 12 primas de albañilería considerando el mortero convencional y la adición de conchas de abanico en diferentes proporciones junto a la unidad de albañilería King Kong 18 huecos de tipo IV fabricado por ladrillos cerámicos Lambayeque. Asimismo, estas muestras fueron realizadas con juntas de 1.5 cm de mortero mediante su forma particular de cizalle en prisma y siendo ensayadas a compresión a los 28 días de edad. De esta manera, los resultados promedio que se obtuvieron son, para el prisma convencional fue de 6.21 kg/cm<sup>2</sup>, para el prisma con adiciones como 2% CA de 5.33 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para el 4% CA fue de 3.96 kg/cm<sup>2</sup> y por último para 6% CA fue de 5.26 kg/cm<sup>2</sup>.

## Resultados de resistencia a adherencia en prisma convencional y con nanotubo de grafeno

Muestra: Mortero convencional y mortero con adición de nanotubo de grafeno

Tabla 54. Resultados del ensayo de resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería convencional y con adición de nanotubo de grafeno.

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	L	A	Área bruta	Carga	Esfuerzo de compresión a la adherencia (kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL, PROMEDIO
N°					(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)		(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero patrón	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.5	301	1940	6.4	6.21
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	309	1870	6.1	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.8	308	1890	6.1	
01	N.T.G 2%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.6	12.9	323	1210	3.7	4.59
02		31/05/2023	28/06/2023	28	11.9	13.4	319	1450	4.5	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	13.1	13.3	347	1900	5.5	
01	N.T.G 4%	31/05/2023	28/06/2023	28	13.2	14.7	389	1570	4.0	4.03
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.1	12.9	312	1160	3.7	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.3	13.0	320	1390	4.3	
01	N.T.G 6%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.7	12.4	313	1810	5.8	4.91
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.9	13.9	357	1460	4.1	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	13.1	13.7	361	1750	4.9	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo, a la tabla 54, se realizó la elaboración de 9 prismas de albañilería de mortero con adición de nanotubo de grafeno en diferentes proporciones junto al ladrillo King Kong 18 huecos tipo IV fabricado por ladrillos cerámicos Lambayeque. Además, estas muestras fueron hechas con juntas de 1.5 cm de mortero, y fueron ensayadas a compresión a los 28 días de edad. De esta manera, los resultados promedio que se obtuvieron fueron, para el prisma con adición del 2% NG fue de 4.59 kg/cm<sup>2</sup>, para 4% NG fue 4.03 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente para 6% NG fue de 4.91 kg/cm<sup>2</sup>.

**Resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería**  
**Resultados de resistencia a compresión diagonal de muretes convencional y con conchas**  
**de abanico**

Muestra: Mortero convencional y mortero con adición de conchas de abanico

*Tabla 55. Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería convencional y con adición de conchas de abanico*

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	I	h	t	Ab	P	P	V'm	V'm	Promedio (V'm)
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg)	(N)	(Mpa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	
01	Mortero patrón	01/06/2023	29/06/2023	28	750.5	725.0	127.0	93694	8984	88103	0.66	6.78	5.28
02		01/06/2023	29/06/2023	28	751.0	725.0	128.0	94464	5266	51642	0.39	3.94	
03		01/06/2023	29/06/2023	28	750.0	724.0	128.0	94336	6850	67176	0.50	5.13	
01	Mortero con adición de concha de abanico con el 2%	01/06/2023	29/06/2023	28	750.5	725.0	128.0	94432	9285	91055	0.68	6.95	6.80
02		01/06/2023	29/06/2023	28	750.0	725.0	127.0	93663	8772	86024	0.65	6.62	
03		01/06/2023	29/06/2023	28	751.0	723.0	127.0	93599	9050	88750	0.67	6.84	
01	Mortero con adición de concha de abanico con el 4%	10/06/2023	08/07/2023	28	752.0	724.0	128.0	94464	9012	88378	0.66	6.74	6.38
02		10/06/2023	08/07/2023	28	750.5	725.0	128.0	94432	7957	78032	0.58	5.96	
03		10/06/2023	08/07/2023	28	750.0	725.0	129.0	95138	8659	84916	0.63	6.43	
01	Mortero con adición de concha de abanico con el 6%	10/06/2023	08/07/2023	28	750.0	726.0	127.0	93726	7374	72314	0.55	5.56	5.63
02		10/06/2023	08/07/2023	28	750.5	724.0	129.0	95105	7659	75109	0.56	5.69	
03		10/06/2023	08/07/2023	28	751.0	731.0	128.0	94848	7546	74001	0.55	5.62	

Fuente: Elaboración propia

Mediante la tabla 55, se observa que se llevó a cabo la elaboración de 12 muretes de albañilería correspondientes al mortero convencional y a la adición de conchas de abanico en diferentes proporciones junto al ladrillo King Kong 18 huecos tipo IV fabricado por ladrillos cerámicos Lambayeque. Asimismo, estos muretes fueron realizadas con juntas de mortero de 1.5 cm, y se ensayaron a los 28 días de edad. De esta manera, mediante este ensayo los resultados que se obtuvieron fueron, para el convencional de 5.28 kg/cm<sup>2</sup>, para las adiciones como 2% CA de 6.80 kg/cm<sup>2</sup>, para 4% CA de 6.38 kg/cm<sup>2</sup> y por último para el de 6% CA de 5.63 kg/cm<sup>2</sup>.

**Resultados del ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería**  
**Resultados de resistencia a compresión diagonal de muretes convencional y con nanotubo**  
**de grafeno**

Muestra: Mortero convencional y mortero con adición de nanotubo de grafeno

*Tabla 56. Resultados del ensayo a compresión diagonal de muretes de albañilería convencional y con adición de nanotubo de grafeno*

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	I	h	t	Ab	P	P	V'm	V'm	Promedio (V'm) (Kg/cm2)
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg)	(N)	(Mpa)	(Kg/cm2)	
01	Mortero patrón	01/06/2023	29/06/2023	28	750.5	725.0	127.0	93694	8984	88103	0.66	6.78	5.28
02		01/06/2023	29/06/2023	28	751.0	725.0	128.0	94464	5266	51642	0.39	3.94	
03		01/06/2023	29/06/2023	28	750.0	724.0	128.0	94336	6850	67176	0.50	5.13	
01	Mortero con adición de N.G con el 2%	01/06/2023	29/06/2023	28	751.5	725.0	127.0	93758	6914	67803	0.51	5.21	6.43
02		01/06/2023	29/06/2023	28	751.5	724.0	128.0	94432	9985	97919	0.73	7.48	
03		01/06/2023	29/06/2023	28	750.5	725.0	127.0	93694	8750	85808	0.65	6.60	
01	Mortero con adición de N.G con el 4%	10/06/2023	08/07/2023	28	752.0	725.0	127.0	93790	6706	65763	0.50	5.06	5.64
02		10/06/2023	08/07/2023	28	750.0	725.0	128.0	94400	8224	80650	0.60	6.16	
03		10/06/2023	08/07/2023	28	753.0	723.0	127.0	93726	7580	74334	0.56	5.72	
01	Mortero con adición de N.G con el 6%	10/06/2023	08/07/2023	28	751.0	724.0	127.0	93663	8690	85220	0.64	6.56	6.60
02		10/06/2023	08/07/2023	28	750.5	725.0	128.0	94432	8950	87770	0.66	6.70	
03		10/06/2023	08/07/2023	28	751.3	725.0	129.0	95221	8795	86249	0.64	6.53	

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla 56, se realizó la elaboración de 9 muretes de albañilería de mortero con adición de nanotubo de grafeno en diferentes proporciones junto al ladrillo King Kong 18 huecos tipo IV fabricado por ladrillos cerámicos Lambayeque. Además, estos muretes fueron hechos con juntas de 1.5 cm de mortero, y fueron ensayados a compresión a los 28 días de edad. De esta manera, los resultados promedio que se obtuvieron fueron, para los muretes con adiciones como 2% NG de 6.43 kg/cm<sup>2</sup>, para 4% NG de 5.64 kg/cm<sup>2</sup> y por último para 6% NG fue de 6.60 kg/cm<sup>2</sup>.

## **Evaluación de Impacto Ambiental**

### **Resumen ejecutivo**

La evaluación de impacto ambiental de este estudio, titulado "Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico-mecánicas del mortero de albañilería", se centra en el distrito de Chiclayo y aborda los componentes mencionados en el título. El objetivo general es elaborar dicha evaluación, mientras que los objetivos específicos incluyen detallar el proyecto para su evaluación de impacto ambiental (EIA), identificar los impactos de su ejecución, establecer una línea base ambiental, recomendar medidas de mitigación y prevención, desarrollar un programa de monitoreo ambiental, y establecer un plan de manejo ambiental, manejo de residuos, contingencia y abandono. En resumen, se concluye que el proyecto tendrá un impacto positivo en la calidad ambiental.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Elaborar la evaluación de impacto ambiental para el proyecto "Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico-mecánicas del mortero de albañilería" implica llevar a cabo una evaluación exhaustiva de cómo el proyecto afectará el medio ambiente.

#### **Objetivos Específicos**

- Describir con precisión el proyecto con el fin de evaluar su impacto en el medio ambiente.
- Identificar específicamente los efectos producidos durante la realización del proyecto "Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico-mecánicas del mortero de albañilería".
- Establecer el punto de referencia inicial del entorno ambiental para la evaluación de impacto ambiental del proyecto.
- Sugerir acciones para reducir y prevenir los impactos adversos durante la implementación del proyecto.
- Llevar a cabo el programa de monitoreo ambiental y supervisión para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación y control de los factores ambientales.
- Definir el plan de gestión ambiental, el plan de manejo de residuos, el plan de contingencia y el plan de cierre, cada uno en su respectivo orden.

## **Alcance**

La ejecución del proyecto permitirá a los especialistas en la elaboración de mortero adquirir conciencia sobre su impacto ambiental y comprender las medidas para mitigarlo. El objetivo de esta investigación es mejorar la resistencia del mortero mediante la incorporación de conchas de abanico pulverizadas y nanotubos de grafeno en la mezcla, como una técnica innovadora en la comunidad estudiada. Esto posibilitará a los fabricantes de mortero producir mezclas mejoradas, que sean resistentes y aprovechen métodos innovadores para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del material. Como resultado, se espera que se generen empleos y se fomente el crecimiento económico en el distrito de Chiclayo.

## **Marco legal**

### **Constitución política del Perú**

La Constitución es la que establece las normas legales, judiciales y reglamentarias del país, así como la organización y estructura del Estado peruano. En el artículo 2, se garantizan derechos como el derecho a la paz, la recreación y un medio ambiente equilibrado, detallado de manera específica en los artículos 66 y 67, que abordan los recursos naturales y la política ambiental nacional, respectivamente.

### **Legislación ambiental peruana**

Esta legislación ambiental fortalece lo establecido en la Constitución Política del Perú, la cual aborda un conjunto de normativas que regulan la utilización de la tierra, los recursos minerales, los espacios forestales y los cuerpos de agua y, en general, los recursos naturales renovables y no renovables que forman parte del patrimonio del Estado peruano. Además, en lo que respecta al uso del suelo, este debe ajustarse al plan elaborado por las entidades correspondientes, asignando áreas para fines agrícolas, industriales, entre otros. El artículo 10 contempla normas que regulan la vegetación y flora, abordando temas relacionados con los cultivos en general, así como disposiciones sobre siembra, control de malezas, medidas sanitarias, sanciones, prácticas adicionales y transitorias.

### **Ley general del ambiente Ley N° 28611**

Esta normativa legisla sobre cuestiones ambientales en el territorio peruano. Además, concede a los ciudadanos ciertos derechos en materia ambiental, asegurando al mismo tiempo la preservación de un entorno saludable, equilibrado y propicio para la vida, y estableciendo responsabilidades en tanto todos estamos comprometidos con la promoción de una gestión ambiental efectiva y la protección del medio ambiente.

### **Ejes estratégicos de la gestión ambiental**

Este texto pone en práctica los lineamientos y metas establecidos en la política ambiental aprobada durante la reunión del Consejo de ministros del 10 de octubre de 2012. Asimismo, incluye el informe elaborado por la comisión multidisciplinaria, conforme a la Resolución Suprema N°189-2012-PCM, que cuenta con la participación de diversos ministerios, como Agricultura, Cultura, Energía y Minas, Economía y Finanzas, Salud, Producción, Desarrollo e Inclusión Social, y Medio Ambiente, así como el presidente del Consejo de ministros

#### **Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental. LEY N.º27446**

Esta ley se compone de los ministerios responsables de informar al CONAM (Consejo Nacional del Ambiente) sobre las normativas pertinentes que se establecen. Además, en lo que respecta a las autoridades ambientales competentes, esta ley no modificará las atribuciones sectoriales. Además, las funciones ejercidas no requerirán una coordinación directa con el CONAM. Sin embargo, la autoridad ambiental competente deberá informar adecuadamente al CONAM sobre las actividades realizadas, si se solicita. Además, se define el nivel o la cantidad de componentes, sustancias o factores físicos, químicos y biológicos en el aire, el agua o el suelo, considerada como receptora, que no presenta un riesgo importante para la salud humana o el entorno natural.

#### **Ley de recursos hídricos LEY N° 29338**

Esta legislación regula la utilización y administración de los recursos hídricos en el territorio peruano. Esto abarca las aguas superficiales, subterráneas, continentales y los elementos contenidos en ellas, e incluso aborda el agua marina y atmosférica, siempre que sea aplicable. Su propósito es organizar los recursos relacionados, regular el uso y el tratamiento integral del agua, y definir las acciones estatales correspondientes.

#### **Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos**

Específicamente en su sección II, referente a las autoridades sectoriales, el artículo 8 establece que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción regula el manejo de los desechos sólidos producidos por las actividades de construcción y el transporte de desechos peligrosos. Asimismo, autoriza y supervisa el transporte de desechos peligrosos en las carreteras nacionales y regionales. Entre otros puntos, el artículo 16 aborda los desechos no domésticos, estipulando que el productor, la empresa proveedora de servicios, el operador y cualquier individuo involucrado en la gestión de desechos sólidos, que no esté implicado en la gestión de desechos domésticos, es responsable de manejarlos de manera segura, sanitaria y ambiental, de acuerdo con lo establecido en esta ley, sus reglamentos y las normativas técnicas pertinentes.

**Ley N° 28296, Ley General de Patrimonio Cultural**

Se basa en los principios fundamentales de conservación, protección, desarrollo, propiedad y justicia a nivel nacional, así como en el destino de los activos que forman parte del patrimonio cultural del país.

**Norma E.070: Albañilería**

Esta regulación establece los criterios y estándares mínimos necesarios para el diseño, análisis, selección de materiales de construcción, control de calidad e inspección de estructuras construidas con unidades de albañilería.

**Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (NTP 399.613)**

Este reglamento define la metodología y los procedimientos para examinar y probar los ladrillos de arcilla cocida utilizados en construcciones de albañilería. En consecuencia, se utiliza como guía para el control de calidad de las unidades de adobe empleadas en albañilería.

**Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto (NTP 399.604)**

Este reglamento detalla procedimientos para la extracción de muestras y la verificación de dimensiones, capacidad de soportar compresión, la absorción, la densidad y el nivel de humedad de las unidades de albañilería.

**Unidades de albañilería. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería (NTP 399.605)**

Esta regulación define los métodos y procesos para fabricar y llevar a cabo pruebas para determinar la resistencia a la compresión en pilares o prismas de albañilería, asegurando que cumplan con los estándares de resistencia necesarios para su uso en albañilería.

**Unidades de albañilería. Métodos de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería (NTP 399.621)**

Este reglamento detalla un método de prueba para evaluar la capacidad de resistencia al corte diagonal de muros de adobe con medidas mínimas de 600 mm x 600 mm. Durante este proceso, se aplica una fuerza de compresión diagonal que provoca una falla por tracción diagonal en el muro, generando una grieta que se expande en la dirección de la carga.

## Descripción y análisis del proyecto

### Datos generales de la evaluación

#### Equipo interdisciplinario

Tabla 57. Grupo multidisciplinario encargado de realizar el estudio de impacto ambiental

Nombres y Apellidos	Participación o responsabilidad	Firma
Jorge Enrique Álvarez Ruffrán	asesor	
Pinzón Guerrero Ronal Steven	proyectista	

Fuente: Elaboración Propia

### Organización autorizada para llevar a cabo un estudio de impacto ambiental de nivel semidetallado.

Tabla 58. Información sobre la organización autorizada para llevar a cabo el estudio de impacto ambiental de nivel semidetallado.

Razón social	Pinzón Guerrero Ronal Steven
Representante Legal	Pinzón Guerrero Ronal Steven
Número de Registro en MVCS	-
Residencia	Calle Dignidad N°194, Pueblo Joven Santa Rosa, Chiclayo.
Teléfono	943418123
Correo electrónico	<a href="mailto:rstevenpinzon@gmail.com">rstevenpinzon@gmail.com</a>

Fuente: Elaboración Propia

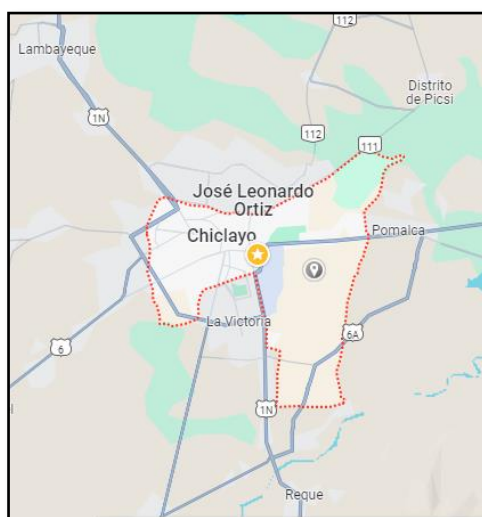
## Ubicación del proyecto

Para la ejecución de este proyecto se realizó en la Ciudad de Chiclayo que está ubicado en el departamento de Lambayeque, con la finalidad de fabricar los tipos de mortero propuestos, para posteriormente ser analizados y evaluados mediante la aplicación de ensayos de laboratorio.

Gráfica 19. Mapa de departamento Lambayeque



Gráfica 20. Mapa de distrito de Chiclayo



Los materiales como las conchas de abanico pulverizadas fueron conseguidos en el distrito de Chiclayo, proveniente de los residuos de los crustáceos marinos del litoral de la costa de la ciudad en mención, sin embargo, el nanotubo de grafeno se obtuvo mediante la compra de un proveedor debido a que este es un material innovador.

## **Área de influencia del proyecto**

### **Área de influencia directa**

Se refiere al área o región donde se manifiestan los efectos ambientales inmediatos, es decir, aquellos que resultan directamente de la acción ejecutada y que ocurren en el mismo lugar o muy cerca, y al mismo tiempo o poco después. Esta área abarca las actividades causantes del impacto, las cuales pueden tener repercusiones positivas o negativas en el proyecto. Es importante destacar que esta área puede experimentar cambios en su entorno físico, biológico y socioeconómico. En el caso del distrito de Chiclayo, se ve beneficiado positivamente durante la recolección de conchas de abanico, ya que esto permite reutilizar los residuos que se encuentran dispersos en las orillas del mar de la ciudad. Sin embargo, la incorporación de nanotubos de grafeno puede tener un impacto positivo adicional en la ciudad, ya que este material puede ser utilizado de manera innovadora en la construcción.

### **Área de influencia indirecta**

Se tienen en cuenta las interacciones que se desarrollan en los ámbitos social, cultural, económico, entre otros, que se extienden más allá del área de influencia directa debido a la necesidad de relaciones o intercambios. Dado el carácter constructivo del proyecto, se contempla la posibilidad de generar empleo para los residentes cercanos al lugar de trabajo, donde se requiere mano de obra con experiencia en este campo.

El área de influencia secundaria se caracteriza por la manifestación de efectos o consecuencias debido a las modificaciones realizadas de forma directa. Por lo tanto, en este proyecto se considera el departamento de Lambayeque como área de influencia indirecta. Además, la clasificación del tipo de suelo para este proyecto se determinará según los estudios realizados en las muestras.

## **Línea de base ambiental**

### **Línea de base física**

#### **Clima**

El clima en la zona es semicálido, aunque se caracteriza por la presencia común de fuertes corrientes de viento por las tardes, lo que es una característica distintiva del área de influencia y uno de los eventos climáticos más destacados en el Perú. Esta zona abarca desde Tumbes en el norte hasta Tacna en el sur, representando el 14% de la superficie total del país.

Este tipo de clima se caracteriza principalmente por una precipitación anual de alrededor de 150 mm y una temperatura media anual que oscila entre los 18-19°C (aunque pueden variar según registros recientes). Sin embargo, para nuestro proyecto, se analizarán detalladamente estos parámetros utilizando la información pública proporcionada por SENAMHI.

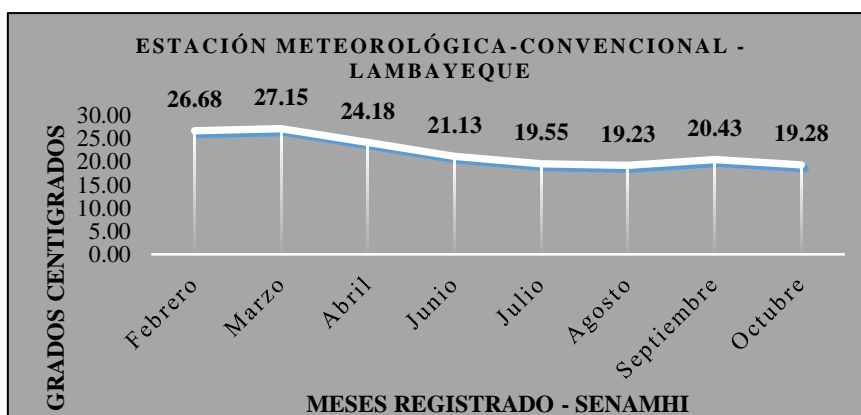
Según los registros de la Estación Meteorológica Convencional más cercana al área de influencia, denominada “LAMBAYEQUE” y ubicada en coordenadas Este 621299.01m y Norte 9255976.50m, se registraron temperaturas entre los meses de febrero y octubre del año 2019.

Tabla 59. Parámetro Climático

MES	FEB	MAR	ABR	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
TEMPERATURA	26.68	27.15	24.18	21.13	19.55	19.23	20.43	19.28

Fuente: [22]

Gráfica 21. Registro de temperaturas



Fuente: [22]

### Calidad del aire

La información proporciona detalles sobre las condiciones de la calidad del aire en Chiclayo, incluyendo datos sobre los principales contaminantes y sus niveles, presentados de acuerdo con el estándar establecido por la Agencia de Protección Ambiental EPA. El contaminante principal señalado es el ozono (O<sub>3</sub>). Según estos datos, se concluye que la calidad del aire en la ciudad de Chiclayo es considerada BUENA.

### Hidrografía

La hidrografía del área de influencia se encuentra dentro de los límites de la Cuenca del Río Chancay – Lambayeque, que forma parte de la vertiente del Pacífico. Sin embargo, el curso principal del río Chancay – Lambayeque no se encuentra cercano al área de influencia, lo que implica:

- Bajo riesgo de inundaciones debido a desbordamientos.
- Limitación en los recursos hídricos superficiales.
- Condiciones geográficas y meteorológicas compatibles.

En cuanto a la cuenca en su totalidad, es importante destacar que las aguas del río Chancay Lambayeque fluyen de Este a Oeste, al igual que sus principales afluentes y cuerpos de agua secundarios, y sus niveles están sujetos a variaciones climáticas debido a la influencia del Fenómeno de El Niño. La cuenca abarca un área de 281653.59 hectáreas o 2816.54 km<sup>2</sup>, con un perímetro de 377.67 km y un cauce principal que se extiende a lo largo de 149.27 km; está ubicada entre las cuencas de Motupe-La Leche y Zaña.

