



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y
MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE
GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO**

**PRESENTADA POR
JOSE ANDERSON BECERRA SECLÉN
ANDRE RONNEL CARRASCO TORRES**

ASESORES

**JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

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

**LIMA – PERÚ
2024**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE
FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS
DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO**

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

**PRESENTADA POR:
JOSE ANDERSON BECERRA SECLÉN
ANDRE RONNEL CARRASCO TORRES**

**ASESORES:
MG. ING. JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA
<https://orcid.org/0000-0003-3228-8427>
MG. ING. ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
<https://orcid.org/0000-0002-8731-7734>**

LIMA, PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres, José Becerra y Teresa Seclén quienes siempre creyeron en mí y me motivaron a alcanzar mis sueños.

A mi familia y amigos, por estar a mi lado en cada paso del camino y llenar mi vida de alegría y compañía.

A mis profesores, cuya enseñanza ha sido fundamental en mi formación académica y personal.

JOSE ANDERSON BECERRA SECLÉN

DEDICATORIA

A mis padres, Pedro Carrasco y Zaida Torres, por ser mi mayor inspiración y ser mi gran apoyo a lo largo de toda mi vida, su amor incondicional ha sido el motor para esforzarme cada día y de a pocos poder cumplir cualquier meta que me proponga.

A mis familiares y amigos quienes me han acompañado y ayudado en esta trayectoria académica, la cual ha sido fundamental para poder cumplir cualquier desafío.

De nuevo volver a expresar el amor profundo a mis padres, los cuales son mis mayores tesoros.

ANDRE RONNEL CARRASCO TORRES

AGRADECIMIENTO

A mis padres, José Becerra y Teresa Seclén por su constante apoyo y comprensión durante este proceso, por su ánimo y palabras de aliento en los momentos difíciles.

A mis profesores, por su guía experta y sus valiosas sugerencias.

A todas las personas que participaron en las entrevistas y encuestas, gracias por compartir sus experiencias y conocimientos.

JOSE ANDERSON BECERRA SECLÉN

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por darme la oportunidad de cumplir con uno de mis objetivos.

A mis padres, Pedro Carrasco y Zaida Torres, por brindarme toda su confianza, apoyo y amor que me han ayudado a moldear en la persona que soy hoy.

A mis profesores de la facultad de Ingeniería Civil en la Universidad San Martín de Porres, por brindarnos todo su conocimiento, habilidades y valores, que siempre llevare conmigo.

ANDRE RONNEL CARRASCO TORRES

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	xxi
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	
1.1. Antecedentes de la investigación	27
1.1.1. Antecedentes Internacionales	28
1.1.2. Antecedentes Nacionales	31
1.2. Bases teóricas.....	35
1.2.1. Biocarbón	36
1.2.2. Fibra de vidrio	38
1.2.3. Mortero	43
1.2.4. Albañilería Confinada	54
1.2.5. Técnicas para la reparación de grietas.....	76
1.3. Definición de términos básicos.....	80
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	
Generalidades.....	83
Formulación del Problema	84
Formulación de Objetivos	87
2.1. Formulación de Hipótesis general y específicas	91

2.1.1.	Hipótesis general	92
2.1.2.	Hipótesis específicas	93
2.2.	Variables y definición operacional	96
2.2.1.	Variable independiente (X).....	97
2.2.2.	Variable dependiente (Y)	98
2.2.3.	Operacionalización de las variables	98

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1.	Diseño Metodológico.....	101
3.1.1.	Enfoque de investigación.....	101
3.1.2.	Tipo de investigación	102
3.1.3.	Nivel de investigación	103
3.1.4.	Diseño de investigación	104
3.2.	Población y Muestra.....	105
3.2.1.	Población.....	106
3.2.2.	Muestra.....	106
3.3.	Instrumentos	112
3.3.1.	Técnicas para la recolección de datos.....	112
3.3.2.	Instrumentos para la recolección de datos	113
3.3.3.	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	114
3.4.	Aspectos éticos	115
3.5.	Procedimiento Metodológico	116

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Procedimiento	123
4.1.1. Desarrollo de la Investigación.....	123
4.2. Criterio del objetivo específico 1: Dosificación óptima de biocarbón.....	195
4.2.1. Ensayos del agregado fino	195
4.2.2. Ensayos del Biocarbón	201
4.2.3. Ensayos del Cemento.....	204
4.2.4. Diseño de mortero patrón	205
4.2.5. Diseño de mortero con biocarbón.....	205
4.2.6. Fluidez.....	206
4.2.7. Resistencia a la compresión.....	207
4.2.8. Resistencia a la flexión	212
4.2.9. Resistencia a la tracción.....	216
4.3. Criterio del objetivo específico 2: Propiedades de malla de fibra de vidrio.....	221
4.3.1. Análisis de las propiedades de la malla de fibra de vidrio	221
4.4. Criterio del objetivo específico 3: Resistencia a la compresión axial.....	223
4.4.1. Ensayos a la unidad de albañilería	223
4.4.2. Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería.....	227

4.4.3. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas.....	228
4.5. Criterio del objetivo específico 4: Resistencia a la compresión diagonal.....	232
4.5.1. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.....	232
4.5.2. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados.....	233
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	
5.1. Contrastación de hipótesis	238
5.1.1. Hipótesis General: Mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio.....	238
5.1.2. Hipótesis Específica 1: Dosificación óptima de biocarbón.....	239
5.1.3. Hipótesis Específica 2: Propiedades de malla de fibra de vidrio	240
5.1.4. Hipótesis Específica 3: Resistencia a la compresión axial	241
5.1.5. Hipótesis Específica 4: Resistencia a la compresión diagonal	243
5.2. Discusión de Antecedentes	244
5.2.1. Internacional	244
5.2.2. Nacional.....	245
CONCLUSIONES.....	247
RECOMENDACIONES	249

ANEXOS	251
FUENTES DE INFORMACIÓN	379

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Propiedades físicas y mecánicas de barras frp</i>	40
Tabla 2. <i>Tipos de mortero</i>	47
Tabla 3. <i>Clase de unidad de albañilería para fines estructurales</i>	55
Tabla 4. <i>Factor de corrección de f'm por esbeltez</i>	66
Tabla 5. <i>Incremento de f'm y v'm por edad</i>	75
Tabla 6. <i>Operacionalización de variables</i>	99
Tabla 7. <i>Muestras para ensayos de resistencia a compresión</i>	107
Tabla 8. <i>Muestras para ensayos de resistencia a la flexión</i>	107
Tabla 9. <i>Muestras para ensayos de resistencia a la tracción</i>	108
Tabla 10. <i>Muestras para ensayos en albañilería reparados con mortero patrón</i>	108
Tabla 11. <i>Muestras para ensayos en albañilería reparados con mortero con dosificación óptima de biocarbón</i>	108
Tabla 12. <i>Muestras para ensayos en albañilería reparados con mortero con dosificación óptima de biocarbón y malla de fibra de vidrio</i>	109
Tabla 13. <i>Dimensiones de la malla de Fibra de vidrio</i>	167
Tabla 14. <i>Resultados del análisis granulométrico del agregado fino</i>	195
Tabla 15. <i>Resultados de contenido de Humedad</i>	196
Tabla 16. <i>Resultados de Peso específico y Absorción del agregado fino</i>	197
Tabla 17. <i>Resultados de Peso unitario suelto</i>	198
Tabla 18. <i>Resultados de Peso unitario compactado</i>	198
Tabla 19. <i>Resultados de Valor equivalente</i>	199

Tabla 20. <i>Resultados de cantidad de material que pasa el Tamiz N°200</i>	200
Tabla 21. <i>Resultados de contenido de sales</i>	200
Tabla 22. <i>Resultados de contenido de sulfatos</i>	201
Tabla 23. <i>Resultados de contenido de cloruros</i>	201
Tabla 24. <i>Resultados del Análisis granulométrico del Biocarbón</i>	202
Tabla 25. <i>Resultados del Peso específico y Absorción del Biocarbón</i>	203
Tabla 26. <i>Resultados del Análisis granulométrico del Cemento</i>	204
Tabla 27. <i>Dosificación seleccionada</i>	205
Tabla 28. <i>Resultados del Diseño del mortero patrón</i>	205
Tabla 29. <i>Resultados del Diseño del mortero con biocarbón</i>	206
Tabla 30. <i>Resultados del Diseño del mortero con biocarbón por bolsa</i>	206
Tabla 31. <i>Resultados de la fluidez de los morteros</i>	206
Tabla 32. <i>Propiedades físico-mecánicas de la malla de fibra de vidrio</i>	222
Tabla 33. <i>Dimensión elegida para la malla de fibra de vidrio</i>	223
Tabla 34. <i>Variación Dimensional de unidad de albañilería</i>	224
Tabla 35. <i>Alabeo de unidad de albañilería</i>	224
Tabla 36. <i>Absorción de unidad de albañilería</i>	225
Tabla 37. <i>Área de vacíos de unidad de albañilería</i>	226
Tabla 38. <i>Succión de unidad de albañilería</i>	226
Tabla 39. <i>Resistencia a la compresión en unidad de albañilería</i>	227
Tabla 40. <i>Contrastación de hipótesis general</i>	239
Tabla 41. <i>Contrastación de hipótesis específica 1</i>	240
Tabla 42. <i>Contrastación de hipótesis específica 2</i>	241
Tabla 43. <i>Contrastación de hipótesis específica 3</i>	242
Tabla 44. <i>Contrastación de hipótesis específica 4</i>	244

Tabla 45. <i>Contrastación de la tesis con antecedente internacional</i>	245
Tabla 46. <i>Contrastación de la tesis con antecedente nacional</i>	246

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Triturado de Biocarbón de diferentes dimensiones</i>	37
Figura 2. <i>Fibras de vidrio</i>	38
Figura 3. <i>Mallas de fibra de vidrio</i>	42
Figura 4. <i>Mortero en albañilería</i>	43
Figura 5. <i>Bolsas de cemento</i>	45
Figura 6. <i>Agregado fino</i>	46
Figura 7. <i>Dimensiones de molde para briquetas</i>	51
Figura 8. <i>Edificación de albañilería confinada en proceso de construcción</i>	54
Figura 9. <i>Falla de corte por deslizamiento en muro de albañilería</i>	63
Figura 10. <i>Falla de corte en muro de albañilería</i>	64
Figura 11. <i>Falla de aplastamiento por compresión diagonal en muro de albañilería</i>	64
Figura 12. <i>Falla por flexión en muro de albañilería</i>	65
Figura 13. <i>Ensayo de compresión axial en pila de albañilería</i>	66
Figura 14. <i>Aplastamiento local</i>	68
Figura 15. <i>Aplastamiento por pandeo</i>	69
Figura 16. <i>Ladrillos ranurados</i>	70
Figura 17. <i>Dispositivos en el ensayo de compresión diagonal</i>	71
Figura 18. <i>Cálculo de la resistencia unitaria a corte puro</i>	72
Figura 19. <i>Falla por tracción diagonal en murete</i>	74
Figura 20. <i>Falla escalonada en murete</i>	74
Figura 21. <i>Aplicación de resina Epóxica en grietas</i>	77
Figura 22. <i>Gráfico de disposición de las grapas</i>	78

Figura 23. <i>Colocación de malla de fibra de vidrio</i>	80
Figura 24. <i>Especímenes de compresión y tracción con sus diferentes edades y dosificaciones</i>	109
Figura 25. <i>Especímenes de compresión, flexión y tracción con sus diferentes edades y dosificaciones en zona de curado</i>	109
Figura 26. <i>Especímenes de flexión con sus diferentes edades y dosificaciones</i>	110
Figura 27. <i>Pilas de albañilería para ensayo de compresión axial</i>	110
Figura 28. <i>Muretes de albañilería para ensayo de compresión diagonal</i>	111
Figura 29. <i>Mapa de procesos del desarrollo de la investigación</i>	123
Figura 30. <i>Recolección de agregado fino en Cantera Tres Tomas</i>	124
Figura 31. <i>Preparación de la muestra de agregado fino</i>	125
Figura 32. <i>Secado de la muestra de agregado fino</i>	126
Figura 33. <i>Tamices para el Análisis granulométrico del agregado fino</i>	127
Figura 34. <i>Primer tamizado de la muestra del agregado fino</i>	129
Figura 35. <i>Segundo tamizado de la muestra del agregado fino</i>	129
Figura 36. <i>Adición de agregado fino en el cilindro para ensayo equivalente</i> .	132
Figura 37. <i>Mezclado de agregado fino para ensayo equivalente</i>	132
Figura 38. <i>Peso del material que pasa el tamiz N°200</i>	138
Figura 39. <i>Segundo pesaje del material que pasa el tamiz N°200</i>	139
Figura 40. <i>Preparación del Extracto Acuoso</i>	141
Figura 41. <i>Primer tamizado de la muestra del cemento</i>	145
Figura 42. <i>Segundo tamizado de la muestra del cemento</i>	146
Figura 43. <i>Muestras del biocarbón</i>	147
Figura 44. <i>Primer tamizado de la muestra del biocarbón</i>	148

Figura 45. Segundo tamizado de la muestra del biocarbón	149
Figura 46. Ensayo de peso específico más absorción del Biocarbón.....	151
Figura 47. Ensayo de fluidez del mortero	155
Figura 48. Ensayo de compresión de mortero patrón.....	157
Figura 49. Ensayo de flexión de mortero patrón.....	159
Figura 50. Ensayo de tracción de mortero patrón.....	161
Figura 51. Malla de fibra de vidrio en laboratorio.....	162
Figura 52. Muestreo de unidades de albañilería.....	168
Figura 53. Variación dimensional de ladrillo Tayson	170
Figura 54. Absorción de ladrillo Tayson	172
Figura 55. Área de vacíos de ladrillo Tayson	174
Figura 56. Ensayo de succión	177
Figura 57. Resistencia a la compresión de ladrillo Tayson	178
Figura 58. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.....	180
Figura 59. Elaboración de mortero patrón	182
Figura 60. Reparación con mortero con dosificación óptima de biocarbón ...	183
Figura 61. Realización de tarrajeo.....	184
Figura 62. Resistencia a la compresión axial de pila de albañilería reparadas	186
Figura 63. Medición de grietas de muretes ensayados	188
Figura 64. Reparación con mortero patrón	190
Figura 65. Elaboración de mortero con dosificación óptima de biocarbón	191
Figura 66. Reparación con mortero con dosificación óptima de biocarbón y malla de fibra de virio	192
Figura 67. Resistencia a la compresión diagonal en murete reparado.....	194

Figura 68. <i>Curva Granulométrica del agregado fino</i>	196
Figura 69. <i>Curva granulométrica del Biocarbón</i>	202
Figura 70. <i>Curva granulométrica del cemento</i>	204
Figura 71. <i>Resistencia a la compresión – 7 días de curado</i>	207
Figura 72. <i>Resistencia a la compresión – 14 días de curado</i>	208
Figura 73. <i>Resistencia a la compresión – 28 días de curado</i>	209
Figura 74. <i>Resistencia a la compresión – Promedio</i>	210
Figura 75. <i>Resistencia a la compresión – Resumen</i>	211
Figura 76. <i>Resistencia a la flexión – 7 días de curado</i>	212
Figura 77. <i>Resistencia a la flexión – 14 días de curado</i>	213
Figura 78. <i>Resistencia a la flexión – 28 días de curado</i>	214
Figura 79. <i>Resistencia a la flexión – Promedio</i>	215
Figura 80. <i>Resistencia a la flexión – Resumen</i>	216
Figura 81. <i>Resistencia a la tracción – 7 días de curado</i>	217
Figura 82. <i>Resistencia a la tracción – 14 días de curado</i>	218
Figura 83. <i>Resistencia a la tracción – 28 días de curado</i>	219
Figura 84. <i>Resistencia a la tracción – Promedio</i>	220
Figura 85. <i>Resistencia a la tracción – Resumen</i>	221
Figura 86. <i>Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería – 14 días</i>	227
Figura 87. <i>Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas</i> <i>con mortero patrón – 14 días</i>	229
Figura 88. <i>Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas</i> <i>con 2.5% de Biocarbón – 14 días</i>	229

Figura 89. <i>Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas con 2.5% de Biocarbón y malla de fibra de vidrio – 14 días</i>	230
Figura 90. <i>Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas – Promedio</i>	231
Figura 91. <i>Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería – 14 días</i>	232
Figura 92. <i>Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados con mortero patrón – 14 días</i>	234
Figura 93. <i>Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados con mortero con 2.5% de Biocarbón – 14 días</i>	235
Figura 94. <i>Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados con mortero con 2.5% de Biocarbón y Malla de Fibra de Vidrio – 14 días</i>	236
Figura 95 <i>Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados – Promedio</i>	237

RESUMEN

Actualmente, las grietas en los muros de albañilería son un problema común que compromete la seguridad de las edificaciones. La exploración de opciones más sostenibles para la reparación de estas grietas ha motivado la investigación de nuevas posibilidades.

Esta investigación tiene como objetivo determinar que la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería.

La metodología es aplicativa-experimental, con un enfoque cuantitativo. Se usaron 108 muestras de mortero con diferentes dosificaciones de biocarbón (0%, 2.5%, 5% y 7.5%) como reemplazo parcial del cemento, evaluando sus propiedades mecánicas. Se ensayaron 9 pilas y 9 muretes de albañilería, reparados en tres grupos: con mortero patrón, con la dosificación óptima de biocarbón y el uso de esta más 12 secciones de malla de fibra de vidrio. Después, se sometieron a análisis de resistencia a la compresión axial y diagonal.

Como resultado, se determinó que la dosificación óptima de biocarbón en el mortero es del 2.5%, mejorando sus propiedades mecánicas. La malla de fibra de vidrio demostró ser eficaz en la reparación de grietas en muros de albañilería. Las pilas y muretes reparados con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio recuperaron el 116.89% y 124.87% de su capacidad inicial, respectivamente.

Se concluye que la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería, mejorando las propiedades mecánicas de las estructuras reparadas.

Palabras clave: Mortero, biocarbón, malla de fibra de vidrio, reparación de grietas, muros de albañilería.

ABSTRACT

Today, cracks in masonry walls are a common problem that compromises the safety of buildings. The exploration of more sustainable options for repairing these cracks has prompted research into new possibilities.

The objective of this research is to determine that the application of mortar with biochar and fiberglass mesh is effective for the repair of cracks in masonry walls.

The methodology is applicative-experimental with a quantitative approach. A total of 108 samples of mortar with different dosages of biochar (0%, 2.5%, 5% and 7.5%) were used as partial replacement of cement, evaluating its mechanical properties. Nine piles and nine masonry walls were tested, repaired in three groups: with standard mortar, with the optimum dosage of biochar and the use of biochar plus 12 sections of fiberglass mesh. They were then subjected to axial and diagonal compressive strength analysis.

As a result, it was determined that the optimum dosage of biochar in the mortar is 2.5%, improving its mechanical properties. The fiberglass mesh proved to be effective in repairing cracks in masonry walls. Piles and walls repaired with 2.5% biochar and fiberglass mesh recovered 116.89% and 124.87% of their initial capacity, respectively.

It is concluded that the application of mortar with biochar and fiberglass mesh is effective for the repair of cracks in masonry walls, improving the mechanical properties of the repaired structures.

Keywords: Mortar, biochar, fiberglass mesh, crack repair, masonry walls.

NOMBRE DEL TRABAJO

APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS

AUTOR

JOSE ANDERSON BECERRA SECLÉN / ANDRÉ RONNEL CARRASCO TORRES

RECUENTO DE PALABRAS

47641 Words

RECUENTO DE CARACTERES

258423 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

387 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

37.1MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 24, 2024 11:54 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 24, 2024 11:57 AM GMT-5

● **15% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

INTRODUCCIÓN

La reparación de grietas en muros de albañilería es una actividad crítica en el ámbito de la construcción y la ingeniería civil, esencial para mantener la integridad estructural y estética de las edificaciones. Estas grietas pueden surgir por una variedad de factores como asentamientos diferenciales, movimientos sísmicos, cambios de temperatura y cargas estructurales. La presencia de grietas, si no se aborda adecuadamente y de manera oportuna, puede comprometer gravemente la estabilidad y seguridad de las estructuras, aumentando el riesgo de fallos catastróficos. En regiones como Chiclayo, donde la actividad sísmica es frecuente, la vulnerabilidad de los muros de albañilería se ve aún más exacerbada, destacando la necesidad urgente de métodos efectivos y duraderos para la reparación de grietas.

Actualmente, los métodos convencionales para la reparación de grietas en muros de albañilería han demostrado ser insuficientes en muchos casos, ya que no siempre proporcionan soluciones duraderas y efectivas frente a las diversas cargas y condiciones ambientales. Estos métodos no siempre ofrecen soluciones a largo plazo y pueden ser ineficaces bajo condiciones de carga variable y en entornos corrosivos. En este contexto, la investigación en nuevos materiales de construcción ha identificado el biocarbón mediante el proceso de pirolisis de restos de madera como un aditivo prometedor para los morteros, mejorando sus propiedades mecánicas, y la malla de fibra de vidrio como refuerzos efectivos debido a su alta resistencia a la tracción, resistencia a la corrosión y baja densidad. Sin embargo, la aplicación práctica de estos materiales en la reparación de grietas en muros de albañilería ha sido limitada y requiere una evaluación exhaustiva.

Con el fin de abordar la problemática identificada, se propone el uso del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio como una solución innovadora para la reparación de grietas en muros de albañilería. De este modo, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería?

De ese modo el objetivo general de esta investigación es determinar que la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería, teniendo como hipótesis que la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería.

En el primer objetivo específico se busca identificar la dosificación óptima del mortero con biocarbón para la reparación de grietas en muro de albañilería, de tal modo se tiene como hipótesis, que se identificó una dosificación óptima del mortero con biocarbón que mejoró sus propiedades mecánicas para la reparación de grietas en muros de albañilería.

El segundo objetivo específico es analizar las propiedades de la malla de fibra de vidrio para la reparación de grietas en muros de albañilería, teniendo como hipótesis que las propiedades de la malla de vidrio son óptimas para la reparación de grietas en muros de albañilería

En el tercer objetivo específico se busca determinar la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio, de ese modo teniendo una hipótesis que la aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería.

El cuarto objetivo específico es determinar la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio, teniendo como hipótesis que la aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión diagonal en los muretes de albañilería.

La importancia de esta investigación radica en su capacidad para ofrecer una solución más eficaz y sostenible a la reparación de grietas en muros de albañilería. Al investigar el uso de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio, se busca mejorar significativamente la durabilidad y resistencia de las estructuras reparadas, lo que contribuye a la seguridad y estabilidad de las edificaciones. Además, el uso de biocarbón reduce la huella de carbono del cemento, promoviendo prácticas de construcción más ecológicas. De igual manera, la utilización de malla de fibra de vidrio proporciona una solución duradera y resistente a la corrosión y aumentando la vida útil de las reparaciones. Esta investigación también fomenta la adopción de materiales innovadores y técnicas avanzadas en la industria, proporcionando una base sólida para futuras mejoras en las prácticas de reparación y construcción.

Las limitaciones de esta investigación deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el estudio se lleva a cabo en un entorno controlado de laboratorio, lo que puede no reflejar completamente las condiciones reales de campo. El tamaño de la muestra, aunque adecuado para los ensayos experimentales, puede no ser representativo de todas las posibles variaciones en la construcción de muros de albañilería. Asimismo, las restricciones de tiempo y recursos pueden limitar la capacidad para realizar un seguimiento a largo plazo del desempeño de las reparaciones.

La metodología de esta investigación es de tipo aplicativo y experimental con un enfoque cuantitativo. En primer lugar, se realizaron 108 muestras de un mortero de proporción 1:3 (una parte de cemento por tres partes de agregado fino) incorporando diferentes dosificaciones de biocarbón, específicamente 0%, la cual sirvió como portero patrón, 2.5%, 5% y 7.5% como reemplazo parcial del cemento. Estas muestras fueron evaluadas para determinar sus propiedades mecánicas, tales como resistencia a la compresión, flexión y tracción. En la implementación de la malla de fibra de vidrio la muestra está conformada por 6 secciones de malla de 23 cm x 12 cm para pilas de albañilería y 6 secciones de malla de 56 cm x 56 cm para muretes de albañilería. En una tercera etapa, se construyeron 9 pilas y 9 muretes de albañilería, usando un mortero para asentado con una proporción de 1:4 (una parte de cemento por cuatro partes de agregado fino) los cuales fueron sometidos a ensayos específicos para evaluar su comportamiento estructural. Posteriormente, estas estructuras fueron reparadas utilizando tres enfoques distintos: un mortero patrón (sin biocarbón), un mortero con la dosificación óptima de biocarbón, y un mortero con la dosificación óptima de biocarbón reforzado con mallas de fibra de vidrio. Se analizaron nuevamente las propiedades mecánicas de las estructuras reparadas para comparar la efectividad de cada técnica de reparación.

El desarrollo de esta tesis está conformado por 5 capítulos, los cuales se estructuran de la siguiente manera:

El primer capítulo se compone de antecedentes, tanto a nivel nacional como internacional, lo cual proporciona un panorama completo sobre el tema en cuestión. Además, se incluyen las bases teóricas para brindar un marco conceptual que facilite la comprensión del tema abordado. Asimismo, se

presentan los términos básicos que constituyen los pilares fundamentales de nuestra investigación.

En el segundo capítulo, se introdujeron tanto la hipótesis principal como las hipótesis derivadas, proporcionando así un marco claro para la investigación. Posteriormente, se delinearón las variables y se definieron operacionalmente, estableciendo los parámetros dentro de los cuales se llevará a cabo el estudio.

En el tercer capítulo, se adentró en el diseño metodológico, comenzando con la descripción del diseño muestral, que incluye la identificación de la población y la selección de la muestra, aspectos cruciales para la validez de la investigación. Además, se detallaron las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección y procesamiento de datos. Por último, se abordaron los aspectos éticos que guían el desarrollo de la investigación.

En el cuarto capítulo, se presentaron los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, proporcionando un análisis detallado de los datos recopilados y respaldando cada hallazgo con la confirmación de las hipótesis planteadas en etapas previas de la investigación.

En el quinto capítulo, se emprendió un análisis y una discusión profunda de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, explorando las implicaciones de los hallazgos y su relevancia en el contexto del tema estudiado.

Por último, se incluyen las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, ofreciendo una síntesis de los hallazgos clave y su significado para el campo de estudio. Además, se incluyó un inventario detallado de las fuentes de información utilizadas a lo largo de la tesis, junto con los anexos correspondientes que proporcionan información adicional para respaldar y enriquecer el contenido del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

Este punto proporciona el contexto necesario para entender la relevancia y la novedad del estudio propuesto. Esto permite situar el trabajo dentro del marco de investigaciones previas, mostrando cómo se ha abordado el problema en otras ocasiones y qué brechas de conocimiento persisten. En el caso de esta tesis, los antecedentes ayudarán a fundamentar la elección de estos materiales y su aplicación.

La revisión de antecedentes influye directamente en la investigación porque permite identificar qué enfoques han sido efectivos en estudios previos y cuáles no. Al analizar los resultados de investigaciones anteriores, se pueden evitar errores ya cometidos y aprovechar metodologías exitosas. Para esta tesis, los antecedentes sobre el uso de biocarbón y malla de fibra de vidrio en la construcción y reparación de muros de albañilería proporcionarán una base sólida para justificar su uso, demostrar su efectividad y adaptabilidad.

Se buscarán antecedentes tanto internacionales como nacionales que aborden temas relacionados con el uso de biocarbón y malla de fibra de vidrio en la construcción y reparación de estructuras, en caso de no encontrar antecedentes que aborden directamente el uso de estos materiales, se buscará dar un énfasis particular al uso de estos materiales por separado. Los antecedentes internacionales ofrecerán una perspectiva global sobre la eficacia de estos materiales, permitiendo comparar resultados y metodologías aplicadas. Por otro lado, los antecedentes nacionales explorarán el uso de estos materiales en Perú, considerando las particularidades del contexto peruano. Este enfoque combinado proporcionará una visión integral y contextualizada que podrá guiar

la implementación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio, asegurando que la investigación sea relevante tanto a nivel local como global.

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Ling et al. (2023) llevaron a cabo una investigación titulada "Effect of Biochar Dosage and Fineness on the Mechanical Properties and Durability of Concrete". El objetivo de este estudio fue analizar cómo la dosificación y finura del biocarbón influyen en las propiedades mecánicas y la durabilidad del hormigón. Como metodología se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, flexión, resistencia a la carbonatación y a la penetración de iones cloruro, usando dosificaciones de 0%, 1%, 3%, 5% y 10% de biocarbón y variando las dimensiones de finura en 44.70, 73.28, 750, 1020 μm .

Los resultados indicaron que la adición de biocarbón en un rango del 1% al 3% en peso puede reducir significativamente la profundidad de carbonatación rápida y el coeficiente de difusión de cloruro del concreto en hasta un 17.9% y un 32%, respectivamente. Además, se observó un aumento en la resistencia a la compresión de un 15.66%, 18.48%, 12.83% y 7.19% para BC-1, BC-2, BC-3 y BC-4, respectivamente. La resistencia a la flexión del hormigón con biocarbón aumentó inicialmente y luego disminuyó, con valores de 77.97% y 80.9% para BC-1 y BC-4, respectivamente, siendo la finura de 73.28 μm la más influyente en la resistencia mecánica del hormigón. Se encontró que, a una dosis del 3% en peso, el biocarbón promovía la hidratación del cemento, mejorando la formación de productos de hidratación del cemento. En conclusión, estos hallazgos proporcionan información valiosa para el desarrollo de materiales a base de cemento sostenibles y de alto rendimiento mediante el uso adecuado de biocarbón como aditivo.

Hossein et al. (2023) llevaron a cabo un estudio titulado "The structural response of masonry walls strengthened using prestressed near surface mounted GFRP bars under cyclic loading". El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento estructural de muros de mampostería reforzados con barras de GFRP montadas cerca de la superficie y sometidos a cargas cíclicas. La metodología de esta investigación es experimental.

Los resultados experimentales mostraron una capacidad de carga última y una ductilidad considerablemente mayores en los muros reforzados en comparación con los no reforzados, siendo más notorio en los muros reforzados con barras de GFRP pretensado. La resistencia última de los muros reforzados, en comparación con los muros de mampostería no reforzados, fue del 38% para la técnica NSM no pretensado y del 58% para la técnica NSM pretensado. Además, se observó una mejora del desplazamiento de falla horizontal de aproximadamente un 64% en la técnica NSM no pretensado y un 127% en la técnica NSM pretensado en comparación con los muros no reforzados.

Turovaara (2022) llevó a cabo la investigación titulada "The effect of high-ratio biochar replacement in concrete on performance properties". El objetivo de este trabajo ha sido evaluar las propiedades específicas del hormigón al sustituir mayores proporciones de cemento por biocarbón. Se realizó un diseño de metodología experimental donde se realizaron ensayos a la compresión usando dosificaciones de 5%, 8% y 10% del peso del cemento en el concreto.

Los resultados fueron que en el concreto con un 5% de biocarbón mostró una resistencia de 71 MPa a los 28 días, incrementándose a 78 MPa después de un curado adicional de 28 días, siendo así la dosificación que mejores resultados obtuvo. Comparándose con la muestra patrón que obtuvo 78.9 MPa,

se puede concluir con la dosificación de 5% de biocarbón puede funcionar como un remplazo parcial del cemento. Las otras proporciones de biocarbón exhibieron una reducción en la resistencia a la compresión a medida que aumentaba su cantidad. Las otras dosificaciones de biocarbón mostraron una reducción en la resistencia a la compresión a medida que se aumentaba la cantidad de biocarbón.

Barissov (2021) realizó una investigación titulada "Application of biochar as beneficial additive in concrete". Esta investigación tuvo como objetivo principal demostrar la factibilidad de usar biocarbón como un aditivo beneficioso para la producción de hormigón. Su metodología fue experimental para poder determinar las propiedades físicas y mecánicas que originaba la implementación del biocarbón.

Los resultados mostraron que las dosificaciones de 1% y 2.5% en peso respecto al cemento podía mejorar la resistencia a la compresión del mortero lo suficiente como para contrarrestar la disminución en el contenido de cemento, que podía ser de hasta un 20%, sin afectar notablemente la manejabilidad del material. En contraste, se evidenció que una concentración alta de biocarbón de un 15% a 20% resultaba en un aumento significativo de la resistencia inicial del mortero, con incrementos de hasta un 47%, dependiendo del tipo de biocarbón utilizado, pero fue necesario el empleo de cantidades excepcionalmente altas de superplastificante para mantener constante la trabajabilidad del concreto. En conclusión, en dosificaciones bajas de biocarbón puede generar resultados favorables aumentando así su resistencia a la compresión, en dosificaciones altas se necesitan el uso de agentes externos.

Irías (2021) llevó a cabo una investigación titulada “Estudio experimental de la reparación de paredes de mampostería confinada reforzadas con malla electrosoldada después de ser sometidas a precarga”. El objetivo principal de esta investigación es evaluar en la práctica la efectividad del uso de malla electrosoldada como método de reparación en muros de mampostería confinada, considerando proporciones de altura a longitud entre 1 y 0.5. Como parte de la metodología experimental realizaron 6 muros a escala natural, tres con una relación aspecto de 0.5 y tres con una relación aspecto de 1, luego estos serían sometidos a una precarga.

Los resultados mostraron que al someter los muros a una carga del 94% de su capacidad máxima (como muros de referencia), luego de repararlos con malla electrosoldada y mortero proyectado, estos pudieron recuperar su capacidad de carga original y excederla en un 36% en el caso de muros con una relación de altura a longitud de 0.5, y en un 22% en el caso de muros con relación aspecto de 1. Asimismo, se observó que al duplicar la relación de aspecto de 0.5 a 1, la contribución del refuerzo se redujo casi a la mitad.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Burga (2023) realizó una investigación nombrada "Evaluación de las Propiedades del Mortero Incorporando Ceniza de Hoja de Eucalipto". Tuvo como objetivo principal evaluar las propiedades del mortero al sustituir parte del cemento por ceniza de hoja de eucalipto. Su metodología fue elaborar muestras de mortero convencional para poder tenerlo como mortero patrón y poder compararla con las dosificaciones de 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6 con sustituciones de 5%, 10%, 15% y 20% por peso del cemento. Llevándose a cabo ensayos de

resistencia a la compresión, flexión, tracción, compresión y adherencia en pilas de albañilería, así como compresión diagonal en muretes.

Los resultados mostraron que, en comparación con los morteros convencionales, aquellos con un reemplazo del 10% obtuvieron la mayor resistencia para todas las dosificaciones. Específicamente, la proporción 1:3 demostró los resultados más altos, con aumentos del 10.94% en compresión, 7.82% en flexión, 5.68% en tracción, 6.39% en compresión de pilas, 41.73% en adherencia y 27.33% en compresión diagonal de muretes. Sin embargo, se observó que aumentar el porcentaje de reemplazo tendía a disminuir el rendimiento de las propiedades del mortero. En conclusión, los resultados indican que la ceniza de hoja de eucalipto tiene un impacto positivo en las propiedades del mortero.

Según **Salvador (2023)** en su investigación cuyo título fue "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm², sustituyendo parcialmente el cemento por biocarbón de restos de madera, en la ciudad de Chiclayo". La investigación tuvo como objetivo mejorar las propiedades de resistencia del concreto usando biocarbón con las siguientes dosificaciones, 1%, 2% y 2.5%, usándose como una sustitución parcial del cemento. El diseño de esta metodología es experimental, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, flexión, módulo de elasticidad y fisuración.

Los resultados obtenidos demostraron mejoras significativas en la resistencia a la compresión del concreto con biocarbón. Con las dosificaciones de 1% y 2% de biocarbón, se obtuvo un aumento del 8.17% al 16.88% en la resistencia a la compresión a los 28 días de curado. A los 56 días, estas mejoras se mantuvieron, con incrementos del 13.73% al 18.43% en la resistencia a la

compresión para los mismos niveles de sustitución. Con la dosificación de 2.5% hubo una disminución de 3.58% y 6.47% en 28 y 56 días de curados respectivamente. Estos hallazgos concluyen en que la sustitución parcial del cemento por biocarbón puede ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, al tiempo que se promueve la reutilización de materiales y se reduce el impacto ambiental asociado con la producción de cemento.

Según **Loayza & Lopez (2022)** en su investigación cuyo título fue "Cenizas de residuos agrícolas como reemplazo parcial de cemento para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural". Su objetivo principal consistió en determinar qué porcentaje de cenizas de residuos agrícolas podría sustituir parcialmente al cemento para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto. La metodología consistió evaluar dos alternativas: las cenizas de cáscara de arroz y las de cáscara de palma aceitera, usando dosificaciones de 5%, 10%, 15% y 20%, con ello realizaron ensayos de compresión y flexión con el fin de comparar su eficacia.

Se determinó que la dosificación óptima es del 10%, la adición de ceniza de cáscara de arroz resultó en un incremento de 23 kg/cm² en la resistencia a la compresión y de 5 kg/cm² en la resistencia a la flexión. En contraste, el uso de ceniza de cáscara de palma aceitera generalmente redujo la resistencia a la compresión en 26 kg/cm², pero aumentó la resistencia a la flexión en 6 kg/cm² en algunos casos. Se concluyó que la ceniza de cáscara de arroz demostró un mejor desempeño en términos de las propiedades mecánicas del concreto.

Ruiz (2020) en su investigación titulada "Análisis de la efectividad de dos técnicas de reparación de muros en albañilería confinada luego de un proceso

de falla por acción sísmica". El objetivo principal de esta investigación fue ver que técnica permite recuperar mayor rigidez lateral y resistencia al agrietamiento diagonal. La metodología tuvo un diseño experimental, donde consistió en realizar un corte horizontal en el muro y aplicar refuerzos de polímero reforzado con fibra de vidrio, mientras que la otra técnica implicó encamisar el muro con una malla electrosoldada.

Los resultados indicaron que el empleo de polímero reforzado con fibra de vidrio permitió recuperar aproximadamente un 22.52% de la rigidez lateral inicial del muro, junto con un incremento del 26.89% en la resistencia contra agrietamientos diagonales. En contraste, el uso de malla de acero electrosoldada resultó en una recuperación del 35.88% de la rigidez lateral inicial del muro original, acompañada de un significativo aumento del 85.64% en la resistencia contra agrietamientos diagonales.

Según **Salazar (2020)** realizó un estudio titulado "Mecanismos para el abordaje de fallas estructurales en muros de albañilería confinada en viviendas del centro poblado El Progreso, Yambrasbamba, Bongará – Amazonas 2020". Teniendo como objetivo identificar las estrategias para tratar problemas estructurales en muros de albañilería confinada en viviendas ubicadas en el centro poblado El Progreso. Su metodología fue realizar fichas para la recolección de datos en 20 viviendas, a partir de ello dividir las en moderado y severa según el tipo de falla.

Se determinó que la principal causa de fallas en muros de albañilería confinada es el corte, representando el 40% de los casos, con una severidad mayormente moderada la cual represento un 60%. Se observó que el 90% de las viviendas tienen fisuras en estos muros. En cuanto a la severidad de las

fallas, el 60% de las viviendas muestra una severidad moderada, el 15% una severidad fuerte, y otro 15% severa. Un 15% de las viviendas presentan deslizamiento por corte, mientras que el 40% muestra fallas por corte, el 25% por aplastamiento debido a compresión diagonal, el 10% por flexión, y el 10% no presenta fallas. Según estos resultados, se proponen dos alternativas de solución basadas en la severidad de las fallas encontradas en los muros, las cuales fueron rellenar las fisuras con mortero con una relación 1:4 para las viviendas con fallas moderadas y la otra solución fue realizar el mismo procedimiento, pero finalmente aplicando una malla electrosoldada.

1.2. Bases teóricas

Este punto es fundamental, ya que proporciona el marco conceptual y científico que sustenta la investigación. Este punto permite definir y explicar los conceptos clave, teorías y principios que guiarán el estudio, ofreciendo una comprensión profunda del tema en cuestión. Al establecer un sólido fundamento teórico, se garantiza que la investigación esté bien informada y contextualizada dentro del campo académico correspondiente.

Las bases teóricas de esta investigación se centrarán en varios componentes clave. En cuanto al biocarbón, se abordarán su concepto y su composición química. Para la fibra de vidrio, se examinarán su concepto y propiedades. El estudio del mortero incluirá su concepto, composición, tipos y las propiedades mecánicas del mortero con biocarbón. En el caso de la albañilería confinada, se definirán su concepto, unidad, tipos de fallas y propiedades, como la resistencia a la compresión axial y diagonal. Finalmente, se explorarán técnicas para la reparación de grietas, como la inyección de resina epóxica, el uso de grapas y la aplicación de malla de refuerzo.

Estas bases teóricas proporcionarán una comprensión detallada y relevante de los materiales y métodos utilizados en la investigación, lo que permitirá identificar claramente las ventajas y limitaciones de cada uno. Al integrar estos conocimientos, se podrá diseñar un enfoque bien fundamentado y riguroso que asegure la efectividad y viabilidad de la aplicación propuesta. Además, este marco teórico servirá como guía para la interpretación de los resultados experimentales y facilitará la comparación con estudios previos, fortaleciendo la validez y la credibilidad de la investigación.

1.2.1. Biocarbón

El biocarbón se produce a través de un método controlado de descomposición térmica llamado pirolisis, que implica la biomasa orgánica como madera, desechos vegetales y animales. Durante este proceso sin oxígeno, la materia orgánica restante se transforma en un material carbonoso con una estructura porosa (Salvador, 2023).

El proceso de pirolisis para producir biocarbón implica calentar la biomasa a altas temperaturas, típicamente entre 400°C y 800°C, en un ambiente con muy poco oxígeno. En esta etapa, la biomasa sufre una descomposición térmica, eliminando hidrógeno y compuestos volátiles de carbono. Como resultado, se obtiene una estructura de carbono que es sólida y muy estable. (Johannes & Stephen, 2015).

El biocarbón se distingue por su notable resistencia a la degradación, superando con creces al material original del que se deriva. Esta sustancia carbonosa resultante exhibe propiedades únicas y beneficiosas, lo que lo convierte en una opción prometedora para una amplia gama de aplicaciones (Salvador, 2023).

Además, como subproducto residual del proceso, también se generan cenizas minerales a partir de la materia prima original. Este enfoque de producción garantiza la obtención de biocarbón de alta calidad, con propiedades favorables para una variedad de aplicaciones.

Figura 1

Triturado de Biocarbón de diferentes dimensiones



Fuente: (Vivero Wortel, comunicación personal, 10 de mayo de 2024)

1.2.1.1. Composición química del biocarbón

La composición química del biocarbón a base de madera incluye principalmente carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), y en menores cantidades, azufre (S) y cenizas. Estos elementos varían según el tipo de madera y las condiciones de pirolisis. El biocarbón derivado de madera tiende a tener un alto contenido de carbono aromático debido a su elevado contenido de lignina y celulosa, lo que le proporciona alta estabilidad y resistencia a la descomposición microbiana. (Domingues et al., 2017)

El biocarbón, su contenido principal es carbono, que representa aproximadamente el 70% de su composición. Los demás componentes incluyen oxígeno, hidrógeno y nitrógeno en menores proporciones, junto con trazas de

otros elementos como calcio, potasio, magnesio y fósforo. (Regeneration International, 2018)

1.2.2. Fibra de vidrio

La fibra de vidrio se forma mediante la combinación de hilos muy finos de vidrio que se entrelazan para crear una estructura en forma de malla, patrón o trama. Estos hilos de vidrio se producen industrialmente al pasar vidrio líquido a través de un dispositivo extremadamente resistente llamado "espinereta", que tiene orificios muy pequeños. Después de esto, el material se enfría para solidificar los hilos entrelazados, creando un producto flexible. Este material se utiliza para tejer adecuadamente telas o mallas (Plaremesa, s.f.).

Las fibras de vidrio son ampliamente utilizadas en aplicaciones comerciales debido a su menor costo en comparación con las fibras de carbono o aramida, que ofrecen un rendimiento superior en la mayoría de las condiciones. Aunque las fibras de carbono y aramida son más efectivas, su uso conlleva un costo considerablemente mayor y a menudo requiere el uso de resinas especiales para maximizar sus propiedades (Fernández et al., 2009).

Figura 2

Fibras de vidrio



Fuente: (Plaremesa, s.f.)

Por esta razón, las fibras de carbono y aramida se reservan principalmente para aplicaciones muy específicas y de alto rendimiento. En cambio, las fibras de vidrio son más accesibles económicamente y satisfacen una amplia gama de necesidades en la construcción, la fabricación de barcos, la industria automotriz y otros sectores donde se requiere un material resistente y económico.

1.2.2.1. Polímero de Fibra de Vidrio

Los polímeros pueden tener estructuras de cadenas que son lineales, ramificadas, reticuladas o entrelazadas. La mayoría de los polímeros lineales y ramificados son termoplásticos, lo que significa que se ablandan cuando se calientan y se endurecen al enfriarse. En cambio, los polímeros reticulados o entrelazados son termoestables y se endurecen de manera irreversible. Existen varios métodos para procesar polímeros, como el moldeo por inyección y la extrusión. Además, se pueden modificar con aditivos para obtener propiedades específicas. (Sintac Recycling, 2024)

Los polímeros reforzados con fibra de vidrio son materiales compuestos que combinan fibra de vidrio y resina, actuando como un aglomerante que une dos sustancias para crear un producto altamente resistente. La adición de fibra de vidrio y resinas confiere a estos polímeros una gran eficacia y robustez, lo que los hace adecuados para numerosas aplicaciones. Además de su resistencia, los polímeros reforzados con fibra de vidrio son conocidos por su durabilidad y capacidad para soportar condiciones adversas. (Mexican Fibers, 2021)

1.2.2.1.1. Características de Polímero de Fibra de Vidrio

Desde una perspectiva mecánica, las barras de refuerzo de polímeros reforzados con fibra de vidrio son dos a tres veces más fuertes que el acero, aunque frágiles al romperse. Son elásticas hasta la falla, menos rígidas y más ligeras (una cuarta parte del peso del acero), facilitando su corte e instalación. Además, no conducen electricidad ni calor y son transparentes a los campos magnéticos. Su naturaleza libre de corrosión las hace una opción duradera y atractiva para estructuras de concreto reforzado. (360 En Concreto, 2024)

Los polímeros reforzados con fibra de vidrio tienen múltiples aplicaciones en infraestructura, edificaciones y estructuras hidráulicas o geotécnicas. Su uso ha crecido en la construcción de puentes debido a su resistencia a la corrosión en ambientes con cloruros. Estos materiales ofrecen importantes beneficios económicos y estudios recientes muestran que son rentables a largo plazo, destacando su valor en proyectos de ingeniería civil. (360 En Concreto, 2024)

Tabla 1

Propiedades físicas y mecánicas de barras frp

Descripción	Valores de calidad
-------------	--------------------

Límite de resistencia a la tracción (Mpa)	> 1200
Módulo de elasticidad a la tracción (Gpa)	> 53
Porcentaje de elongación a la rotura (%)	> 2.2
Resistencia a la tracción en la sección transversal (Mpa)	> 170
Grado de endurecimiento del aglutinante de polímero (%)	> 98
Resistencia máxima de adhesión al concreto con un coeficiente de deslizamiento de 0.5 mm (MPa)	> 20
Disminución de la resistencia a la tracción tras la exposición a un ambiente alcalino (%)	< 18
Resistencia máxima de adhesión al concreto con un coeficiente de deslizamiento de 0.5 mm tras la exposición a un entorno alcalino (Mpa)	> 10
Contenido de relleno de barra continua (%)	> 83

Fuente: (Plast Polimer Perú, s.f.)