Según el análisis del caudal del Río Chancay – Lambayeque, se obtienen los siguientes volúmenes:

*Tabla 60. Volúmenes de agua producida mensual y anual (mmc).*

AÑO	VOLÚMENES DE AGUA PRODUCIDO MENSUAL Y ANUAL (MMC)					
	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
<b>SECO</b>	19.45	29.44	35.54	35.43	46.37	58.05
<b>NORMAL</b>	21.92	40.47	45.26	46.03	58.43	91.51
<b>HÚMEDO</b>	28.46	49.98	51.42	57.89	80.96	131.32

Fuente: [23]

*Tabla 61. Volúmenes de agua producida mensual y anual (mmc)*

AÑO	VOLÚMENES DE AGUA PRODUCIDO MENSUAL Y ANUAL (MMC)						
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	ANUAL
<b>SECO</b>	88.75	99.77	69.35	35.47	23.12	16.73	557.48
<b>NORMAL</b>	136.63	128.01	79.59	46.11	29.24	21.31	744.48
<b>HÚMEDO</b>	222.33	201.01	115.87	58.03	36.86	24.63	1058.77

Fuente: [22]

### **Precipitación**

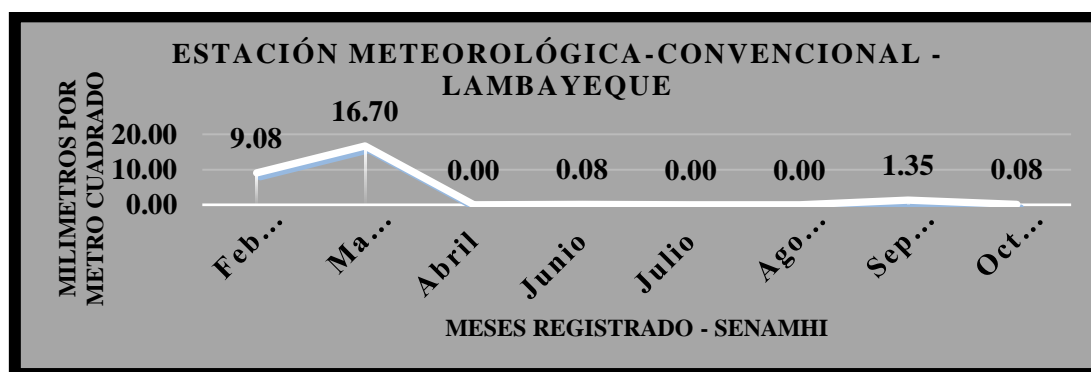
Utilizando los datos recopilados por la Estación Meteorológica Convencional "LAMBAYEQUE", se ha registrado el historial de precipitaciones en el área de influencia durante los meses de febrero a octubre del año 2019.

*Tabla 62. Registro de precipitaciones*

MES	FEB	MAR	ABR	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
<b>PRECIPITACIÓN</b>	9.08	16.70	0.00	0.08	0.00	0.00	1.35	0.08

Fuente: [22]

Gráfica 22. Registro de precipitaciones



Fuente: [22]

De acuerdo con los datos históricos de precipitación, se observa que la máxima cantidad de lluvia registrada fue de 16.70 mm en marzo, mientras que la mínima fue de 0.00 mm en los meses de abril, julio y agosto. El promedio de precipitación es de 3.41 mm.

### Viento

Se compartirá el historial de registros de vientos, incluyendo dirección y velocidad, obtenido de la Estación Meteorológica Convencional "LAMBAYEQUE", durante el período de febrero a octubre del año 2019.

Tabla 63. Registro de vientos (Dirección y Velocidad)

MES	DIRECCIÓN	VELOCIDAD
Febrero	SO	4.00 m/s
Marzo	SO	5.00 m/s
Abril	SN	6.00 m/s
Junio	SN	5.00 m/s
Julio	SN	4.00 m/s
Agosto	SN	5.00 m/s
Septiembre	SN	4.00 m/s
Octubre	SE	4.00 m/s

Fuente: [22]

Gráfica 23. Registro de vientos (Dirección y Velocidad)



Fuente: [22]

Basándonos en los datos históricos de dirección y velocidad del viento, se observa que la dirección más común es del Sur al Norte, mientras que la velocidad máxima registrada es de 6.00 m/s y la mínima es de 4.00 m/s. El promedio de velocidad del viento es de 4.63 m/s.

### **Suelos**

La topografía es mayormente plana, con una diferencia de elevación máxima de 0.20 metros y la ausencia de accidentes topográficos significativos. La altura promedio es de 25.10 metros sobre el nivel del mar. Desde el punto de vista geomorfológico, el área de influencia comparte características con la Unidad de Planicie, específicamente con la Planicie Aluvial Ligeramente Inclinada. Esta área ha experimentado una significativa modificación debido a actividades humanas desde tiempos prehispánicos, especialmente relacionadas con la expansión de la agricultura mediante una extensa red de canales y el crecimiento urbano, impulsado por la migración desde la sierra hacia la costa y la formación de ciudades.

### **Línea de base biológica**

#### **Formación ecológica**

El área de investigación presenta una topografía completamente plana, con una variación de elevación máxima de apenas 0.20 metros y la ausencia de características topográficas significativas. La altitud promedio es de 25.10 metros sobre el nivel del mar.

#### **Flora**

En el área de influencia, la vegetación es predominantemente natural, compuesta principalmente por árboles, arbustos y los jardines privados de los residentes locales.

#### **Fauna**

La fauna autóctona de la región de Lambayeque comprende aves como el gallinazo, una rapaz muy frecuente en el departamento, que suele ser de color negro, aunque también puede presentar una cabeza rojiza. Además, se encuentran el güerequeque, el chisco y la tórtola. Los zorros suelen habitar zonas con vegetación densa o en áreas montañosas.

### **Línea base socioeconómica**

#### **- Vivienda**

Según los datos del censo de 2017, en el departamento de Lambayeque se registraron un total de 353,973 viviendas particulares. De este número, el mayor porcentaje corresponde a casas independientes, representando el 93.5% (331,432 viviendas), mientras que los departamentos en edificios constituyen el 4.8% (16,868 viviendas). Por otro lado, las viviendas en quinta, casa de vecindad, chozas o cabañas, viviendas improvisadas y locales no destinados para habitación humana, representan el 1.7%.

Al comparar los censos de 2007 y 2017, se observa un incremento intercensal significativo en el número de viviendas, especialmente en el caso de los departamentos en edificios, con un aumento del 105.6% en términos porcentuales. Las casas independientes también muestran un aumento considerable del 32.4%, con un promedio anual de incremento de 8,115 viviendas.

Tabla 64. Lambayeque: viviendas particulares, según tipo de vivienda, 2007 y 2017

Tipo de vivienda	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
<b>Total</b>	<b>268 235</b>	<b>100,0</b>	<b>353 973</b>	<b>100,0</b>	<b>85 738</b>	<b>32,0</b>	<b>8 574</b>	<b>2,8</b>
Casa independiente	250 285	93,3	331 432	93,5	81 147	32,4	8 115	2,8
Departamento en edificio	8 203	3,1	16 868	4,8	8 665	105,6	867	7,5
Vivienda en quinta	2 365	0,9	1 462	0,4	- 903	-38,2	- 90	-4,7
Vivienda en casa de vecindad	2 632	1,0	1 973	0,6	- 659	-25,0	- 66	-2,8
Chozo o cabaña	2 718	1,0	667	0,2	- 2 051	-75,5	- 205	-13,1
Vivienda improvisada	1 697	0,6	1 347	0,4	- 350	-20,6	- 35	-2,3
Local no destinado para habitación humana	302	0,1	223	0,1	- 79	-26,2	- 8	-3,0
Otro tipo <sup>11</sup>	33	0,0	1	0,0	- 32	-97,0	- 3	-29,5

<sup>11</sup> Incluye cualquier estructura no destinada para habitación humana como cueva, vehículo abandonado o refugio natural.

Fuente: [24]

### Servicio de Electrificación

Según los datos del censo de 2017, el 91.7% (265,797) del total de viviendas particulares con ocupantes tienen acceso a alumbrado eléctrico conectado a la red pública, mientras que el 8.3% (24,172) carece de este servicio. En el área urbana, un mayor porcentaje de viviendas (95.0%) cuenta con alumbrado eléctrico conectado a la red pública en comparación con el área rural (77.5%).

En comparación con el censo de 2007, se observa un crecimiento del 44.8% en el número de viviendas con acceso a alumbrado eléctrico conectado a la red pública, con un incremento anual promedio de 8,224 viviendas. En cuanto al área de residencia, el mayor aumento intercensal se registró en las viviendas rurales con acceso a alumbrado eléctrico por red pública, con un aumento del 253.7%, pasando de 12,227 viviendas en 2007 a 43,251 en 2017.

Tabla 65. Lambayeque: viviendas particulares con ocupantes presentes, según disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública y área urbana y rural, 2007 y 2017

Área urbana y rural / Disponibilidad de servicio higiénico	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
<b>Total</b>	<b>241 271</b>	<b>100,0</b>	<b>289 969</b>	<b>100,0</b>	<b>48 698</b>	<b>20,2</b>	<b>4 870</b>	<b>1,9</b>
Dispone	183 557	76,1	265 797	91,7	82 240	44,8	8 224	3,8
No dispone	57 714	23,9	24 172	8,3	- 33 542	-58,1	- 3 354	-8,3
<b>Urbana</b>	<b>192 098</b>	<b>100,0</b>	<b>234 141</b>	<b>100,0</b>	<b>42 043</b>	<b>21,9</b>	<b>4 204</b>	<b>2,0</b>
Dispone	171 330	89,2	222 546	95,0	51 216	29,9	5 122	2,6
No dispone	20 768	10,8	11 595	5,0	- 9 173	-44,2	- 917	-5,7
<b>Rural</b>	<b>49 173</b>	<b>100,0</b>	<b>55 828</b>	<b>100,0</b>	<b>6 655</b>	<b>13,5</b>	<b>666</b>	<b>1,3</b>
Dispone	12 227	24,9	43 251	77,5	31 024	253,7	3 102	13,5
No dispone	36 946	75,1	12 577	22,5	- 24 369	-66,0	- 2 437	-10,2

Fuente: [24]

## Servicio de Salud

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) hasta el año 2018, el 77.5% de la población del departamento de Lambayeque tiene acceso a servicios de salud asegurados.

Tabla 66. Acceso a seguro de salud

POBLACIÓN AFILIADA A SEGURO DE SALUD, SEGÚN ÁMBITO GEOGRÁFICO, 2007-2018  
(Porcentaje)

Ámbito geográfico	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Departamento</b>												
Lambayeque	42.2	59.3	66.6	65.8	59.0	49.4	56.9	61.6	70.6	78.5	77.9	77.5

Fuente: [24]

Según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) hasta el año 2018, el 45.9% de la población total del departamento de Lambayeque tiene acceso al Seguro Integral de Salud.

Tabla 67. Lambayeque: población afiliada al seguro integral de salud

Ámbito geográfico	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Departamento</b>												
Lambayeque	19.8	34.2	41.7	43.5	33.5	22.3	28.8	34.8	41.1	46.6	48.4	45.9

Fuente: [24]

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) hasta el año 2018, el 28.6% de la población total del departamento de Lambayeque tiene acceso al seguro social de salud.

*Tabla 68. Lambayeque: población afiliada a seguro social de salud*

Ámbito geográfico	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Departamento Lambayeque	21.5	21.0	19.7	22.5	24.4	25.6	24.6	26.2	29.1	26.9	28.6

Fuente: [24]

## Educación

Según el censo de 2017 en Lambayeque, Chiclayo es la provincia con el mayor porcentaje de población de 15 años o más que posee educación superior, alcanzando el 34.4%. Además, Chiclayo también registra el mayor porcentaje de población (42.4%) que completó al menos un año de educación secundaria. En cuanto a la educación primaria, la provincia de Lambayeque tiene el mayor porcentaje de población que completó algún año o grado de educación primaria, con un 32.0%, seguida por Ferreñafe con un 26.7% y Chiclayo con un 18.1%. Por otro lado, Ferreñafe tiene el mayor porcentaje de población que no ha completado ningún nivel de educación, con un 10.6%, mientras que Chiclayo tiene el porcentaje más bajo, con un 3.4%.

*Tabla 69. Lambayeque: población censada de 15 y más años de edad, por nivel educativo alcanzado, según provincia, 2017.*

Provincia	Total		Nivel educativo alcanzado					Maestría/ Doctorado
	Absoluto	%	Sin nivel	Inicial	Primaria <sup>1/</sup>	Secundaria	Superior	
<b>Total</b>	<b>871 639</b>	<b>100,0</b>	<b>4,6</b>	<b>0,2</b>	<b>22,0</b>	<b>41,7</b>	<b>30,2</b>	<b>1,3</b>
Chiclayo	600 578	100,0	3,4	0,1	18,1	42,4	34,4	1,6
Ferreñafe	66 206	100,0	10,6	0,3	26,7	39,5	22,3	0,6
Lambayeque	204 855	100,0	6,3	0,4	32,0	40,2	20,5	0,6

<sup>1/</sup> Incluye Educación Básica Especial.

Fuente: [24]

## Transporte

En Chiclayo, se ha establecido un sistema de movilidad que se basa principalmente en los medios de transporte individuales, en detrimento de las opciones de transporte masivo. Las estimaciones sobre la distribución de los modos de transporte y el número total de pasajeros que utilizan diferentes medios de transporte en un día laboral son las siguientes:

Tabla 70. Lambayeque: población

<b>Modo</b>	<b>Pasajeros/día</b>	<b>Participación</b>
Buses y Camionetas Rurales	155868	15.1%
Colectivos	102805	10.0%
Taxis	483012	46.8%
Mototaxis	291117	28.2%
<b>Total</b>	<b>1032802</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: [24]

De estos resultados se desprende que, mientras que los medios de transporte masivos como micros y combis representan solo el 15% de los desplazamientos, los medios de transporte no masivos como autos colectivos, taxis y mototaxis abarcan el 85% de los viajes. Esta alta preferencia por los medios no masivos reduce la cantidad de pasajeros que utilizan los medios masivos, lo que potencialmente disminuye sus ingresos y afecta su viabilidad a largo plazo. Esto se refleja en las dificultades para renovar y mantener adecuadamente la flota de los medios de transporte masivos en Chiclayo.

### **Comunicaciones**

Comparando los censos de 2007 y 2017, se observa un aumento en el número de hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes que poseen servicios de telecomunicaciones. El número de hogares con teléfono celular aumentó en 140,181 (109.1%), mientras que el servicio de conexión a TV por cable o satelital aumentó en 72,072 hogares (267.9%) y el servicio de internet en 75,540 hogares (571.1%).

En cuanto a la tasa de crecimiento promedio anual, el servicio de internet experimentó el mayor crecimiento, con una tasa del 21.0%, lo que equivale a 7,554 hogares adicionales accediendo a este servicio cada año. Por otro lado, el servicio de teléfono fijo mostró una tasa de crecimiento negativa del 0.7%.

Es relevante señalar que, durante este período intercensal, el número de hogares sin ningún tipo de servicio de telecomunicaciones se redujo significativamente, pasando de 96,742 hogares en el censo de 2007 a 33,054 en 2017.

Tabla 71. Lambayeque: hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes, según servicio de información y comunicación que posee el hogar, 2007 y 2017

Servicio de información y comunicación	2007	2017	Variación intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
			Absoluto	%		
Teléfono fijo	71 737	66 730	- 5 007	-7,0	- 501	-0,7
Teléfono celular	128 528	268 709	140 181	109,1	14 018	7,7
Conexión a Tv. por cable o satelital	26 901	98 973	72 072	267,9	7 207	13,9
Conexión a internet	13 228	88 768	75 540	571,1	7 554	21,0
Ninguno	96 742	33 054	- 63 688	-65,8	- 6 369	-10,2

Fuente: [24]

### Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Se utilizó una matriz de importancia para la identificación de pasivos ambientales, la cual implica la identificación de actividades y factores del entorno. Esta evaluación es de naturaleza cualitativa y se centra en dos aspectos clave del impacto ambiental: posibles eventos ambientales y evaluación de la importancia de los impactos (efectos). Se considera que un pasivo ambiental se produce cuando un daño ambiental o impacto no mitigado afecta elementos naturales ambientales (tanto físicos como bióticos), así como a seres humanos o bienes públicos como parques y sitios arqueológicos, de manera cuantificable y visible.

Para determinar los parámetros en la matriz de importancia, se consideró el valor del impacto, el cual se clasifica como positivo (+) si es favorable o negativo (-) si es desfavorable.

Tabla 72. Términos utilizados para detectar pasivos ambientales

Intensidad (I)	Se alude al nivel de influencia que tiene la actividad sobre el factor impactado.
Extensión (EX):	Se hace referencia al nivel teórico de influencia que tiene el impacto de acuerdo al contexto del proyecto.
Momento (MO)	Se alude al período de tiempo que transcurre antes de que el impacto se manifieste después de la acción.
Persistencia (PE)	Hace referencia al período de tiempo durante el cual perdura el efecto.

Reversibilidad (RV):	Se hace referencia a la posibilidad de restaurar el factor afectado. En consecuencia, ser reversible indica que, sin intervención humana, este puede volver a su estado natural.
Recuperabilidad (MC)	Se trata de la capacidad de restaurar el factor afectado, lo que implica que puede volver a su estado natural si hay intervención humana.
Sinergia (SI):	Hace referencia a la capacidad del impacto aumentado, que se ve afectado por la influencia de otras acciones.
Acumulación (AC):	Se trata de la acumulación progresiva del efecto, que se produce por la ejecución constante de una acción.
Efecto (EF):	Vinculado al impacto.
Periodicidad (PR):	Hace referencia a la manera en que se presenta el evento, ya sea de forma periódica o continua.

Fuente: Elaboración propia



### **Identificación y evaluación de los impactos ambientales**

En esta sección se han resaltado las acciones llevadas a cabo durante la realización del proyecto, las cuales pueden generar tanto impactos favorables como desfavorables. Posteriormente, se elabora un plan de gestión ambiental para atenuar dichos efectos.

#### **Matriz de Leopold**

La matriz de Leopold es una técnica cualitativa para evaluar el impacto ambiental que ofrece una visión más detallada y clara de los efectos provocados por las actividades de construcción llevadas a cabo. Esto facilita la identificación y mitigación de los impactos generados por diversas actividades durante la fase de producción de ladrillos del proyecto. A continuación, se presenta la matriz de Leopold:

Tabla 73. Matriz de Leopold para evaluación de impactos durante la etapa de fabricación del mortero.

MAGNITUD   IMPORTANCIA 		Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería											SUMA		
		ETAPA DE ELABORACION DEL MORTERO											MAGNITUD IMPORTANCIA	PROMEDIO	
		OBTENCIÓN CONCHAS DE ABANICO	OBTENCIÓN DE NANOTUBO DE GRAFENO	PULVERIZACIÓN DE CONCHAS DE ABANICO	ANÁLISIS DE LOS MATERIALES CONVENCIONALES	FABRICACION DE MORTERO CONVENCIONAL	FABRICACION DE MORTERO CON CONCHAS DE ABANICO PULVERIZADAS	FABRICACION DE MORTERO CON NANOTUBO DE GRAFENO	TRANSPORTE DE MUESTRAS FABRICADAS	CONSTRUCCIÓN DE PILAS Y MURETES	ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS				
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FÍSICO	<b>AIRE</b>													
		CALIDAD DEL AIRE (POLVO)	-1	-4	-9	-6	-3	-7	-7	-2	-2		-41	34	-213
		EMISION DE GASES											0		0
		NIVEL DE RUIDO	-1	-1	-9	-5	-1	-1	-1		-1	-1	-21	20	-104
		<b>AGUA</b>													
		CONTAMINACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES	-4				-1	-1	-1		-1		-8	7	-16
		CALIDAD DEL AGUA	-3							-1	-1		-5	4	-8
		<b>SUELO</b>													
		EROSION											0	0	0
	CONTAMINACIÓN DEL SUELO											0	0	0	
	CAMBIO EN LA MORFOLOGÍA DEL SUELO											0	0	0	
	MEDIO BIÓTICO	<b>FLORA</b>													
		PERDIDA DE LA VEGETACION											0	0	0
		FRAGMENTACION DE ECOSISTEMAS	-5										-5	5	-25
		<b>FAUNA</b>													
		ALTERACION DE HABITAT	-2				-1				-1	-1	-5	5	-7
		MIGRACIÓN DE ESPECIES	-1				-1				-1	-1	-4	4	-4
	MEDIO SOCIAL Y CULTURAL	<b>HUMANO</b>													
		ESTÉTICO Y PAISAJÍSTICO	-5			-2	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-24	20	-60
		CALIDAD DE VIDA	4	3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-16	30	-42
CIRCULACIÓN VEHICULAR Y PEATONAL		7			-2	-2	-4	-4	-4	-3	-2	-14	27	-27	
<b>SOCIAL Y CULTURAL</b>															
CAMBIOS DE LAS ACTIVIDADES COMERCIALES		8	7	5	4	6	8	8	8	3	5	62	53	348	
AUMENTO DE LA DIVERSIDAD CULTURAL		6	6	6	5	7	7	7	7	4	5	60	56	343	
<b>ECONÓMICO</b>															
GENERACION DE EMPLEO		8	7	7	5	7	8	8	8	5	4	67	64	446	
GENERACIÓN DE RCD			4								4		16		
	MAGNITUD (+/-)	11	18	1	-4	5	4	4	10	-4	5			647	
	IMPORTANCIA (+)	45	26	40	31	33	38	38	35	24	23				
	PROMEDIO	132	112	-32	-6	105	76	76	111	22	51	647		OK	

Fuente: Elaboración Propia

## Plan de manejo ambiental

Se propone la ejecución de un plan de gestión ambiental (PGA), un informe técnico que incluye un conjunto de medidas organizadas con el fin de evitar, reducir, restaurar o compensar los posibles impactos ambientales adversos anticipados durante la ejecución del proyecto de investigación. Este PMA servirá como herramienta para las acciones de prevención y mitigación, incluyendo la puesta en marcha de los siguientes programas:

- Programa de mitigación y prevención de impactos ambientales.
- Programa de monitoreo ambiental.
- Programa de prevención y mitigación de los impactos ambientales

Se realizaron la identificación y evaluación de los impactos ambientales con el fin de determinar los efectos más relevantes. A partir de esta evaluación, Se propusieron acciones de mitigación para disminuir los efectos adversos y, en su caso, potenciar los efectos positivos previamente anticipados.

## Factores ambientales físicos

### Afectación de la calidad del agua

Impactos negativos identificados del factor agua

Impactos negativos identificados	Actividades para desarrollar la prevención y mitigación
La mezcla del agua con los componentes en estudio, pueden ser perjudicial para los humanos	Es importante limitar el uso de agua para prevenir su desperdicio

## Calidad del aire

Impactos negativos identificados del factor aire

<b>Impactos negativos identificados</b>	<b>Actividades para desarrollar la prevención y mitigación</b>
La pulverización de las conchas de abanico y el mezclado de nanotubo y conchas de abanico generan polvo y partículas suspendidas. Este fenómeno ocurre durante el proceso de mezclado, donde se levanta polvo. Además, durante el transporte, estas partículas se liberan al aire, contribuyendo a la contaminación ambiental.	Es importante tomar precauciones durante el proceso de mezclado para la fabricación del mortero con el fin de reducir al mínimo la emisión de polvo.

## Ruido

Impactos negativos identificados del factor ruido

<b>Impactos negativos identificados</b>	<b>Actividades para desarrollar la prevención y mitigación</b>
Estos ruidos pueden surgir durante la pulverización de las conchas de abanico y el proceso de chancado, lo que puede resultar molesto para las personas que se encuentran cerca del área.	El personal a cargo de las labores de pulverización debe utilizar dispositivos de protección auditiva, como protectores para los oídos.

## Factores medio social y cultural

- **Humano**

Impactos positivos identificados del factor humano

<b>Impactos positivos identificados</b>
La producción de materiales como el mortero utilizando estos componentes en estudio se traduce en una mejora en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

- **Social y Cultural**

Impactos positivos identificados del factor social y cultural

Impactos positivos identificados
Mejorar el mortero convencional mediante la adición de diversos porcentajes de componentes conlleva beneficios como la generación de empleo. Esto impulsará la utilización de este tipo de mortero y fomentará la adopción de estas nuevas técnicas en otros lugares, lo que permitirá conocer nuevas culturas.

- **Económico**

Impactos positivos identificados del factor económico

Impactos positivos identificados	Impactos positivos identificados
Producir productos como el mortero con cemento aluminoso y nanotubos de grafeno traerá ingresos a los habitantes de la zona.	La producción de mortero en esta área beneficia a la comunidad al generar ingresos para los habitantes que están directa o indirectamente involucrados en esta actividad.

### Plan de Compensación

La compensación ambiental se emplea como una estrategia para conservar los recursos naturales cuando los impactos negativos no pueden evitarse, mitigarse o rehabilitarse. En estos casos inevitables, se busca compensar los daños naturales por otros de igual valor. Aunque para este proyecto no se requiere un plan de compensación ambiental, dado que todos los posibles impactos negativos pueden ser controlados o mitigados. Por ejemplo, los residuos generados durante la fabricación de adobes, mencionados en la sección de pasivos ambientales, serán gestionados para minimizar su impacto. Se contempla su eliminación y transporte a un vertedero designado por la autoridad local, en este caso, el vertedero de Reque.

## Conclusiones

- Se determina que el área de estudio abarcará el distrito de Chiclayo, mediante una extensión que se extiende hasta la región de Lambayeque. Además, se consideran las particularidades inherentes al estudio, las cuales reflejan el entorno de la economía, social y político del distrito, aspectos que serán cruciales para la evaluación de impacto ambiental, dado su vínculo directo con los factores humanos, la flora, la fauna y el medio ambiente.
- En este estudio, se llevó a cabo la evaluación del impacto ambiental centrada en la fase de fabricación del mortero, que arrojó un resultado positivo con un puntaje ponderado de 647.
- Las precauciones se centran básicamente en la producción de los elementos añadidos al mortero, así como en la elaboración del propio mortero. Estas medidas se basan generalmente en la utilización de equipos de protección personal (EPP), como gafas protectoras y mascarillas para la protección de los ojos y las vías respiratorias. Esto se debe a que durante estos procesos se manipulan sustancias solubles ácidas que, en grandes cantidades, pueden ser perjudiciales para la salud. En el caso de la elaboración del mortero, se presta especial atención a la emisión de polvo y la dispersión de partículas que salen de los componentes utilizados durante el mezclado.
- Los criterios de evaluación de la contaminación ambiental se centran generalmente en el seguimiento de la contaminación del aire, que se produce principalmente durante la pulverización de las conchas de abanico y la fabricación del mortero.
- Basándonos en la evaluación de impacto ambiental que se realizó mediante la metodología de la Matriz de Leopold, las actividades más impactantes son la pulverización de conchas de abanico, con una calificación ponderada final de -32, y el análisis de los materiales convencionales, con una calificación ponderada de -6.
- Los elementos ambientales más perjudicados son el factor aire, particularmente en lo que respecta a la calidad de aire (polvo), con un valor promedio ponderado de -213, y el nivel de ruido, con un promedio ponderado de -104. En el aspecto humano, el componente estético y paisajístico y el factor calidad de vida presentan una ponderación negativa de -60 y -42 respectivamente. No obstante, los aspectos económicos y sociales resultaron ser los más favorecidos.

### Análisis económico

Se realizó un análisis de costos unitarios con el fin de determinar el costo de fabricación de un metro cubico de mortero convencional y mortero con las variables propuestas en esta investigación, cuyo fin es dar a conocer que tan rentable es para el contratista emplear este tipo de mortero teniendo en cuenta que aportará un mejoramiento en la resistencia de un muro de albañilería en construcción de edificaciones. A continuación, se tienen los siguientes costos unitarios analizados para cada dosificación propuesta:

### Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero convencional

Tabla 74. Costo unitario de un metro cubico de mortero convencional.

PARTIDA : MORTERO CONVENCIONAL							
Rendimiento		m3/día	5				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	KG/M3	CUADRILLA	CANT/M3	PRECIO (\$)	TOTAL (\$)
<b>Materiales</b>							<b>290.17</b>
1	Cemento	Bls	416.7828		9.81	25.06	245.75
2	Agregado fino	m3	1271.4659		1.00	42.37	42.37
3	Agua	m3	333.4262		0.33	6.14	2.05
<b>Mano de obra</b>							<b>60.10</b>
1	Operario	HH		1	1.60	27.71	44.34
2	Peón	HH		0.5	0.80	19.71	15.77
<b>Herramientas</b>							<b>3.01</b>
1	Herramientas 5% de la M.O				0.05	60.104	3.01
<b>TOTAL DE COSTO DE 1 M3 DE MORTERO CONVENCIONAL</b>							<b>353.28</b>

Fuente: Propia

El costo de un metro cubico de mortero convencional estaría costando un monto de S/.353.28.

### Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 2% C.A.

Tabla 75. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 2%C.A.

PARTIDA: MORTERO CON 2% CA.							
Rendimiento		m3/día					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	KG/M3	CUADRILLA	CANT/M3	PRECIO (\$)	TOTAL (\$)
<b>Materiales</b>							<b>1,285.54</b>
1	Cemento	Bls	408.4471		9.61	25.06	240.84
2	Agregado fino	m3	1271.4659		1.00	42.37	42.37
3	Agua	m3	333.4262		0.33	6.14	2.05
4	2% CA	kg	8.3357		8.34	120	1,000.28
<b>Mano de obra</b>							<b>60.10</b>
1	Operario	HH		1	1.60	27.71	44.34
2	Peón	HH		0.5	0.80	19.71	15.77
<b>Herramientas</b>							<b>3.01</b>
1	Herramientas 5% de la M.O				0.05	60.104	3.01
<b>TOTAL DE COSTO DE 1 M3 DE MORTERO CON 2% CA.</b>							<b>1,348.64</b>

Fuente: Propia

El costo de 1 m3 de mortero con 2% C.A. estaría costando un monto de S/.1348. 64.

### Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 4% C.A.

Tabla 76. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 4%C.A.

PARTIDA: MORTERO CON 4% CA.							
Rendimiento		m3/día					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	KG/M3	CUADRILLA	CANT/M3	PRECIO (S)	TOTAL (S)
<b>Materiales</b>							<b>2,280.90</b>
1	Cemento	Bls	400.1115		9.41	25.06	235.92
2	Agregado fino	m3	1271.4659		1.00	42.37	42.37
3	Agua	m3	333.4262		0.33	6.14	2.05
4	4% CA	kg	16.6713		16.67	120	2,000.56
<b>Mano de obra</b>							<b>60.10</b>
1	Operario	HH		1	1.60	27.71	44.34
2	Peón	HH		0.5	0.80	19.71	15.77
<b>Herramientas</b>							<b>3.01</b>
1	Herramientas 5% de la M.O				0.05	60.104	3.01
<b>TOTAL DE COSTO DE 1 M3 DE MORTERO CON 4% CA.</b>							<b>2,344.01</b>

Fuente: Propia

El costo de 1 m3 de mortero con 4% C.A. estaría costando un monto de S/.2344.01.

### Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 6% C.A.

Tabla 77. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 6%C.A.

PARTIDA: MORTERO CON 6% CA.							
Rendimiento		m3/día					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	KG/M3	CUADRILLA	CANT/M3	PRECIO (S)	TOTAL (S)
<b>Materiales</b>							<b>3,276.26</b>
1	Cemento	Bls	391.7758		9.22	25.06	231.01
2	Agregado fino	m3	1271.4659		1.00	42.37	42.37
3	Agua	m3	333.4262		0.33	6.14	2.05
4	6% CA	kg	25.0070		25.01	120	3,000.84
<b>Mano de obra</b>							<b>60.10</b>
1	Operario	HH		1	1.60	27.71	44.34
2	Peón	HH		0.5	0.80	19.71	15.77
<b>Herramientas</b>							<b>3.01</b>
1	Herramientas 5% de la M.O				0.05	60.104	3.01
<b>TOTAL DE COSTO DE 1 M3 DE MORTERO CON 6% CA.</b>							<b>3,339.37</b>

Fuente: Propia

El costo de 1 m3 de mortero con 6% C.A. estaría costando un monto de S/.3339.37.

### Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 2% N.G.

Tabla 78. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 2%N.G.

PARTIDA: MORTERO CON 2% NG.							
Rendimiento		m3/día					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	KG/M3	CUADRILLA	CANT/M3	PRECIO (S)	TOTAL (S)
<b>Materiales</b>							<b>6,953.78</b>
1	Cemento	Bls	408.4471		9.61	25.06	240.84
2	Agregado fino	m3	1271.4659		1.00	42.37	42.37
3	Agua	m3	333.4262		0.33	6.14	2.05
4	2% NG	kg	8.3357		8.34	800	6,668.52
<b>Mano de obra</b>							<b>60.10</b>
1	Operario	HH		1	1.60	27.71	44.34
2	Peón	HH		0.5	0.80	19.71	15.77
<b>Herramientas</b>							<b>3.01</b>
1	Herramientas 5% de la M.O				0.05	60.104	3.01
<b>TOTAL DE COSTO DE 1 M3 DE MORTERO CON 2% NG.</b>							<b>7,016.89</b>

Fuente: Propia

El costo de 1 m3 de mortero con 2% N.G. estaría costando un monto de S/.7016.89.

### Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 4% N.G.

Tabla 79. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 4%N.G.

PARTIDA: MORTERO CON 4% NG.							
Rendimiento		m3/día					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	KG/M3	CUADRILLA	CANT/M3	PRECIO (S)	TOTAL (S)
<b>Materiales</b>							<b>13,617.39</b>
1	Cemento	Bls	400.1115		9.41	25.06	235.92
2	Agregado fino	m3	1271.4659		1.00	42.37	42.37
3	Agua	m3	333.4262		0.33	6.14	2.05
4	4% NG	kg	16.6713		16.67	800	13,337.05
<b>Mano de obra</b>							<b>60.10</b>
1	Operario	HH		1	1.60	27.71	44.34
2	Peón	HH		0.5	0.80	19.71	15.77
<b>Herramientas</b>							<b>3.01</b>
1	Herramientas 5% de la M.O				0.05	60.104	3.01
<b>TOTAL DE COSTO DE 1 M3 DE MORTERO CON 4% NG.</b>							<b>13,680.50</b>

Fuente: Propia

El costo de 1 m3 de mortero con 4% N.G. estaría costando un monto de S/.13680.50.

### Análisis de costo unitario de un metro cubico de mortero con 6% N.G.

Tabla 80. Costo unitario de un metro cubico de mortero con 6%N.G.

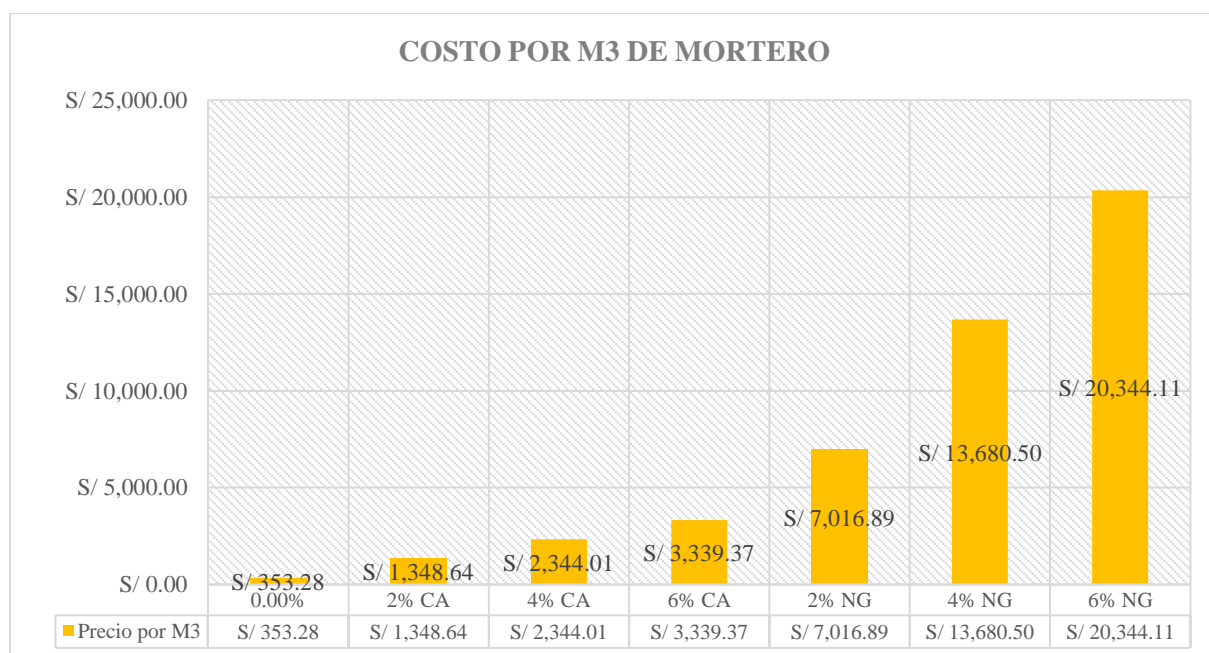
PARTIDA: MORTERO CON 6% NG.							
Rendimiento m3/día							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	KG/M3	CUADRILLA	CANT/M3	PRECIO (S/)	TOTAL (S/)
<b>Materiales</b>							<b>20,281.00</b>
1	Cemento	Bls	391.7758		9.22	25.06	231.01
2	Agregado fino	m3	1271.4659		1.00	42.37	42.37
3	Agua	m3	333.4262		0.33	6.14	2.05
4	6% NG	kg	25.0070		25.01	800	20,005.57
<b>Mano de obra</b>							<b>60.10</b>
1	Operario	HH		1	1.60	27.71	44.34
2	Peón	HH		0.5	0.80	19.71	15.77
<b>Herramientas</b>							<b>3.01</b>
1	Herramientas 5% de la M.O				0.05	60.104	3.01
<b>TOTAL DE COSTO DE 1 M3 DE MORTERO CON 6% NG.</b>							<b>20,344.11</b>

Fuente: Propia

El costo de 1 m<sup>3</sup> de mortero con 6% N.G. estaría costando un monto de S/.20 344.11.

### Costo por un metro cubico de mortero para cada dosificación

Gráfica 24. Resumen del costo por m<sup>3</sup> de mortero.



Fuente: Propia

De la gráfica 24, se puede apreciar que los costos de un mortero convencional resultan más económicos que los morteros empleados con estos componentes, siendo los más caros los constituidos por los porcentajes con nanotubo de grafeno, mientras más porcentaje contiene es más caro, al igual que las de concha de abanico pulverizadas, sin embargo, estos presentan una mejor resistencia a la compresión.

### **Discusión de resultados**

A partir de los ensayos y resultados obtenidos en esta investigación, se confirma la hipótesis planteada, que sugiere una mejora en la resistencia mecánica del mortero al incorporar conchas de abanico pulverizadas y nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento. Los resultados indican que al añadir un 2% de conchas de abanico pulverizadas y un 6% de nanotubo de grafeno a la mezcla del mortero, se logró una resistencia a la compresión superior en cubos, así como una mayor resistencia a la compresión diagonal y un peso unitario más alto en comparación con el mortero convencional. Por otro lado, se observó que la resistencia a la compresión axial en pilas fue más favorable para el mortero que contenía un 6% de conchas de abanico pulverizadas y un 4% de nanotubo de grafeno, aunque la adherencia a cizalle en prismas fue mejor para el mortero convencional. En cuanto a las propiedades físicas como la fluidez, absorción y humedad, se obtuvieron resultados mínimos para el mortero que contenía un 2% de conchas de abanico pulverizadas y un 6% de nanotubo de grafeno.

### **Ensayos realizados al agregado fino**

Se realizaron las pruebas correspondientes para el análisis del agregado fino que se empleó en el mortero, del cual se obtuvo un porcentaje de humedad del 0.69%, de la granulometría se obtuvo un módulo de fineza de 2.726, Los resultados se encuentran dentro del rango sugerido por la Norma E.070, que establece un límite entre 1.6 y 2.5. Además, el porcentaje retenido en las mallas no supera el 50%, por ende, el porcentaje que pasa es de 26.9% y está dentro de los parámetros de 10% a 35 % de la norma mencionada. Se obtuvo un peso específico de 2.607 g/cm<sup>3</sup>, y un porcentaje de absorción de 0.31%. El peso unitario suelto húmedo del agregado empleado fue de 1529 kg/cm<sup>3</sup> y un peso unitario suelto seco de 1516 kg/m<sup>3</sup>. Asimismo, se obtuvo el peso unitario suelto húmedo comprendió 1709 kg/cm<sup>3</sup> y peso unitario compactado seco de 1694 kg/m<sup>3</sup>. Así pues, este agregado fino cumplió con los criterios necesarios, lo que permitió su adecuado uso para la fabricación del mortero.

### **Ensayos elaborados a la unidad de albañilería**

En cada prueba llevada a cabo con la unidad de albañilería empleada en este estudio, se determinó que el ladrillo pertenecía al tipo IV con medida promedio de 238.400mm x 128.507mm x 87.451mm. Esto garantizó su uso apropiado en los ensayos de prismas, muretes y adherencia de albañilería, además todos los resultados obtenidos cumplieron los parámetros indicados en la norma E.070, los cuales se detalla en la sección de resultados.

Tabla 81. Resultados de ensayos realizados a la unidad de albañilería elegida.

LADRILLO KINK KONG 30% VACIO					
ENSAYOS	U.M	MARCA "Cerámicos Lambayeque"			CLASE
Variación de las dimensiones	%	0.6667	1.1486	2.8322	Ladrillo IV
Alaveo	mm	1.7			Ladrillo IV
Porcentaje de vacíos	%	30.33			Ladrillo IV
Succión	gr	296.68			Ladrillo IV
Porcentaje de absorción	%	12.4			Ladrillo IV
Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	164			Ladrillo IV

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82. Parámetros de la unidad de albañilería según norma E.070.

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)

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones [1]

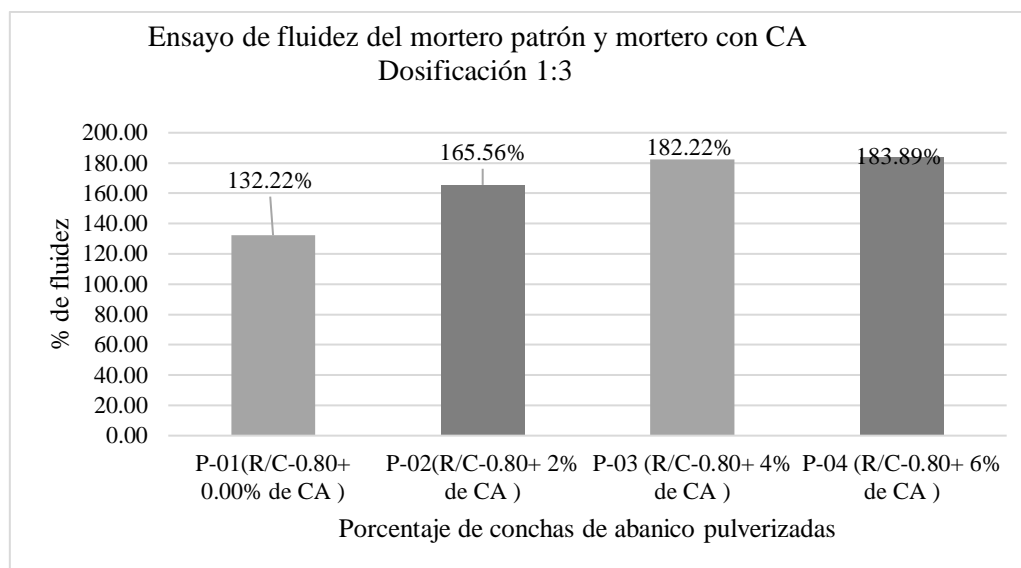
De este modo, se observa que los resultados obtenidos en los ensayos de la unidad de albañilería, si cumplen en comparación a los parámetros que plantea la norma E.070 Albañilería, por ende, es un ladrillo de alta resistencia y durabilidad calificado para construir viviendas de albañilería rigurosa.

### Ensayos del mortero en estado fresco

#### Ensayo de fluidez del mortero

A continuación, se aprecia barras de comparación para evaluar la fluidez de las diversas mezclas de mortero elaboradas con la incorporación de conchas de abanico, por lo cual se encontró que la mezcla que contenía un 2% de conchas de abanico mostró una fluidez con valor de 165.56% con respecto al mortero convencional.

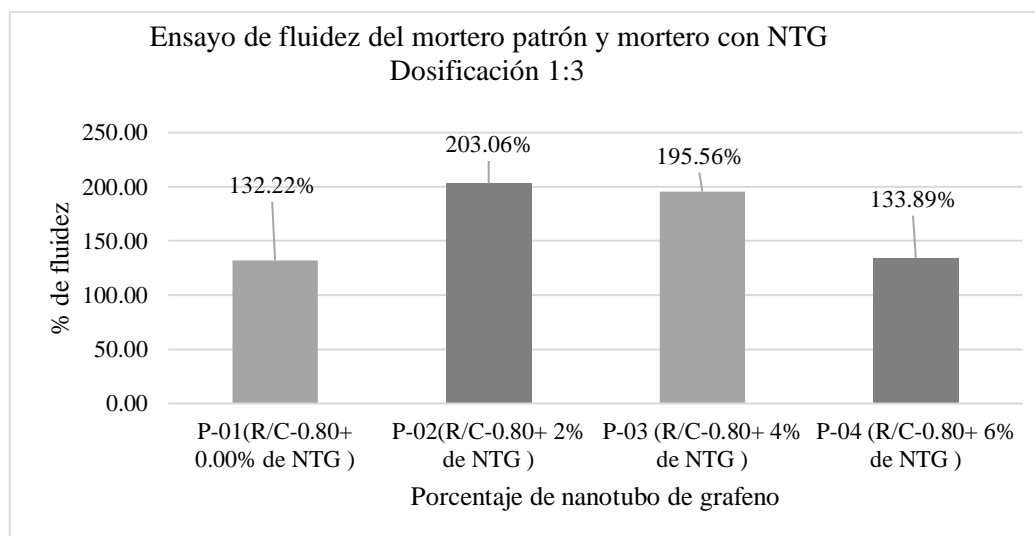
Gráfica 25. Resultados de fluidez del mortero con adición de conchas de abanico



Fuente: Elaboración propia

Se aprecia barras de comparación para evaluar la fluidez de las diversas mezclas de mortero elaboradas con la incorporación de nanotubo de grafeno, por lo cual se encontró que la mezcla que contenía un 6% de nanotubo de grafeno mostró una fluidez con un valor de 133.89%. con respecto al mortero convencional.

Gráfica 26. Resultados de fluidez del mortero con adición de nanotubo de grafeno



Fuente: Elaboración propia

Tabla 83. Parámetros de porcentaje de fluidez.

Comparación de los resultados				
% Fluidez (mesa de Flujo)	Consistencia	Tipo de Estructura	Condiciones de Colocación	Sistema de colocación
80-100	Dura (seca)	Reparaciones, recubrimiento de tuneles, galerías, pantallas de cimentación, pisos	Sección sujetas a vibración	Proyección neumática, con vibradores de formaleta
100-120	Media (plástica)	Pega de mampostería, baldosas y revestimientos	Sin vibración	Manual con paletas
120-150	Fluida (húmeda)	Rellenos de mampostería estructural, morteros autonivelantes para pisos	Sin vibración	Manual, bombeo, inyección

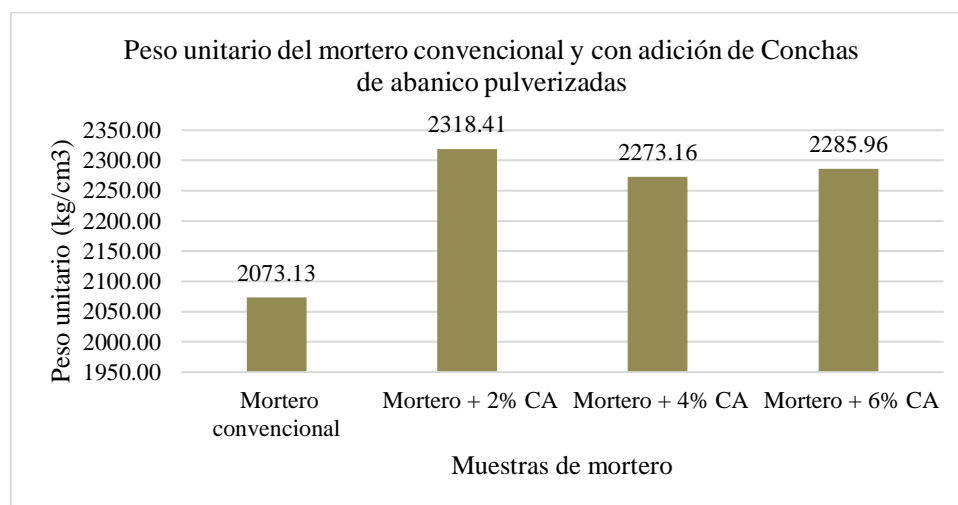
Fuente: Normativa de fluidez para morteros.

De acuerdo a la comparación de los porcentajes de fluidez de cada muestra ensayada, se considera que la fluidez está dentro de los parámetros de la norma especificada, la cual sugiere sea más de 120% que es seleccionada para rellenos de mampostería, morteros autonivelantes para pisos, por ende, son los muros portantes.

### Ensayo de peso unitario del mortero

Se aprecia barras de comparación para evaluar el peso unitario de las mezclas de mortero elaboradas con la incorporación de conchas de abanico, por lo cual se encontró que la mezcla que contenía un 2% de conchas de abanico mostró el mayor peso unitario, registrando un valor de 2318.41 kg/m<sup>3</sup> con respecto al mortero convencional.

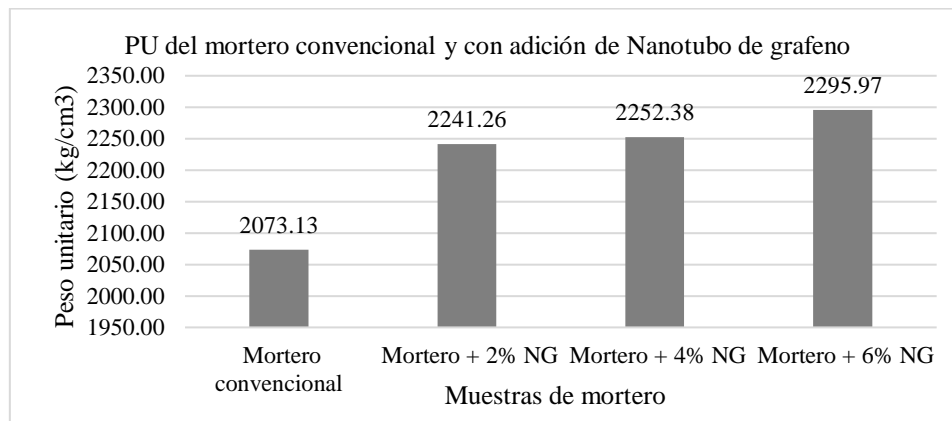
Gráfica 27. Resultados de peso unitario del mortero convencional y con adición de Conchas de abanico pulverizada.