1.2.2.2. Mallas de Fibra de Vidrio

La malla de fibra de vidrio es ampliamente utilizada en la construcción debido a su alta eficiencia y las ventajas que ofrece en comparación con otros materiales.

Este tipo de malla destaca por estar hecha de hilos de fibra de vidrio, una de las materias primas con mejores propiedades mecánicas. Es resistente al fuego, posee gran elasticidad, sirve como refuerzo gracias a su alta resistencia, lo que ayuda a prevenir la formación de grietas (Ascate & Cuadros, 2020).

Las mallas de fibra de vidrio son empleadas en la construcción para reforzar paredes y suelos, gracias a su notable resistencia a los impactos. Principalmente utilizadas en entornos industriales, estas mallas protegen muros

contra impactos severos, evitando fisuras y posibles derrumbes a largo plazo (Mexican Fibers, 2021).

Figura 3

Mallas de fibra de vidrio



Fuente: (Plast Polimer Perú, 2023)

1.2.2.2.1. Características de la Mallas de Fibra de Vidrio

La fibra de vidrio se destaca por su alta resistencia mecánica, que en muchos casos supera la del acero. Actúa como un eficaz aislante eléctrico, incluso con poco espesor, y es naturalmente incombustible al ser un material mineral, evitando la propagación del fuego y la emisión de humo y gases tóxicos en presencia de calor. Además, muestra una excelente resistencia a la tracción

y al alargamiento, así como a la acción y ataque de los álcalis presentes en los morteros de cemento (Isaval, s.f.).

Con una baja conductividad térmica, es apreciada en la industria de la construcción por su capacidad para el aislamiento térmico. Por último, es resistente a la corrosión y la putrefacción, lo que la hace inmune a la acción de insectos, roedores y otros agentes externos (Maccinox, s.f.).

La malla de fibra de vidrio proporciona numerosos beneficios en la construcción. Es un material estable que mantiene su forma y tamaño bajo diversas condiciones, además de ser ligera y fácil de manejar. No se corroe en ambientes húmedos o con productos químicos agresivos. Su capacidad de adaptación a diversas superficies y su fácil manipulación la hacen ideal para reforzar estructuras y mejorar la eficiencia y durabilidad de las construcciones.

1.2.3. Mortero

El principal propósito del mortero en la albañilería es unir las unidades, corrigiendo sus irregularidades de altura, y sellar las juntas para prevenir la entrada de aire y humedad (San Bartolomé et al., 2018).

Figura 4

Mortero en albañilería



Cuando un muro de albañilería se encuentra bajo carga vertical, el mortero desempeña un papel crucial en la resistencia. Por esta razón, es recomendable que las resistencias a compresión tanto de las unidades como del mortero sean comparables. La mezcla de mortero se compone de una combinación de aglutinantes y agregado fino, a los cuales se les agrega la cantidad óptima de agua para lograr una mezcla que sea fácil de manejar, tenga una buena capacidad de adherencia y evite la segregación del agregado.

1.2.3.1. Composición del mortero

1.2.3.1.1. Cemento Portland:

El cemento es un agente aglutinante hidrófilo que se obtiene mediante el proceso de calcinación de rocas como la caliza, arenisca y arcilla, resultando en un polvo extremadamente fino. Al mezclarse con agua, este polvo se endurece y adquiere propiedades resistentes y de buena adherencia. (Pasquel, 1999)

El cemento Portland convencional se produce al moler el Clinker Portland junto con la posible adición de sulfato de calcio. Se permite la incorporación de otros aditivos, siempre y cuando no excedan el 1% del peso total y se demuestre que su inclusión no afecta las propiedades del cemento según las regulaciones aplicables. Estos aditivos adicionales deben ser molidos junto con el Clinker. (Rivva, 2014)

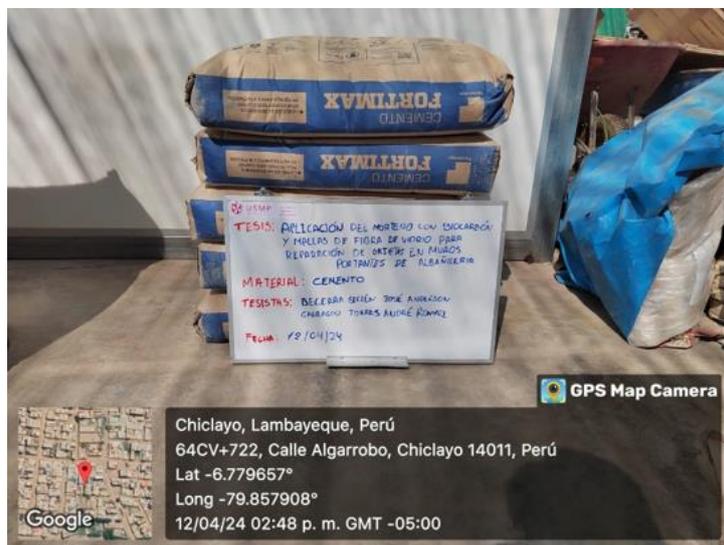
Los tipos de cemento son clasificaciones que se emplean para distinguir las particularidades y cualidades individuales de cada uno.

- Tipo I: Es el tipo de cementos más común que se puede encontrar, es para un uso general, no tiene propiedades especiales.

- Tip II: Este tipo de cemento está dirigido a tener una mayor resistencia hacia un moderado ataque de sulfatos.
- Tipo III: Es el tipo de cemento que se usa para las estructuras que se necesitan una habilitación inmediata, su resistencia desarrolla de manera rápida.
- Tipo IV: Este tipo de cemento produce una baja liberación de calor al fraguar, está dirigido a proyectos de gran escala.
- Tipo V: Este cemento es empleado específicamente para proyectos que requieren una mayor durabilidad frente una alta exposición a sulfatos.

Figura 5

Bolsas de cemento



1.2.3.1.2. Agregado Fino

Los materiales de agregado, comúnmente llamados áridos, son sustancias inertes de tipo granular, que pueden ser naturales o artificiales. Cuando se combinan con cemento Portland en presencia de agua, se

amalgaman formando una estructura sólida conocida como concreto. (Rivva, 2014).

El agregado fino puede estar compuesto por arena natural, arena manufacturada o una combinación de ambas. Las partículas de este agregado deben ser limpias, preferiblemente angulares, firmes, compactas y resistentes. Es esencial que estén libres de partículas escamosas, materia orgánica y otras impurezas dañinas. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

Figura 6

Agregado fino



1.2.3.1.3. Agua

El agua es esencial para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades. Por lo tanto, el agua utilizada debe cumplir con ciertos requisitos para desempeñar su función en las reacciones químicas, evitando problemas adicionales que puedan surgir si contiene sustancias que puedan dañar el concreto, de este modo el agua debe estar sin impurezas, en otras palabras, ser potable. (Rivva, 2014)

1.2.3.2. Tipos de mortero

Los morteros se dividen en tipo P, para muros portantes que soportan cargas estructurales, como paredes exteriores, y tipo NP, para muros no portantes como divisiones internas o paredes de partición sin carga estructural. La selección entre tipo P y NP depende de las necesidades específicas de resistencia y función en la construcción (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Tabla 2

Tipos de mortero

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a ¼	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a ½	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

1.2.3.3. Mortero de reparación

El mortero para reparación es un material con características tixotrópicas que evitan su escurrimiento, compuesto por aglomerantes cementicos, fibras sintéticas, micro sílice, aditivos especiales y agregados inertes de granulometría controlada. Se destaca por su fácil aplicación, adherencia a diversos sustratos, estabilidad dimensional y resistencia a compresión, flexión, tracción y desgaste (Sika Perú, s.f.).

Es utilizado para reparar paredes, esquinas, pisos, fachadas, veredas, escaleras, grietas superficiales y otros elementos de concreto no estructural, así

como para la reconstrucción en aplicaciones verticales, horizontales y en techos. Su rápida puesta en servicio lo hace una opción eficiente para diversas aplicaciones de reparación en albañilería.

1.2.3.4. Mortero con Biocarbón

El potencial uso del mortero con adición de biocarbón y su viabilidad comercial como material de construcción está en función de varios factores, incluida la disponibilidad local de la materia prima, su origen y características, la escala de producción y técnicas alternativas de gestión de los residuos

Para morteros, se ha recomendado el uso como agente de unión entre materiales de construcción y en trabajos de enlucido. Debido a sus excelentes propiedades mecánicas, la aplicación de biocarbón puede extenderse al desarrollo de mezclas de hormigón proyectado para el revestimiento de túneles y construcciones subterráneas (Zalamea et al., 2023).

Incorporar partículas finas de biocarbón en la mezcla del mortero produce efectos de llenado y nucleación, lo que disminuye la cantidad de agua requerida debido a las propiedades de absorción y retención de agua del biocarbón. Estas partículas también funcionan como puntos de nucleación adicionales, acelerando la hidratación y dando como resultado un fraguado más rápido y una liberación inicial de calor más alta (Salvador, 2023).

Además, al distribuirse dentro de la matriz de concreto, las partículas de biocarbón incrementan la densidad de empaquetamiento al llenar los huecos entre el cemento y los granos de arena. Esto, junto con una relación agua/cemento reducido debido a la capacidad adicional de absorción de agua del biocarbón, mejora la cohesión y acelera el proceso de fraguado del concreto. (Salvador, 2023).

1.2.3.5. Aspectos ambientales del uso Biocarbón

El uso del biocarbón como reemplazo parcial del cemento en el mortero constituye una estrategia innovadora que no solo busca mejorar la eficiencia y durabilidad de los materiales de construcción, sino también mitigar el impacto ambiental asociado con la industria de la construcción (Salvador, 2023).

En este sentido, se han identificado y evaluado diversos aspectos ambientales que destacan los beneficios y ventajas de esta práctica desde una perspectiva ecológica:

- **La reducción de las emisiones de CO₂:** La producción de cemento Portland, es una fuente significativa de emisiones de gases de efecto invernadero. Al sustituir parte del cemento por biocarbón, se reduce la cantidad de cemento necesario, lo que a su vez disminuye las emisiones de CO₂ asociadas con su producción (Burga, 2023).
- **Aprovechamiento de residuos orgánicos:** El biocarbón se produce a partir de materiales de desecho agrícolas y forestales. Al utilizar estos residuos, se proporciona una salida sostenible para su disposición, evitando así su acumulación en vertederos y su potencial impacto negativo en el medio ambiente.

1.2.3.6. Ensayos de las propiedades mecánicas del mortero

1.2.3.6.1. Resistencia a la compresión

La evaluación de la resistencia a la compresión en morteros de cemento se lleva a cabo según la NTP 334.051, se realiza mediante la ruptura de muestras de cubos de 50 mm de lado, compactados en dos capas mediante apisonamiento

con un compactador. Estos cubos se dejan curar en su molde durante un día antes de ser retirados y sumergidos en agua previo al ensayo de compresión.

Para hallar la resistencia a la compresión se usa la siguiente formula:

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

Donde:

$f'c$ = resistencia a la compresión (kg/cm²)

P= carga máxima aplicada (Kgf)

A= área de la superficie de la carga (cm²)

1.2.3.6.2. Resistencia a la flexión

La evaluación de la resistencia a la flexión en morteros de cemento se lleva a cabo según la NTP 334.120, mediante la ruptura de muestras prismáticas de dimensiones 40 mm de ancho, 40 mm de alto y 160 mm de largo. Estas muestras se dejan curar en su molde durante un día antes de ser retiradas y sumergidas para el proceso de curado requerido.

Para hallar la resistencia a la flexión se usa la siguiente formula:

$$Mr = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

Mr= resistencia a la flexión (kg/cm²)

P= carga máxima aplicada (Kgf)

L= distancia entre apoyos (cm)

b= ancho de la muestra (cm)

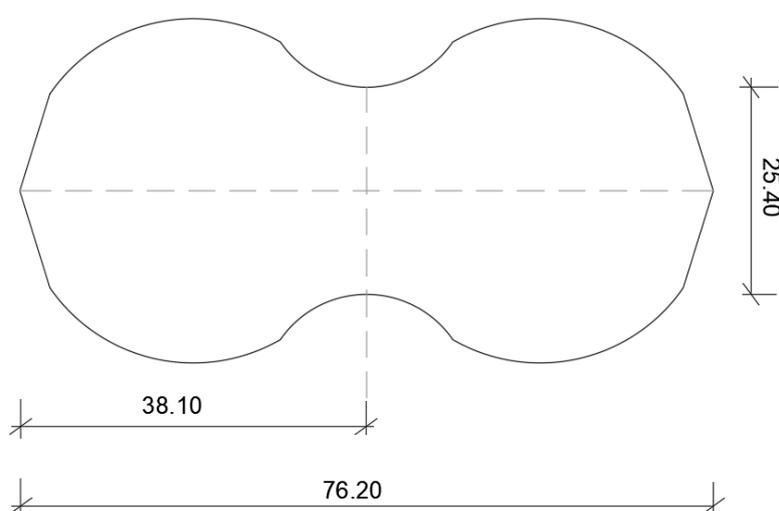
h= altura de la muestra (cm)

1.2.3.6.3. Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción en morteros de cemento se evalúa mediante la ruptura de especímenes especiales indicados en la NTP 334.060, es necesario permitir que el espécimen cure dentro de su molde durante un día antes de retirarlo y sumergirlo en agua para continuar con su curado adecuado.

Figura 7

Dimensiones de molde para briquetas



Fuente: (Instituto Nacional de Calidad, 2014).

1.2.3.7. Ensayos del agregado fino

- Ensayo de contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.127): Este ensayo determina la cantidad de agua presente en el agregado fino (arena) antes de ser utilizado en la mezcla de concreto.

Se realiza mediante el método de secado en estufa, donde se pesa una muestra del agregado fino, se seca en una estufa a una temperatura específica y luego se pesa nuevamente para calcular el contenido de humedad (Instituto Nacional de Calidad, 2014).

- Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.037): Este ensayo evalúa la distribución de tamaños de partículas del agregado fino (arena).

Se realiza mediante tamizado, donde la muestra de agregado fino se pasa por una serie de tamices de diferentes tamaños de malla, y luego se pesa cada fracción retenida en los tamices. Con estos datos, se determina la distribución de tamaños y se calculan parámetros como el módulo de finura (Instituto Nacional de Calidad, 2014).

- Ensayo equivalente de arena (NTP 339.146): Este ensayo evalúa la calidad del agregado fino (arena) en función de su limpieza y cantidad de material fino y orgánico presente.

Se realiza mediante un proceso de lavado y decantación, donde se comparan las proporciones de material fino y orgánico en el agregado fino con respecto a una muestra patrón de arena limpia (Instituto Nacional de Calidad, 2014).

- Peso unitario suelto y compactado del agregado fino (NTP 400.017): Este ensayo determina el peso por unidad de volumen del agregado fino (arena) en dos condiciones diferentes: suelto y compactado.

Se realiza llenando un recipiente conocido con el agregado fino en cada estado, se mide el peso del agregado y se calcula su peso unitario (Instituto Nacional de Calidad, 2014).

- **Peso específico más absorción (NTP 400.022):** Este ensayo determina el peso específico de las partículas sólidas del agregado fino (arena) junto con la cantidad de agua que puede absorber.

Se realiza sumergiendo una muestra del agregado en agua y midiendo el cambio en su peso antes y después de la inmersión, lo que permite calcular el peso específico y la absorción de agua (Instituto Nacional de Calidad, 2014).
- **Ensayo del material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 339.132):** Este ensayo se utiliza para determinar la cantidad de partículas finas en un agregado que pasan por el tamiz N° 200.

Es importante porque la presencia de partículas muy finas puede afectar las propiedades del concreto y la adherencia del agregado con la pasta de cemento (Instituto Nacional de Calidad, 2014).
- **Ensayo de contenido de sales solubles (NTP 339.152):** Este ensayo mide la cantidad de sales solubles presentes en el agregado.

Las sales solubles pueden influir negativamente en la durabilidad del concreto, ya que pueden causar eflorescencias y la corrosión del refuerzo metálico dentro del concreto (Instituto Nacional de Calidad, 2014).
- **Ensayo de contenido de sulfatos solubles (NTP 339.178):** El ensayo cuantifica la cantidad de sulfatos solubles en el agua extraída de una muestra de suelo o agregado.

Los sulfatos pueden reaccionar con los componentes del cemento, formando productos expansivos que pueden causar daños en el

concreto, como agrietamientos y desintegración (Instituto Nacional de Calidad, 2014).

- Ensayo de contenido de cloruros solubles (NTP 339.177): Este ensayo determina la cantidad de cloruros solubles en una muestra. Los cloruros son perjudiciales porque pueden acelerar la corrosión del acero de refuerzo dentro del concreto, comprometiendo la integridad estructural del elemento constructivo (Instituto Nacional de Calidad, 2014).

1.2.4. Albañilería Confinada

La albañilería confinada es un método constructivo que implica la disposición de muros de carga de albañilería que se encuentran rodeados o confinados por columnas y vigas de concreto armado (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Este enfoque combina las ventajas estructurales de la albañilería, que ofrece resistencia a la compresión, con la ductilidad y resistencia a la tracción del concreto armado.

Figura 8

Edificación de albañilería confinada en proceso de construcción



Fuente: (Grupo Casa Lima, 2022)

La albañilería confinada se utiliza comúnmente en la construcción de edificios de varios pisos, especialmente en áreas sísmicas, donde se requiere una mayor resistencia estructural y capacidad de absorber energía durante eventos sísmicos. Este método proporciona una solución eficiente y económica para la construcción de estructuras resistentes y duraderas (San Bartolomé et al., 2018).

1.2.4.1. Unidades de albañilería

Los ladrillos son unidades de albañilería que se utilizan comúnmente en la construcción de paredes, muros y estructuras.

Están hechos de arcilla cocida, cemento, cal u otros materiales similares. Los ladrillos pueden tener diversas formas, tamaños y características según su aplicación específica (Salazar, 2020).

La Tabla 3 muestra las especificaciones de cinco clases de ladrillos (I a V) en términos de variación de dimensiones, alabeo máximo y resistencia característica a compresión. Los ladrillos de Clase I, con mayor tolerancia a variaciones y alabeo, son adecuados para aplicaciones no estructurales o de baja carga. Los ladrillos de Clase II, con mejores propiedades que los de Clase I, son adecuados para usos de carga moderada. Los ladrillos de Clases III, IV y V, que tienen menores variaciones y alabeos, son ideales para aplicaciones estructurales de alta exigencia. En particular, los ladrillos de Clase V ofrecen la mayor resistencia y estabilidad dimensional, siendo los más adecuados para estructuras que requieren máxima durabilidad y capacidad de carga.

Tabla 3

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Hasta 150mm		
	Ladrillo I	8	6		
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, 2019)

1.2.4.2. Ensayos de Unidades de albañilería

1.2.4.2.1. Muestreo

El ensayo de "muestreo" en albañilería es un procedimiento crucial que se enfoca en la recolección de muestras representativas de materiales de construcción (como ladrillos, morteros, concretos, etc.) para su posterior análisis y evaluación (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Este ensayo es fundamental en el proceso de control de calidad y aseguramiento de la conformidad de los materiales utilizados en la construcción de estructuras de albañilería.

- **Consistencia de Materiales:** Asegura que los materiales utilizados cumplen con las especificaciones técnicas requeridas, garantizando uniformidad y fiabilidad en la construcción
- **Eficiencia en el Uso de Materiales:** Ayuda a optimizar la cantidad de materiales utilizados, evitando desperdicios y sobrecostos.
- **Fiabilidad Estructural:** Contribuye a la construcción de estructuras seguras y duraderas al asegurar que los materiales tienen las propiedades mecánicas adecuadas.

1.2.4.2.2. Variación Dimensional

Este ensayo se enfoca en medir las dimensiones de los elementos de albañilería, como ladrillos, bloques y otros componentes, para verificar que cumplan con las especificaciones y tolerancias establecidas en los planos y normativas de construcción (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

El ensayo de Variación Dimensional en albañilería es fundamental para asegurar la calidad y precisión en la construcción de estructuras.

- **Uniformidad de Elementos:** Garantiza que los elementos de albañilería tengan dimensiones uniformes, lo que facilita su colocación y alineación durante la construcción.
- **Estabilidad Estructural:** Las dimensiones precisas de los elementos de albañilería contribuyen a la estabilidad y resistencia de la estructura final, minimizando el riesgo de fallas.
- **Adherencia a Normas:** Verifica que los materiales cumplen con las normas y especificaciones técnicas, lo cual es crucial para la seguridad y durabilidad de las construcciones.
- **Detección de Defectos:** Permite identificar lotes de materiales que no cumplen con las dimensiones especificadas, evitando el uso de elementos defectuosos que podrían comprometer la calidad del proyecto.
- **Ahorro de Tiempo y Costos:** Un ajuste preciso de los componentes reduce el tiempo necesario para las correcciones y ajustes durante la construcción, lo que se traduce en ahorro de costos y tiempo.

1.2.4.2.3. Alabeo

El ensayo de Alabeo en albañilería es crucial para evaluar la planitud y deformación de los elementos de construcción, como ladrillos y bloques. Este ensayo determina si estos componentes presentan alguna curvatura o torsión que podría afectar su uso en la construcción (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

- **Detección de Defectos:** Identifica elementos que no cumplen con los estándares de planitud, evitando el uso de materiales defectuosos que podrían comprometer la calidad estructural.
- **Integridad Estructural:** Un alabeo excesivo puede llevar a un mal alineamiento y distribución de cargas, afectando la integridad de muros y otras estructuras.
- **Compatibilidad de Componentes:** Garantiza que los elementos se ajusten correctamente entre sí, mejorando la eficiencia del proceso constructivo.
- **Conformidad con Estándares:** Asegura que los materiales cumplen con las especificaciones y normativas técnicas, lo que es esencial para la certificación y aprobación de proyectos.

1.2.4.2.4. Áreas de vacíos

El ensayo de Porcentaje de área de vacíos en albañilería es una prueba que mide la cantidad de espacios vacíos presentes dentro de elementos de construcción, como bloques o ladrillos (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Este ensayo es esencial para entender varias propiedades y comportamientos de los materiales en el contexto de su uso estructural.

- **Relación entre Vacíos y Resistencia:** Un mayor porcentaje de vacíos generalmente implica menor densidad y, potencialmente, menor resistencia del material. Esto es crucial para determinar si el material puede soportar las cargas esperadas en una estructura.
- **Resistencia a la Humedad:** Un mayor porcentaje de vacíos puede facilitar la absorción de agua, lo que podría afectar negativamente la durabilidad del material y su resistencia a las condiciones ambientales.
- **Desempeño en Condiciones Extremas:** Materiales con muchos vacíos pueden ser más susceptibles a daños por congelamiento y descongelamiento, así como a la penetración de agentes agresivos.
- **Peso del Material:** Menos densidad implica menor peso, lo cual puede ser beneficioso para la manipulación y el transporte de materiales, reduciendo costos y facilitando la construcción.
- **Consumo de Mortero:** Un material con más vacíos puede requerir más mortero para llenar estos espacios durante la construcción, lo que influye en la planificación de recursos.

1.2.4.2.5. Absorción

El ensayo de Absorción en albañilería es una prueba fundamental para evaluar la capacidad de los materiales de construcción, como ladrillos y bloques, para absorber agua (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Este ensayo es crucial para determinar cómo los materiales reaccionan a la humedad y el agua, factores que afectan su durabilidad, resistencia y comportamiento general en una estructura.