Fuente: Elaboración propia

Se evalúa en la gráfica 28, el peso unitario de las mezclas de mortero elaboradas con la incorporación de nanotubo de grafeno, por lo cual se encontró que la mezcla que contenía un 6% de nanotubo de grafeno dio el mayor peso unitario, registrando un valor de 2295.97 kg/m<sup>3</sup>.

Gráfica 28. Resultados de PU del mortero patrón y con adición de Nanotubo de grafeno.



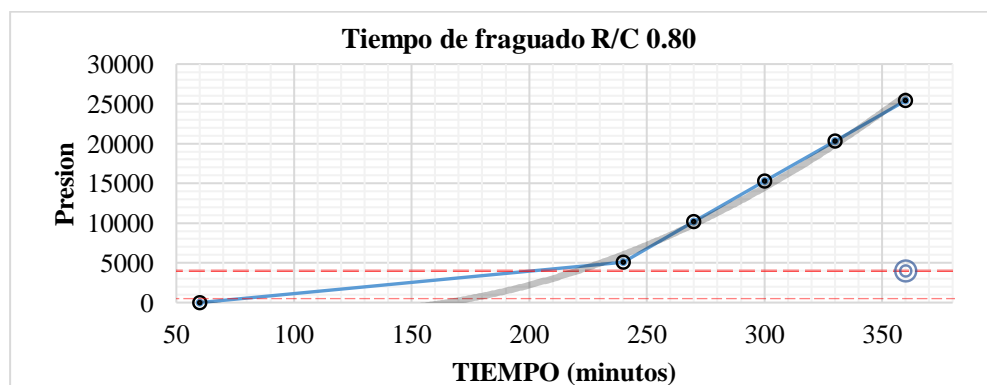
Fuente: Elaboración propia

Considerando que el peso unitario de un mortero varía de 2000 kg/m<sup>3</sup> a más, dependiendo del diseño del mortero, ya sea del agregado o la relación agua/cemento. Por ende, se define que los resultados obtenidos de las muestras estudiadas, cumplen con el parámetro requerido.

### Ensayo del tiempo de fraguado del mortero

De los resultados obtenidos para este ensayo, se observó que al inicio no hubo penetración en 60 min, mientras que al final del período de 360 minutos, se registró una penetración de 50 mm. Los datos mostraron una tendencia creciente en la gráfica, indicando que el tiempo total de fraguado del mortero fue de 360 min o 6 horas. Por otro lado, la norma del capítulo de morteros indica que el tiempo de fraguado final e inicial de un mortero están entre 2 a 24 horas, dependen de la composición de la mezcla y de las condiciones ambientales. Por ende, el tiempo de fraguado del mortero estudiado está dentro de los parámetros de lo que indica la norma.

Gráfica 29. Resultado de tiempo de fraguado del mortero.

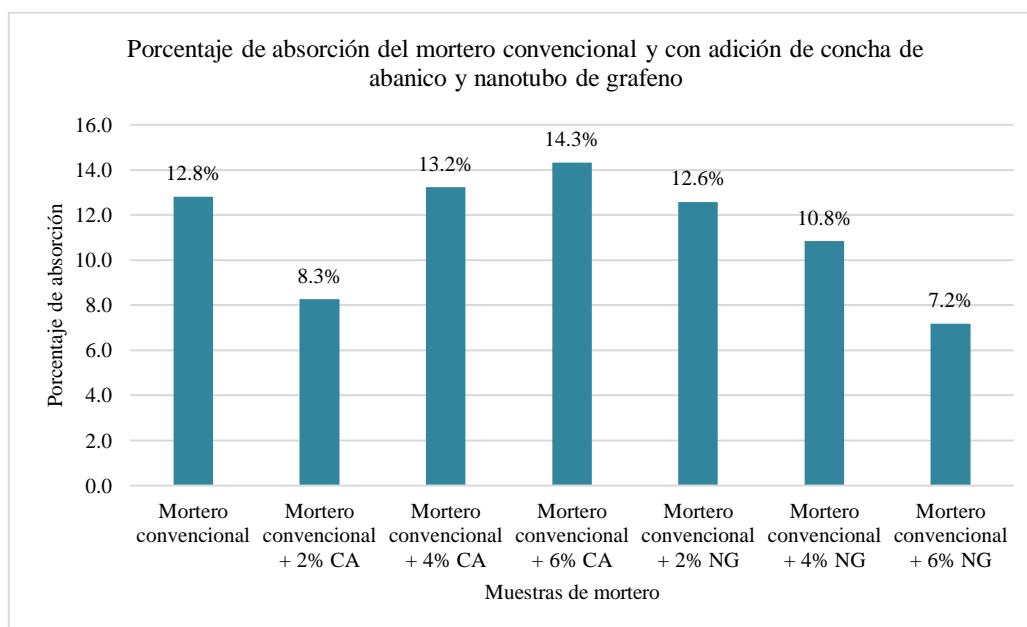


Fuente: Elaboración propia

### Ensayo del porcentaje de absorción del mortero

Los resultados del ensayo de absorción revelaron que, para el mortero convencional, la muestra saturada pesaba 308 g, mientras que la muestra seca pesaba 273 g, lo que resultó en un porcentaje de absorción del 12.8%. Por otro lado, la adición de conchas de abanico al 6% mostró el mayor porcentaje de absorción, con un 14.3%. En cuanto a las adiciones de nanotubo de grafeno, el mayor valor se registró en el 2% de NG, con un 12.6% de absorción. La gráfica muestra las variaciones en los porcentajes de absorción entre las diferentes muestras de mortero, tanto convencionales como aquellas con adiciones estudiadas en esta investigación.

*Gráfica 30. Resultados de porcentaje de absorción del mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.*



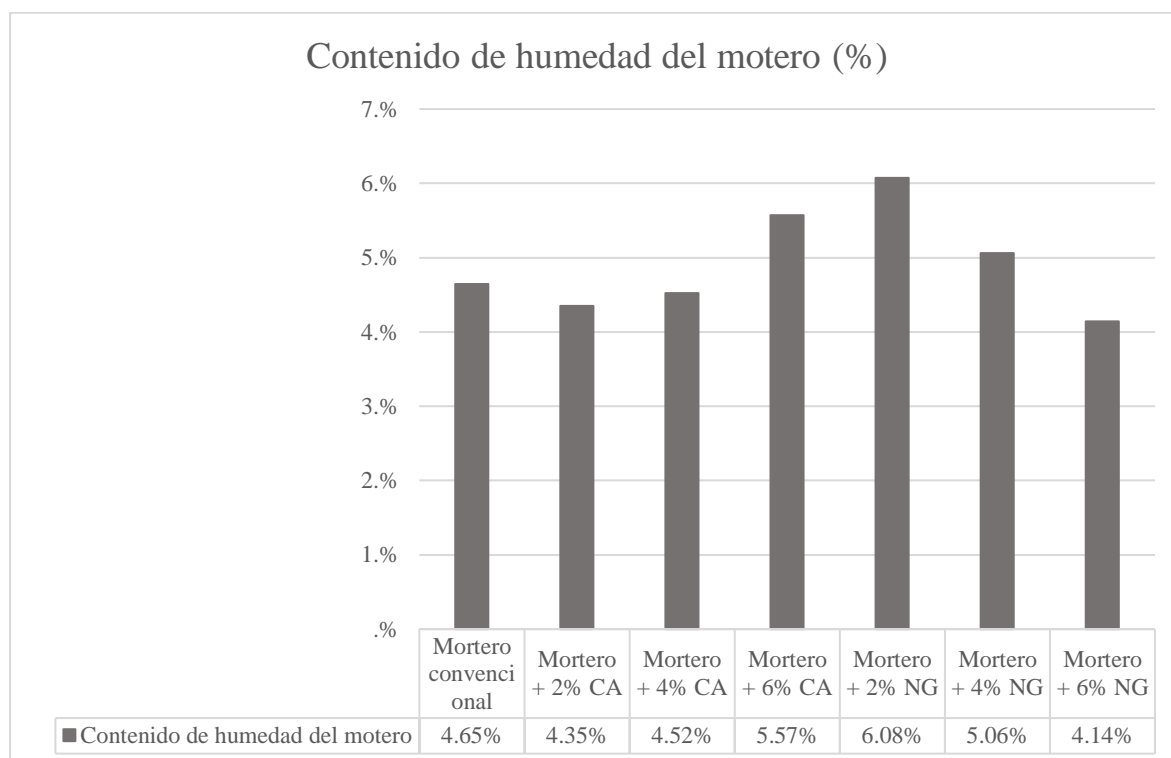
Fuente: Elaboración propia

### Ensayo del contenido de humedad del mortero

De los resultados de este ensayo de contenido de humedad, se observó que el mortero convencional tenía un promedio de humedad del 4.65%, mientras que la muestra con un 2% de conchas de abanico tenía un 4.35%, la muestra con un 4% de conchas de abanico tenía un 4.52% y la muestra con un 6% de conchas de abanico presentó un 5.57% de humedad.

Los resultados de este ensayo de contenido de humedad revelaron que, para el mortero con la adición de nanotubo de grafeno, la muestra con un 2% de NG registró un 6.08% de humedad, mientras que la muestra con un 4% de NG tuvo un 5.06% y la muestra con un 6% de NG presentó un 4.14% de humedad.

Gráfica 31. Resultados del contenido de humedad del mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.



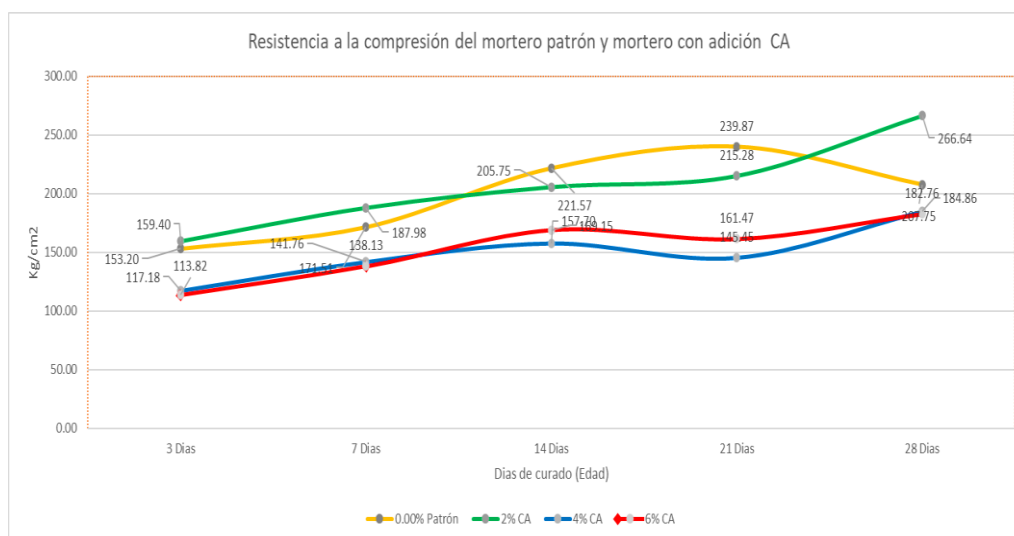
Fuente: Elaboración propia

## Ensayos del mortero en estado endurecido

### Ensayo de resistencia a la compresión del mortero en cubos

Se muestra una comparación entre la resistencia a compresión del mortero convencional y el mortero con adiciones de conchas de abanico en distintas proporciones. Se observaron resultados diversos, con curvas de resistencia que mostraron fluctuaciones en las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días. Cada muestra de mortero actuó de manera distinta a lo largo de los períodos mencionados. Del cual se observa que con adición del 2% de conchas de abanico a los 28 días dio significativamente una resistencia mayor de 266.64 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a compresión del mortero con adición del 4% de conchas de abanico, tuvo resistencias altas y bajas en el cual, a los 14 días dio una resistencia de 157.70 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que a los 21 días la resistencia baja a 145.45 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, a los 28 días la resistencia alcanzó a 184.86 kg/cm<sup>2</sup>; la resistencia a compresión del mortero con adición del 6% de conchas de abanico, también tuvo resistencias altas y bajas en el cual, a los 14 días obtuvo una resistencia de 169.15 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que a los 21 días la resistencia disminuye a 161.47 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, a los 28 días la resistencia llegó a alcanzar a 182.76 kg/cm<sup>2</sup>.

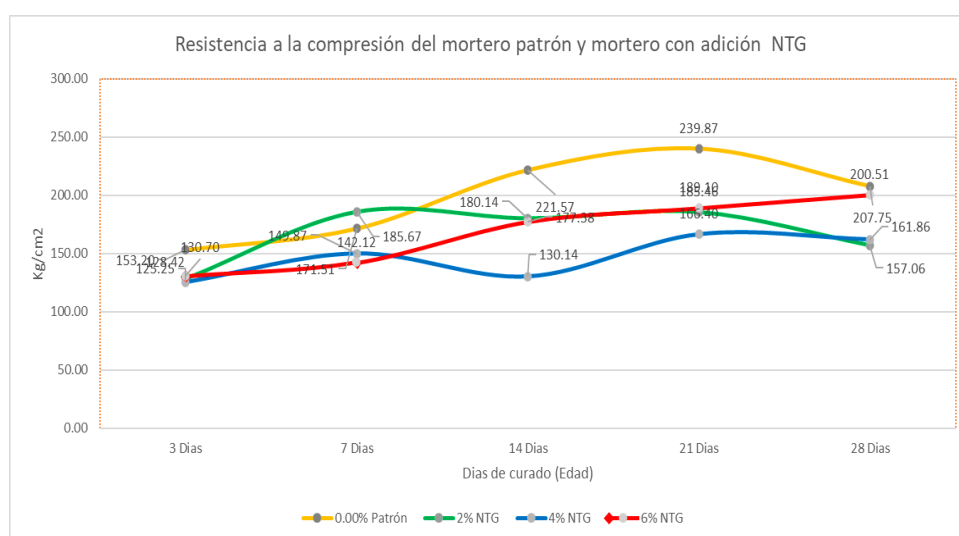
Gráfica 32. Resultados de la resistencia a la compresión del mortero convencional vs el mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas.



Fuente: Elaboración propia

La gráfica 33, compara la resistencia a compresión del mortero convencional con el mortero con adiciones de NG. Los resultados mostraron variaciones en las edades ensayadas. La resistencia a compresión del mortero con adición del 2% de NG, hubo resistencias altas y bajas por ello, a los 7 días obtuvo la mayor resistencia de 185.67 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días la resistencia disminuyó a 157.06 kg/cm<sup>2</sup>; de igual manera paso la resistencia a compresión del mortero con 4% de NG ya que, a los 21 días obtuvo una máxima resistencia de 166.40 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días la resistencia bajo a 161.86 kg/cm<sup>2</sup>; la resistencia a compresión del mortero con adición del 6% de NG a los 28 días hubo una mejor resistencia a compresión de 200.51 kg/cm<sup>2</sup>.

Gráfica 33. Resultados de resistencia a compresión del mortero convencional y con adición de nanotubo de grafeno.



Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que, entre el mortero convencional y los morteros con adiciones, la muestra con mayor resistencia a la compresión es el mortero con adición del 2% de conchas de abanico pulverizadas con un valor de 266.64 kg/cm<sup>2</sup> o 26.15 N/mm<sup>2</sup>, asimismo teniendo en consideración la norma técnica peruana (NTP 334.051), la cual sugiere que el rango máximo permisible entre 3 cubos de la misma edad de ensayo y de una misma tanda de mortero, es de 8.7% del promedio, por ello no debe ser superior a 2.9 MPa. De esta manera, al tener un valor promedio de 26.15 N/mm<sup>2</sup> calculado por el 8.7% se tiene un valor de 2.27 MPa, por ende, se define que los datos obtenidos de las muestras de mortero si cumplen con los requisitos de la norma establecida.

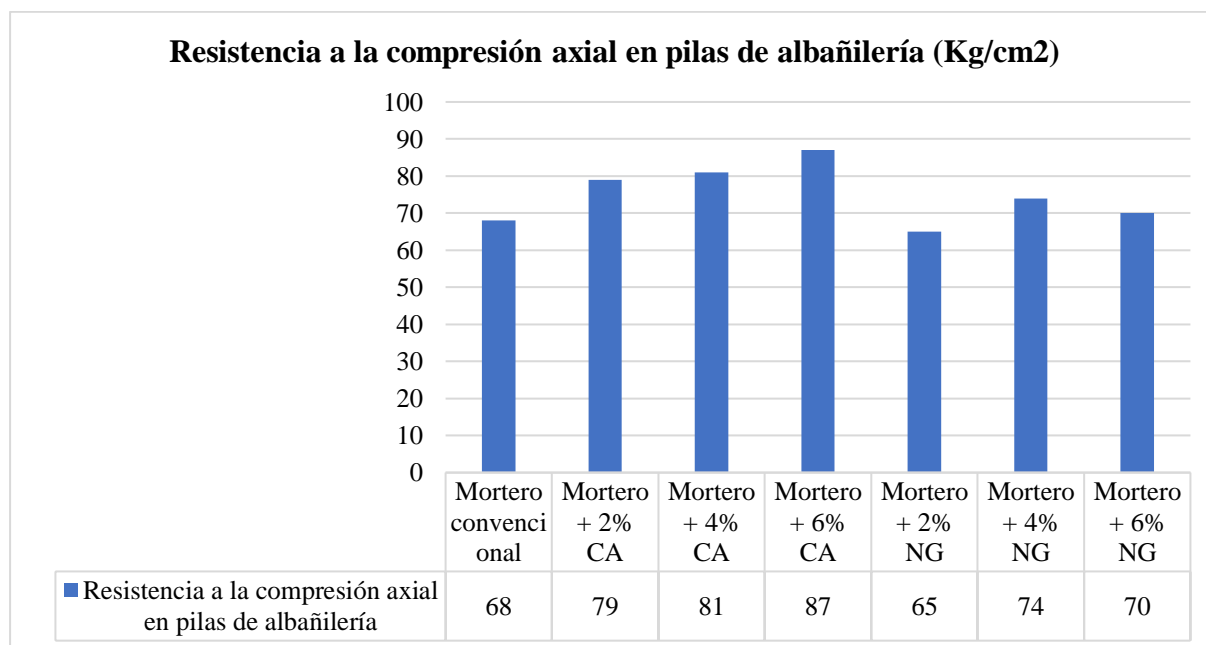
Cabe recalcar que en el análisis y evaluación de las muestras cúbicas especialmente en los morteros del 4% y 6% de conchas de abanico que se observa en la gráfica 32, sufren variaciones altas y bajas ya que, a los 21 días la resistencia a la compresión baja y a los 28 días nuevamente sube. De igual manera pasa con los morteros de 2% y 4% de nanotubo de grafeno que se puede observar en la gráfica 33, estos presentan variaciones altas y bajas de resistencia ya que, a los 14 días baja, a los 21 sube y a los 28 baja significativamente. Todas estas variaciones que sufren las muestras del 4% y 6% de CA y el 2% y 4% de NG, puede tener diferentes causas: Por falta de precisión al elaborar las muestras y por ello se puede generar como por ejemplo aire atrapado, o también por retrasos en la hidratación, ya que si la muestra contiene un alto % de absorción la hidratación puede retrasarse generando una variación de desarrollo de resistencia; otro motivo es que en el material de las conchas de abanico si se utiliza más porcentaje para sustituir parcialmente al cemento, la mezcla aumenta la propiedad de fluidez y esto también puede generar una variación de resistencia a los 21 días, en cambio para el nanotubo de grafeno pasa lo contrario si se usa más porcentaje de adición la resistencia en muestras cubicas va de forma creciente positivamente ya que, esta variable presenta propiedades diferentes a las propiedades de las conchas de abanico. Por último, en esta investigación para la elaboración de morteros se empleó el cemento Pacasmayo extraforte, el cual contiene adiciones minerales, y esto lleva a que la resistencia final se dé netamente a los 28 días, teniendo en consideración las fuentes investigadas.

### **Ensayo de resistencia a compresión axial en pilas de albañilería**

Los datos obtenidos de este experimento indicaron que la resistencia a la compresión del mortero varió significativamente con la adición de diferentes porcentajes de CA y NG. En el caso del mortero convencional, la resistencia fue de 68 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al agregar un 2%

de CA, la resistencia aumentó a 79 kg/cm<sup>2</sup>, para un 4% de CA fue de 81 kg/cm<sup>2</sup>, y para un 6% de CA fue de 87 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, al considerar los resultados promedio, la resistencia para el mortero convencional se mantuvo en 68 kg/cm<sup>2</sup>. Pero al agregar un 2% de NG, la resistencia disminuyó a 65 kg/cm<sup>2</sup>, para un 4% de NG aumentó a 74 kg/cm<sup>2</sup>, y finalmente, para un 6% de NG, fue de 70 kg/cm<sup>2</sup>.

*Gráfica 34. Resultados de la resistencia a la compresión axial en pilas para el mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.*



Fuente: Elaboración propia

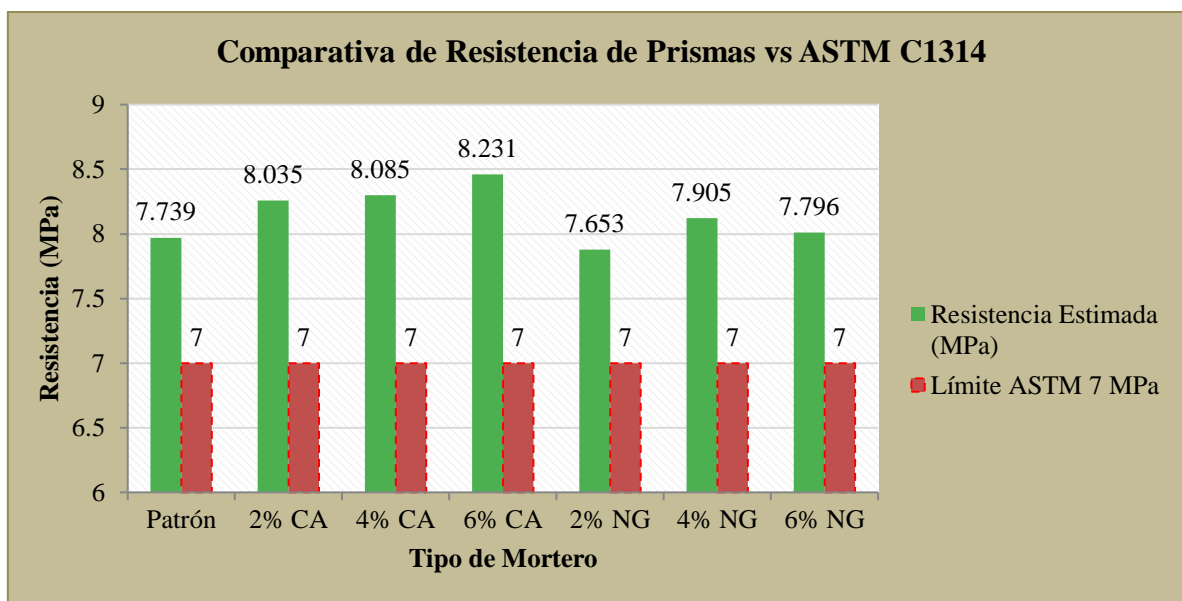
Para este ensayo se considera la norma ASTM C1314, la cual indica la resistencia a compresión del prisma de albañilería. De acuerdo a las consideraciones de la norma se da una comparación con los resultados obtenidos de las muestras estudiadas.

*Tabla 84. Comparativa — Estimación de Resistencia de Prismas y Evaluación ASTM C1314*

Mortero	fm (kg/cm <sup>2</sup> )	fm (MPa)	Ladrillo fb (Mpa)	f'm Estimado (MPa)	Requisito Referencial (≥ 7 MPa)	Cumple ASTM C1314
Patrón	68.00	6.67	16.072	7.739	≥ 7	✓ Cumple
2% CA	79.00	7.75	16.072	8.035	≥ 7	✓ Cumple
4% CA	81.00	7.94	16.072	8.085	≥ 7	✓ Cumple
6% CA	87.00	8.53	16.072	8.231	≥ 7	✓ Cumple
2% NG	65.00	6.37	16.072	7.653	≥ 7	✓ Cumple
4% NG	74.00	7.26	16.072	7.905	≥ 7	✓ Cumple
6% NG	70.00	6.86	16.072	7.796	≥ 7	✓ Cumple

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 35. Comparativa de Resistencia de Prismas vs ASTM C1314



Fuente: Elaboración propia

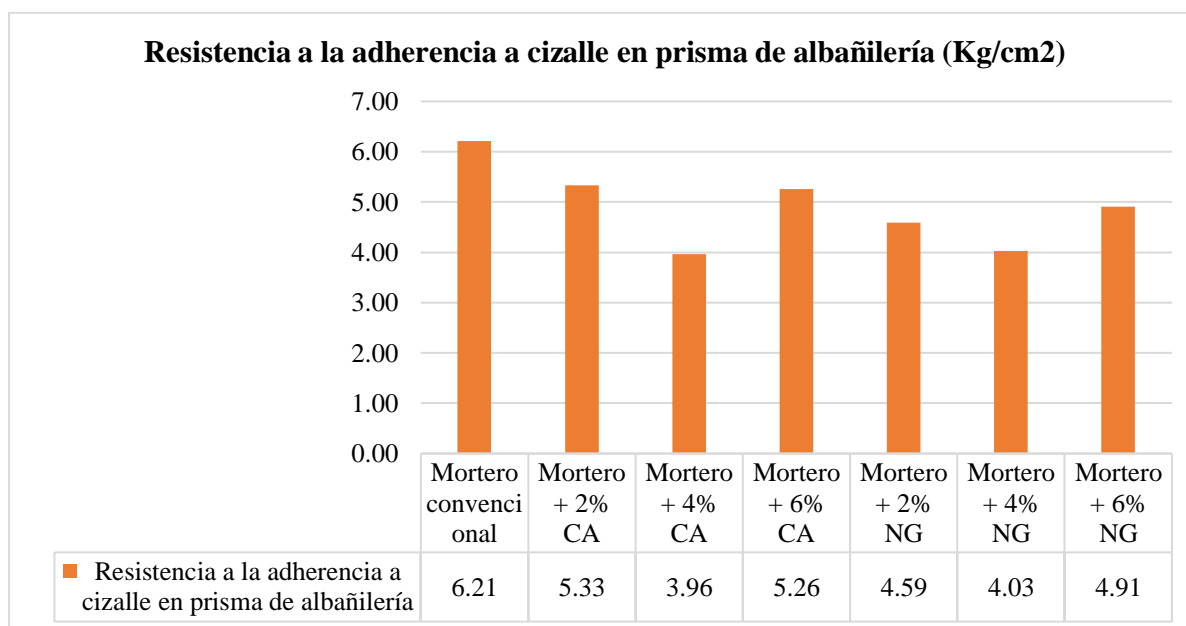
Según la comparación de la tabla 84 y la gráfica 35, el uso de conchas de abanico y nanotubos de grafeno tiene un efecto leve en la mejora de la resistencia estimada de los prismas, por ello, todos los valores estimados son comparables y válidos bajo los rangos que establece la ASTM C1314, ya que para ladrillos con 16.072 MPa y morteros entre 6-9 MPa, se espera que los prismas estén entre 7.8 y 8.5 MPa aproximadamente.

Asimismo, de acuerdo con la norma E.070, la resistencia requerida para la pila de albañilería f'm, debe ser de 65 kg/cm<sup>2</sup>.

### Ensayo de resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería

Los promedios obtenidos indicaron que, para el prisma convencional la resistencia fue de 6.21 kg/cm<sup>2</sup>. En contraste, para el prisma con adiciones, específicamente un 2% de CA, la resistencia promedio fue de 5.33 kg/cm<sup>2</sup>; para un 4% de CA, fue de 3.96 kg/cm<sup>2</sup>, y para un 6% de CA, alcanzó los 5.26 kg/cm<sup>2</sup>. Respecto a los prismas con adición de NG, se registraron los siguientes valores promedio: 4.59 kg/cm<sup>2</sup> para un 2% de NG, 4.03 kg/cm<sup>2</sup> para un 4% de NG y 4.91 kg/cm<sup>2</sup> para un 6% de NG.

Gráfica 36. Resultados de la resistencia a la adherencia en prismas para el mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.



Fuente: Elaboración propia

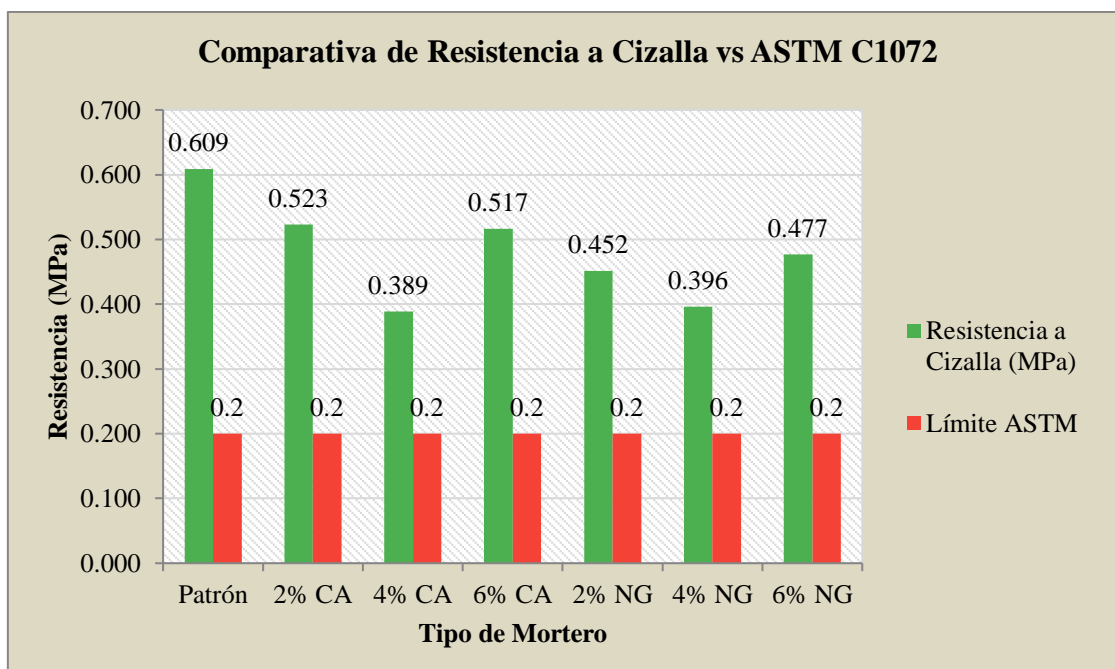
Se tiene en cuenta la norma ASTM C1072, que indica el ensayo de resistencia a la adherencia a cizalle en pilas de albañilería. Esta norma sostiene que no hay valor obligatorio ya que depende de los materiales a emplearse. Sin embargo, el rango mínimo aceptable es de  $\geq 0,2$  MPa, para una albañilería estructural normal. Teniendo en cuenta los conceptos e indicaciones de la norma indicada, se realiza una comparación entre los resultados obtenidos en los ensayos y lo que manda la norma.

Tabla 85. Comparativa de Resistencia a Cizalla vs ASTM C1072

Mortero	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia a Cizalla (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a Cizalla (MPa)	Requisito ASTM $\geq 0.2$ MPa	Cumple / No Cumple
Patrón	306	1900	6.209	0.609	0.2	✓ Cumple
2% CA	300	1600	5.333	0.523	0.2	✓ Cumple
4% CA	310	1230	3.968	0.389	0.2	✓ Cumple
6% CA	308	1623	5.269	0.517	0.2	✓ Cumple
2% NG	330	1520	4.606	0.452	0.2	✓ Cumple
4% NG	340	1373	4.038	0.396	0.2	✓ Cumple
6% NG	344	1673	4.863	0.477	0.2	✓ Cumple

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 37. Comparativa de Resistencia a Cizalla vs ASTM C1072



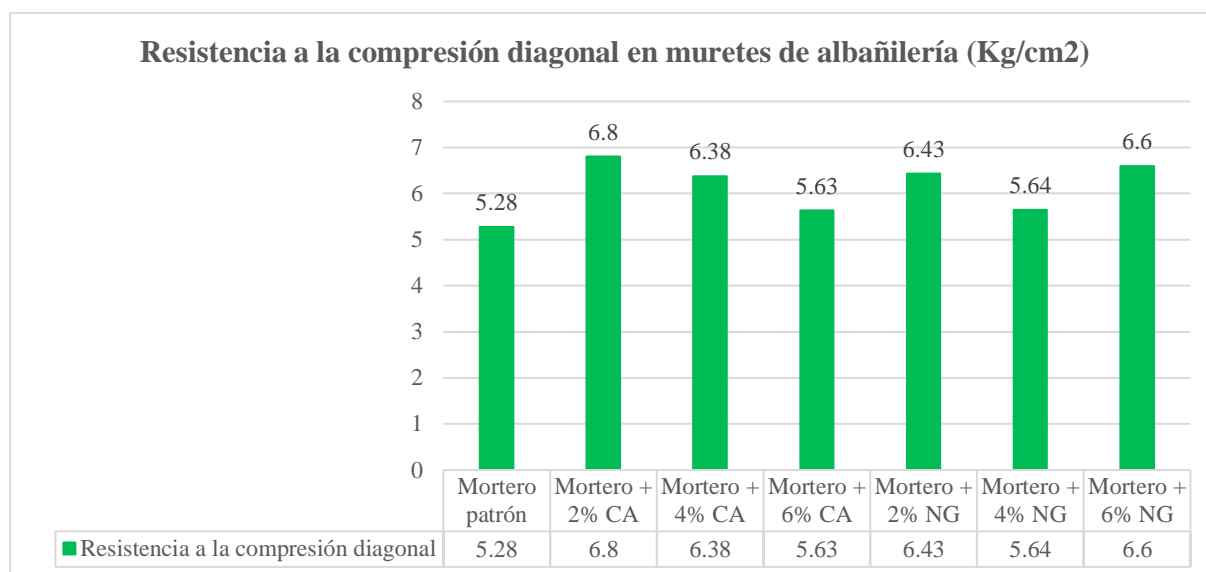
Fuente: Elaboración propia

Mediante la comparación de la tabla 85 y la gráfica 37, los resultados muestran que el mortero convencional y el mortero modificado con conchas de abanico (2%, 4%, 6%) logran resistencias adecuadas y cumplen con el requisito mínimo de 0,2 MPa establecido por la norma, demostrando buena adherencia entre ladrillo y mortero. Mientras que, en el caso del mortero con nanotubos de grafeno, las variantes al 2% y 4% presentaron resultados cercanos al límite de aceptación y podrían requerir ajustes en su dosificación o en su método de mezcla, sin embargo, la mezcla con 6% de nanotubos de grafeno superó el límite, mostrando mejor comportamiento.

### Ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería

A través de este experimento, se registró los siguientes resultados: para el mortero convencional, la resistencia fue de 5.28 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, para las mezclas con adiciones, se obtuvieron valores de 6.8 kg/cm<sup>2</sup> para un 2% de CA, 6.38 kg/cm<sup>2</sup> para un 4% de CA y 5.63 kg/cm<sup>2</sup> para un 6% de CA. En cuanto a los muretes con adiciones de NG, se observaron los siguientes promedios: 6.43 kg/cm<sup>2</sup> para un 2% de NG, 5.64 kg/cm<sup>2</sup> para un 4% de NG y 6.6 kg/cm<sup>2</sup> para un 6% de NG.

Gráfica 38. Resultados de la resistencia a la compresión diagonal en muretes para el mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno.



Fuente: Elaboración propia

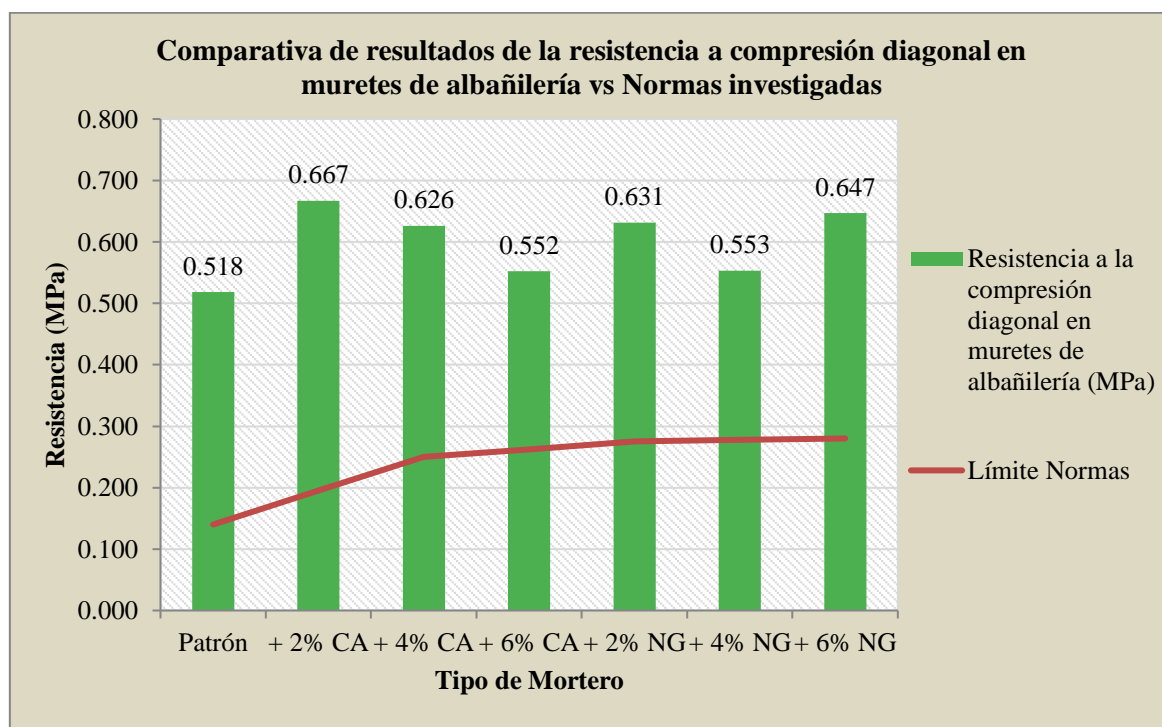
Se realiza la comparación entre los resultados obtenidos de las muestras estudiadas y los requerimientos de algunas normas a compresión diagonal en muretes.

Tabla 86. Comparativa de resultados de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería vs Normas investigadas.

Norma	Tipo de albañilería	Requisitos (valor mínimo) (Mpa)	Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería (MPa)						Cumple / No Cumple	
			Convencional	+ 2% CA	+ 4% CA	+ 6% CA	+ 2% NG	+ 4% NG		+ 6% NG
ACI 530	Mampostería estructural sin refuerzo (tipo de muro)	0.14 - 0.83	0.518	0.667	0.626	0.552	0.631	0.553	0.647	✓ Cumple
NSR-10 (Colombia)	Albañilería estructural con refuerzo	≥ 0.25								✓ Cumple
NCh2123 (Código sísmico de Chile)	Albañilería confinada	≥ 0.275								✓ Cumple
Norma E.070 (Perú)	Albañilería confinada de ladrillo	≥ 0.28								✓ Cumple
ASTM E519	No establece un mínimo específico									Referencial

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 39. Comparativa de resultados de la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería vs Normas investigadas.



Fuente: Elaboración propia

Considerando los valores en la tabla 86 y gráfica 39 son un reflejo directo de la calidad de los materiales empleados, el tipo de mortero utilizado y la calidad de la ejecución en la junta de albañilería.

Al comparar estos resultados con diversas normativas internacionales, se observa que, los valores adquiridos cumplen satisfactoriamente con los rangos establecidos en las normas de ACI 530, NSR-10, NCh2123, Norma E.070 y ASTM E519. Asimismo, cualquier variación de las estudiadas tendría a ser usado para aplicaciones estructurales, por ende, se evidencia la importancia de considerar la calidad del mortero y su adherencia, ya que variaciones mínimas en la dosificación o en el proceso de curado pueden tener un impacto significativo sobre la capacidad de corte de las estructuras de albañilería.

Además, el comportamiento observado en el murete sugiere que, si bien la configuración del sistema de albañilería cumple con varias normativas internacionales, es imprescindible evaluar la compatibilidad con las normas locales, especialmente si se busca garantizar la seguridad estructural en contextos sísmicos o de cargas considerables.

## Conclusiones

- Respecto a la evaluación de los resultados de los ensayos, se llega a la conclusión que el agregado tuvo un módulo de fineza de 2.726, por ende, se empleó todo el material de agregado que pasó por la malla N° 100, además su granulometría cumple con las especificaciones de la norma E.070. Por esta razón, sus propiedades fueron consideradas para llevar a cabo los ensayos físicos y mecánicos de albañilería para verificar su viabilidad.
- En esta investigación se estableció una dosificación cemento: arena de 1:3 para el mortero convencional y la relación agua/cemento (a/c) fue de 0.79. Por otro lado, el mortero con adiciones de conchas de abanico y nanotubo de grafeno sustituyeron parcialmente al cemento en proporciones de 2%, 4% y 6% respectivamente. Esto lleva a la conclusión de que al elaborar mortero con adiciones de 6% CA y el 2% NG la fluidez aumenta por ello, estas proporciones necesitan menos agua, lo que a su vez aumenta la resistencia a la compresión del mortero, mientras que para el 2% CA y el 6% NG tiene una fluidez excelente, por ende, presenta una buena resistencia al mortero.
- Según la evaluación de los resultados de los ensayos en estado fresco se concluye que el peso unitario del mortero con adición del 2% de CA es mayor que del mortero convencional en 245.28 kg/m<sup>3</sup>, y el mortero con adición de NG, también lo supera al mortero convencional. Por otro lado, el tiempo de fraguado del mortero es de 360 minutos. Se concluye también, que una de las proporciones del mortero con adición de CA tuvo un comportamiento con mayor porcentaje de absorción, sin embargo, en contenido de humedad el mortero con adición de NG fue superior con 6.08%.
- Según el análisis realizado en esta investigación, se concluye que al reemplazar las conchas de abanico con relación al peso del cemento lograron niveles de resistencia a la compresión del mortero significativamente más altos, superando incluso al mortero convencional que indicó una resistencia a la compresión de 207.75 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, mientras que el mortero con adición de NG alcanzó máximo en una de las proporciones a 200.51 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, para el ensayo de la adherencia a cizalle el mortero convencional logró ser superior al mortero con adiciones, sin embargo, se concluye que todas las muestras si cumplen con las indicaciones de la ASTM C1072 y la Nch-167, ya que durante el ensayo se obtuvieron resultados favorables.

- Se concluye que las construcciones de pilas y muretes de albañilería fueron sometidos a ensayos a los 28 días de edad, de esta manera entre todas las pilas de albañilería elaboradas, el mayor valor obtenido es la muestra con mortero de adición del 6% de conchas de abanico pulverizadas con una resistencia de 87 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, para la resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería, el máximo valor obtenido es de 6.8 kg/cm<sup>2</sup> que corresponde a la adición del 2% de conchas de abanico. Por lo tanto, se concluye que los valores obtenidos de la resistencia a la compresión axial de prisma si cumple con la norma ASTM C1314 y la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería cumplen con los requisitos establecidos en las normas investigadas, lo cual se atribuye al hecho de que la unidad de albañilería pertenece a la clase tipo IV y que el mortero presenta buenas características.
- Basándonos en los análisis de los resultados de las pruebas realizadas durante este estudio, se compararon las muestras de los distintos morteros, concluyendo que, en los ensayos físicos del mortero, las conchas de abanico al 2% obtuvo el mayor peso unitario con 2318.41 kg/m<sup>3</sup> y con 6% alcanzó el mayor porcentaje de absorción con 14.3%, sin embargo, el mortero con el NG al 2% llegó a la mayor fluidez con 203.06%, incluyendo el mayor contenido de humedad con 6.08%. De otro lado, en los ensayos mecánicos a los 28 días el mortero con la incorporación del 2% de CA en las muestras cúbicas logró la mayor resistencia a la compresión en 266.64 kg/cm<sup>2</sup>, igualmente en la resistencia diagonal de muretes de albañilería consiguió 6.8 kg/cm<sup>2</sup>; asimismo, con el 6% alcanzó la máxima resistencia a compresión axial en pilas con 87 kg/cm<sup>2</sup>, no obstante, el mortero convencional en la compresión a la adherencia logró un 6.21 kg/cm<sup>2</sup> superando al mortero con adiciones. De esta manera, se concluye que la incorporación de las conchas de abanico consiguió el máximo valor de los resultados en la mayoría de los ensayos. Además, mejoró las propiedades físico-mecánica de la unidad de albañilería.
- De acuerdo, a la evaluación de impacto ambiental se concluye que, durante la fabricación del mortero arrojó un resultado positivo con un puntaje ponderado de 647. Sin embargo, mediante la metodología de la Matriz de Leopold, se determina que las actividades más impactantes son la pulverización de conchas de abanico con una calificación final de -32, y el análisis de los materiales convencionales con -6. Asimismo, se concluye que la mayor contaminación ambiental es el factor aire con un -213 y el nivel de ruido en -104. No obstante, los aspectos económicos y sociales son los más favorecidos.

- Se concluye que en el análisis económico para la fabricación de 1 m<sup>3</sup> de mortero fabricado con las mezclas optimas se dio un incremento notorio principalmente al emplear el nanotubo de grafeno. Puesto que, para el mortero convencional se alcanzó un valor de 353.28 soles y es el más económico a comparación de los otros 2 tipos de morteros ya que, el 6% de conchas de abanico obtuvo un valor de 3339.37 soles, asimismo, el mortero del 6% de nanotubo de grafeno llegó a un valor de 20344.11 soles, siendo este el valor más alto en costos. Sin embargo, se concluye también que el mortero con adición del 2% de las conchas de abanico obtuvo un valor de 1348.64 soles, siendo un bajo valor a comparación del mortero con nanotubo de grafeno.

## Recomendaciones

- Es aconsejable asegurarse de que el agregado fino esté completamente seco antes de usarlo, ya que de lo contrario podría modificar la cantidad de agua requerida para la elaboración del mortero, lo que resultaría en un aumento de la fluidez. Además, se propone verificar que el agregado cumpla con las consideraciones que plantea la norma E.070 y de esta manera, realizar la granulometría apropiada para emplear el material que pasa por la malla N°100.
- Se sugiere establecer una adecuada dosificación óptima para el mortero convencional y para materiales a incrementar, por ende, se recomienda utilizar una dosificación cemento 1:3 arena y una relación agua/cemento de 0.79, dado que dicha dosificación logró buenos resultados al evaluar las características del mortero investigado.
- Se recomienda que, para alcanzar un comportamiento apropiado de las propiedades físicas del mortero de albañilería, se deberá emplear las herramientas y equipos correctamente durante la elaboración de los ensayos físicos, del mismo modo, fabricando y utilizando correctamente la mezcla óptima del mortero para los ensayos como de peso unitario considerando la NTP 339.046, porcentaje de absorción y humedad, así como el tiempo de fraguado (NTP 334.006), pero teniendo en cuenta su porcentaje de fluidez y respetando lo que indica la NTP 334.057 para lograr buenos ensayos durante la fase de preparación y la fase de endurecimiento del mortero.
- Se sugiere que, para la elaboración de los ensayos mecánicos establecidos se debe utilizar conchas de abanico pulverizadas como reemplazo parcial con relación al peso del cemento, porque presenta una mayor resistencia a la compresión en los ensayos realizados del mortero de albañilería, inclusive se recomienda que para el ensayo de adherencia a cizalle tener en cuenta la norma ASTM C1072 y la norma Nch-167.
- Se recomienda verificar que las unidades de albañilería a utilizarse sean Ladrillos King Kong de 18 huecos de tipo IV y sean ensayados correctamente en un laboratorio certificado, para respaldar la integridad de los resultados durante las pruebas planteadas. Sin embargo, es probable que, al emplearse otros tipos de unidades de albañilería como los ladrillos de concreto, los resultados varíen ya que presentan propiedades diferentes.
- Mediante la comparación del análisis de los resultados de los ensayos para las propiedades físicas – mecánicas y teniendo en cuenta las diferentes muestras estudiadas, se recomienda utilizar las conchas de abanico pulverizadas en proporciones bajas para

una buena fluidez y peso unitario y, asimismo, emplearlas para los ensayos de resistencia a compresión en muestras cúbicas, adherencia, pilas y muretes, considerando las normas E.070, ASTM C1072, ASTM C1314, NTP 399.621 y las diferentes referencias bibliográficas de esta investigación.

- Se sugiere que al elaborar el mortero se deberá tener precauciones usando equipos de protección personal (EPP), con el fin de no disminuir la calidad de vida. Además, tomar medidas de prevención eligiendo la zona o lugar donde se fabricará el mortero para disminuir la contaminación del aire y no ocasionar exceso de ruido. Asimismo, se recomienda a las personas aprovechar las oportunidades que se den para elaborar estos ensayos y muestras de mortero y generar ingresos en el rubro de la economía.
- Para la fabricación de 1 m<sup>3</sup> de mortero, basándose en lo económico, no se recomienda utilizar los morteros con adiciones tanto de conchas de abanico como de nanotubo de grafeno ya que, presenta un costo elevado a comparación con un mortero estándar, puesto que en los ensayos de esta investigación el mortero convencional obtuvo resultados que están dentro del rango normativo. Sin embargo, al tener una elevada economía y optar por un mortero con alguna de las adiciones de esta investigación, se sugiere que se utilice las conchas de abanico en 2% ya que, este resultado más favorable en los ensayos y, asimismo, más económico en comparación al nanotubo de grafeno.