- **Resistencia al Agua y Humedad:** Los materiales que absorben demasiada agua pueden degradarse más rápidamente debido a ciclos de congelación y descongelación, así como a la expansión y contracción causadas por la humedad.
- **Prevención de Deterioro:** Evaluar la absorción ayuda a identificar materiales que podrían ser susceptibles a la penetración de agentes químicos, sales y otros contaminantes que podrían acelerar su deterioro.
- **Integridad Estructural:** Un material con alta capacidad de absorción puede debilitarse con el tiempo, lo que afecta la integridad estructural de la construcción. El agua puede afectar la adherencia del mortero, lo que compromete la unión entre los bloques o ladrillos.
- **Comportamiento bajo Carga:** Los materiales con una absorción controlada tienden a mantener sus propiedades mecánicas bajo condiciones de humedad, asegurando que la estructura soporte las cargas previstas.
- **Control de Calidad:** El ensayo de absorción ayuda a asegurar que los materiales de construcción cumplen con los estándares de calidad y especificaciones técnicas necesarios para la construcción segura y eficiente.

1.2.4.2.6. Succión

El ensayo de Rapidez inicial de absorción o Succión en unidades de albañilería es una prueba que mide la cantidad de agua que un material de

construcción, como un ladrillo o bloque, puede absorber en un corto período de tiempo (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019).

Este ensayo es esencial para evaluar la capacidad del material para manejar la humedad al inicio de su uso en la construcción, influenciando aspectos críticos como la adherencia del mortero y la durabilidad del material.

- **Compatibilidad con el Mortero:** Influye directamente en la adherencia entre el mortero y las unidades de albañilería. Un material con una alta succión puede absorber demasiada agua del mortero demasiado rápido, afectando la consistencia y la fuerza de la unión. Un equilibrio adecuado es necesario para asegurar una buena adherencia y resistencia de las juntas.
- **Tiempo de Trabajabilidad:** Controlar la succión asegura que el mortero mantenga su trabajabilidad durante el tiempo suficiente para que los trabajadores puedan posicionar y ajustar las unidades de albañilería correctamente.
- **Resistencia a la Humedad:** La capacidad de un material para absorber y manejar la humedad afecta su durabilidad. Un material que absorbe agua demasiado rápido puede ser más susceptible a daños por ciclos de congelación y descongelación, así como a la penetración de sales y otros agentes químicos que pueden acelerar el deterioro.
- **Control de Micro fisuras:** Una succión bien controlada ayuda a prevenir la formación de micro fisuras en el material, lo cual puede comprometer la integridad estructural con el tiempo.

- **Cumplimiento Normativo:** Asegurar que los materiales cumplen con los estándares de Succión es fundamental para cumplir con las normativas de construcción y obtener las certificaciones necesarias para la seguridad y eficacia de las edificaciones.

1.2.4.2.7. Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería

El ensayo de Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería es una prueba esencial que determina la capacidad de los materiales de construcción, como ladrillos y bloques, para soportar cargas sin fracturarse (Reglamento Nacional de Edificaciones,2019).

Este ensayo es crucial para garantizar que los materiales usados en la construcción de muros y otras estructuras puedan resistir las fuerzas a las que serán sometidos durante su vida útil.

- **Garantía de Resistencia:** Este ensayo asegura que las unidades de albañilería tienen la fuerza suficiente para soportar las cargas aplicadas, incluyendo su propio peso y las cargas adicionales de la estructura, como techos, pisos y otros elementos.
- **Estándares de Construcción:** La mayoría de los códigos y normativas de construcción especifican mínimos de resistencia a la compresión que deben cumplir las unidades de albañilería. Este ensayo verifica que los materiales cumplen con esos requisitos.
- **Resistencia a Factores Externos:** Un material con alta resistencia a la compresión es menos susceptible a daños por factores externos como la intemperie, la erosión, y las cargas cíclicas.
- **Selección de Materiales:** Realizar este ensayo permite comparar diferentes tipos de unidades de albañilería, ayudando a seleccionar

el material más adecuado según las necesidades específicas del proyecto.

1.2.4.3. Tipos de fallas en Muros de Albañilería

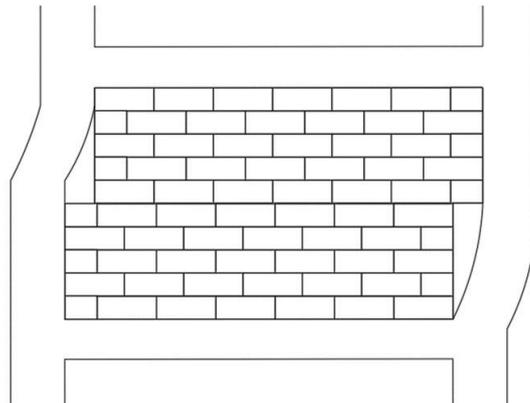
1.2.4.3.1. Falla de corte por deslizamiento

Esta forma de fallo surge debido al deslizamiento a lo largo de la junta horizontal de mortero, ocasionado por una pérdida de adherencia por corte en dicha junta (Salazar, 2020).

Este tamaño genera un mecanismo similar al de una "columna corta" en los pilares, como se ilustra en la Figura 9.

Figura 9

Falla de corte por deslizamiento en muro de albañilería



1.2.4.3.2. Falla de corte

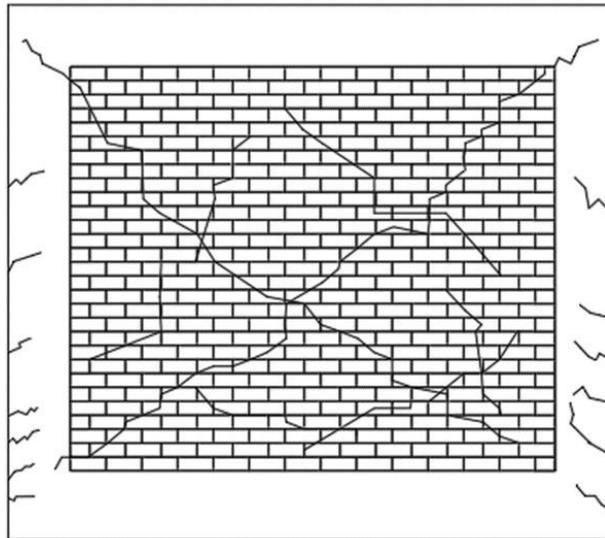
Esta falla se distingue por la formación de grietas diagonales en el panel de albañilería, como se ilustra en la Figura 10, y se origina debido a las tensiones de tracción diagonal que se desarrollan en dicho panel.

Para prevenir la propagación de estas grietas diagonales en los elementos de contención, es crucial reforzar las áreas críticas de estos

elementos, particularmente cuando la calidad de la albañilería es alta y el panel de albañilería es extenso (Salazar, 2020).

Figura 10

Falla de corte en muro de albañilería



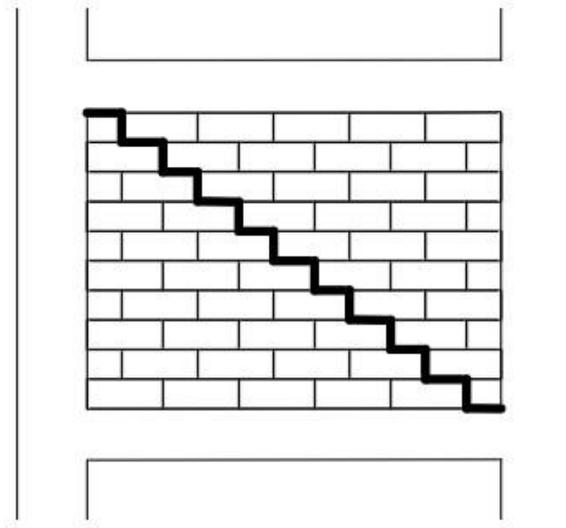
1.2.4.3.3. Falla de aplastamiento por compresión diagonal

Esta falla surge debido al efecto de puntal, el cual ocurre cuando el panel de albañilería se separa de los elementos de contención, tal como se ilustra en la Figura 11.

Esta situación induce tensiones de compresión significativas en las esquinas del muro, las cuales pueden desencadenar una falla por aplastamiento en esa zona, especialmente cuando la calidad de la albañilería es deficiente o cuando se emplean unidades de tipo rejilla para paredes delgadas (Salazar, 2020).

Figura 11

Falla de aplastamiento por compresión diagonal en muro de albañilería

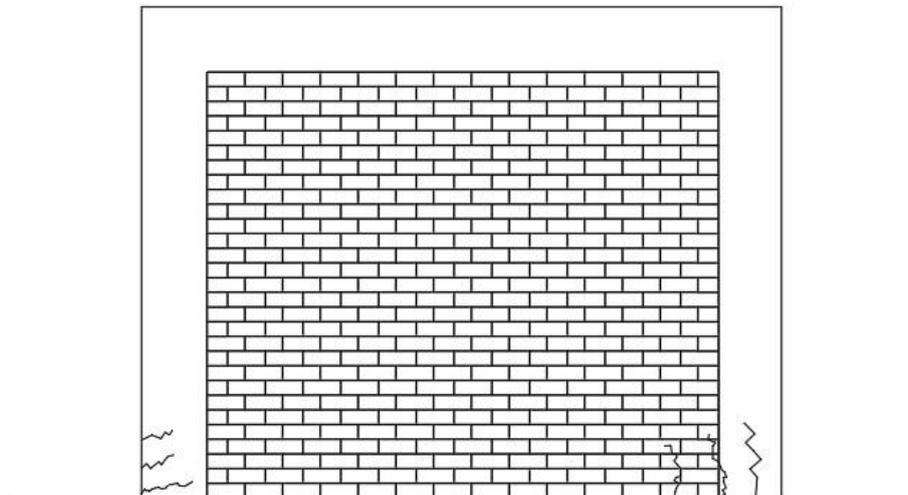


1.2.4.3.4. Falla por flexión

Este tipo de falla puede ocurrir en muros delgados, cuando se generan fuerzas significativas de tracción en los pilares que los contienen, lo que resulta en la deformación plástica de las barras de refuerzo longitudinales y una falla por trituración de los talones flexo comprimidos (Salazar, 2020).

Figura 12

Falla por flexión en muro de albañilería



1.2.4.4. Ensayo de compresión en pilas

1.2.4.4.1. Esbeltez de la Pila

La esbeltez, definida como la relación entre la altura y el espesor de la pila, debe estar entre 2 y 5, con valores más comunes entre 4 y 5, adoptándose 5 como esbeltez estándar. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

En pilas pequeñas, la resistencia a la compresión es mayor que en pilas esbeltas debido a una mayor restricción al desplazamiento lateral. La Tabla 4 de la Norma E.070 proporciona factores de corrección por esbeltez, respaldados por pruebas experimentales en 60 pilas. Además, se recomienda que las pilas tengan al menos 3 hiladas.

Tabla 4

Factor de corrección de $f'm$ por esbeltez

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019)

1.2.4.4.2. Técnica de ensayo

El ensayo debe llevarse a cabo a una velocidad constante y uniforme, evitando impactos, de manera que su duración se encuentre entre 3 y 4 minutos. Si se controla la velocidad de aplicación de carga durante el ensayo, esta puede ser de 5 toneladas por minuto. (San Bartolomé et al., 2018)

Figura 13

Ensayo de compresión axial en pila de albañilería



1.2.4.4.3. Resistencia a la compresión axial

La resistencia a la compresión axial de una pila (f'_m) se calcula dividiendo la carga de ruptura entre el área total de la sección transversal de la pila. Este cálculo es independiente del tipo de unidad de albañilería utilizada, ya sea hueca o sólida, y aplica tanto para ladrillos como para bloques. Este método asegura una evaluación precisa de la capacidad de carga de la pila, proporcionando un indicador fiable de su comportamiento estructural bajo cargas axiales. La uniformidad de este método permite comparar diferentes tipos de materiales de construcción de manera consistente y estandarizada, facilitando así el diseño y análisis en proyectos de ingeniería civil. (San Bartolomé et al., 2018).

Después de probar todas las pilas, se calcula el valor promedio (f_m) y la desviación estándar (σ) de la muestra. Luego, para determinar la resistencia característica (f'_m), se resta una desviación estándar del valor promedio:

$$f'_m = f_m - \sigma$$

Este análisis estadístico muestra que el 84% de las pilas probadas superarán el valor característico de resistencia. Una variación superior al 30% se considera inaceptable, indicando posibles problemas en la mano de obra o en la calidad de los materiales empleados.

1.2.4.4.4. Formas de Falla

El comportamiento y la falla de las pilas bajo cargas axiales están determinadas por la interacción entre las superficies de apoyo de las unidades y el mortero.

Las diferencias en rigidez entre las unidades y el mortero provocan que el material menos deformable, que suele ser las unidades de albañilería, restrinja las deformaciones transversales del material más deformable, que es el mortero. Esto genera esfuerzos de compresión transversales, los cuales producen tracciones laterales en las unidades, causando grietas verticales.

La falla ideal es una grieta vertical en la cara de menor dimensión, provocada por tracción debido a la compresión aplicada. Las fallas por trituración de la unidad, comúnmente asociadas con unidades huecas, son indeseables debido a su naturaleza frágil y explosiva. Las fallas suelen ser repentinas debido a la fragilidad de los materiales no reforzados. Para unidades de baja resistencia, como ladrillos King Kong Artesanal, la falla suele ocurrir por aplastamiento local (San Bartolomé et al., 2018).

Figura 14

Aplastamiento local



Fuente: (San Bartolomé et al., 2018).

El aplastamiento localizado o por pandeo puede ocurrir cuando hay efectos distintos a la compresión pura, como imperfecciones en la construcción, falta de paralelismo entre las caras de asiento o falta de alineamiento con el eje de carga.

Figura 15

Aplastamiento por pandeo



Fuente: (San Bartolomé et al., 2018).

En el caso de ladrillos ranurados, las fisuras tienden a atravesar los bordes de las ranuras, mientras que en bloques de concretos rellenos con grout,

las tapas del bloque pueden ser expulsadas debido al empuje generado por la expansión lateral del grout. (San Bartolomé et al., 2018)

Figura 16

Ladrillos ranurados



1.2.4.5. Ensayo de compresión diagonal en muretes

El propósito del ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería es determinar la resistencia característica al corte puro (v'_m).

Este ensayo permite evaluar la capacidad de la albañilería para resistir esfuerzos de corte, proporcionando un indicador crucial para su desempeño estructural (San Bartolomé et al., 2018).

Además, en situaciones donde se registran y analizan las deformaciones diagonales, este ensayo puede ser útil para calcular el módulo de corte de la albañilería (G_m).

Este valor es fundamental para entender la rigidez y la capacidad de deformación de la estructura bajo cargas de corte, ofreciendo una visión más

completa del comportamiento mecánico de la albañilería y mejorando la precisión en el diseño y análisis estructural.

1.2.4.5.1. Técnica de ensayo

Este ensayo sigue los parámetros indicados por la norma técnica peruana NTP 399.621.

Los dispositivos utilizados para aplicar la carga (P) en la diagonal del murete. La carga (P) se aplica de forma gradual y creciente, a una velocidad constante de 1 tonelada por minuto, hasta que el murete se rompe.

Figura 17

Dispositivos en el ensayo de compresión diagonal



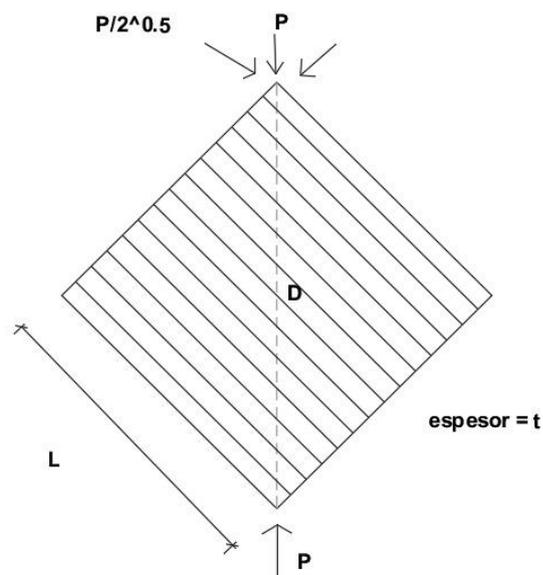
1.2.4.5.2. Resistencia a corte puro

La resistencia unitaria al corte puro de un murete (v'_m) se determina dividiendo la carga de ruptura por el área bruta de la diagonal cargada (D_t). Este cálculo es aplicable independientemente del tipo de unidad de albañilería utilizada, ya sea hueca o sólida, y tanto si se trata de ladrillos como de bloques. Esta metodología asegura una evaluación precisa y consistente de la capacidad de la estructura para resistir esfuerzos de corte, proporcionando un indicador crucial del comportamiento estructural del murete bajo cargas de corte. Al utilizar un enfoque uniforme, se facilita la comparación y el análisis de diferentes materiales de construcción en proyectos de ingeniería civil. (San Bartolomé et al., 2018)

Esto implica dividir la carga diagonal proyectada en la dirección de las hiladas por el área bruta de la hilada (Lt) en los muretes.

Figura 18

Cálculo de la resistencia unitaria a corte puro



Fuente: (San Bartolomé et al., 2018)

Después de realizar los ensayos en todos los muretes, se procede a calcular el valor promedio de la resistencia al corte (v_m) y la desviación estándar (σ) de los resultados obtenidos en la muestra. Posteriormente, para evaluar la resistencia característica del material, se resta una desviación estándar al valor promedio. Este enfoque estadístico permite obtener una medida más conservadora y representativa de la resistencia del material, teniendo en cuenta la variabilidad de los datos y asegurando que se considere un margen de seguridad adecuado para el diseño estructural. Así, se garantiza que la resistencia característica refleje de manera más precisa y confiable el comportamiento del material en condiciones reales de uso. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019):

$$v'_m = v_m - \sigma$$

Esta corrección estadística implica que el 84% de los muretes ensayados tendrán una resistencia superior al valor característico establecido. Si se observa una dispersión mayor al 30%, esto se considera inaceptable, ya que sugiere la existencia de problemas significativos en la mano de obra o en la calidad de los materiales utilizados. Una dispersión tan alta puede indicar inconsistencias en los procesos de construcción, variaciones en las propiedades de los materiales o errores en las técnicas de ensayo. Por lo tanto, es crucial mantener un control riguroso de estos factores para asegurar la fiabilidad y uniformidad de los resultados, y garantizar que las estructuras construidas cumplan con los estándares de seguridad y rendimiento requeridos.

1.2.4.5.3. Formas de Falla

La resistencia al corte puro y el tipo de falla correspondiente están principalmente influenciados por el nivel de adherencia desarrollado en la

interfaz entre la unidad de albañilería y el mortero. Además, basándose en los resultados obtenidos de los muretes, es posible prever tanto la resistencia al corte como el tipo de falla que ocurrirá en los muros a escala real. (San Bartolomé et al., 2018)

Cuando la adherencia es óptima, la falla afecta tanto a las unidades como al mortero, lo que maximiza la resistencia al corte.

Figura 19

Falla por tracción diagonal en murete



Si la adherencia entre la unidad y el mortero no es óptima, la falla se produce de manera escalonada a través de las juntas o de manera mixta, involucrando tanto las juntas escalonadas como el corte de las unidades.

Figura 20

Falla escalonada en murete



1.2.4.6. Incremento de resistencia por edad

Las pilas y muretes deben ser almacenados en temperatura ambiente no menor a 10°C. Los ensayos deben realizarse como mayor edad a los 28 días, pero no menor a los 14 días, si ese es el caso la Tabla 5, explica que factor se debe usar cuando los días de curado son de 14 y 21 días.

Tabla 5

Incremento de $f'm$ y $v'm$ por edad

Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1.15	1.05
	Ladrillos de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y	1.10	1.00
	Ladrillos de concreto		

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones,2019)

1.2.5. Técnicas para la reparación de grietas

1.2.5.1. Inyección de resina epóxica

La inyección de resina epóxica es un método ampliamente utilizado para reparar grietas estructurales en muros de albañilería. Este método consiste en inyectar una resina epóxica líquida en las grietas. La resina se endurece y forma un sello rígido que restablece la integridad estructural del muro.

Las resinas de inyección son productos químicos seguros que modifican las propiedades físicas de los materiales a los que se aplican, como suelos o muros. En el mercado, hay diversas resinas diseñadas para este propósito, algunas de un componente y otras de dos.

Para la inyección en muros, se suelen emplear resinas acrílicas de baja viscosidad con tiempos de reacción cortos y ajustables según la densidad del producto, ya que son la mejor opción para el sellado permanente de agua en fisuras y grietas. (Lemara, 2019)

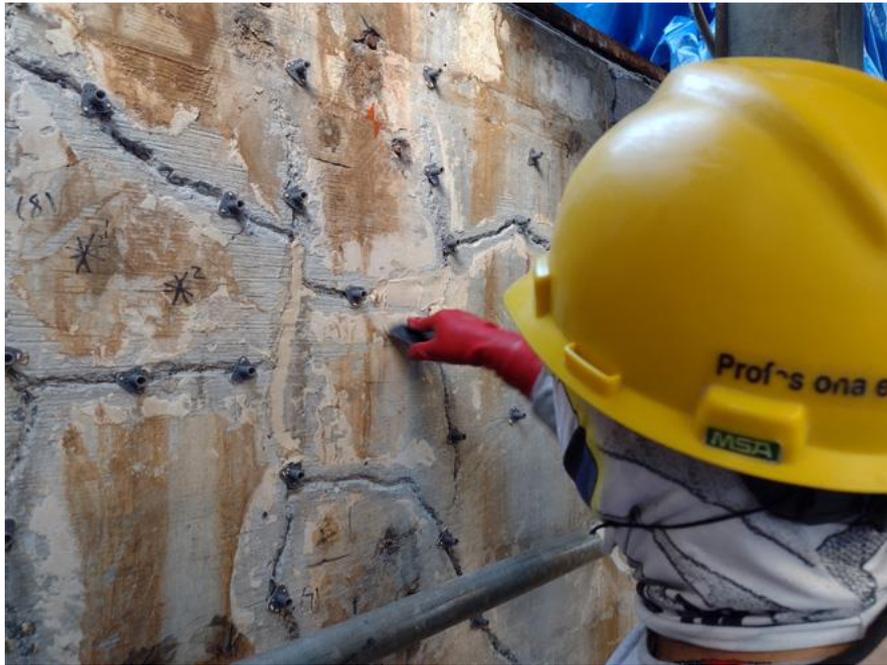
La inyección de resina epóxica para la reparación de grietas en muros de albañilería y concreto es un proceso que comienza con la preparación de la superficie, eliminando cualquier contaminante que pueda impedir la adherencia de la resina. Luego, se instalan puertos de inyección a intervalos regulares a lo largo de la grieta.

La superficie se sella con una pasta epóxica para evitar fugas durante la inyección. La resina se inyecta a través de los puertos usando una bomba, y este proceso debe ser realizado lentamente para asegurar una distribución uniforme dentro de la grieta.

Finalmente, la resina debe curar durante el tiempo especificado por el fabricante, lo cual puede variar dependiendo del tipo de resina y las condiciones ambientales. (Mapei, 2023)

Figura 21

Aplicación de resina Epóxica en grietas



Fuente: (Psc México, 2022)

1.2.5.2. Uso de Grapas

El uso de grapas para la reparación de grietas en muros de albañilería es una técnica efectiva para restaurar la integridad estructural de las paredes agrietadas.

Este método implica la inserción de barras de acero inoxidable de alta resistencia en las juntas de mortero de la mampostería. Las barras se colocan en ranuras cortadas a lo largo de la grieta y se aseguran con un mortero especial de alta adherencia y resistencia a la contracción.

Las fisuras son inevitables en las estructuras de edificios, ya sean de concreto, ladrillo, piedra, asfalto o pladur. Para abordar este problema, se

emplean grapas para grietas, dispositivos de acero corrugado que refuerzan la integridad estructural al coser las grietas a intervalos, evitando así su propagación (Steel Mefobo, s.f.).