## Referencias

- [1] Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 Albañilería, Lima: Sencico, 2020.
- [2] Manual de Concha de Abanico, FONDEPES, Lima, 2004.
- [3] S. S. H y S. J. H, «Biocompuestos de residuos de conchas (*Anadara granosa*) para aplicaciones de material óseo,» Taylor & Francis Group, Nigeria, 2021.
- [4] K. P. Ravikumar, M. Karuppiah, I. Arun Raj, R. Gokulprasath, G. Guna y D. Jeyasuriya, «Experimental Investigation of Concrete in Partial Replacement of Coarse Aggregate and Cement by Sea Shell and *Prosopis Juliflora* Ash,» *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research (IJETER)*, vol. 6, n° 62, p. 6, 2018.
- [5] O. A. Mendoza Reales, «Efecto híbrido de los nanotubos de carbono y la nanosílice sobre las propiedades mineralógicas y mecánicas de morteros de cemento pórtland,» Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2013.
- [6] M. U. Goicoechea, «Propiedades mecánicas de morteros de cemento con adiciones de fibras de carbono, nanotubos de carbono y grafeno,» *Anales de Edificación*, vol. 3, n° 3, p. 8, 2017.
- [7] Z. C. A. Aznaran Bocanegra, «Resistencia a la compresión de mortero con cemento sustituido el 9% por ceniza de cáscara de arroz y 6% por ceniza de concha de choro,» Universidad San Pedro, Chimbote, 2018.
- [8] C. J. Sandoval Robles, «Resistencia a compresión de mortero con cemento sustituido al 9% y 18% de la combinación de Polvo de Vidrio y Ceniza de Concha de Abanico,» Universidad San Pedro, Chimbote, 2018.
- [9] S. J. Cotrina Electo, «Conductividad Térmica y Permeabilidad del Mortero con sustitución del 15% de cemento por el polvo de Conchas de Abanico y Arcilla de Oquipampa-Carhuaz,» Universidad San Pedro, Chimbote, 2019.
- [10] A. S. Villalva Martínez, «Resistencia Térmica y Mecánica de un mortero al sustituir al cemento en un 16% de polvo de cáscara de arroz y polvo de conchas de abanico,» Universidad San Pedro, Chimbote, 2018.
- [11] E. Castillo Villanueva, L. Fuentes Alvarado, M. Mendieta Cortez, O. Lara Flores y A. Reyna Gomez, «Influencia del porcentaje de conchas de abanico calcinadas sobre las propiedades del mortero,» *Searching Science. Revista Científica de Ciencias y Tecnología*, vol. 1, n° 2, p. 5, 2019.

- [12] J. T. Valerio Yachachin, «Preparación de probetas de concreto con nanotubos de carbono para el mejoramiento de sus propiedades,» Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2019.
- [13] A. San Bartolomé Ramos, CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA - Comportamiento sísmico y Diseño Estructural, Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 1994.
- [14] H. Gallegos y C. Casabonne, Albañilería Estructural, Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005.
- [15] Elementos de arcilla cocida, Itintec 331.017, 1978.
- [16] L. Gutiérrez de López, El Concreto y otros Materiales para la Construcción, Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- [17] B. A. Quispe Muñoz, «Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el mortero con aditivo que incrementa a la adherencia,» Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2018.
- [18] Cementos. Cementos Portland. Requisitos, Indecopi - NTP 334.009, Lima, 2005.
- [19] Clasificación de los Morteros, Norma ASTM - C-270.
- [20] M. S. Luna Mendieta, «Resistencia a la compresión de un mortero sustituyendo al cemento por 5% de polvo de Argopecten Purpuratos (concha de abanico) y 15% de ceniza de briqueta,» Universidad San Pedro, Chimbote, 2018.
- [21] D. Nizama Lazo, «Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia,» Universidad de Piura, Piura, 2014.
- [22] I. T. SENAMHI, «SENAMHI,» [En línea].
- [23] I. T. G. GRLAMB, «GEOMUCHIK GRLAMB,» [En línea].
- [24] INEI, «Censos Nacionales de Poblaciones y Vivienda,» 2007-2017. [En línea].
- [25] Elementos de arcilla cocida, Itintec 331.018, 1978.
- [26] «Unidades de Albañilería. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos,» INACAL NTP 331.017, Lima, 2015.
- [27] Manual de Cultivo Suspendido de Concha de Abanico, FONDEPES, Lima, 2004.
- [28] Reglamento Nacional de Edificaciones, NTP 334.051 Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado, Lima: Inacal, 2019.

- [29] ASTM, C1314 - Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión de prismas de mampostería, Inte, 2018.
- [30] American Society for Testing and Materials, ASTM C1072 - Métodos de prueba estándar para la medición de la resistencia de unión a la flexión de mampostería, West Conshohocken: ASTM International, 2013.
- [31] American Society for Testing and Materials, ASTM E519 - Método de prueba estándar para tensión diagonal (corte) en conjuntos de mampostería, West Conshohocken: ASTM International, 2015.
- [32] Norma Técnica Peruana, Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería, Lima: INDECOPI, 2016.

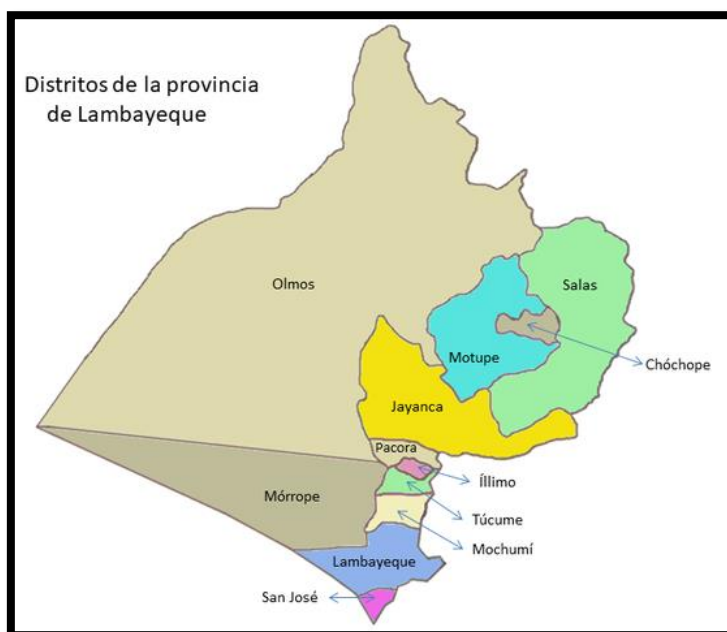
## Anexos

### Anexo 1. Localización nacional



Fuente: Google imágenes

### Anexo 2. Anexo N°02. Localización del departamento



Fuente: Google imágenes

*Anexo 3. Botadero con restos de conchas de abanico en Sechura, 2016.*



Fuente: ProCiencia

*Anexo 4. Botadero con residuos de conchas de abanico en Chimbote, 2015.*



Fuente: Google imágenes

*Anexo 5. Botadero de concha de abanico invadiendo la carretera a la Playa de Chuyiyachi, 2019.*



Fuente: Google imágenes

*Anexo 6. Contaminación del medio ambiente en el distrito de Paracas, generado por el botadero indiscriminado de cantidad de valvas de conchas de abanico, 2017.*



Fuente: Google imágenes

*Anexo 7. Fuentes de contaminación antrópica de la zona marino-costera de la*

Nombre	Latitud	Longitud	Contaminantes
Dren 1000	6°44'08,2"	80°00'06,1"	Agua proveniente de cultivos y aguas domésticas
El Corte	6°44'10,7"	80°00'01,5"	Agua proveniente de cultivos y aguas domésticas
San José	6°45'50,1"	79°58'28,7"	Actividad pesquera y procesamiento pesquero artesanal y balneario
Dren Pimentel	6°46'55,0"	79°57'56,2"	Agua proveniente de cultivos y aguas domésticas servidas
Dren Santa Rosa Norte	6°49'11,2"	79°56'37,8"	Agua domésticas servidas y de zona industrial
Santa Rosa	6°51'28,9"	79°56'08,4"	Actividad pesquera y procesamiento pesquero artesanal y balneario
Dren Santa Rosa Sur	6°52'36,7"	79°55'43,2"	Agua domésticas servidas y de zona industrial
Dren Monsefú	6°54'13,7"	79°53'58,7"	Agua proveniente de cultivos y aguas domésticas servidas
Río Reque	6°54'56,3"	79°53'05,7"	Agua proveniente de cultivos y en menor grado aguas domésticas
Playa lobos	6°57'27,1"	79°51'14,7"	Desembarque de petróleo y derivados
Sur de Lagunas	7°03'45,0"	79°44'17,7"	Actividad pesquera insipiente
Río Zaña	7°05'00,4"	79°43'17,7"	Agua proveniente de cultivos y aguas domésticas
Chérrepe	7°10'20,4"	79°41'25,8"	Actividad humana - balneario

Fuente: Informe de Instituto del mar del Perú

*Anexo 8. Contaminación del mar de la Región Lambayeque, 2009.*



Fuente: Informe de Instituto del Mar del Perú

*Anexo 9. Bolsa de nanotubo de grafeno, elaborado por la Tecnología de materiales XFNANO de Nanjing Co., Ltd (XFNANO) que fue fundada en 2009 y, además, es la primera empresa de grafeno que está registrada en el Parque Científico De La Universidad Nanjing, China. 2022.*



Bolsa de nanotubo de grafeno

Fuente: Elaboración propia

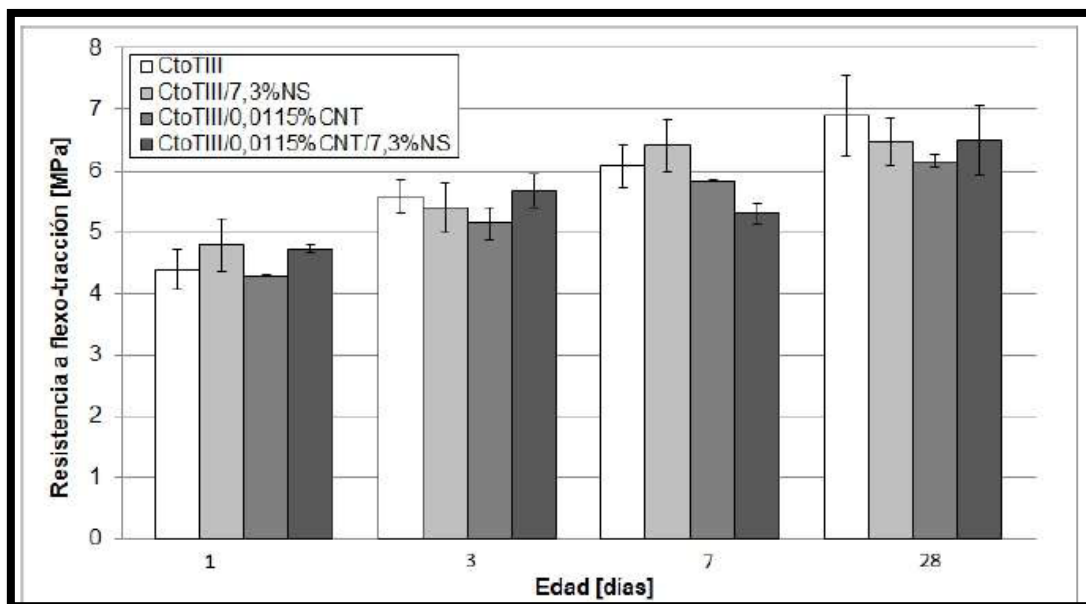
*Anexo 10. Partículas de nanotubo de grafeno, 2022.*



Partículas de nanotubo de grafeno

Fuente: Elaboración propia

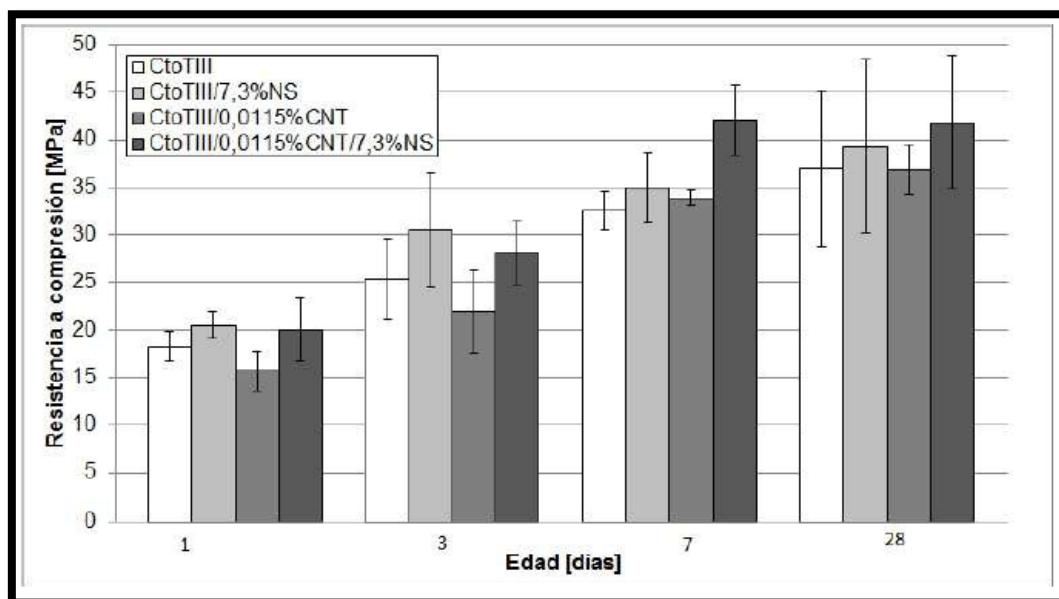
Anexo 11. Resistencias a flexo-tracción de morteros adicionados con nanopartículas



Resistencias a flexo-tracción de morteros con nanopartículas

Fuente: Tesis de investigación

Anexo 12. Resistencias a compresión de morteros adicionados con nanopartículas



Resistencias a compresión de morteros con nanopartículas

Fuente: Tesis de investigación

Anexo 13. Ficha técnica de la unidad de albañilería.



## FICHA TÉCNICA

### CERTIFICADO DE CALIDAD y/o GARANTÍA

CERÁMICOS LAMBAYEQUE SAC, certifica que el producto cumple con las normas técnicas N° 331.017 de construcción a nivel nacional.

<b>PRODUCTO:</b>	Ladrillos Industriales Cerámicos Lambayeque	<b>CUALIDADES</b>	Geometría y acabado perfecto.
<b>FABRICANTE:</b>	CERAMICOS LAMBAYEQUE S.A.C.		Buen comportamiento Termo acústico.
<b>CARACTERÍSTICAS:</b>	Materia Prima: Arcillas, tierra  negra, amarilla, arenilla, caolín etc. Formado a maquina Control de Calidad en formado y Quemado con: Pajilla, guano, estiércol, cáscara de café, aserrín, etc		Gran resistencia a la compresión.  Respuesta antisísmica.  Resistencia a las sales  Seguro al contacto por rozamiento

TIPO DE LADRILLO	ANCHO	LARGO	ALTO	PESO	RENDIMIENTO	RESISTENCIA
KING KONG TIPO IV	13 cms.	24 cms.	9 cms.	3.80 Kg	s -40/ c-72	165 Kg./cm2.

INFORME N° LEM USAT 069-2024-I

FECHA: 25 de Mayo 2024

## VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**ESTUDIANTE:** Ronal Steven Pinzón Guerrero

**TITULO DE LA TESIS:** Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad, porcentaje de absorción
- Tiempo de fraguado, temperatura del mortero
- Análisis granulométrico del agregado fino
- Peso específico y absorción, contenido de humedad del agregado fino
- Peso unitario del agregado fino
- Resistencia a la Compresión del mortero con proporciones de conchas de abanico y nanotubo de grafeno en 2%, 4%, 6% en sustitución parcial del cemento.
- Diseño de mezcla, ensayo de fluidez
- Ensayo de adherencia
- Ensayo a la compresión de pilas de albañilería.
- Ensayo de v´m diagonal de muretes.

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 03 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland.  
 Norma : NTP 334.057  
 Muestra : Mortero convencional.

Prueba	Diámetro de Inicio en mm	Diámetros (cm)	Promedio de los diámetros (mm)	% De Fluidez
Mortero convencional o patrón	90	21.1	209	132.22
		20.80		
		21.00		
		20.70		



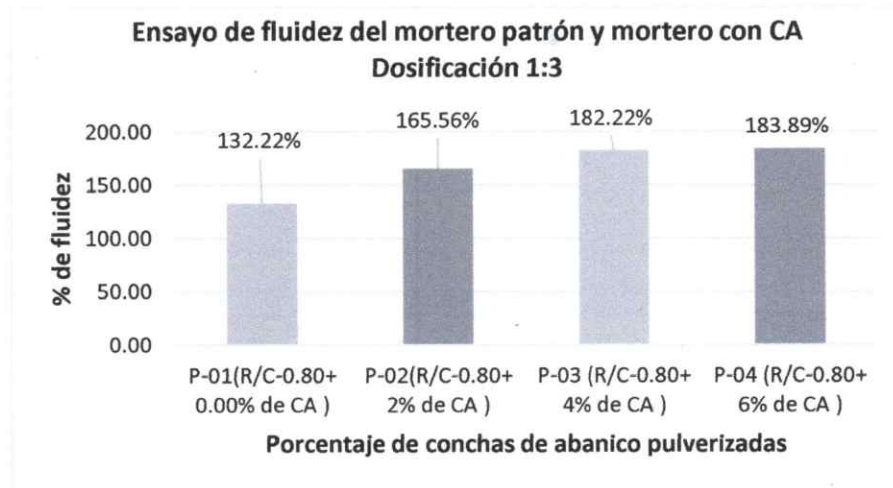
  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 08 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland.  
 Norma : NTP 334.057  
 Muestra : Mortero convencional con adición de conchas de abanico en sustitución parcial del cemento.

Nº de pruebas	Diámetro de Inicio en mm	Promedio de los diámetros	% De Fluidez
P-01(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	90	209	132.22
P-02(R/C-0.80+ 2% de CA )	90	239.00	165.56
P-03 (R/C-0.80+ 4% de CA )	90	254.00	182.22
P-04 (R/C-0.80+ 6% de CA )	90	255.50	183.89



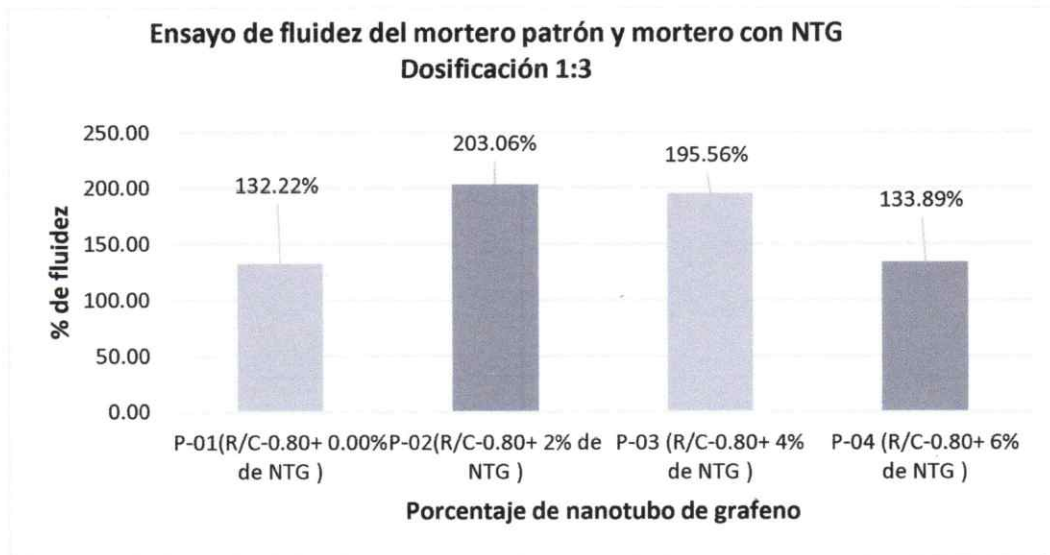
Henry  
Baldenegro  
Obulias  
Tec. Laboratorio  
USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 12 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland.  
 Norma : NTP 334.057  
 Muestra : Mortero convencional con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

Nº de pruebas	Diámetro de Inicio en mm	Promedio de los diámetros	% De Fluidez
P-01(R/C-0.80+ 0.00% de NTG )	90	209	132.22
P-02(R/C-0.80+ 2% de NTG )	90	272.75	203.06
P-03 (R/C-0.80+ 4% de NTG )	90	266.00	195.56
P-04 (R/C-0.80+ 6% de NTG )	90	210.50	133.89



*[Signature]*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 03 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.  
 Norma : NTP 339.046  
 Muestra : Mortero convencional y mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas en sustitución parcial del cemento.

PESO UNITARIO DEL MORTERO								
Muestra N.º	MEZCLA	LARGO (cm) (e)	ANCHO (cm) (l)	ALTO PROM. (cm) (h)	VOL. CUBO (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )
01	Mortero convencional	5.05	4.95	5.00	124.99	52.48	311.59	2073.13
02	Mortero + 2% CA	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	342.26	2318.41
03	Mortero + 4% CA	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	336.60	2273.16
04	Mortero + 6% CA	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	338.20	2285.96

Peso unitario del mortero convencional y con adición de Conchas de abanico pulverizada



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Tec. Laboratorio USAT  


**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 12 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.  
 Norma : NTP 339.046  
 Muestra : Mortero convencional y mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

PESO UNITARIO DEL MORTERO								
Muestra N.º	MEZCLA	LARGO (cm) (e)	ANCHO (cm) (l)	ALTO PROM. (cm) (h)	VOL. CUBO (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (gr)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )
01	Mortero convencional	5.05	4.95	5.00	124.99	52.48	311.59	2073.13
02	Mortero + 2% NG	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	332.61	2241.26
03	Mortero + 4% NG	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	334.00	2252.38
04	Mortero + 6% NG	5.05	4.95	5.00	124.99	52.49	339.45	2295.97

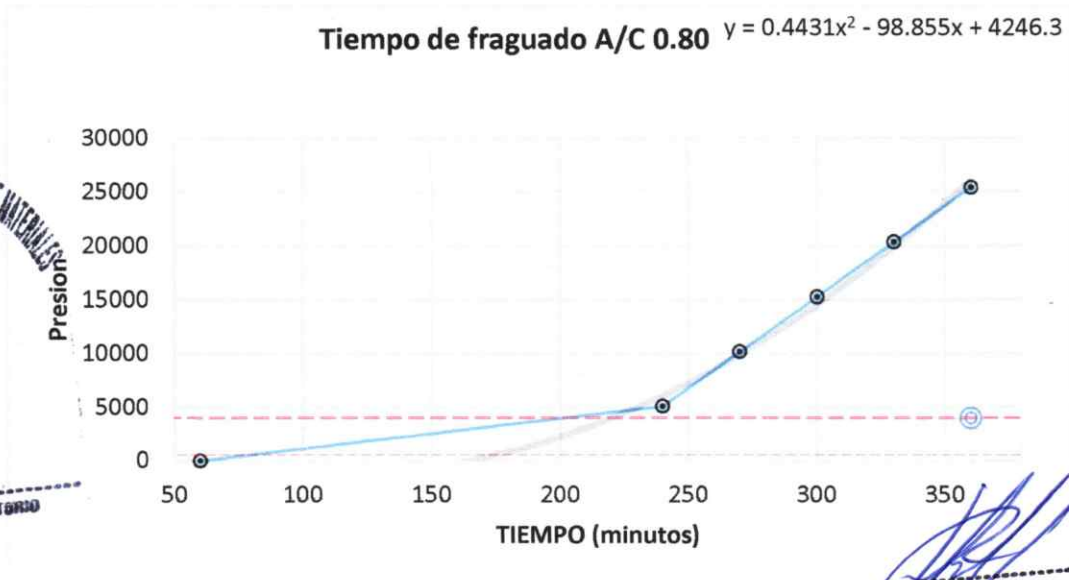
Peso unitario del mortero convencional y con adición de Nanotubo de grafeno



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 13 de mayo del 2023  
 Ensayo : Determinación del tiempo de fraguado del cemento Hidráulico utilizando la aguja de Vicat.  
 Norma : NTP 334.006

Tiempo	Penetración (mm/cm2)	Aguja (pulg2)	Min (minutos)	Presión
10:00:00 a. m.	0	0.00197 pulg2	60	0.00
12:30:00 a. m.	10	0.00197 pulg2	240	5081.30
01:00:00 a. m.	20	0.00197 pulg2	270	10162.60
01:30:00 a. m.	30	0.00197 pulg2	300	15243.90
02:00:00 a. m.	40	0.00197 pulg2	330	20325.20
02:30:00 a. m.	50	0.00197 pulg2	360	25406.50
		Tiempo Inicial	0	0.00
		Tiempo final	360 min	6.00
		Tiempo fragua	360 min	



*Henry Rivadeneira Obillas*  
 Henry Rivadeneira Obillas  
 USAT

**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 06 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación del porcentaje de absorción.  
 Norma : NTP 399.613: 2005  
 Muestra : Mortero convencional y mortero con adición de conchas de abanico y nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Mortero convencional	308	273	12.8
02	Mortero convencional + 2% CA	331	306	8.3
03	Mortero convencional + 4% CA	318	281	13.2
04	Mortero convencional + 6% CA	310	271	14.3
05	Mortero convencional + 2% NG	320	284	12.6
06	Mortero convencional + 4% NG	327	295	10.8
07	Mortero convencional + 6% NG	321	300	7.2

DONDE:

G4: ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3: ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A: ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES:

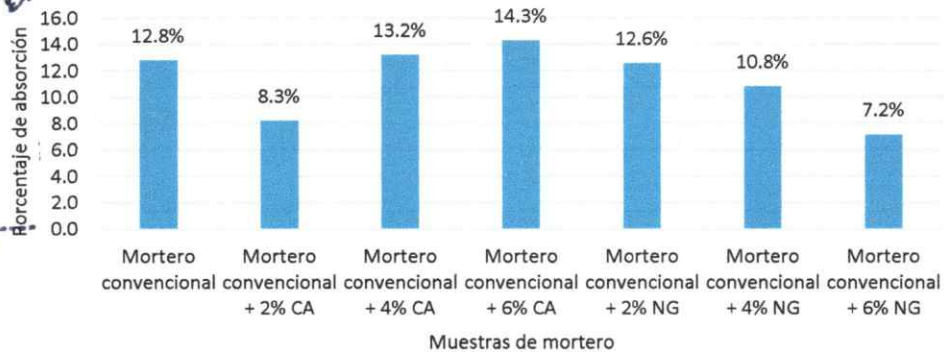
- Muestreo de especímenes realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT




Porcentaje de absorción del mortero convencional y con adición de concha de abanico y nanotubo de grafeno



Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 08 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación del contenido de humedad.  
 Norma : NTP 339.185  
 Muestra : Mortero convencional y mortero con adición de conchas de abanico en sustitución parcial del cemento.