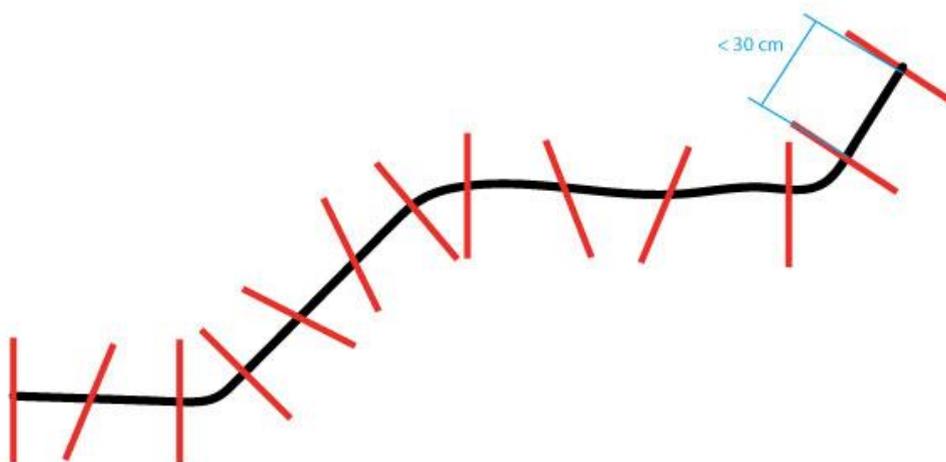
La aplicación de esta técnica en paredes de ladrillo agrietadas implica el uso de barras inyectadas en las juntas del lecho, superpuestas a las grietas en la pared, de manera similar a la costura de dos piezas de tela con hilo.

Esta solución, altamente resistente y económica, aborda eficazmente las grietas en las paredes de ladrillo. Sin embargo, el proceso de coser o reparar estas paredes rara vez es uniforme, dado que las grietas pueden variar en tamaño, profundidad y dirección.

Es crucial identificar la causa subyacente de las grietas antes de emprender cualquier reparación, ya que fortalecer la mampostería estructural es fundamental para prevenir daños mayores. (Peter Cox, s.f.)

Figura 22

Gráfico de disposición de las grapas



Fuente: (Patologías Construcción, 2021)

1.2.5.3. Aplicación de Mallas de Refuerzo

La colocación de mallas de refuerzo es una técnica ampliamente utilizada para la reparación de grietas en muros, especialmente en estructuras de mampostería y concreto. Esta técnica no solo refuerza la estructura, sino que también ayuda a prevenir futuras fisuraciones al distribuir las tensiones de manera más uniforme.

En el ámbito de la construcción, la malla para grietas es un componente crucial para asegurar la solidez y longevidad de una edificación. Es una solución efectiva y económica para prevenir y reparar las fisuras en muros, techos y suelos. Esta malla actúa como una barrera de refuerzo que impide la propagación de las grietas, proporcionando estabilidad a las superficies dañadas. (InmobiMedia, s.f.)

Generalmente, puede ser de fibra de vidrio, poliéster o acero galvanizado, con una textura rugosa que garantiza una buena adherencia cuando se aplica el revestimiento correspondiente. (InmobiMedia, s.f.)

El proceso de colocación de mallas de refuerzo comienza con la preparación de la superficie, donde se limpia la zona afectada eliminando polvo, grasa, humedad y materiales sueltos para asegurar una base sólida. Luego, se aplica una capa uniforme de mortero o adhesivo sobre la superficie limpia, que sirve como anclaje para la malla. (E-ficiencia, 2020)

Luego esta malla de refuerzo se coloca sobre esta capa fresca, asegurándose de que esté bien adherida y sin burbujas o pliegues. Posteriormente, se aplica una segunda capa de mortero cubriendo completamente la malla y alisándola para integrarla adecuadamente. (E-ficiencia, 2020)

Figura 23

Colocación de malla de fibra de vidrio



Fuente: (Plaremesa, s.f.)

1.3. Definición de términos básicos

- **Pirólisis:** Proceso termoquímico que experimenta un material cuando se encuentra en ausencia de oxígeno o de algún tipo de reactante que se aplica a cualquier producto orgánico basado en carbono (Gómez et al., 2008).
- **Densidad:** Esta propiedad esencial de la materia se relaciona con la masa de una sustancia o cuerpo en relación con su volumen (Santos & Fuertes, 2004).
- **Resistencia a la tensión:** La resistencia a la tensión es una propiedad mecánica que determina la capacidad de un material para resistir la acción de las fuerzas externas sin romperse (Reolid, 2011).

- **Módulo elástico:** Esta característica de los materiales se refiere a su habilidad para soportar deformaciones reversibles cuando están sometidos a carga (Mindess, 2019).
- **Compresión axial (f'_m):** Es la fuerza por unidad de área que actúa a lo largo del eje de un cuerpo, tendiendo a reducir su tamaño en la dirección de la fuerza aplicada (Sáenz, 2016).
- **Pilas de albañilería:** Las pilas de albañilería son estructuras formadas por prismas que consisten en dos o más capas de unidades completas, como ladrillos o bloques, dispuestas una sobre otra y unidas con mortero. (Sáenz, 2016).
- **Compresión diagonal (v'_m):** Se refiere a la resistencia a compresión diagonal de la mampostería, que depende de la adherencia bloque-mortero (Fernández et al., 2009).
- **Muretes de albañilería:** Pequeñas paredes construidas con ladrillos u otros materiales de albañilería. Se utilizan comúnmente en la construcción para dividir espacios, delinear áreas o proporcionar soporte estructural (Fernández et al., 2009).
- **Módulo de corte (G' m):** Constante de proporcionalidad que relaciona el esfuerzo cortante aplicado a un material con la deformación angular resultante (Fernández et al., 2009).
- **Desviación estándar (σ):** Es una medida que indica la distancia promedio de los valores de un conjunto de datos con respecto a su media. (Cervantes, 2008).
- **Módulo de Finura:** Medida que describe la distribución del tamaño de las partículas en un agregado fino, como la arena o el polvo de

piedra, en relación con un estándar de referencia (Palacio et al., 2017).

- **Norma Técnica Peruana (NTP):** Son las regulaciones y especificaciones técnicas adoptadas por Perú para garantizar la calidad y seguridad en diversos sectores (Instituto Nacional de Calidad, 2014).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

Generalidades

La elaboración de una tesis integra la identificación de problemas, la formulación de objetivos y el planteamiento de hipótesis, cada uno desempeñando un papel crucial y estando interrelacionados para asegurar la coherencia y profundidad del trabajo investigativo.

La identificación de problemas es esencial, ya que enfoca la investigación en áreas que necesitan soluciones relevantes. En esta tesis, problemas como las grietas en muros de albañilería afectan la integridad estructural y la durabilidad de las construcciones. Reconocer estos problemas permite orientar la investigación hacia soluciones aplicables y significativas.

Los objetivos, una vez identificados los problemas, dirigen el esfuerzo investigativo hacia metas específicas y alcanzables. Por ejemplo, determinar la dosificación óptima del mortero con biocarbón y evaluar las propiedades de la malla de fibra de vidrio son pasos concretos para resolver problemas de reparación de grietas en muros de albañilería.

Las hipótesis son suposiciones fundamentadas que se proponen probar o refutar. En esta tesis, cada hipótesis se deriva directamente de los objetivos específicos, como la mejora de la resistencia a la compresión con la combinación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio. Estas hipótesis guían la recolección de datos y el análisis, aportando conocimiento valioso y aplicable al campo de la construcción.

La interrelación entre problemas, objetivos e hipótesis asegura la coherencia del trabajo. Los problemas informan los objetivos, los cuales orientan la formulación de hipótesis específicas. Este encadenamiento lógico garantiza

que cada parte del trabajo esté alineada con un propósito claro y que las investigaciones sean pertinentes y focalizadas, facilitando la interpretación de resultados y su aplicación práctica.

Formulación del Problema

La formulación de problema es la articulación clara y precisa de la cuestión que se investigará en un estudio. Implica identificar y delimitar el tema específico de investigación, así como establecer los objetivos y preguntas de investigación que guiarán el estudio. Proporciona un marco conceptual para el estudio, orientando la selección de métodos y el análisis de datos, y sirve como punto de partida para la generación de conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos del estudio.

Problema general

El problema general es la manifestación más amplia y abstracta de la interrogante principal que guía la investigación. Es una expresión que resume de manera concisa y generalizada el área de interés que se explorará en el estudio. Este problema general establece el contexto y la relevancia del estudio dentro del campo de investigación específico, delineando el alcance y la naturaleza de la indagación que se emprenderá.

Las grietas en los muros de albañilería representan un desafío significativo para la durabilidad y seguridad de las edificaciones. Estas grietas no solo afectan la estética de las construcciones, sino que también comprometen la integridad estructural, lo que puede llevar a fallos graves si no se abordan adecuadamente. Los métodos tradicionales de reparación de grietas a menudo presentan limitaciones en términos de durabilidad y efectividad, lo que genera la

necesidad de explorar nuevas técnicas y materiales para mejorar las prácticas de reparación actuales.

En este contexto, se planteó el siguiente problema general:

¿Como la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería?

Problema específico 1

Los problemas específicos son las facetas particulares del problema general que se explorarán en la investigación. Se formulan de manera precisa y detallada, identificando áreas específicas que requieren análisis o solución dentro del contexto más amplio del problema general. Estos problemas específicos guían la investigación al delimitar el alcance de la indagación y establecer objetivos concretos que se abordarán. Son fundamentales para estructurar la investigación, determinar los métodos apropiados y facilitar la obtención de conclusiones significativas.

Se observó que las grietas en los muros de albañilería representan un problema recurrente que afecta tanto la integridad estructural como la estética de las edificaciones. Se identificó la necesidad de explorar materiales y técnicas de reparación más efectivas y duraderas.

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre métodos de reparación de grietas y el uso de materiales innovadores en la construcción, como el biocarbón.

La revisión literaria mostró que el biocarbón tiene potencial para mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del mortero.

En este contexto, se planteó el siguiente problema específico 1:

¿Cuál es la dosificación óptima del mortero con biocarbón para la reparación de grietas en muros de albañilería?

Problema específico 2

Al observar que las grietas en los muros de albañilería no solo comprometen la integridad estructural, sino que también afectan la estética de las edificaciones, se identificó la necesidad de encontrar soluciones de reparación más eficaces y duraderas.

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre las técnicas de reparación de grietas y los materiales utilizados en estos procesos. Durante esta revisión, se destacó el uso de materiales innovadores como las mallas de fibra de vidrio, que se utilizan por sus propiedades de refuerzo estructural.

En la revisión literaria, se encontró que las mallas de fibra de vidrio tienen propiedades particulares que podrían mejorar significativamente la reparación de grietas en muros de albañilería. Estas propiedades incluyen alta resistencia a la tracción, flexibilidad y durabilidad, además de una buena capacidad para distribuir tensiones.

En este contexto, se planteó el siguiente problema específico 2:

¿Cuáles son las propiedades de la malla de fibra de vidrio para la reparación de grietas en muros de albañilería?

Problema específico 3

Se investigaron las propiedades del biocarbón y de la malla de fibra de vidrio. El biocarbón tiene propiedades que pueden aumentar la resistencia y durabilidad del mortero, mientras que la malla de fibra de vidrio es conocida por su capacidad para distribuir tensiones y reforzar estructuras.

Se planificó un conjunto de experimentos para medir la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con diferentes combinaciones de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio. Esto incluye la preparación de muestras, pruebas de compresión y análisis de datos para identificar la combinación óptima que maximice la resistencia estructural.

En este contexto, se planteó el siguiente problema específico 3:

¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con la aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio?

Problema específico 4

Se investigaron las propiedades del biocarbón y la malla de fibra de vidrio en el contexto específico de la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería. Se encontró que estos materiales pueden proporcionar refuerzo adicional y distribución de tensiones, lo que podría mejorar la resistencia en esta dirección.

Se planificó un conjunto de experimentos para medir la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con diferentes combinaciones de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio. Esto incluye la preparación de muestras, pruebas de compresión diagonal y análisis de datos para identificar el impacto de los materiales en la resistencia estructural.

En este contexto, se planteó el siguiente problema específico 4:

¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con la aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio?

Formulación de Objetivos

La formulación de objetivos implica definir de manera precisa los logros específicos que se buscan alcanzar con la investigación. Estos objetivos, basados en los problemas identificados, guían la planificación y ejecución del estudio, proporcionando una dirección clara y estableciendo criterios para evaluar el éxito de la investigación.

Objetivo general

El objetivo general representa la meta principal que se busca alcanzar con la investigación. Este objetivo engloba de manera amplia y concisa el propósito fundamental del estudio, delineando el resultado global que se espera obtener al finalizar la investigación. Es una declaración clara y directa que resume el alcance y la intención del estudio en su conjunto, proporcionando una guía general para orientar todas las actividades y decisiones relacionadas con la investigación.

Una vez que se ha identificado el problema general que aborda esta investigación, se presenta la necesidad de definir un objetivo que dirija y dé propósito a este estudio. Este objetivo no solo representa una meta a alcanzar, sino que también actúa como un faro que guía cada paso del proceso investigativo.

En este contexto y en consonancia con el problema general se planteó el siguiente objetivo general:

Determinar que la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería.

Objetivo específico 1

Los objetivos específicos representan metas detalladas y concretas que se desprenden del objetivo general y guían el desarrollo de la investigación.

Estos objetivos se formulan de manera precisa, identificando las tareas específicas que se llevarán a cabo para alcanzar el objetivo general. Cada objetivo específico delinea acciones concretas que contribuirán al logro del objetivo general y proporciona una estructura para el diseño y la ejecución del estudio.

Para definir nuestro primer objetivo específico, nos basamos en el problema específico 1, ya que este establece el foco de nuestra investigación. Dicho problema plantea la incógnita crucial sobre la dosificación óptima del mortero con biocarbón para la reparación de grietas en muros de albañilería.

Esta conexión directa entre el problema y el objetivo específico asegura que nuestra investigación aborde de manera precisa y efectiva el desafío identificado.

En este contexto y en consonancia con el problema específico 1 se planteó el siguiente objetivo específico:

Identificar la dosificación óptima del mortero con biocarbón para la reparación de grietas en muro de albañilería.

Objetivo específico 2

Para determinar el objetivo específico 2, nos hemos basado en la necesidad de abordar otro aspecto crucial identificado en nuestra investigación.

El problema específico 2 plantea la interrogante sobre las propiedades de la malla de fibra de vidrio para la reparación de grietas en muros de albañilería.

En este contexto y en consonancia con el problema específico 2 se planteó el siguiente objetivo específico:

Analizar las propiedades de la malla de fibra de vidrio para la reparación de grietas en muros de albañilería.

Objetivo específico 3

Al establecer nuestro próximo objetivo específico, es fundamental reconocer que este se basa en el problema específico 3, el cual plantea la interrogante sobre el impacto en la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con la aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio.

Este aspecto es crucial para evaluar la efectividad global de las reparaciones en términos de estabilidad estructural. Por lo tanto, nos proponemos investigar cómo esta combinación de materiales afecta la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería.

En este contexto y en consonancia con el problema específico 3 se planteó el siguiente objetivo específico:

Determinar la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio.

Objetivo específico 4

Para definir nuestro cuarto objetivo específico, partimos del problema específico 4, el cual plantea la cuestión sobre el impacto en la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con la aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio. Este problema es esencial para comprender cómo las fuerzas diagonales, que suelen ser críticas en situaciones de carga y esfuerzo, afectan la integridad estructural de los muretes.

Este análisis nos permitirá identificar posibles mejoras en las técnicas de reparación y reforzamiento de muros de albañilería, asegurando así una mayor durabilidad y resistencia estructural.

En este contexto y en consonancia con el problema específico 4 se planteó el siguiente objetivo específico:

Determinar la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería con la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio.

2.1. Formulación de Hipótesis general y específicas

La formulación de hipótesis es un componente crucial, ya que establece las suposiciones que serán probadas y evaluadas durante el estudio. Las hipótesis proporcionan una dirección clara para la investigación, ayudando a definir qué se está intentando demostrar o refutar. Este proceso no solo guía el diseño experimental y la recolección de datos, sino que también facilita la interpretación de los resultados. Al establecer hipótesis claras y bien fundamentadas, se puede asegurar que la investigación esté enfocada y sea capaz de aportar conclusiones significativas y útiles.

La hipótesis general es una declaración amplia que expresa la relación o efecto esperado entre las variables principales del estudio. Sirve como una guía global para la investigación, proporcionando una visión clara del objetivo principal. Esta hipótesis debe ser lo suficientemente general para abarcar el enfoque completo del estudio, pero también lo suficientemente específica para ser testeable a través de métodos científicos. Su formulación adecuada permite establecer una base sólida sobre la cual se desarrollan las hipótesis específicas y se diseñan los experimentos.

Las hipótesis específicas son declaraciones más detalladas y precisas que desglosan la hipótesis general en componentes manejables y medibles. Cada hipótesis específica aborda un aspecto particular de la relación entre las variables, permitiendo una investigación más focalizada y estructurada. Estas hipótesis ayudan a organizar la recolección de datos y el análisis, asegurando que cada parte del estudio contribuya a probar la hipótesis general. Al formular

hipótesis específicas, se pueden identificar claramente qué se espera observar en cada etapa del experimento, facilitando la validación o refutación de la hipótesis general con mayor precisión y detalle.

2.1.1. Hipótesis general

La hipótesis general predice la relación entre variables clave en el estudio, proporcionando una afirmación amplia sobre el fenómeno investigado.

Para definir nuestra hipótesis general, partimos de la premisa fundamental que guía esta investigación: la aplicación de técnicas y materiales innovadores puede ofrecer soluciones más efectivas y duraderas para la reparación de grietas en muros de albañilería.

Basándonos en una revisión exhaustiva de la literatura existente y en estudios preliminares, se ha observado que tanto el biocarbón como las mallas de fibra de vidrio presentan propiedades que podrían mejorar significativamente la resistencia y durabilidad de las reparaciones en estructuras de albañilería.

El biocarbón, conocido por sus propiedades mejoradas de durabilidad y resistencia mecánica cuando se incorpora en morteros, y la malla de fibra de vidrio, que proporciona un refuerzo adicional y distribución de tensiones, se presentan como una combinación prometedora para enfrentar los desafíos estructurales de los muros de albañilería. A través de esta investigación, se busca validar esta combinación de materiales en un contexto práctico y realista.

En este contexto y en consonancia con el objetivo general se planteó la siguiente hipótesis general:

La aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería.

2.1.2. Hipótesis específicas

Las hipótesis específicas son predicciones detalladas y concretas sobre la relación entre variables específicas en el estudio. Estas afirmaciones proporcionan una guía precisa sobre cómo se espera que se comporten estas variables en un contexto particular, lo que permite una evaluación más detallada y dirigida del fenómeno investigado.

2.1.2.1. Hipótesis específica 1:

Para formular nuestra hipótesis específica 1, partimos de la necesidad de optimizar la composición del mortero utilizado en la reparación de grietas en muros de albañilería. Los antecedentes y la revisión de la literatura sugieren que la incorporación de biocarbón en el mortero puede mejorar sus propiedades mecánicas y de durabilidad. Sin embargo, es esencial determinar la dosificación precisa que maximice estos beneficios.

La hipótesis específica 1 se centra en esta necesidad crítica, planteando que al identificar una dosificación óptima del mortero con biocarbón, se mejorarán significativamente sus propiedades, haciendo el mortero más efectivo para la reparación de grietas en muros de albañilería. Esta hipótesis se basa en la premisa de que una cantidad adecuada de biocarbón puede aumentar la resistencia y la durabilidad del mortero, mejorando así la estabilidad y la longevidad de las reparaciones realizadas.

En este contexto y en consonancia con el objetivo específico 1 se planteó la siguiente hipótesis específica 1:

Se identificó una dosificación óptima del mortero con biocarbón que mejoró sus propiedades mecánicas para la reparación de grietas en muros de albañilería.

2.1.2.2. Hipótesis específica 2:

Para formular nuestra hipótesis específica 2, nos enfocamos en evaluar las propiedades de la malla de fibra de vidrio y su efectividad en la reparación de grietas en muros de albañilería. La literatura existente y los estudios previos sugieren que las mallas de fibra de vidrio proporcionan un refuerzo significativo, distribuyendo las tensiones y mejorando la resistencia general del muro reparado.

La hipótesis específica 2 surge de esta premisa, proponiendo que las propiedades de la malla de fibra de vidrio son óptimas para la reparación de grietas en muros de albañilería. Este planteamiento se basa en la expectativa de que las características intrínsecas de la malla de fibra de vidrio, como su alta resistencia a la tracción y su capacidad para distribuir las tensiones, contribuirán a una reparación más eficaz y duradera.

En este contexto y en consonancia con el objetivo específico 2 se planteó la siguiente hipótesis específica 2:

Las propiedades de la malla de vidrio son óptimas para la reparación de grietas en muros de albañilería.

2.1.2.3. Hipótesis específica 3:

Para desarrollar nuestra hipótesis específica 3, enfocamos nuestra atención en la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería cuando se utilizan materiales innovadores como el mortero con biocarbón y las mallas de fibra de vidrio. Estudios preliminares y la revisión de la literatura sugieren que ambos materiales pueden proporcionar mejoras significativas en las propiedades mecánicas de las estructuras de albañilería.

La hipótesis específica 3 se basa en esta premisa, proponiendo que la combinación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente la resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería. Esta hipótesis se fundamenta en la expectativa de que el biocarbón, al mejorar las propiedades del mortero, y las mallas de fibra de vidrio, al proporcionar un refuerzo estructural adicional, trabajan conjuntamente para aumentar la capacidad de las pilas de soportar cargas axiales.

En este contexto y en consonancia con el objetivo específico 3 se planteó la siguiente hipótesis específica 3:

La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería.

2.1.2.4. Hipótesis específica 4:

Para formular nuestra hipótesis específica 4, centramos nuestra atención en la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería cuando se utilizan materiales avanzados como el mortero con biocarbón y la malla de fibra de vidrio. La revisión de la literatura y los estudios preliminares sugieren que estos materiales pueden proporcionar mejoras significativas en las propiedades mecánicas de las estructuras de albañilería.

La hipótesis específica 4 se basa en esta premisa, proponiendo que la combinación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente la resistencia a la compresión diagonal en los muretes de albañilería. Esta hipótesis se fundamenta en la expectativa de que el biocarbón, al mejorar la cohesión y durabilidad del mortero, junto con las mallas de fibra de vidrio, al proporcionar un refuerzo adicional y distribuir las tensiones, trabajarán

conjuntamente para aumentar la capacidad de los muretes de resistir las cargas diagonales.

En este contexto y en consonancia con el objetivo específico 4 se planteó la siguiente hipótesis específica 4:

La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión diagonal en los muretes de albañilería.

2.2. Variables y definición operacional

El análisis de variables y su definición operacional es esencial, ya que estas proporcionan el marco para la recolección y análisis de datos. Las variables representan las características o condiciones que se van a medir o manipular en el estudio. Definir operacionalmente las variables significa especificar claramente cómo se medirán y observarán estas variables, asegurando que sean cuantificables y objetivas. Este proceso permite a los investigadores diseñar un estudio que sea replicable y que produzca resultados fiables y válidos.

Las variables en una investigación se dividen generalmente en dos categorías principales: variables independientes y variables dependientes. Las variables independientes son aquellas que el investigador manipula para observar su efecto en las variables dependientes, representando las causas potenciales o los factores que se están probando. Las variables dependientes, por otro lado, son las que se miden y se espera que cambien como resultado de las manipulaciones de las variables independientes, representando los efectos o resultados observados.

La definición operacional de las variables implica describir cómo se medirán o manipularán en el contexto del estudio. Esto incluye especificar las

técnicas de medición, los instrumentos utilizados y los criterios de evaluación. Una definición operacional clara y precisa es crucial para asegurar la objetividad y la consistencia en la recolección de datos. Definir operacionalmente las variables asegura que todos los aspectos del estudio sean medibles y que los resultados puedan ser analizados y comparados de manera precisa.

2.2.1. Variable independiente (X)

La variable independiente es aquella que el investigador manipula o cambia para observar cómo afecta a otras variables. Es la causa en una relación causa-efecto.

X: Mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio

Esta selección se basa en una revisión exhaustiva de la literatura y estudios previos que han demostrado los beneficios de estos materiales en la construcción y reparación de estructuras, y en el interés en observar y medir el efecto de las diferentes dosificaciones de biocarbón y encontrar su dosificación óptima que se usará en el mortero y el uso de la malla de fibra de vidrio sobre las propiedades mecánicas las cuales son compresión axial y diagonal en la reparación de los muros de albañilería, las cuales son representadas por pilas y muretes respectivamente. La manipulación controlada de esta variable permite explorar cómo estas dos propuestas combinadas influyen en las propiedades mecánicas de las unidades de albañilería reparados.

Al crear diferentes grupos experimentales, los cuales son el uso de un mortero patrón, el mortero con la dosificación óptima de biocarbón, y el uso de la malla de fibra vidrio junto a este, se observará cómo la variación del mortero, incluida la adición de la malla de fibra de vidrio, afecta de manera óptima en sus propiedades mecánicas de las unidades de albañilería.

2.2.2. Variable dependiente (Y)

La variable dependiente, es la que se percibe o mide en el estudio para ver cómo responde o cambia como resultado de las alteraciones en la variable independiente. Es el efecto en una relación causa-efecto.

Y: Reparación de grietas en muros de albañilería

Con la elección de esta variable dependiente se espera que cambie como consecuencia de las manipulaciones realizadas en la variable independiente, es decir, el mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio. Esta variable dependiente es crítica porque representa el aspecto práctico y tangible de la investigación: el éxito o fracaso de las modificaciones del mortero y el uso de la malla de fibra de vidrio en la resolución efectiva del problema de las grietas en los muros de albañilería.

Al seleccionar esta variable, se centra la atención en el impacto real que estas modificaciones tienen en la integridad estructural de los muros y, por extensión, en la seguridad y durabilidad de las edificaciones.

2.2.3. Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables es un proceso esencial en la investigación científica que implica definir cómo se medirán y observarán las variables de un estudio. Este proceso permite que conceptos abstractos o teóricos sean traducidos a indicadores específicos y mensurables, facilitando la recolección de datos y el análisis empírico.

El primer paso es la definición conceptual, donde se clarifica el significado teórico del concepto. Luego, se procede a la definición operacional, que establece cómo se medirá el concepto en términos prácticos.

La selección de indicadores es el siguiente paso, donde se identifican las medidas específicas que representarán la variable. A continuación, se desarrolla el instrumento de medición, creando o adaptando herramientas como cuestionarios, encuestas o test para recolectar datos.

Es crucial realizar una prueba piloto del instrumento para asegurar su validez y confiabilidad. Esta prueba preliminar permite evaluar la consistencia y claridad del cuestionario, administrándolo a un pequeño grupo antes de su implementación a gran escala.

Existen consideraciones clave en la operacionalización de variables, como la validez, que asegura que los indicadores realmente miden el concepto que se pretende medir. La confiabilidad es otra consideración importante, garantizando que la medición sea consistente y reproducible. Un cuestionario debe producir resultados similares si se aplica en diferentes momentos bajo las mismas condiciones. Además, es esencial considerar la escalabilidad, es decir, si la medición puede aplicarse en diferentes contextos o a diferentes poblaciones.

Tabla 6

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Equipos e instrumentos
X: Mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio (Variable independiente)	X1: Dosificación óptima del mortero con biocarbón a 0%, 2.5%, 5% y 7.5%	Resistencia a la compresión NTP 334.051	Observación directa y análisis de resultados de laboratorio
		Resistencia a la flexión de mortero con biocarbón. NTP 334.120	
		Resistencia a la tracción de mortero con biocarbón.	

NTP 334.060

	X2: Propiedades de la malla de fibra de vidrio	Ficha técnica de la malla de fibra de vidrio	Observación directa y análisis documental
Y: Reparación de grietas en muros de albañilería (Variable dependiente)	Y1: Propiedades mecánicas del muro de albañilería	Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería. NTP 339.605 Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería. NTP 339.621	Observación directa y análisis de resultados de laboratorio

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

Un diseño metodológico es el plan estructurado que guía el desarrollo de una investigación, estableciendo el marco y los procedimientos necesarios para alcanzar los objetivos planteados de manera coherente y sistemática. Este diseño proporciona una ruta clara sobre cómo se debe proceder en cada etapa del estudio, desde la recolección de datos hasta el análisis y la interpretación de los resultados. Al definir un diseño metodológico, se busca asegurar la validez y la fiabilidad de los hallazgos, garantizando que la investigación se realice de manera rigurosa y objetiva.

En esta investigación, el diseño metodológico se compone de cuatro componentes esenciales: el enfoque, que determina la perspectiva desde la cual se abordará el estudio y cómo se interpretarán los datos; el tipo, que categoriza la investigación según su propósito y naturaleza; el nivel, que indica la profundidad y el alcance del análisis, diferenciando entre estudios superficiales y detallados; y el diseño, que especifica las estrategias y técnicas utilizadas para la recopilación y el análisis de los datos. Estos elementos, en conjunto, proporcionan una guía integral para la realización del estudio, asegurando que cada paso siga un camino lógico y estructurado hacia la obtención de resultados válidos y significativos.

3.1.1. Enfoque de investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo. Según (Vega et al., 2014) el enfoque cuantitativo implica utilizar la recopilación y análisis de datos como método para abordar preguntas de la investigación, probar hipótesis y establecer

patrones de comportamiento numéricamente, confiando en la estadística y reglas lógicas para comprender la realidad.

El enfoque cuantitativo es esencial para esta tesis porque permite una medición precisa y objetiva de las variables involucradas en la investigación. Al utilizar métodos cuantitativos, se puede recopilar datos numéricos que reflejan con exactitud las características de los materiales y técnicas de reparación de grietas en muros de albañilería. Esta precisión es crucial para evaluar la efectividad del mortero con biocarbón y mallas de fibra de vidrio, ya que cualquier mejora en las propiedades mecánicas debe ser cuantificada de manera exacta.

Otra razón fundamental para utilizar un enfoque cuantitativo es la capacidad de aplicar análisis estadísticos a los datos recopilados. Las herramientas estadísticas permiten identificar patrones, relaciones y tendencias en los datos, proporcionando una base sólida para probar las hipótesis de la investigación. En el contexto de este estudio, los análisis estadísticos ayudarán a determinar si las diferencias observadas entre los muros reparados con el mortero tradicional y aquellos reparados con mortero enriquecido con biocarbón y mallas de fibra de vidrio son estadísticamente significativas.

3.1.2. Tipo de investigación

El tipo que se usa en esta investigación es aplicativo. Según (Esteban, 2018) indica que la investigación aplicada se deriva de la investigación básica para abordar problemas prácticos en la vida productiva, su fin es mejorar sistemas y procedimientos existentes utilizando avances científicos y tecnológicos, evaluando su eficiencia o ineficiencia en lugar de calificarlos como verdaderos o falsos.

La investigación de tipo aplicada está orientada a resolver problemas concretos y prácticos en la vida real, utilizando conocimientos y teorías desarrolladas a partir de la investigación básica. En el caso de este trabajo de investigación, el objetivo principal es abordar el problema específico de las grietas en los muros de albañilería, una cuestión práctica y de gran relevancia en el campo de la construcción. La investigación aplicada se centra en encontrar soluciones eficaces que puedan ser implementadas directamente para mejorar la calidad y durabilidad de las estructuras.

Un aspecto clave de la investigación aplicada es su enfoque en la mejora de sistemas y procedimientos existentes. Esta investigación busca evaluar la efectividad de un mortero mejorado con biocarbón y mallas de fibra de vidrio en comparación con los morteros tradicionales utilizados para la reparación de grietas. El objetivo es introducir avances científicos y tecnológicos que optimicen las prácticas actuales de construcción, haciendo que los métodos de reparación sean más eficientes y duraderos. Esto implica no solo probar nuevas formulaciones de mortero, sino también establecer protocolos de aplicación que puedan ser adoptados por profesionales en el campo.

3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de esta investigación es explicativo. De acuerdo con (Esteban, 2018), en este nivel de investigación, la formulación de hipótesis es esencial, ya que proporcionan una dirección clara para el desarrollo del estudio; investigar sin hipótesis es dar vueltas sin un punto fijo. Como se discutirá más adelante al examinar la importancia de las hipótesis, la investigación explicativa verifica sus hipótesis mediante el uso de diseños tanto no experimentales como experimentales.

El nivel explicativo se centra en identificar y entender las causas y efectos dentro de un fenómeno. En este caso investigar la efectividad del mortero con biocarbón y mallas de fibra de vidrio en la reparación de grietas en muros de albañilería. Esto implica no solo observar los resultados, sino también entender por qué y cómo estos materiales mejoran las propiedades mecánicas de los muros. Un enfoque explicativo permitirá detallar las relaciones causales entre la composición del mortero, las técnicas de aplicación y las mejoras observadas en la resistencia estructural.

Esta investigación involucra la formulación y prueba de hipótesis sobre la efectividad de nuestra propuesta como método de reparación. El nivel explicativo es adecuado porque no solo busca confirmar si una hipótesis es verdadera o falsa, sino también entender los mecanismos subyacentes que explican por qué se obtuvieron ciertos resultados. Este enfoque ayudará a fundamentar las conclusiones con una base teórica y empírica sólida, proporcionando una comprensión completa del fenómeno estudiado.

3.1.4. Diseño de investigación

El diseño que se aplica en esta investigación es experimental. Según (Morales, 2013) indica que, en este diseño, se utiliza un grupo experimental y un grupo de control, asignando aleatoriamente sujetos a cada grupo. El grupo de control no recibe el tratamiento aplicado al grupo experimental, permitiendo comparar y atribuir cambios al tratamiento específico.

En este trabajo de investigación, se manipula específicamente la composición del mortero (variando las dosis de biocarbón) y la adición de mallas de fibra de vidrio. Estas siendo las variables independientes. Se observa cómo

estas manipulaciones afectan las propiedades mecánicas del mortero y la resistencia de los muros reparados, que son las variables dependientes.

La investigación implica comparar muros reparados con diferentes tipos de mortero: uno con la dosificación óptima de biocarbón, otro con mortero tradicional y otro con mortero y mallas de fibra de vidrio. Esta estructura permite comparar los resultados entre los distintos tratamientos, asegurando que cualquier diferencia observada en las propiedades mecánicas se pueda atribuir a las manipulaciones realizadas.

Se realiza pruebas estandarizadas de compresión, flexión y tracción en las muestras de mortero, así como pruebas de compresión axial y diagonal en los muros. Estas pruebas proporcionan datos cuantitativos precisos que permiten evaluar y comparar objetivamente los efectos de los diferentes tratamientos.

3.2. Población y Muestra

En una investigación, los conceptos de población y muestra son fundamentales para entender cómo se recolectan y analizan los datos. La población se refiere al conjunto completo de individuos, objetos, o eventos que poseen alguna característica común que es de interés para el investigador. La población es el grupo total del cual se desea obtener información y puede ser finita o infinita.

La muestra es un subconjunto de la población que se selecciona para participar en el estudio. Dado que es a menudo impráctico o imposible estudiar a toda la población debido a limitaciones de tiempo, recursos o accesibilidad, se selecciona una muestra representativa para hacer inferencias sobre la población.

La muestra debe ser lo suficientemente grande y representativa para que los resultados obtenidos sean generalizables a toda la población.

La correcta identificación de la población y la adecuada selección de la muestra son cruciales para la validez y la confiabilidad de los resultados de una investigación. Una muestra bien diseñada permite hacer inferencias precisas y generalizaciones sobre la población total, mientras que una muestra mal diseñada puede llevar a sesgos y resultados erróneos.

3.2.1. Población

Se consideran especímenes específicos utilizados para analizar las propiedades mecánicas del mortero, la malla de fibra de vidrio y los elementos de albañilería. Estos especímenes fueron cuidadosamente seleccionados para ser representativos, con el fin de estudiar y comprender de manera precisa el comportamiento estructural y las características inherentes de los materiales evaluados. La elección de los especímenes se basó en criterios que aseguran la representatividad y la relevancia en el contexto de la investigación, permitiendo obtener datos fiables y aplicables a situaciones reales de construcción y reparación. Esta selección es crucial para garantizar que los resultados obtenidos reflejen con precisión las propiedades mecánicas y el rendimiento de los materiales en condiciones prácticas, proporcionando una base sólida para el análisis y la interpretación de los comportamientos observados.

3.2.2. Muestra

Las muestras del mortero están conformadas por un total de 108 especímenes, que incluyen el mortero patrón y las dosificaciones de 2.5%, 5% y 7.5% de biocarbón como reemplazo parcial del cemento. Estas diferentes formulaciones fueron seleccionadas para analizar exhaustivamente las

propiedades del mortero en términos de resistencia a la compresión, flexión y tracción. Este enfoque permite evaluar cómo la incorporación de biocarbón afecta las características mecánicas del mortero y determinar la dosificación óptima para su uso en aplicaciones constructivas.

En la implementación de la malla de fibra de vidrio la muestra está conformada por 6 secciones de malla de 23 cm x 12 cm para pilas de albañilería y 6 secciones de malla de 56 cm x 56 cm para muretes de albañilería.

En el análisis de las propiedades mecánicas de albañilería, específicamente 9 pilas de albañilería para analizar su compresión axial y 9 muretes de albañilería para analizar su compresión diagonal.

Estas muestras serán reparadas con tres tipos de mortero: el mortero patrón (con 0% de biocarbón), el mortero con la dosificación óptima de biocarbón y el mismo mortero con la dosificación óptima de biocarbón, pero con la implementación adicional de malla de fibra de vidrio. Este procedimiento permitirá evaluar la eficacia de las reparaciones y la influencia de la malla de fibra de vidrio en la mejora de las propiedades mecánicas de la albañilería.

Tabla 7

Muestras para ensayos de resistencia a compresión

Dosificación	Días de curado	Biocarbón				Sub
		0%	2.5%	5%	7.5%	Total
1:3	7	3	3	3	3	12
	14	3	3	3	3	12
	28	3	3	3	3	12
Total						36

Tabla 8

Muestras para ensayos de resistencia a la flexión

Dosificación	Biocarbón
--------------	-----------

	Días de curado	0%	2.5%	5%	7.5%	Sub Total
1:3	7	3	3	3	3	12
	14	3	3	3	3	12
	28	3	3	3	3	12
				Total		36

Tabla 9

Muestras para ensayos de resistencia a la tracción

Dosificación	Días de curado	Biocarbón				Sub Total
		0%	2.5%	5%	7.5%	
1:3	7	3	3	3	3	12
	14	3	3	3	3	12
	28	3	3	3	3	12
				Total		36

Tabla 10

Muestras para ensayos en albañilería reparados con mortero patrón

Ensayo	Días de curado	Mortero patrón
Compresión axial	14	3
Compresión diagonal		3
Total		6

Tabla 11

Muestras para ensayos en albañilería reparados con mortero con dosificación óptima de biocarbón

Ensayo	Días de curado	Biocarbón Dosificación óptima
Compresión axial	14	3
Compresión diagonal		3
Total		6

Tabla 12

Muestras para ensayos en albañilería reparados con mortero con dosificación óptima de biocarbón y malla de fibra de vidrio

Ensayo	Días de curado	Biocarbón Dosificación óptima y malla de fibra de vidrio
Compresión axial	14	3
Compresión diagonal		3
	Total	6

Figura 24

Especímenes de compresión y tracción con sus diferentes edades y dosificaciones



Figura 25

Especímenes de compresión, flexión y tracción con sus diferentes edades y dosificaciones en zona de curado



Figura 26

Especímenes de flexión con sus diferentes edades y dosificaciones



Figura 27

Pilas de albañilería para ensayo de compresión axial



Figura 28

Muretes de albañilería para ensayo de compresión diagonal



3.3. Instrumentos

Los instrumentos en una investigación son las herramientas o medios que se utilizan para recolectar, medir y analizar datos. La selección adecuada de los instrumentos es crucial para obtener resultados válidos y confiables.

Estos instrumentos se dividen en tres categorías principales: técnicas para la recolección de datos, instrumentos para la recolección de datos, y técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.

3.3.1. Técnicas para la recolección de datos

La recolección de datos es una etapa fundamental en cualquier investigación, ya que proporciona la información necesaria para analizar y validar las hipótesis planteadas. Las técnicas para la recolección de datos deben ser seleccionadas cuidadosamente para asegurar que los datos obtenidos sean precisos, fiables y relevantes para los objetivos del estudio. Existen diversas metodologías para la recolección de datos, cada una con sus propias ventajas y desventajas, dependiendo del tipo de investigación y las variables que se desean medir.

3.3.1.1. Observación directa

Durante el estudio se registrará detalladamente el análisis del mortero con diferentes dosificaciones de biocarbón, también se podrá visualizar las propiedades de la malla de fibra de vidrio en conjunto con la dosificación óptima del mortero, en las grietas de las unidades de albañilería, las cuales son las pilas y muretes de albañilería observando el proceso y sus resultados.

3.3.1.2. Análisis documental

Se revisará informes técnicos, investigaciones, datos históricos y normas técnicas relacionadas sobre las propiedades y usos del biocarbón y la malla de

fibra de vidrio en la construcción para comparar y contextualizar los resultados obtenidos del estudio realizado, para identificar tendencias y patrones en el uso de estos materiales, y fundamentar las conclusiones sobre la efectividad del mortero con biocarbón y la malla de fibra de vidrio en la reparación de grietas en muros de albañilería.

3.3.2. Instrumentos para la recolección de datos

La selección de instrumentos determina la calidad y fiabilidad de la información obtenida. Los instrumentos deben ser seleccionados y validados para asegurar que midan con precisión las variables definidas en el estudio. Entre los instrumentos más comúnmente utilizados se encuentran las guías de observación y análisis de documentos. Las guías de observación, que detallan los aspectos específicos a observar y registrar, aseguran que la observación sea sistemática y estandarizada, siendo especialmente útiles en estudios que analizan comportamientos y procesos. Y, las guías de análisis documental son fundamentales para revisar y extraer información relevante de registros y documentos previos, complementando así los datos primarios y proporcionando un contexto más amplio a la investigación.

3.3.2.1. Guías de observación

Este instrumento es esencial para registrar y analizar sistemáticamente los hallazgos de nuestra investigación. Los formatos de guía de observación, desarrollados por los laboratorios "EMP Asfaltos" y "Lems W & C", nos permitirán documentar con precisión los procedimientos y resultados de los ensayos realizados. Estas guías están diseñadas para capturar datos detallados sobre las condiciones de los materiales, el proceso de aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio, y las respuestas mecánicas observadas

durante las pruebas de compresión axial y diagonal. Al utilizar estos formatos, aseguramos una recolección de datos consistente y rigurosa, facilitando el análisis comparativo y la validación de nuestros resultados en el contexto de la literatura existente.

3.3.2.2. Guías de análisis documental

Este instrumento es fundamental para organizar y analizar la información recopilada durante el análisis documental. Las guías de análisis documental, desarrolladas siguiendo normativas vigentes como la Norma Técnica Peruana (NTP) y otras fuentes pertinentes, nos permitirán cumplir con las regulaciones establecidas en cada ensayo que se realice. Estas guías incorporan una revisión exhaustiva de estudios científicos, artículos de revistas especializadas, tesis académicas y manuales técnicos. Al integrar estos estudios y referencias, aseguramos una comprensión completa y contextualizada de los materiales y métodos evaluados, permitiéndonos documentar de manera precisa y sistemática los procedimientos y resultados obtenidos. Esto no solo garantiza la conformidad con los estándares técnicos, sino que también fortalece la validez y fiabilidad de nuestros hallazgos en el ámbito de la construcción y reparación de muros de albañilería.

3.3.3. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

Para procesar la información, se utilizarán técnicas estadísticas con Excel como herramienta principal. Excel permitirá realizar el análisis de los datos de los diferentes ensayos que realizamos, mediante el uso de funciones estadísticas avanzadas, tablas dinámicas y gráficos personalizados. Las tablas dinámicas facilitarán la organización y síntesis de grandes conjuntos de datos, permitiendo identificar patrones y tendencias de manera eficiente. Los gráficos,

incluyendo histogramas, ayudarán a visualizar los resultados de forma clara y comprensible, facilitando la interpretación de los datos y la comunicación efectiva de los hallazgos de la investigación. Además, la capacidad de Excel para automatizar cálculos y generar reportes permitirá una presentación más profesional y detallada de los resultados, asegurando que la información sea accesible y útil para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la construcción.

3.4. Aspectos éticos

Los aspectos éticos en una investigación son esenciales para asegurar la integridad y credibilidad del trabajo académico. Esto implica obtener el consentimiento informado de los participantes, garantizando que entienden el propósito del estudio, los procedimientos implicados y su derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias negativas. Además, es necesario mantener la confidencialidad y privacidad de la información personal, asegurando que los datos se gestionen de manera segura y se utilicen exclusivamente para los fines del estudio. Es igualmente importante evitar el plagio y dar el debido reconocimiento a las fuentes y contribuciones de otros investigadores.

De este modo la presente investigación, se garantiza la autenticidad y la integridad ética del estudio. Se respetará la confidencialidad de los datos de los participantes y se obtendrán los permisos necesarios. Se informará claramente a todos los involucrados y se asegurará un consentimiento informado, promoviendo así la credibilidad y la honestidad del presente trabajo.

Al adherirse a estos principios éticos y procedimientos, se promueve la credibilidad y la honestidad del presente trabajo. La transparencia en la

comunicación con los participantes y el compromiso con la protección de sus derechos y bienestar reflejan un alto estándar de integridad científica. De este modo, se asegura que los hallazgos de la investigación sean fiables y válidos, contribuyendo de manera significativa al conocimiento en el campo de estudio y respetando al mismo tiempo los valores éticos fundamentales.

3.5. Procedimiento Metodológico

Un procedimiento metodológico es un conjunto estructurado de pasos que se siguen durante una investigación para garantizar que los resultados sean válidos y fiables. Este procedimiento describe detalladamente cómo se llevará a cabo el estudio, desde la planificación inicial hasta la recopilación de datos y su análisis. Abarca la definición clara de las etapas de la investigación, los métodos y técnicas específicas a utilizar, y las estrategias para manejar y analizar los datos obtenidos. Siguiendo un procedimiento metodológico riguroso, se asegura que la investigación se realice de manera sistemática y coherente, facilitando la replicabilidad y credibilidad de los resultados.

El desarrollo de la investigación se realiza teniendo en cuenta los objetivos que se plantearon en la tesis, dentro de los cuales podemos encontrar la dosificación óptima del mortero, análisis de las propiedades de la malla de fibra de vidrio, resistencia a la compresión axial de pilas y resistencia a la compresión diagonal de muretes.

En la primera etapa, se iniciará con los ensayos de mortero, estos ensayos fueron realizados para determinar la dosificación óptima del mortero en una proporción 1:3, ya que se procederá a reemplazar parcialmente el cemento por Biocarbón en porcentajes de 0%, la cual funciona como mortero patrón, 2.5%, 5% y 7,5%. Cabe resaltar que el biocarbón es del proveedor "Vivero

Wortel”, el cual proviene específicamente del proceso de pirolisis de residuos de madera, según lo indicado por el distribuidor de este producto. El proceso de obtención del biocarbón implica la carbonización controlada de residuos de madera, un método que no solo aprovecha materiales renovables, sino que también puede ofrecer beneficios ambientales al reducir la cantidad de residuos orgánicos.