<b>Descripción : Mortero convencional</b>					
I.- Datos		M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	281.84	286.58	267.4	
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	268.15	273.86	256.64	
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>5.11</b>	<b>4.64</b>	<b>4.19</b>	<b>4.65</b>
<b>Descripción : Mortero + 2% CA</b>					
II.- Datos		M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	297.88	299.87	300.82	
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	286.79	286.09	288.23	
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>3.87</b>	<b>4.82</b>	<b>4.37</b>	<b>4.35</b>
<b>Descripción : Mortero + 4% CA</b>					
III.- Datos		M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	298.55	293.42	297.83	
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	285.42	280.48	285.4	
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>4.60</b>	<b>4.61</b>	<b>4.36</b>	<b>4.52</b>
<b>Descripción : Mortero + 6% CA</b>					
IV.- Datos		M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	296.2	289.59	291.78	
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	279.52	275.05	276.65	
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>5.97</b>	<b>5.29</b>	<b>5.47</b>	<b>5.57</b>



Henry Rivadeneira Obillos  
 USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 08 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación del contenido de humedad.  
 Norma : NTP 339.185  
 Muestra : Mortero convencional con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

<b>Descripción : Mortero + 2% NG</b>					
V.- Datos		M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	303.82	299.87	300.15	
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	286.25	283.49	282.32	
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>6.14</b>	<b>5.78</b>	<b>6.32</b>	<b>6.08</b>
<b>Descripción : Mortero + 4% NG</b>					
VI.- Datos		M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	301.81	299.56	299.35	
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	287.14	285.32	284.87	
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>5.11</b>	<b>4.99</b>	<b>5.08</b>	<b>5.06</b>
<b>Descripción : Mortero + 6% NG</b>					
VII.- Datos		M-01	M-02	M-03	
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	302.22	297.57	299.98	
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	289.62	286.15	288.19	
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0	0	
D.- Contenido de humedad	(%)	<b>4.35</b>	<b>3.99</b>	<b>4.09</b>	<b>4.14</b>



LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

*[Signature]*  
 Henry Rivadeneira Obilias  
 Tec. Laboratorio USAT  
  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 www.facebook.com/usat

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero

Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.

Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT

Fecha : Chiclayo, 06 de mayo del 2023

Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

Norma : NTP 334.051

Muestra : Mortero convencional.

Edad del Muestreo (Días de curado)	N° de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm <sup>2</sup> )	f'c= Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL PROM (Kg/cm <sup>2</sup> )
3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	3990	5.0	5.0	25.00	159.60	<b>153.20</b>
	P-02(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4210	5.0	5.0	25.00	168.40	
	P-03(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	3290	5.0	5.0	25.00	131.60	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4730	5.0	5.1	25.50	185.49	<b>171.51</b>
	P-05(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	3930	5.0	5.0	25.00	157.20	
	P-06(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4210	4.9	5.0	24.50	171.84	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4350	5.0	5.0	25.00	174.00	<b>221.57</b>
	P-08(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	6020	5.1	4.9	24.99	240.90	
	P-09(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	6370	5.0	5.1	25.50	249.80	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	5550	5.0	4.9	24.50	226.53	<b>239.87</b>
	P-11(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	6460	5.0	5.0	25.00	258.40	
	P-12(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	5750	4.9	5.0	24.50	234.69	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4770	5.0	5.1	25.50	187.06	<b>207.75</b>
	P-14(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	4740	4.9	4.9	24.01	197.42	
	P-15(R/C-0.80+ 0.00% de CA )	5850	4.9	5.0	24.50	238.78	

**Resistencia a la compresión del mortero patrón- 0.00% CA**



*[Signature]*  
Henry Rivadeneira Obillos  
Tec. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 08 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 Norma : NTP 334.051  
 Muestra : Mortero con adición de concha de abanico en sustitución parcial del cemento.

3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 2% de CA )	4150	5.0	4.9	24.50	169.39	<b>159.40</b>
	P-02(R/C-0.80+ 2% de CA )	3920	4.9	5.0	24.50	160.00	
	P-03(R/C-0.80+ 2% de CA )	3720	5.0	5.0	25.00	148.80	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 2% de CA )	4590	4.9	4.9	24.01	191.17	<b>187.98</b>
	P-05(R/C-0.80+ 2% de CA )	4290	5.0	5.0	25.00	171.60	
	P-06(R/C-0.80+ 2% de CA )	4830	4.9	4.9	24.01	201.17	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 2% de CA )	5450	5.0	5.0	25.00	218.00	<b>205.75</b>
	P-08(R/C-0.80+ 2% de CA )	4700	4.9	5.0	24.50	191.84	
	P-09(R/C-0.80+ 2% de CA )	4980	4.9	4.9	24.01	207.41	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 2% de CA )	6280	5.0	5.1	25.50	246.27	<b>215.28</b>
	P-11(R/C-0.80+ 2% de CA )	5650	5.1	4.9	24.99	226.09	
	P-12(R/C-0.80+ 2% de CA )	4250	4.9	5.0	24.50	173.47	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 2% de CA )	6470	4.9	5.0	24.50	264.08	<b>266.64</b>
	P-14(R/C-0.80+ 2% de CA )	6880	4.8	5.2	24.96	275.64	
	P-15(R/C-0.80+ 2% de CA )	6120	4.8	4.9	23.52	260.20	

**Resistencia a la compresión del mortero con adición  
2% CA**



Henry Rivadeneira Obillos  
Téc. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 19 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 Norma : NTP 334.051  
 Muestra : Mortero con adición de concha de abanico en sustitución parcial del cemento.

<b>3 Dias</b>	P-01(R/C-0.80+ 4% de CA )	2880	5.0	5.0	25.00	115.20	<b>117.18</b>
	P-02(R/C-0.80+ 4% de CA )	2680	5.0	4.9	24.50	109.39	
	P-03(R/C-0.80+ 4% de CA )	3110	5.0	4.9	24.50	126.94	
<b>7 Dias</b>	P-04(R/C-0.80+ 4% de CA )	3390	5.0	5.0	25.00	135.60	<b>141.76</b>
	P-05(R/C-0.80+ 4% de CA )	3350	4.9	5.0	24.50	136.73	
	P-06(R/C-0.80+ 4% de CA )	3900	5.1	5.0	25.50	152.94	
<b>14 Dias</b>	P-07(R/C-0.80+ 4% de CA )	3730	5.0	4.9	24.50	152.24	<b>157.70</b>
	P-08(R/C-0.80+ 4% de CA )	3540	5.1	4.9	24.99	141.66	
	P-09(R/C-0.80+ 4% de CA )	4390	4.9	5.0	24.50	179.18	
<b>21 Dias</b>	P-10(R/C-0.80+ 4% de CA )	2890	4.8	5.0	24.00	120.42	<b>145.45</b>
	P-11(R/C-0.80+ 4% de CA )	4150	4.9	5.0	24.50	169.39	
	P-12(R/C-0.80+ 4% de CA )	3590	4.9	5.0	24.50	146.53	
<b>28 Dias</b>	P-13(R/C-0.80+ 4% de CA )	3820	5.0	5.0	25.00	152.80	<b>184.86</b>
	P-14(R/C-0.80+ 4% de CA )	5030	4.9	5.0	24.50	205.31	
	P-15(R/C-0.80+ 4% de CA )	4910	4.9	5.1	24.99	196.48	

**Resistencia a la compresión del mortero con adición 4% CA**



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 13 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 Norma : NTP 334.051  
 Muestra : Mortero con adición de concha de abanico en sustitución parcial del cemento.

3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 6% de CA )	3210	5.0	5.0	25.00	128.40	<b>113.82</b>
	P-02(R/C-0.80+ 6% de CA )	2590	5.0	4.9	24.50	105.71	
	P-03(R/C-0.80+ 6% de CA )	2630	4.9	5.0	24.50	107.35	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 6% de CA )	3330	5.0	5.0	25.00	133.20	<b>138.13</b>
	P-05(R/C-0.80+ 6% de CA )	3140	5.0	5.0	25.00	125.60	
	P-06(R/C-0.80+ 6% de CA )	3890	5.0	5.0	25.00	155.60	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 6% de CA )	4820	5.0	4.9	24.50	196.73	<b>169.15</b>
	P-08(R/C-0.80+ 6% de CA )	4060	4.9	4.9	24.01	169.10	
	P-09(R/C-0.80+ 6% de CA )	3470	5.0	4.9	24.50	141.63	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 6% de CA )	4520	5.0	4.9	24.50	184.49	<b>161.47</b>
	P-11(R/C-0.80+ 6% de CA )	3730	5.0	5.2	26.00	143.46	
	P-12(R/C-0.80+ 6% de CA )	3990	5.1	5.0	25.50	156.47	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 6% de CA )	4470	5.0	5.0	25.00	178.80	<b>182.76</b>
	P-14(R/C-0.80+ 6% de CA )	4580	5.0	5.0	25.00	183.20	
	P-15(R/C-0.80+ 6% de CA )	4560	5.1	4.8	24.48	186.27	

**Resistencia a la compresión del mortero con adición 6% CA**



Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 16 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 Norma : NTP 334.051  
 Muestra : Mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

Edad del Muestreo (Días de curado)	N° de Pruebas	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal (cm <sup>2</sup> )	f'c= Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL PROM (Kg/cm <sup>2</sup> )
3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3350	5.0	5.0	25.00	134.00	128.42
	P-02(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3710	4.9	4.9	24.01	154.52	
	P-03(R/C-0.80+ 2% de NTG )	2370	5.0	4.9	24.50	96.73	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4930	4.9	4.9	24.01	205.33	185.67
	P-05(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3950	5.0	5.0	25.00	158.00	
	P-06(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4650	4.9	4.9	24.01	193.67	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4620	5.0	4.9	24.50	188.57	180.14
	P-08(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4520	5.0	4.9	24.50	184.49	
	P-09(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4100	4.9	5.0	24.50	167.35	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 2% de NTG )	5340	5.0	4.9	24.50	217.96	185.46
	P-11(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4140	4.9	4.9	24.01	172.43	
	P-12(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4150	5.0	5.0	25.00	166.00	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3510	5.0	4.9	24.50	143.27	157.06
	P-14(R/C-0.80+ 2% de NTG )	4420	5.0	4.9	24.50	180.41	
	P-15(R/C-0.80+ 2% de NTG )	3540	5.0	4.8	24.00	147.50	

**Resistencia a la compresión del mortero con adición 2% NTG**

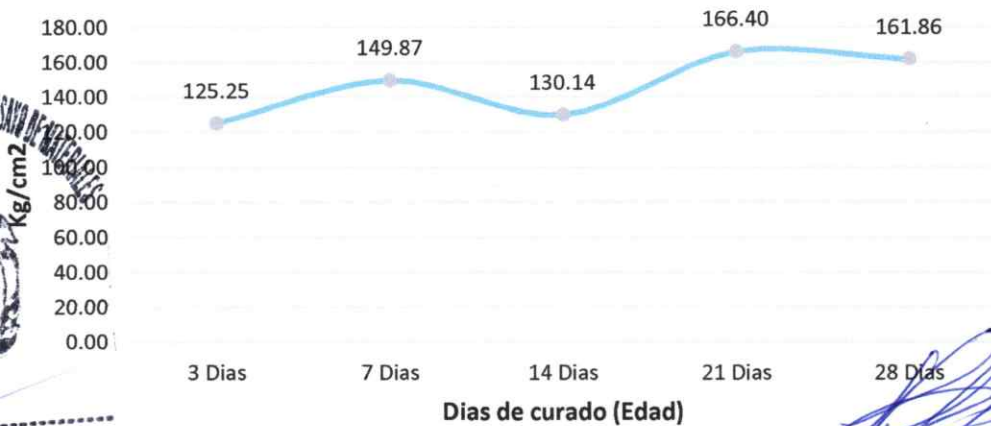


**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 16 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 Norma : NTP 334.051  
 Muestra : Mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

<b>3 Dias</b>	P-01(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3300	5.0	5.0	25.00	132.00	<b>125.25</b>
	P-02(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3460	5.1	4.9	24.99	138.46	
	P-03(R/C-0.80+ 4% de NTG )	2580	5.0	4.9	24.50	105.31	
<b>7 Dias</b>	P-04(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3810	4.9	5.1	24.99	152.46	<b>149.87</b>
	P-05(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3570	4.9	5.0	24.50	145.71	
	P-06(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3710	5.0	4.9	24.50	151.43	
<b>14 Dias</b>	P-07(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3300	4.9	5.2	25.48	129.51	<b>130.14</b>
	P-08(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3120	5.1	4.8	24.48	127.45	
	P-09(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3470	5.0	5.2	26.00	133.46	
<b>21 Dias</b>	P-10(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3360	5.0	4.9	24.50	137.14	<b>166.40</b>
	P-11(R/C-0.80+ 4% de NTG )	4810	5.0	5.0	25.00	192.40	
	P-12(R/C-0.80+ 4% de NTG )	4240	5.1	4.9	24.99	169.67	
<b>28 Dias</b>	P-13(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3680	5.0	5.0	25.00	147.20	<b>161.86</b>
	P-14(R/C-0.80+ 4% de NTG )	3910	5.0	4.9	24.50	159.59	
	P-15(R/C-0.80+ 4% de NTG )	4380	5.0	4.9	24.50	178.78	

**Resistencia a la compresión del mortero con adición 4% NTG**



Henry Rivadeneira Obilias  
Téc. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 16 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 Norma : NTP 334.051  
 Muestra : Mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

3 Dias	P-01(R/C-0.80+ 6% de NTG )	2920	5.0	5.0	25.00	116.80	<b>130.70</b>
	P-02(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3480	4.9	5.1	24.99	139.26	
	P-03(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3400	5.1	4.9	24.99	136.05	
7 Dias	P-04(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3780	5.0	4.9	24.50	154.29	<b>142.12</b>
	P-05(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3520	4.9	5.0	24.50	143.67	
	P-06(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3210	5.0	5.0	25.00	128.40	
14 Dias	P-07(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4420	4.9	4.9	24.01	184.09	<b>177.38</b>
	P-08(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4350	4.9	4.9	24.01	181.17	
	P-09(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4170	4.9	5.1	24.99	166.87	
21 Dias	P-10(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4810	4.8	5.0	24.00	200.42	<b>189.10</b>
	P-11(R/C-0.80+ 6% de NTG )	5280	4.9	5.1	24.99	211.28	
	P-12(R/C-0.80+ 6% de NTG )	3890	5.0	5.0	25.00	155.60	
28 Dias	P-13(R/C-0.80+ 6% de NTG )	5130	4.9	5.0	24.50	209.39	<b>200.51</b>
	P-14(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4770	4.9	4.9	24.01	198.67	
	P-15(R/C-0.80+ 6% de NTG )	4740	4.9	5.0	24.50	193.47	



**Resistencia a la compresión del mortero con adición 6% NTG**



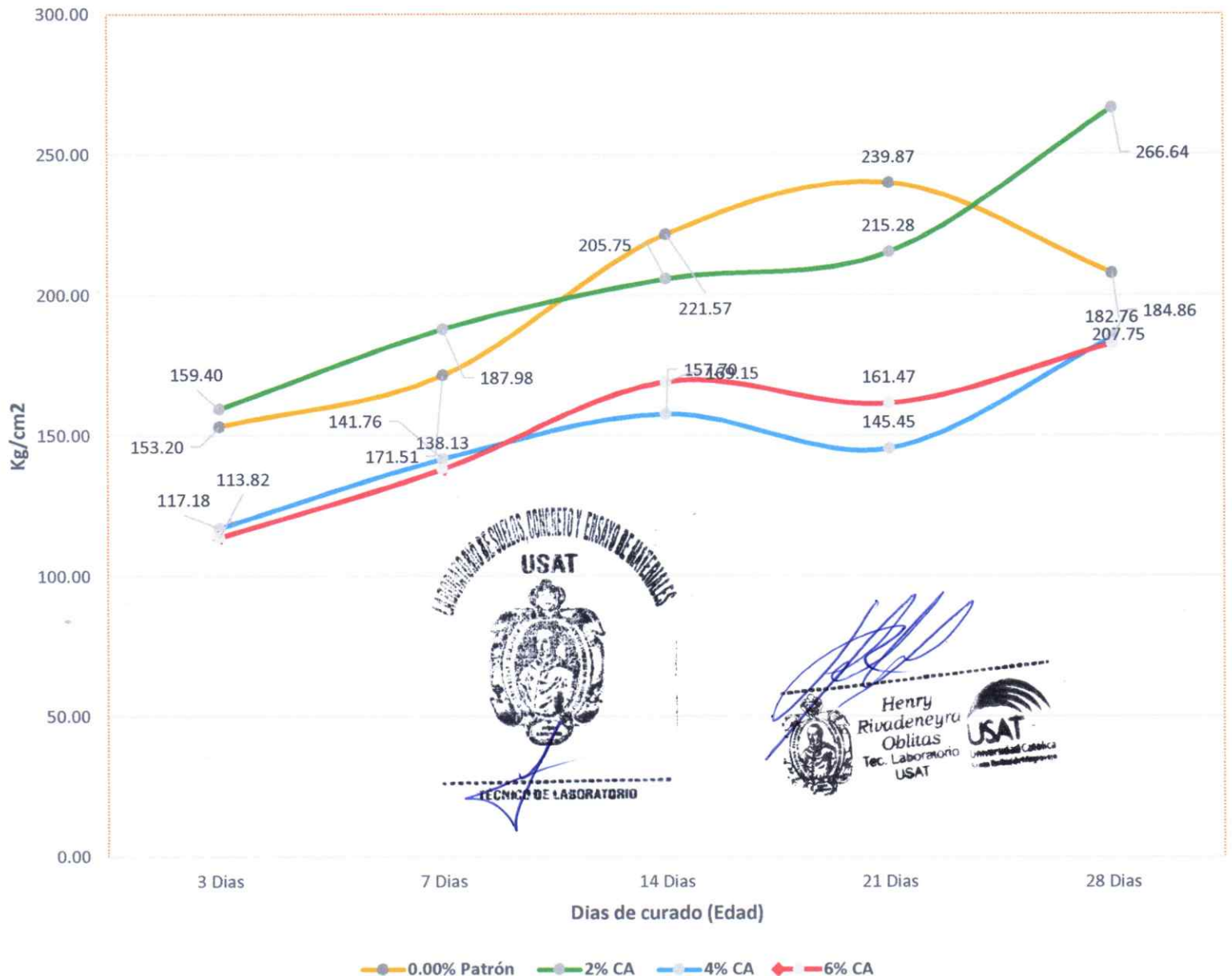
Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 16 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 Norma : NTP 334.051  
 Muestra : Curvas comparativas de resistencia a la compresión del mortero convencional y mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas en sustitución parcial del cemento.

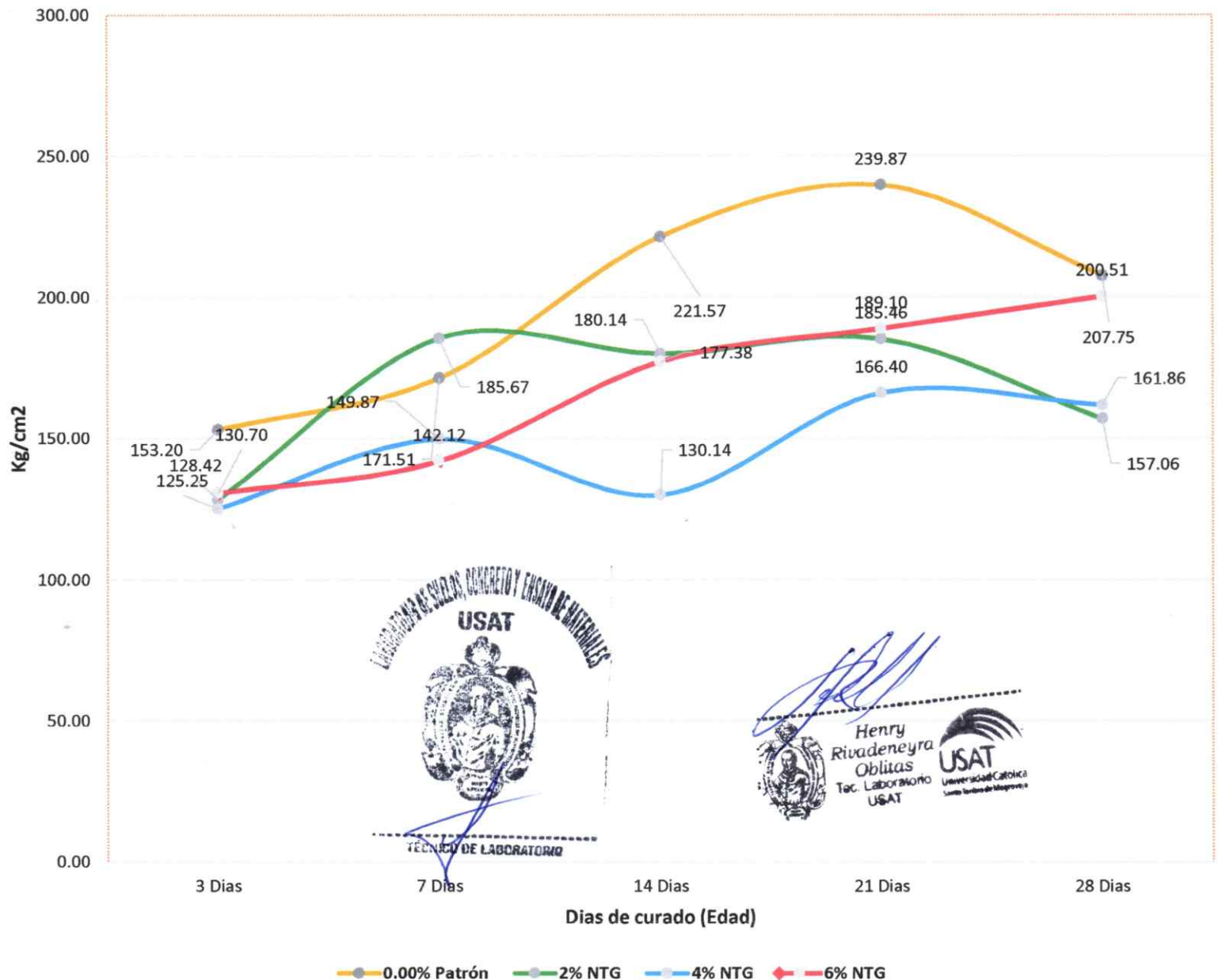
**Resistencia a la compresión del mortero patrón y mortero con adición CA**



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 16 de mayo del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 Norma : NTP 334.051  
 Muestra : Curvas comparativas de resistencia a la compresión del mortero convencional y mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

**Resistencia a la compresión del mortero patrón y mortero con adición NTG**



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 21 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería.  
 Norma : NTP 339.605  
 Muestra : Mortero convencional.