Existen ensayos previos que se deben hacer para poder llegar a los ensayos principales del mortero, como por ejemplo los ensayos de agregado fino, obtenido de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe, estos son ensayos previos para determinar el buen estado de la arena ya que esta es un material importante en la calidad del mortero. Dentro de los cuales tenemos:

- Ensayo de contenido de humedad del agregado fino: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Horno, balanza, recipiente, muestra de agregado fino y pinzas.
- Análisis granulométrico del agregado fino: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Tamices, Balanza, Agitador mecánico de tamices, Cepillo y Muestra de agregado fino.
- Ensayo de valor equivalente del agregado fino: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Cilindro graduado, Solución de trabajo, Agitador manual o mecánico, Tubo irrigador, Muestra de agregado fino, Embudo, Cronómetro y Regla.
- Peso unitario suelto y compactado del agregado fino: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Recipiente de medida, Balanza, Varilla de compactación, Embudo, Rasero y Agregado fino.

- Peso específico más absorción: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Balanza, Frasco volumétrico, Molde cónico, Barra compactadora, Estufa y Toallas absorbentes.
- Ensayo de material que pasa el tamiz N° 200: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Muestra de suelo, Tamiz N° 200 (75 μm), Agua destilada, Recipientes de secado, Horno, Balanza, Cepillo, Agitador mecánico.
- Ensayo de sales solubles: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Balanza analítica, Equipo de filtración al vacío, Agitador magnético, Cápsulas de evaporación, Horno y Desecador con sílica gel.
- Ensayo de sulfatos solubles: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Balanza analítica, Matraces Erlenmeyer, Embudo Buchner, Equipo de filtración al vacío, Vasos de precipitados, Horno y Reactivos.
- Ensayo de cloruros solubles: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Balanza analítica, Matraces Erlenmeyer, Embudo Buchner, Equipo de filtración al vacío, Vasos de precipitados, Horno y Reactivos.

Luego de terminar con los ensayos previos de agregado fino, se sigue con el ensayo previo del cemento “Pacasmayo Fortimax Antisalitre”

- Análisis granulométrico del cemento: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Tamices, Balanza, Agitador mecánico de tamices, Cepillo y Muestra de cemento.

Seguido de estos se procede con los ensayos previos de Biocarbón entre los cuales tenemos:

- Análisis granulométrico del Biocarbón: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Tamices, Balanza, Agitador mecánico de tamices, Cepillo y Muestra de Biocarbón.
- Peso específico más absorción del Biocarbón: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Balanza, Frasco volumétrico, Molde cónico, Barra compactadora, Estufa y Toallas absorbentes.

Y por último el Diseño de Mezcla con relación a/c de 0.70 y proporción de 1:3, acompañado de los ensayos físicos y mecánicos del mortero, los cuales son:

- Ensayo de Fluidez: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son mesa de flujo, molde en forma de tronco de cono, varilla de compactación, recipientes y herramientas auxiliares, balanza, escalímetro o Vernier, Mortero.
- Resistencia a la compresión: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son cemento Portland, Arena fina, Agua, Moldes Cúbicos, Varilla de Compactación y Máquina de ensayo de Compresión.
- Resistencia a la flexión: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Cemento Portland, Arena fina, Agua, Moldes Prismáticos, Varilla de Compactación y Máquina de ensayo de flexión.
- Resistencia tracción: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Cemento Portland, Arena fina, Agua, Moldes

modo Briquetas, Varilla de Compactación y Máquina de ensayo de Tracción.

En la segunda etapa se procederá con el Análisis de las propiedades de la malla de fibra de vidrio en los cuales se analizará específicamente su ficha técnica del proveedor “Plast Polimer Perú”:

- Resistencia a tracción de varillas transversales y longitudinales.
- Módulo de elasticidad en la tracción de las varillas transversales y longitudinales.
- Reducción de la resistencia a tracción después de exposición a un medio alcalino.
- Ensayo de cizallamiento.
- Contenido de relleno con fibra de vidrio.

Como tercera etapa se harán los ensayos previos de albañilería los cuales son a su unidad de albañilería, siendo el ladrillo marca Tayson:

- Muestreo: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Unidades de albañilería, Herramientas de medición, Etiquetas o marcadores y Registros de muestreo.
- Variación Dimensional: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Calibre o vernier, Cinta métrica, Superficie plana y lisa, Formato de registro de datos.
- Alabeo: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Varilla de acero con borde recto, Regla o cuña de medición, Superficie plana, Escobilla y Especímenes.

- Absorción: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Calibre o vernier, Cinta métrica, Superficie plana y lisa, Formato de registro de datos.
- Área de vacíos: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Varilla de acero con borde recto, Regla o cuña de medición, Superficie plana, Escobilla y Especímenes.
- Succión: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Calibre o vernier, Cinta métrica, Superficie plana y lisa, Formato de registro de datos.
- Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son Prensa de compresión, calibre o vernier, cinta métrica, placas de acero, mortero y dispositivos de alineación.

Como cuarta etapa se procederá con los ensayos de pilas y muretes de albañilería.

Se elaborarán las pilas y muretes, usando un mortero para asentado con una proporción de 1:4, los cuales serán sometidos a pruebas de compresión axial y diagonal, respectivamente, para determinar su resistencia.

Una vez concluido este proceso, se repararán utilizando tres técnicas distintas, separándolos en tres grupos de tres especímenes cada uno, seleccionados aleatoriamente.

En el primer grupo, se repararán con mortero patrón. En el segundo grupo, se utilizará mortero con dosificación óptima de biocarbón. En el tercer grupo, se aplicará mortero con dosificación óptima de biocarbón y malla de fibra de vidrio. Cabe resaltar que para esta técnica las pilas y muretes serán tarrajeados con

espesor de 1.5 cm y proporción 1:5, para enlucir las caras de las pilas y muretes con las mallas de fibra de vidrio las cuales serán colocadas y unidas cara a cara del espécimen con varillas #8 y se amarrarán con alambre #16.

- Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son prensa de compresión, calibre o vernier, cinta métrica, placas de acero, mortero y dispositivos de alineación.
- Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería: Los materiales y equipos necesarios para este ensayo son prensa de compresión diagonal, calibre o vernier, cinta métrica, mortero y dispositivos de alineación.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Procedimiento

4.1.1. Desarrollo de la Investigación

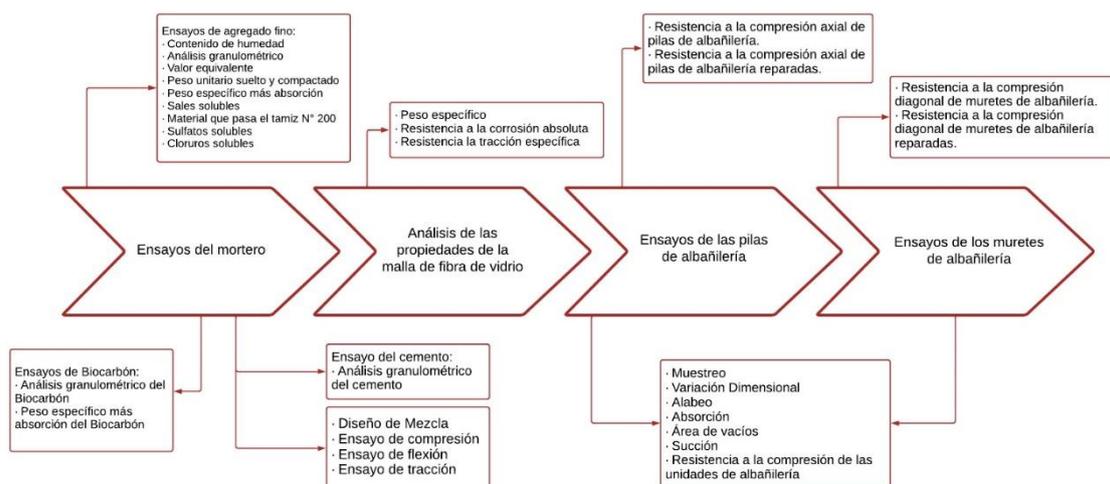
El desarrollo de la investigación es la etapa del estudio en la que se ejecutan todas las actividades planificadas para recolectar, analizar e interpretar los datos necesarios para responder a las preguntas de investigación o probar las hipótesis establecidas. En esta fase, se ponen en práctica los métodos y técnicas definidos en la metodología, se emplean los instrumentos de recolección de datos y se aplican las técnicas de análisis para obtener resultados válidos y fiables.

4.1.1.1. Mapa de procesos

Para realizar el desarrollo de la investigación, se realizó un mapa de procesos para mejorar la comprensión del desarrollo de la investigación, como se puede visualizar en la siguiente Figura 29.

Figura 29

Mapa de procesos del desarrollo de la investigación



4.1.1.2. Ensayos del mortero

Estos ensayos fueron realizados para determinar la dosificación óptima del mortero en una proporción 1:3, ya que se procederá a reemplazar parcialmente el cemento por Biocarbón en porcentajes de 0%, la cual cumple la función de ser el mortero patrón, 2.5%, 5% y 7,5%. Sin embargo, existen ensayos previos que se deben hacer para poder llegar a los ensayos principales del mortero.

4.1.1.2.1. Ensayos de agregado fino:

Los ensayos del agregado fino son ensayos previos para determinar el buen estado de la arena ya que esta es un material importante en la calidad del mortero. En esta investigación se recolectó el agregado fino de la Cantera Tres Tomas – Ferreñafe.

Figura 30

Recolección de agregado fino en Cantera Tres Tomas



Ensayo de contenido de humedad del agregado fino

Materiales y equipos necesarios:

- Horno: Capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza: Con una precisión mínima de 0.1 g.
- Recipiente: Resistente al calor, adecuado para contener el agregado.
- Muestra de agregado fino: Aproximadamente 500 g.
- Pinzas: Para manipular el recipiente caliente.

Pasos del ensayo:

- Preparación de la muestra: Obtenemos una muestra representativa de agregado fino que pese aproximadamente 500 g. Registramos el peso del recipiente vacío (P1).

Figura 31

Preparación de la muestra de agregado fino



- Peso inicial de la muestra: Colocamos la muestra de agregado fino en el recipiente y pesar el conjunto (recipiente + agregado húmedo). Registramos este peso como P2.
- Secado de la muestra: Colocamos el recipiente con la muestra en el horno. Mantenemos la muestra en el horno a una temperatura constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta que se alcance un peso constante, toma entre 24 y 48 horas. Peso constante se define como cuando dos pesajes consecutivos, separados por un intervalo de tiempo adecuado, no difieren en más de 0.1% del peso total de la muestra.

Figura 32

Secado de la muestra de agregado fino



- Peso de la muestra seca: Retiramos el recipiente del horno con pinzas y dejar enfriar a temperatura ambiente. Pesamos el recipiente con el agregado seco y registrar este peso como P3.

- Cálculo del contenido de humedad: El contenido de humedad (W) se calcula con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{(P2 - P3)}{(P3 - P1)} * 100$$

Donde:

P1 = Peso del recipiente vacío

P2 = Peso del recipiente + agregado húmedo

P3 = Peso del recipiente + agregado seco

Análisis granulométrico del agregado fino

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Tamices: Una serie de tamices estándar con aberturas especificadas (por ejemplo, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 600 µm, 300 µm, 150 µm y una base o plato receptor).

Figura 33

Tamices para el Análisis granulométrico del agregado fino



- Balanza: Con una precisión mínima de 0.1 g.
- Agitador mecánico de tamices: Para facilitar el tamizado, aunque también se puede hacer manualmente.
- Cepillo: Para limpiar los tamices.
- Muestra de agregado fino: Aproximadamente 500 g a 1000 g.

Pasos del ensayo:

- Preparación de la muestra: Obtenemos una muestra representativa del agregado fino. La muestra debe ser suficientemente grande para representar la fuente de suministro y debe ser reducida a aproximadamente 500 g a 1000 g mediante el método de cuarteo.
- Secado de la muestra: Secamos la muestra a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta que alcance un peso constante (normalmente durante 24 horas). Dejamos enfriar la muestra a temperatura ambiente.
- Peso inicial de la muestra: Pesamos la muestra seca y registrar el peso total (P).
- Tamizado de la muestra: Colocamos la serie de tamices en orden decreciente de tamaño de abertura, con el tamiz de mayor abertura en la parte superior y la base receptora en la parte inferior. Vertemos la muestra de agregado fino en el tamiz superior. Colocamos la tapa sobre el tamiz superior (si se usa un agitador mecánico). Agitamos manualmente o usar el agitador mecánico durante un tiempo adecuado (normalmente entre 10 y 15 minutos) para permitir una adecuada separación de las partículas.

Figura 34

Primer tamizado de la muestra del agregado fino



- Pesaje de los retenidos: Después de completar el tamizado, pesamos la cantidad de material retenido en cada tamiz y en la base receptora. Registramos estos pesos como W_1 , W_2 , W_3 , ..., W_n para cada tamiz y la base receptora respectivamente.

Figura 35

Segundo tamizado de la muestra del agregado fino



- Cálculo de la distribución granulométrica: Calculamos el porcentaje de material retenido en cada tamiz usando la fórmula:

$$\text{Porcentaje retenido} = \left(\frac{W_i}{P} \right) * 100$$

Donde:

Wi= peso del material retenido en el tamiz

P= peso total de la muestra inicial

Calculamos el porcentaje acumulado retenido en cada tamiz sumando los porcentajes retenidos de todos los tamices superiores a ese tamiz. Calcular el porcentaje que pasa a través de cada tamiz restando el porcentaje acumulado retenido del 100%.

Ensayo de valor equivalente del agregado fino

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Cilindro graduado: De plástico transparente, con capacidad de 4 oz (aproximadamente 120 mL).
- Solución de trabajo: Compuesta de una mezcla de cloruro de calcio, glicerina y formaldehído en agua destilada.
- Agitador manual o mecánico: Equipado con un émbolo adecuado.
- Tubo irrigador: Con una boquilla de 0.1 in (2.54 mm) de diámetro interior.
- Muestra de agregado fino: Aproximadamente 500 g.
- Embudo.
- Cronómetro.
- Regla o dispositivo de medición: Precisión de 0.1 cm.

Pasos del ensayo:

- Preparación de la muestra: Obtenemos una muestra representativa de agregado fino de aproximadamente 500 g. Secamos la muestra a temperatura ambiente.
- Preparación de la solución de trabajo: Mezclamos 85 mL de la solución stock (compuesta por cloruro de calcio, glicerina y formaldehído) con 3.8 L de agua destilada. Esto será suficiente para varios ensayos.
- Preparación del cilindro: Llenamos el cilindro graduado con 100 mL de solución de trabajo.
- Adición de la muestra: Añadimos lentamente 85 g de la muestra de agregado fino en el cilindro usando un embudo, evitando la formación de burbujas de aire. Llenamos el cilindro con más solución de trabajo hasta alcanzar el nivel de 380 mL.

Figura 36

Adición de agregado fino en el cilindro para ensayo equivalente



- Mezclado: Tapamos el cilindro y agitar vigorosamente durante 10 segundos, manteniendo el cilindro en posición horizontal.

Figura 37

Mezclado de agregado fino para ensayo equivalente



- Asentamiento: Colocamos el cilindro en posición vertical y dejar que la muestra se asiente durante 20 minutos.
- Medición del nivel de arcilla: Insertamos el tubo irrigador hasta el fondo del cilindro y permitir que el agua se disuelva lentamente durante 10 segundos. Leemos el nivel superior del depósito de arcilla en la escala graduada del cilindro y registrar esta altura como H1
- Medición del nivel de arena: Agitamos el cilindro para suspender los sólidos y dejar que se asienten nuevamente durante 20 minutos. Leemos el nivel superior de la arena en la escala graduada del cilindro y registrar esta altura como H2.
- Cálculo del valor equivalente de arena: Calculamos el valor equivalente de arena (SE) usando la siguiente fórmula:

$$SE = \left(\frac{H2}{H1} \right) * 100$$

Donde:

H2= Altura del depósito de arena

H1= Altura del depósito de arcilla

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Recipiente de medida: Un cilindro de volumen conocido (por ejemplo, 1/10 de pie cúbico, 3 L o 1 L).
- Balanza: Con una precisión mínima de 0.1 g.
- Varilla de compactación: De acero, con un diámetro de 16 mm (5/8 pulg.) y una longitud de 600 mm (24 pulg.).

- Embudo (opcional para facilitar el llenado del recipiente).
- Rasero: De acero recto o una regla de acero para nivelar la superficie del agregado.
- Agregado fino: Muestra representativa y seca.

Pasos del ensayo para el peso unitario suelto:

- Preparación de la muestra: Obtenemos una muestra representativa de agregado fino y secarla en el horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta obtener un peso constante. Luego dejamos enfriar a temperatura ambiente.
- Pesaje del recipiente vacío: Pesamos el recipiente de medida vacío y registrar el peso (W_1).
- Llenado del recipiente: Llenamos el recipiente con el agregado fino vertiéndolo de una altura no mayor a 5 cm por encima del borde superior del recipiente para evitar la segregación del material. Llenamos el recipiente hasta desbordar.
- Nivelación: Utilizamos el rasero para nivelar la superficie del agregado fino con el borde del recipiente, asegurándose de no compactar el material.
- Pesaje del recipiente lleno: Pesamos el recipiente lleno de agregado fino suelto y registrar el peso (W_2).
- Cálculo del peso unitario suelto: Calculamos el peso unitario suelto (Y_s) usando la fórmula:

$$Y_s = \frac{(W_2 - W_1)}{V}$$

Donde:

W_1 = Peso del recipiente vacío

W_2 = Peso del recipiente con agregado suelto

V = Volumen del recipiente

Pasos del ensayo para el peso unitario compactado:

- Preparación del recipiente: Pesamos el recipiente vacío y registrar el peso (W1) si no se ha hecho en el paso anterior.
- Llenado y compactación del recipiente: Llenamos el recipiente en tres capas aproximadamente iguales. Para cada capa, compactar el agregado fino con 25 golpes uniformemente distribuidos usando la varilla de compactación. Permitimos que la varilla caiga bajo su propio peso desde una altura de aproximadamente 50 mm (2 pulg.) por encima de la superficie del agregado. Después de compactar la última capa, sobrellenamos el recipiente y nivelar la superficie con el rasero.
- Pesaje del recipiente lleno: Pesamos el recipiente lleno de agregado fino compactado y registrar el peso (W3).
- Cálculo del peso unitario compactado: Calculamos el peso unitario compactado Y_c usando la fórmula:

$$Y_c = \frac{(W3 - W1)}{V}$$

Donde:

W1 = Peso del recipiente vacío

W3 = Peso del recipiente con agregado compactado

V = Volumen del recipiente

Peso específico más absorción

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Balanza: Sensible a 0.1 g con capacidad de 1 kg o más.
- Frasco volumétrico: Con capacidad de 500 cm³.

- Molde cónico: Debe ser de metal, con medidas de 40 mm, con una tolerancia de 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm, con una tolerancia de 3 mm en la parte inferior, y 75 mm, con una tolerancia de 3 mm de altura.
- Barra compactadora: De metal, con peso de 340 g, con una tolerancia de 15 g y un extremo de 25 mm, con una tolerancia de 3 mm de diámetro.
- Estufa: Capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C, con una tolerancia de 5°C.
- Toallas absorbentes: Para secar superficialmente la muestra.

Pasos del ensayo:

- Secado Inicial: Colocamos aproximadamente 1000 g de agregado fino en la estufa a 110°C, con una tolerancia de 5°C hasta alcanzar un peso constante. Dejamos enfriar a temperatura ambiente.
- Saturación: Cubrimos la muestra con agua y dejar en reposo durante 24 horas.
- Condición Saturada Superficialmente Seca (SSS): Extendemos la muestra sobre una superficie plana y exponerla a una corriente de aire suave. Removemos frecuentemente para un secado uniforme. Continuamos este proceso hasta que los granos no se adhieran significativamente entre sí.
- Prueba del Cono: Colocamos la muestra en el molde cónico, golpear suavemente 25 veces con la barra de metal y levantar el molde verticalmente. Si la muestra mantiene su forma, aún tiene

agua libre. Continuamos secando y repitiendo la prueba hasta que el cono colapse, indicando la condición SSS.

- Peso en Condición SSS: Pesar la muestra en condición SSS (W_{SSS}).
- Peso del Frasco con Agua y Muestra SSS: Llenamos el frasco volumétrico con una cantidad conocida de agua destilada y registrar el volumen (V_i). Colocamos la muestra SSS en el frasco, registrar el nuevo volumen (V_f) y calcular el volumen desplazado ($V_d = V_f - V_i$).
- Peso Seco: Secamos la muestra nuevamente en la estufa a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante. Pesamos la muestra seca (W_s).
- Calcular el peso específico seco (Y_s): Para calcular el peso específico seco se usará las siguientes fórmulas:

$$Y_s = \frac{W_s}{V_d}$$

- Calcular el peso específico SSS (Y_{SSS}): Para calcular el peso específico SSS se usará las siguientes fórmulas:

$$Y_{SSS} = \frac{W_{SSS}}{V_d}$$

- Calcular la absorción (Abs): Para calcular la absorción se usará las siguientes fórmulas:

$$Abs = \frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} * 100$$

Ensayo de material que pasa el tamiz N° 200

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Muestra de suelo: Aproximadamente 500 gramos.
- Tamiz N° 200 (75 μm): Con malla adecuada.

- Agua destilada: Para el lavado de la muestra.
- Recipientes de secado: Para contener y secar la muestra.
- Horno: Capaz de mantener una temperatura de 110°C , con una tolerancia de 5°C .
- Balanza: Con precisión de 0.01 gramos.
- Cepillo: Para limpiar el tamiz.
- Agitador mecánico (opcional): Para facilitar el tamizado.

Pasos del ensayo:

- Preparación de la muestra: Secamos la muestra de suelo en el horno a 110°C , con una tolerancia de 5°C hasta obtener un peso constante. Enfriamos en un desecador y pesar aproximadamente 100 gramos de muestra seca.

Figura 38

Peso del material que pasa el tamiz N°200



- Tamizado en seco: Colocamos la muestra en el tamiz N° 200. Agitamos manualmente o con un agitador mecánico durante un tiempo específico (usualmente unos minutos) hasta que no pase más material.
- Lavado y secado: Transferimos la fracción retenida en el tamiz a un recipiente adecuado. Lavamos la muestra con agua destilada sobre el tamiz para eliminar finos adheridos. Recogemos el agua de lavado y secar nuevamente la muestra en el horno a 110°C, con una tolerancia de 5 °C hasta obtener un peso constante. Enfriamos en un desecador y pesar la muestra nuevamente.
- Calcular el porcentaje de material: Para calcular el porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 se usará las siguientes fórmulas:

$$W_{pasa} = W_1 - W_2$$

$$\text{Porcentaje que pasa} = \left(\frac{W_{pasa}}{W_1} \right) * 100$$

Donde:

W_1 = Peso de la muestra inicial seca antes del tamizado.

W_2 = Peso de la fracción retenida en el tamiz después de secar nuevamente tras el lavado

W_{pasa} = Peso del material que pasa el tamiz

Figura 39

Segundo pesaje del material que pasa el tamiz N°200



Ensayo de sales solubles

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Balanza analítica: Precisión de 0.1 mg.
- Equipo de filtración al vacío: Incluyendo bomba, frascos, embudos, y filtros de microfibras de vidrio.
- Agitador magnético: Con barras agitadoras recubiertas de TFE.
- Cápsulas de evaporación: De porcelana, vidrio de alta sílice o platino.
- Horno: Capaz de mantener 180°C, con una tolerancia de 2°C.
- Desecador con sílica gel.

Pasos del ensayo:

- Pesaje de la Muestra: Pesamos 100 g de suelo seco (secado al aire o a no más de 60°C) y tamizado con tamiz No. 10 (2 mm) en un frasco Erlenmeyer de 500 mL.