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	h	e	Relación	Área	Carga	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm <sup>2</sup> )
Nº					(cm)	(cm)		(h/e)			
01	Mortero convencional	24/05/2023	21/06/2023	28	31.0	12.9	2.399	310	15070	1.03	50
02		24/05/2023	21/06/2023	28	30.9	12.8	2.418	306	22690	1.03	77
03		24/05/2023	21/06/2023	28	30.6	12.9	2.372	308	23110	1.03	77
									Promedio F'm (kg/cm <sup>2</sup> )		68

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



*[Handwritten Signature]*  
 Henry Rivedeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 21 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería.  
 Norma : NTP 339.605  
 Muestra : Mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas en sustitución parcial del cemento.

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero al 2% de conchas de abanico	24/05/2023	21/06/2023	28	31.0	12.9	2.402	308	21460	1.03	72
02		24/05/2023	21/06/2023	28	30.9	13.0	2.383	309	25680	1.03	86
03		24/05/2023	21/06/2023	28	30.6	12.9	2.368	309	23770	1.03	79
									Promedio F'm (kg/cm <sup>2</sup> )		79

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 21 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería.  
 Norma : NTP 339.605  
 Muestra : Mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas en sustitución parcial del cemento.

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	h	e	Relación	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm <sup>2</sup> )	
Nº					(cm)	(cm)						(h/e)
01	Mortero al 4% de conchas de abanico	24/05/2023	21/06/2023	28	31.00	12.85	2.412	306	20160	1.03	68	
02		24/05/2023	21/06/2023	28	30.90	12.77	2.420	303	24140	1.03	82	
03		24/05/2023	21/06/2023	28	30.60	12.84	2.383	306	27460	1.03	93	
									Promedio F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	81		

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



*[Signature]*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 22 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería.  
 Norma : NTP 339.605  
 Muestra : Mortero con adición de conchas de abanico pulverizadas en sustitución parcial del cemento.

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm <sup>2</sup> )	
01	Mortero al 6% de conchas de abanico	25/05/2023	22/06/2023	28	31.00	12.85	2.412	303	28420	1.03	97	
02		25/05/2023	22/06/2023	28	30.90	12.77	2.420	303	28170	1.03	96	
03		25/05/2023	22/06/2023	28	30.60	12.92	2.368	308	20620	1.03	69	
									Promedio F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	87		

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 22 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería.  
 Norma : NTP 339.605  
 Muestra : Mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm corr. (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero al 2% de NG	25/05/2023	22/06/2023	28	31.00	12.96	2.392	309	19240	1.03	64
02		25/05/2023	22/06/2023	28	30.90	12.85	2.405	306	17650	1.03	60
03		25/05/2023	22/06/2023	28	30.60	12.87	2.378	308	21290	1.03	71
									Promedio F'm (kg/cm <sup>2</sup> )	65	

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 23 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería.  
 Norma : NTP 339.605  
 Muestra : Mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
					(cm)	(cm)	(h/e)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	corrección	(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero al 4% de NG	26/05/2023	23/06/2023	28	31.00	12.84	2.414	308	20560	1.03	69
02		26/05/2023	23/06/2023	28	30.90	12.90	2.395	304	21940	1.03	74
03		26/05/2023	23/06/2023	28	30.60	12.88	2.376	307	23270	1.03	78
									Promedio F'm (kg/cm2)		74

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



*[Handwritten Signature]*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 23 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería.  
 Norma : NTP 339.605  
 Muestra : Mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
					(cm)	(cm)	(h/e)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	corrección	(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero al 6% de NG	26/05/2023	23/06/2023	28	31.00	12.96	2.392	309	19270	1.03	64
02		26/05/2023	23/06/2023	28	30.90	12.77	2.420	304	21800	1.03	74
03		26/05/2023	23/06/2023	28	30.60	12.85	2.381	307	20950	1.03	70
									Promedio F'm (kg/cm <sup>2</sup> )		70

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 23 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería.  
 Norma : NCh 167 - 2001  
 Muestra : Mortero convencional y mortero con adición de conchas de abanico en sustitución parcial del cemento.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	L	A	Área bruta	Carga	Esfuerzo de compresión a la adherencia (kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
					(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero patrón	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.5	301	1940	6.4	6.21
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	309	1870	6.1	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.8	308	1890	6.1	
01	C.A 2%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	309	2110	6.8	5.33
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	308	1170	3.8	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	11.8	283	1520	5.4	
01	C.A 4%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	310	980	3.2	3.96
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	13.0	312	1840	5.9	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	309	870	2.8	
01	C.A 6%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.8	308	1870	6.1	5.26
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	310	1550	5.0	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.8	307	1450	4.7	

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**ENSAYOS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 23 de junio del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería.  
 Norma : NCh 167 - 2001  
 Muestra : Mortero convencional y mortero con adición de nanotubo de grafeno en sustitución parcial del cemento.

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	L	A	Área bruta	Carga	Esfuerzo de compresión a la adherencia	TOTAL PROMEDIO
					(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Mortero patrón	31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.5	301	1940	6.4	6.21
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.9	309	1870	6.1	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.0	12.8	308	1890	6.1	
01	N.T.G 2%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.6	12.9	323	1210	3.7	4.59
02		31/05/2023	28/06/2023	28	11.9	13.4	319	1450	4.5	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	13.1	13.3	347	1900	5.5	
01	N.T.G 4%	31/05/2023	28/06/2023	28	13.2	14.7	389	1570	4.0	4.03
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.1	12.9	312	1160	3.7	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	12.3	13.0	320	1390	4.3	
01	N.T.G 6%	31/05/2023	28/06/2023	28	12.7	12.4	313	1810	5.8	4.91
02		31/05/2023	28/06/2023	28	12.9	13.9	357	1460	4.1	
03		31/05/2023	28/06/2023	28	13.1	13.7	361	1750	4.9	

DONDE:

h: altura del prisma.

e: espesor del prisma.



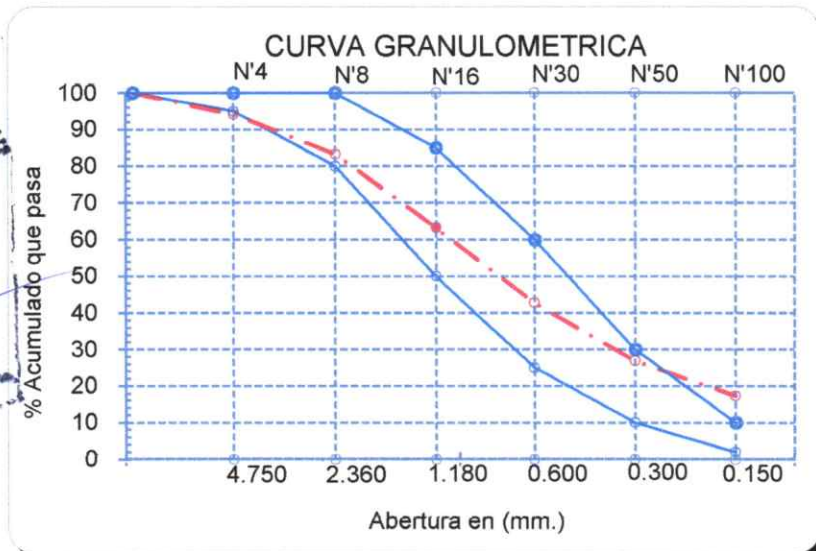
*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


**ENSAYOS DE LOS MATERIALES PARA MORTERO**

**Ensayos físicos para el diseño de mezcla para mortero**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 14 de abril del 2023  
 Ensayo : Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.  
 Norma : NTP 400.012  
 Muestra : Cantera la victoria - Pátapo.

Peso Hum. :		500.2		Peso Seco:		500	
Módulo de Fineza:		2.726		Cont.Hum.:		0.89	
Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa	Especificaciones:	
1/2"	12.700					100	100
3/8"	9.500	2.09	0.4	0.4	100.0	100	100
Nº 04	4.750	27.30	5.5	5.9	94.1	95	100
Nº 08	2.360	54.56	10.9	16.8	83.2	80	100
Nº 16	1.180	100.09	20.0	36.8	63.2	50	85
Nº 30	0.600	102.32	20.5	57.3	42.7	25	60
Nº 50	0.300	79.28	15.9	73.1	26.9	10	30
Nº 100	0.150	47.99	9.6	82.7	17.3	2	10
Fondo		<b>86.4</b>	17.3	100.0	0.0		



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
Tec. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DE LOS MATERIALES PARA MORTERO**

**Ensayos físicos para el diseño de mezcla para mortero**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 14 de abril del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.  
 Norma : NTP 400.017  
 Muestra : Cantera la victoria - Pátapo.

PESO UNITARIO SUELTO		A	B
- Peso de la muestra húmeda		8460	8466
- Volumen del molde			0.00553
- Peso unitario suelto húmedo			1529
- PESO UNIT. SUELTO SECO			<b>1516</b>
<b>PESO UNIT. COMPACTADO</b>		$\frac{(((A+B)/2)/V)/1000}{(1+(C.H./100))}$	
- Peso de la muestra húmeda		9458	9456
- Volumen del molde			0.005534
- Peso unitario suelto húmedo			1709
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO			<b>1694</b>



  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


## ENSAYOS DE LOS MATERIALES PARA MORTERO

### Ensayos físicos para el diseño de mezcla para mortero

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
Fecha : Chiclayo, 14 de abril del 2023  
Ensayo : Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.  
Norma : NTP 400.022  
Muestra : Cantera la victoria - Pátapo.

### Peso específico y Porcentaje de absorción

A.- Datos de la arena			
1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	1018.4	1018.4
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	(1+5) g	710.2	710.2
4.- Peso del Agua.	(2-3) g	308.2	308.2
5.- Peso del Frasco	g	210.2	210.2
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	(5+7) g	708.6	708.6
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	498.5	498.5
8.- Volumen del frasco.	cm <sup>3</sup>	500.0	500.0

B.- Resultados				Promedio		
A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	$7/(8-4)$	g/cm <sup>3</sup>	2.599	2.599	2.599	
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	$7/(7-4)$	g/cm <sup>3</sup>	2.607	2.607	2.607	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	$7/((8-4)-(8-7))$	g/cm <sup>3</sup>	2.621	2.621	2.621	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	$((1-7)/7)*100$	%	0.31	0.31	0.31	



*Henry Rivadeneira Obilias*  
Henry Rivadeneira Obilias  
Tec. Laboratorio USAT  
USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**ENSAYOS DE LOS MATERIALES PARA MORTERO**

**Ensayos físicos para el diseño de mezcla para mortero**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 14 de abril del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.  
 Norma : NTP 339.185  
 Muestra : Cantera la victoria - Pátapo.

CONTENIDO DE HUMEDAD:		
Arena	$((A+B)/2)/(1+(C.H./100))$	
1.- Peso de la muestr. húmeda	1323.69	1323.69
2.- Peso de la muestra seca	1314.62	1314.62
3.- Cont. Humedad	0.69	0.69
4.- Promedio		<b>0.69</b>



*[Signature]*  
 Henry Rivadeneyra Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

**Ensayos físicos de la unidad de albañilería**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 19 de junio del 2023  
 Ensayo : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
 Norma : NTP 399.613  
 Muestra : Ladrillo tipo IV King Kong 18 huecos.

<b>Ladrillos cerámicos Lambayeque</b>				
Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (mm) (e)	ANCHO (mm) (l)	ALTO (mm) (h)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	239.78	129.20	87.10
02		239.28	127.87	88.09
03		239.72	128.41	87.39
04		235.73	129.06	87.94
05		238.37	129.67	86.93
06		238.02	127.72	87.29
07		237.07	127.03	86.79
08		239.13	128.57	87.44
09		238.08	128.86	88.26
10		238.82	128.71	87.30
<b>PROMEDIO (mm)</b>		<b>238.40</b>	<b>128.51</b>	<b>87.45</b>
<b>C.V (%)</b>		<b>0.53%</b>	<b>0.61%</b>	<b>0.56%</b>
<b>V.D (%)</b>		<b>0.6666667</b>	<b>1.1485897</b>	<b>2.8322222</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Los resultados obtenidos de cada medida corresponden al promedio de 10 unidades por muestra.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



*[Signature]*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


**ENSAYOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

**Ensayos físicos de la unidad de albañilería**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 19 de junio del 2023  
 Ensayo : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
 Norma : NTP 399.613  
 Muestra : Ladrillo tipo IV King Kong 18 huecos.

LADRILLOS CERÁMICOS LAMBAYEQUE				
ALABEO EN LADRILLOS				
MUESTRA	LADRILLO KING KONG TIPO IV			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
M - 1	1.53	1.91	1.77	1.35
M - 2	0.46	0.37	0.35	0.57
M - 3	0.35	0.49	0.39	1.52
M - 4	1.06	1.24	1.30	1.01
M - 5	0.46	0.27	0.37	0.60
PROMEDIO	<b>0.77</b>	<b>0.85</b>	<b>0.84</b>	<b>1.01</b>
D. EST. (%)	<b>0.51</b>	<b>0.70</b>	<b>0.66</b>	<b>0.43</b>
CV		82.36%		42.76%
			Concavidad promedio (mm)	1.6
			Convexidad promedio (mm)	1.9
			<b>ALABEO (mm)</b>	<b>1.7</b>



**OBSERVACIONES:**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


**ENSAYOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

**Ensayos físicos de la unidad de albañilería**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 20 de junio del 2023  
 Ensayo : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
 Norma : NTP 399.613  
 Muestra : Ladrillo tipo IV King Kong 18 huecos.

<b>Ensayo de Absorción</b>				
<b>Ladrillo cerámicos Lambayeque</b>				
<b>Muestra</b> N°	<b>Denominación de la unidad</b>	<b>G4</b> (g)	<b>G3</b> (g)	<b>A</b> (%)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	3988	3546	12.5
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	4040	3595	12.4
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	4058	3610	12.4
			<b>Promedio (%)</b>	<b>12.4</b>

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



**ENSAYOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

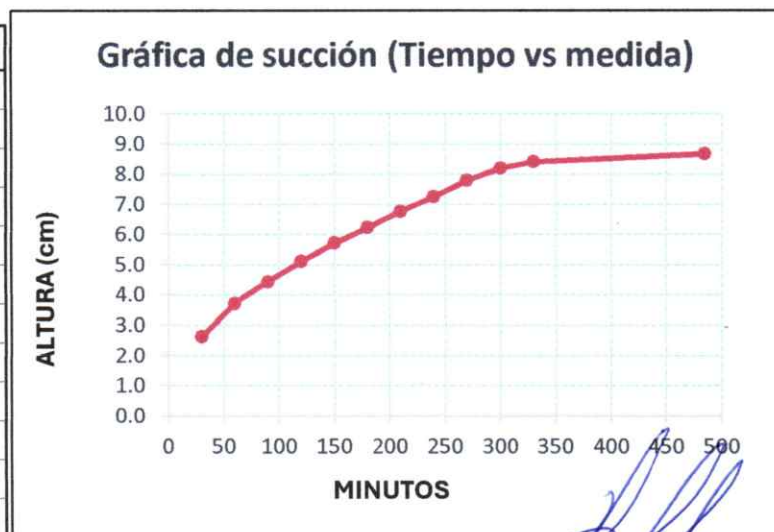
**Ensayos físicos de la unidad de albañilería**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 21 de junio del 2023  
 Ensayo : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
 Norma : NTP 399.613  
 Muestra : Ladrillo tipo IV King Kong 18 huecos.

<b>Ensayo : Porcentaje de succión</b>							
Muestra N.º	Peso		Dimensiones		Área cm <sup>2</sup>	Succión gr	
	Húmedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm			
01	4060.0	3606.0	23.8	13.0	309.1	293.8	
02	3990.0	3541.0	23.8	12.8	304.0	295.4	
03	4042.0	3589.0	23.7	12.7	301.1	300.9	
					<b>Desviación estandar (<math>\sigma</math>)</b>		<b>3.710372</b>
					<b>Coefficiente de variación (V%)</b>		<b>0.012506</b>
					<b>Succión promedio (gr)</b>		<b>296.68</b>

**CURVA DE TIEMPO VS MEDIDA**

Minutos	Altura
30	2.624
60	3.72
90	4.429
120	5.105
150	5.703
180	6.222
210	6.762
240	7.245
270	7.791
300	8.197
330	8.41
485	8.675



El tiempo que demoró la unidad de ladrillo en el ensayo de succión fue, 8 horas 5 minutos.



TÉCNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Téc. Laboratorio USAT



**ENSAYOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**

**Ensayos físicos de la unidad de albañilería**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 22 de junio del 2023  
 Ensayo : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
 Norma : NTP 399.613  
 Muestra : Ladrillo tipo IV King Kong 18 huecos.

**Ensayo de Porcentaje de Vacíos**

Muestra N°	Descripción de la unidad	LARGO (cm) (e)	ANCHO (cm) (l)	ALTO PROM. (cm) (h)	D PROM. (cm) (l)	VOL. LADRILLO (cm <sup>3</sup> )	VOL. VACIOS (cm <sup>3</sup> )	% SOLIDO	PORCENTAJE DE VACIOS (%)
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.98	12.92	8.71	2.58	2698.13	820.01	69.61	30.39
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.93	12.79	8.81	2.62	2695.24	856.17	68.23	31.77
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.97	12.84	8.74	2.51	2689.89	777.06	71.11	28.89
04	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.57	12.91	8.79	2.60	2675.28	837.57	68.69	31.31
05	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.84	12.97	8.69	2.59	2686.66	821.58	69.42	30.58
06	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.80	12.77	8.73	2.49	2653.39	762.43	71.27	28.73
07	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.71	12.70	8.68	2.57	2613.43	811.62	68.94	31.06
08	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.91	12.86	8.74	2.63	2688.42	858.10	68.08	31.92
09	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.81	12.89	8.83	2.52	2707.62	793.20	70.71	29.29
10	Ladrillo de king kong 30% vacios	23.88	12.87	8.73	2.53	2683.55	787.31	70.66	29.34
<b>PROMEDIO (%)</b>									<b>30.33</b>



*Henry Rivadeneira Oblitas*  
 Henry Rivadeneira Oblitas  
 Tec. Laboratorio USAT  


**Ensayos físicos de la unidad de albañilería**

Tesista : Ronal Steven Pinzón Guerrero  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.  
 Ubicación : Laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental - USAT  
 Fecha : Chiclayo, 23 de junio del 2023  
 Ensayo : Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
 Norma : NTP 399.613  
 Muestra : Ladrillo tipo IV King Kong 18 huecos.

<b>Resistencia a la compresión</b>				
<b>Ladrillo cerámicos Lambayeque</b>				
Muestra	Denominación de la unidad	Área bruta	Carga	F <sub>b</sub>
Nº		(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )
01	Ladrillo de king kong 30% vacios	310	56610	168
02	Ladrillo de king kong 30% vacios	308	52770	158
03	Ladrillo de king kong 30% vacios	304	53580	162
04	Ladrillo de king kong 30% vacios	309	54310	162
05	Ladrillo de king kong 30% vacios	304	56380	171
<b>Promedio (P)</b>				<b>164</b>
<b>Desviación estandar (σ)</b>				<b>5.24</b>
<b>Coefficiente de variación (V%)</b>				<b>0.03</b>
<b>F'b (kg/cm2)</b>				<b>159</b>

NOTA:

- Ensayo realizado en ladrillo entero

OBSERVACIONES:

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.

- Muestras ensayada el día 23/06/2023

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

**Resumen de los resultados de la unidad de albañilería.**



<b>LADRILLO KING KONG 30% VACIO</b>					
ENSAYOS	U.M	MARCA "Cerámicos Lambayeque"			CLASE
Variación de las dimensiones	%	0.6667	1.1486	2.8322	Ladrillo IV
Alaveo	mm	1.7			Ladrillo IV
Porcentaje de vacíos	%	30.33			Ladrillo IV
Succión	gr	296.68			Ladrillo IV
Porcentaje de absorción	%	12.4			Ladrillo IV
Resistencia a la compresión	kg/cm2	164			Ladrillo IV

Solicitud de ensayo : **1904A-24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Pinzón Guerrero Ronal Steven

Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : 29 de Junio del 2023  
Inicio de Ensayo : 29 de Junio del 2023  
Fin de ensayo : 03 de Julio del 2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Norma : NTP 399.621: 2004

Muestra	Identificación	Fecha de asentado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	l	h	t	Ab	P	P	V'm	V'm	Promedio (V'm)
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg)	(N)	(Mpa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	
01	Mortero patrón	01/06/2023	29/06/2023	28	750.5	725.0	127.0	93694	8984	88103	0.66	6.78	5.28
02		01/06/2023	29/06/2023	28	751.0	725.0	128.0	94464	5266	51642	0.39	3.94	
03		01/06/2023	29/06/2023	28	750.0	724.0	128.0	94336	6850	67176	0.50	5.13	
01	Mortero con adición de concha de abanico con el 2%	01/06/2023	29/06/2023	28	750.5	725.0	128.0	94432	9285	91055	0.68	6.95	6.80
02		01/06/2023	29/06/2023	28	750.0	725.0	127.0	93663	8772	86024	0.65	6.62	
03		01/06/2023	29/06/2023	28	751.0	723.0	127.0	93599	9050	88750	0.67	6.84	
01	Mortero con adición de concha de abanico con el 4%	10/06/2023	08/07/2023	28	752.0	724.0	128.0	94464	9012	88378	0.66	6.74	6.38
02		10/06/2023	08/07/2023	28	750.5	725.0	128.0	94432	7957	78032	0.58	5.96	
03		10/06/2023	08/07/2023	28	750.0	725.0	129.0	95138	8659	84916	0.63	6.43	
01	Mortero con adición de concha de abanico con el 6%	10/06/2023	08/07/2023	28	750.0	726.0	127.0	93726	7374	72314	0.55	5.56	5.63
02		10/06/2023	08/07/2023	28	750.5	724.0	129.0	95105	7659	75109	0.56	5.69	
03		10/06/2023	08/07/2023	28	751.0	731.0	128.0	94848	7546	74001	0.55	5.62	

**DONDE :**

h : altura del muro  
e : espesor del muro



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246904

Solicitud de ensayo : **1904A-24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Pinzón Guerrero Ronal Steven

Tesis : Influencia del nanotubo de grafeno y conchas de abanico pulverizadas en las propiedades físico – mecánico del mortero de albañilería.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : 29 de Junio del 2023  
Inicio de Ensayo : 29 de Junio del 2023  
Fin de ensayo : 08 de Julio del 2023  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Norma : NTP 399.621: 2004

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l	h	t	Ab	P	P	V'm	V'm	Promedio (V'm) (Kg/cm2)
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg)	(N)	(Mpa)	(Kg/cm2)	
01	Mortero patrón	01/06/2023	29/06/2023	28	750.5	725.0	127.0	93694	8984	88103	0.66	6.78	5.28
02		01/06/2023	29/06/2023	28	751.0	725.0	128.0	94464	5266	51642	0.39	3.94	
03		01/06/2023	29/06/2023	28	750.0	724.0	128.0	94336	6850	67176	0.50	5.13	
01	Mortero con adición de N.G con el 2%	01/06/2023	29/06/2023	28	751.5	725.0	127.0	93758	6914	67803	0.51	5.21	6.43
02		01/06/2023	29/06/2023	28	751.5	724.0	128.0	94432	9985	97919	0.73	7.48	
03		01/06/2023	29/06/2023	28	750.5	725.0	127.0	93694	8750	85808	0.65	6.60	
01	Mortero con adición de N.G con el 4%	10/06/2023	08/07/2023	28	752.0	725.0	127.0	93790	6706	65763	0.50	5.06	5.64
02		10/06/2023	08/07/2023	28	750.0	725.0	128.0	94400	8224	80650	0.60	6.16	
03		10/06/2023	08/07/2023	28	753.0	723.0	127.0	93726	7580	74334	0.56	5.72	
01	Mortero con adición de N.G con el 6%	10/06/2023	08/07/2023	28	751.0	724.0	127.0	93663	8690	85220	0.64	6.56	6.60
02		10/06/2023	08/07/2023	28	750.5	725.0	128.0	94432	8950	87770	0.66	6.70	
03		10/06/2023	08/07/2023	28	751.3	725.0	129.0	95221	8795	86249	0.64	6.53	

**DONDE :**

h : altura del muro  
e : espesor del muro



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**LEMS W&C EIRL.**  
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 246904

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b>	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	<b>PRENSA DE MURETES</b>	
Capacidad	20000 kgf	
Marca	NO INDICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	LF-057	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315A	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	
		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

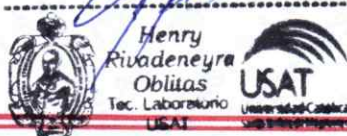
PERUTEST S.A.C.



Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-005 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 093-23 (B)
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Henry Rivadeneira Oblitas  
Tec. Laboratorio USAT



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 057 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.60 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Henry Rivadeneira Obillas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica del Perú