- Preparación del Extracto Acuoso: Añadimos 300 mL de agua destilada. Agitar la mezcla durante 1 hora y dejar sedimentar o decantar por otra hora. En caso de sospecha de yeso, añadir un cristal de thymol y dejar reposar durante la noche.

Figura 40

Preparación del Extracto Acuoso



- Filtración: Filtramos la suspensión usando filtros de microfibras de vidrio en un embudo Buchner. Si el filtrado es turbio, repetir la filtración o utilizar una centrífuga para clarificar.
- Evaporación y Secado: Transferimos una alícuota de 100 mL del extracto filtrado a una cápsula de evaporación. Evaporamos el extracto a sequedad en una estufa a $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta obtener un peso constante.
- Pesaje Final: Pesamos la cápsula con el residuo seco para determinar el incremento de peso que representa el total de sólidos disueltos.

Ensayo de sulfatos solubles

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Balanza analítica: Precisión mínima de 0.1 g.
- Matraces Erlenmeyer: 500 mL.
- Embudo Buchner: Con papel de filtro adecuado.
- Equipo de filtración al vacío.
- Vasos de precipitados: Varias capacidades.
- Horno: Capaz de mantener $105 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Reactivos: Solución de ácido clorhídrico (HCl) 10% y solución de cloruro de bario (BaCl_2) 10%.

Pasos del ensayo:

- Secado de la Muestra: Secamos una cantidad representativa de suelo (aproximadamente 100 g) en el horno a 105°C hasta peso constante.
- Preparación del Extracto: Pesamos 50 g de la muestra seca y colocarla en un matraz Erlenmeyer de 500 mL. Añadimos 250 mL de agua destilada y agitar durante 1 hora. Filtramos la suspensión a través del embudo Buchner y recolectar el filtrado.
- Precipitación de Sulfatos: Tomamos 100 mL del filtrado y transferirlo a un vaso de precipitados. Añadimos 10 mL de solución de ácido clorhídrico (HCl) 10% para acidificar. Calentar la solución a ebullición y añadir lentamente 10 mL de solución de cloruro de bario (BaCl_2) 10% mientras se agita.
- Filtración del Precipitado: Dejamos reposar la solución para que el precipitado de sulfato de bario (BaSO_4) se forme completamente.

Filtrar el precipitado a través del papel de filtro adecuado y lavar con agua destilada caliente.

- Secado y Pesaje: Secamos el papel de filtro con el precipitado en el horno a 105°C hasta peso constante. Pesamos el filtro con el precipitado seco.
- Cálculo de Sulfatos Solubles: Calculamos la cantidad de sulfatos solubles usando la fórmula:

$$\text{Sulfatos}(mg/L) = \frac{\text{Peso del BaSO}_4 * 411.5}{\text{Volumen del filtrado (L)}}$$

Ensayo de cloruros solubles

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Balanza analítica: Precisión mínima de 0.1 g.
- Matraces Erlenmeyer: 250 mL y 500 mL.
- Embudo Buchner: Con papel de filtro adecuado.
- Equipo de filtración al vacío.
- Vasos de precipitados: Varias capacidades.
- Horno: Capaz de mantener 105 ± 5°C.
- Reactivos: Solución de nitrato de plata (AgNO₃) 0.1 N, indicador de cromato de potasio (K₂CrO₄) 5% y Agua destilada.

Pasos del ensayo:

- Secado de la Muestra: Secamos una cantidad representativa de suelo (aproximadamente 100 g) en el horno a 105°C hasta peso constante.
- Preparación del Extracto: Pesamos 50 g de la muestra seca y colocarla en un matraz Erlenmeyer de 500 mL. Añadir 250 mL de

agua destilada y agitar durante 1 hora. Filtramos la suspensión a través del embudo Buchner y recolectar el filtrado.

- Valoración de Cloruros: Tomamos 100 mL del filtrado y transferirlo a un vaso de precipitados. Añadimos 1 mL del indicador de cromato de potasio (K_2CrO_4) 5%. Valoramos con la solución de nitrato de plata ($AgNO_3$) 0.1 N hasta que aparezca un cambio de color persistente de amarillo a rojo ladrillo.
- Cálculo de Cloruros Solubles: Calculamos la cantidad de cloruros solubles usando la fórmula:

$$\text{Cloruros (mg/L)} = \frac{(V * N * 35.45)}{W}$$

Donde:

V = Volumen de $AgNO_3$ usado (mL)

N = Normalidad de la solución de $AgNO_3$

W = Peso de la muestra (g)

Peso equivalente del cloruro = 35.45

4.1.1.2.2. Ensayos del cemento:

En esta investigación se usará el cemento Pacasmayo Fortimax Anitsalitre.

Análisis granulométrico del cemento

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Muestra de cemento: Aproximadamente 100 gramos de cemento Portland tipo Ms.
- Tamices estándar: Con mallas de diferentes tamaños (por ejemplo, 150 μm , 90 μm y 45 μm).

- Balanza de precisión: Capaz de medir con una precisión de 0.01 gramos.
- Agitador de tamices: Para facilitar el tamizado.
- Cepillo: Para limpiar los tamices.
- Recipiente para la muestra: Para contener el cemento durante el pesaje y tamizado

Pasos del ensayo:

- Preparación de la muestra: Pesamos una muestra de cemento de aproximadamente 100 gramos de cemento utilizando la balanza de precisión. Anotamos el peso exacto.
- Montaje de tamices: Apilamos los tamices en orden decreciente de tamaño de malla (por ejemplo, 150 μm en la parte superior, seguido de 90 μm y 45 μm). Colocamos un recipiente colector en la base del conjunto de tamices.
- Tamizado de la muestra: Colocamos la serie de tamices en orden decreciente de tamaño de abertura, con el tamiz de mayor abertura en la parte superior y la base receptora en la parte inferior. Vertemos la muestra de cemento en el tamiz superior. Colocamos la tapa sobre el tamiz superior (si se usa un agitador mecánico). Agitamos manualmente o usar el agitador mecánico durante un tiempo adecuado (normalmente entre 10 y 15 minutos) para permitir una adecuada separación de las partículas.

Figura 41

Primer tamizado de la muestra del cemento



- Pesaje de los retenidos: Después de completar el tamizado, pesar la cantidad de material retenido en cada tamiz y en la base receptora. Registrar estos pesos como W_1 , W_2 , W_3 , ..., W_n para cada tamiz y la base receptora respectivamente.

Figura 42

Segundo tamizado de la muestra del cemento



- Cálculo de la distribución granulométrica: Calculamos el porcentaje de material retenido en cada tamiz usando la fórmula:

$$\text{Porcentaje retenido} = \left(\frac{W_i}{P} \right) * 100$$

Donde:

W_i = peso del material retenido en el tamiz

P = peso total de la muestra inicial

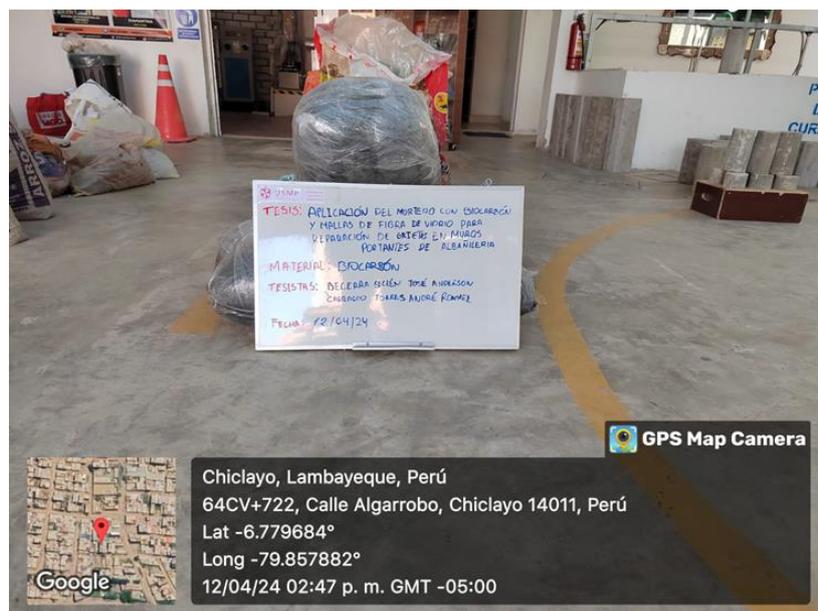
Calculamos el porcentaje acumulado retenido en cada tamiz sumando los porcentajes retenidos de todos los tamices superiores a ese tamiz. Calculamos el porcentaje que pasa a través de cada tamiz restando el porcentaje acumulado retenido del 100%.

4.1.1.2.3. Ensayos de Biocarbón:

En esta investigación se usó biocarbón del proveedor “Vivero Wortel”.

Figura 43

Muestras del biocarbón



Análisis granulométrico del Biocarbón

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

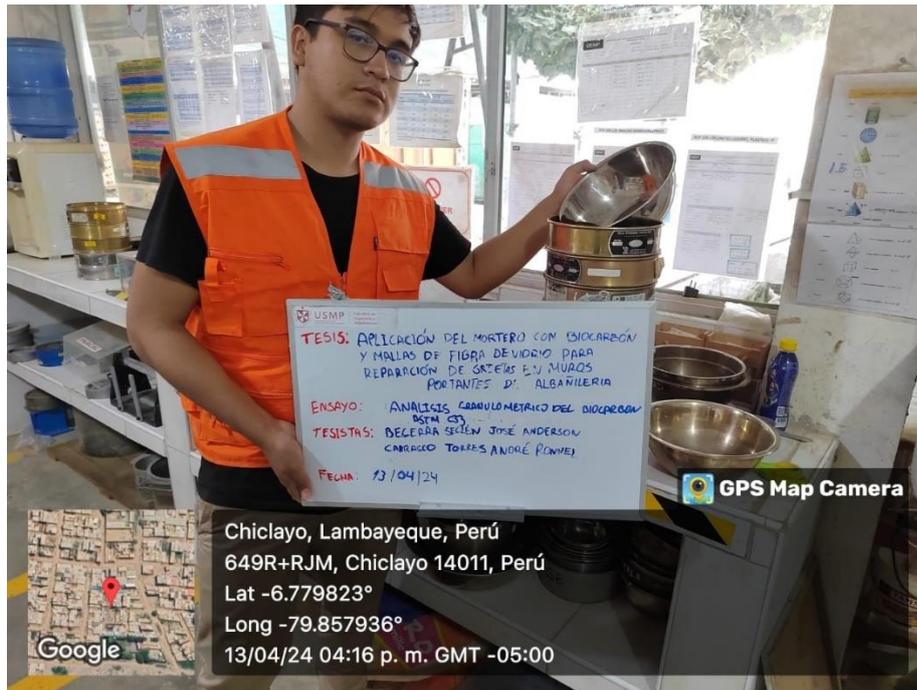
- Muestra de biocarbón: Suficiente cantidad para el ensayo (aproximadamente 100 gramos).
- Tamices estándar: Con una serie de mallas (por ejemplo, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, y 0.125 mm).
- Balanza de precisión: Con capacidad de medir con una precisión de 0.01 gramos.
- Agitador de tamices: Para facilitar el tamizado.
- Cepillo: Para limpiar los tamices.
- Recipiente para la muestra: Para contener el biocarbón durante el pesaje y tamizado.

Pasos del ensayo:

- Preparación de la muestra: Pesamos una muestra representativa de aproximadamente 100 gramos de biocarbón (procedente de residuos de madera quemada), utilizando la balanza de precisión.
- Montaje de tamices: Apilamos los tamices en orden decreciente de tamaño de malla (por ejemplo, 4 mm en la parte superior, seguido de 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, y 0.125 mm). Colocamos un recipiente colector en la base del conjunto de tamices.

Figura 44

Primer tamizado de la muestra del biocarbón



- Tamizado de la muestra: Colocamos la serie de tamices en orden decreciente de tamaño de abertura, con el tamiz de mayor abertura en la parte superior y la base receptora en la parte inferior. Vertemos la muestra de Biocarbón en el tamiz superior. Colocar la tapa sobre el tamiz superior (si se usa un agitador mecánico). Agitamos manualmente o usar el agitador mecánico durante un tiempo adecuado (normalmente entre 10 y 15 minutos) para permitir una adecuada separación de las partículas.

Figura 45

Segundo tamizado de la muestra del biocarbón



- Pesaje de los retenidos: Después de completar el tamizado, pesamos la cantidad de material retenido en cada tamiz y en la base receptora. Registramos estos pesos como W1, W2, W3, ..., Wn para cada tamiz y la base receptora respectivamente.
- Cálculo de la distribución granulométrica: Calculamos el porcentaje de material retenido en cada tamiz usando la fórmula:

$$\text{Porcentaje retenido} = \left(\frac{W_i}{P}\right) * 100$$

Donde:

Wi= peso del material retenido en el tamiz

P= peso total de la muestra inicial

Calculamos el porcentaje acumulado retenido en cada tamiz sumando los porcentajes retenidos de todos los tamices superiores a ese tamiz. Calculamos el porcentaje que pasa a través de cada tamiz restando el porcentaje acumulado retenido del 100%.

Peso específico más absorción del Biocarbón

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Balanza: Sensible a 0.1 g con capacidad de 1 kg o más.
- Frasco volumétrico: Con capacidad de 500 cm³.
- Molde cónico: De metal, con 40 mm \pm 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm \pm 3 mm en la parte inferior, y 75 mm \pm 3 mm de altura.
- Barra compactadora: De metal, con peso de 340 g \pm 15 g y un extremo de 25 mm \pm 3 mm de diámetro.
- Estufa: Capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C \pm 5°C.
- Toallas absorbentes: Para secar superficialmente la muestra.

Figura 46

Ensayo de peso específico más absorción del Biocarbón



Pasos del ensayo:

- Secado Inicial: Colocamos aproximadamente 1000 g de Biocarbón en la estufa a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar un peso constante. Dejamos enfriar a temperatura ambiente.
- Saturación: Cubrimos la muestra con agua y dejar en reposo durante 24 horas.
- Condición Saturada Superficialmente Seca (SSS): Extendemos la muestra sobre una superficie plana y exponerla a una corriente de aire suave. Removemos frecuentemente para un secado uniforme. Continuar este proceso hasta que los granos no se adhieran significativamente entre sí.
- Prueba del Cono: Colocamos la muestra en el molde cónico, golpear suavemente 25 veces con la barra de metal y levantar el molde verticalmente. Si la muestra mantiene su forma, aún tiene agua libre. Continuamos secando y repitiendo la prueba hasta que el cono colapse, indicando la condición SSS.
- Peso en Condición SSS: Pesar la muestra en condición SSS (W_{SSS}).
- Peso del Frasco con Agua y Muestra SSS: Llenamos el frasco volumétrico con una cantidad conocida de agua destilada y registrar el volumen (V_i). Colocamos la muestra SSS en el frasco, registramos el nuevo volumen (V_f) y calculamos el volumen desplazado ($V_d = V_f - V_i$).
- Peso Seco: Secamos la muestra nuevamente en la estufa a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante. Pesar la muestra seca (W_s).
- Calcular el peso específico seco (Y_s): Para calcular el peso específico seco se usará las siguientes fórmulas:

$$Y_s = \frac{W_s}{V_d}$$

- Calcular el peso específico SSS (Y_{SSS}): Para calcular el peso específico SSS se usará las siguientes fórmulas:

$$Y_{SSS} = \frac{W_{SSS}}{V_d}$$

- Calcular la absorción (Abs): Para calcular la absorción se usará las siguientes fórmulas:

$$Abs = \frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} * 100$$

4.1.1.2.4. Diseño de Mezcla

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Cemento Portland: Se usará cemento tipo Ms.
- Agua: Debe ser potable.
- Arena Fina: Debe ser limpia, libre de materia orgánica.

Pasos del ensayo:

- Relación Agua/Cemento (a/c): La relación a/c con la cual se va a trabajar es de 0.70.
- Proporciones Cemento/Arena: Se usará una proporción 1:3, por cada parte de cemento, se usan tres partes de arena.
- Medición de Materiales: Pesamos la cantidad necesaria de cemento.
- Medimos el volumen o pesar la arena de acuerdo con la proporción seleccionada. Medimos la cantidad de agua necesaria según la relación a/c determinada.

- Mezclado: En un mezclador mecánico o manualmente en una superficie limpia, mezclamos primero los materiales secos (cemento y arena) hasta obtener una mezcla homogénea. Añadimos el agua gradualmente mientras se continúa mezclando hasta obtener la consistencia deseada.
- Ajustes y Optimización: Si los ensayos indican que el mortero no cumple con los requisitos de resistencia o trabajabilidad, ajustamos las proporciones de cemento, arena y agua. Repetimos los ensayos hasta que el mortero cumpla con todas las especificaciones.

4.1.1.2.5. Ensayo de Fluidéz

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Mesa de flujo (mesa de sacudidas): Una mesa de flujo con dimensiones adecuadas y una caída de 10 ± 0.1 mm.
- Molde en forma de tronco de cono: Con una base mayor de 100 mm, una base menor de 70 mm y una altura de 60 mm.
- Varilla de compactación: Varilla cilíndrica de acero, de 10 mm de diámetro y 200 mm de longitud.
- Recipientes y herramientas auxiliares: Paletas, espátulas, baldes, entre otros.
- Balanza: Con precisión de 0.1 g.
- Escalímetro o Vernier
- Mortero: Preparado de acuerdo con las especificaciones del ensayo.

Pasos del ensayo:

- Mezclamos los componentes del mortero (cemento, arena y agua) según la proporción especificada en la norma o en el proyecto. Homogeneizamos la mezcla para asegurar una distribución uniforme de los materiales.
- Colocamos el molde en forma de tronco de cono en el centro de la mesa de flujo. Llenamos el molde con el mortero en dos capas, compactando cada capa con 10 golpes de la varilla de compactación. Nivelamos la superficie superior del mortero con una espátula para que quede lisa y al ras del molde.

Figura 47

Ensayo de fluidez del mortero



- Levantamos el molde verticalmente y despacio para liberar el mortero sobre la mesa de flujo. Inmediatamente después de retirar el molde, realizamos 25 sacudidas a la mesa de flujo en un período de 15 segundos, levantándola 10 ± 0.1 mm en cada sacudida.

- Medimos el diámetro del mortero extendido en dos direcciones perpendiculares. Calculamos la media de ambas medidas y expresamos el resultado en milímetros (mm).
- Para el calibrador tipo escalímetro se suman las cuatro lecturas para obtenerla fluidez. Para el calibrador tipo "Vernier" la fluidez es el aumento del diámetro promedio de la muestra, expresado como un porcentaje del diámetro de la base mayor del molde según la siguiente fórmula:

$$Fluidez = \frac{DP - DI}{D1} * 100$$

Donde:

Dp: Diámetro promedio de las cuatro mediciones realizadas

Di: Diámetro máximo del molde de tronco de cono

4.1.1.2.6. Ensayo de compresión del mortero

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Cemento Portland: Se usará cemento tipo Ms.
- Arena Fina: Debe ser limpia, libre de materia orgánica.
- Agua: Debe ser potable.
- Moldes Cúbicos: De 50 mm de lado.
- Varilla de Compactación: De acero, con diámetro de 10 mm y longitud de 250 mm.
- Máquina de Ensayo de Compresión: Capaz de aplicar una carga de forma continua y uniforme.

Pasos del ensayo:

- Preparación de la Mezcla de Mortero: Mezclar 1 parte de cemento Portland con 3 partes de arena fina y una cantidad de agua que

produzca una consistencia adecuada. Mezclamos primero los materiales secos durante 1 minuto y añadir el agua y mezclar durante 3 minutos adicionales.

- Moldeado de Especímenes: Colocamos la mezcla de mortero en moldes cúbicos de 50 mm en tres capas, compactando cada capa con 32 golpes uniformemente distribuidos de una varilla. Alisamos la superficie superior del mortero con una espátula.
- Curado de los Especímenes: Después del moldeado, mantenemos los moldes en una cámara húmeda o en un cuarto de niebla a 23 ± 2 °C y con una humedad relativa del 100% por 24 horas. Desmoldamos los especímenes y sumergimos en agua a 23 ± 2 °C hasta el momento del ensayo.
- Ensayo de Compresión: Sacamos los especímenes del agua y limpiarlos de cualquier superficie húmeda inmediatamente antes del ensayo. Colocamos los especímenes en una máquina de ensayo de compresión que cumpla con las especificaciones de la norma. Aplicamos la carga de manera continua y sin choque, a una velocidad de 0.25 ± 0.05 MPa/s, hasta que el espécimen falle.

Figura 48

Ensayo de compresión de mortero patrón



- Cálculo de la Resistencia a la Compresión: Calculamos la resistencia a la compresión dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen entre el área de la sección transversal.

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

Donde:

- P = Carga máxima soportada por el espécimen (N).
- A = Área de la sección transversal del espécimen (mm²).

4.1.1.2.7. Ensayo de flexión del mortero

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Cemento Portland: Se usará cemento tipo Ms.
- Arena Fina: Debe ser limpia, libre de materia orgánica.
- Agua: Debe ser potable.
- Moldes Prismáticos: De 40 mm x 40 mm x 160 mm.
- Máquina de Ensayo de Flexión: Capaz de aplicar la carga de forma controlada.

Pasos del ensayo:

- Preparación de la Mezcla de Mortero: Mezclamos 1 parte de cemento Portland con 3 partes de arena fina y una cantidad de agua que produzca una consistencia adecuada. Mezclamos los materiales secos primero y luego añadimos el agua gradualmente, mezclando hasta obtener una mezcla homogénea.
- Moldeado de Especímenes: Colocamos la mezcla en los moldes prismáticos en dos capas, compactando cada capa con 32 golpes de una varilla de compactación. Alisamos la superficie superior del mortero con una espátula para obtener una superficie plana y uniforme.
- Curado de los Especímenes: Mantenemos los moldes en una cámara húmeda a 23 ± 2 °C y con una humedad relativa del 100% durante 24 horas. Desmoldamos los especímenes después de 24 horas. Sumergimos los especímenes en agua a 23 ± 2 °C hasta el momento del ensayo (mínimo 48 horas).
- Ensayo de Flexión: Sacamos los especímenes del agua y limpiar la superficie antes del ensayo. Colocamos los especímenes en la máquina de ensayo de flexión. Aplicamos la carga de manera continua y sin choque, a una velocidad de 50 ± 10 N/s, hasta que el espécimen falle.

Figura 49

Ensayo de flexión de mortero patrón



- Cálculo de la Resistencia a la Flexión: Para calcular la resistencia a la flexión se utilizó la siguiente formula:

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

P = Carga máxima soportada por el espécimen (N).

L = Distancia entre los soportes (mm).

b = Ancho del espécimen (mm).

d =Profundidad del espécimen (mm).

4.1.1.2.8. Ensayo de tracción del mortero

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Cemento Portland: Se usará cemento tipo Ms.
- Arena Fina: Debe ser limpia, libre de materia orgánica.
- Agua: Debe ser potable y cumplir con la NTP 334.102.
- Moldes Cilíndricos: Con dimensiones especificadas en la norma.
- Máquina de Ensayo de Tensión: Capaz de aplicar la carga de forma controlada

Pasos del ensayo:

- Preparación de la Mezcla de Mortero: Pesamos la cantidad de cemento y arena según la proporción 1:3. Añadimos el agua potable necesaria para lograr la consistencia adecuada. Mezclamos los materiales secos primero y luego añadir el agua gradualmente, mezclando hasta obtener una mezcla homogénea.
- Moldeado de Especímenes: Colocamos la mezcla en los moldes cilíndricos, compactando adecuadamente.
- Alisado: Alisamos la superficie superior del mortero para obtener una superficie plana y uniforme.
- Curado de los Especímenes: Mantenemos los moldes en una cámara húmeda a 23 ± 2 °C y con una humedad relativa del 100% durante 24 horas. Desmoldamos los especímenes después de 24 horas. Sumergimos los especímenes en agua a 23 ± 2 °C hasta el momento del ensayo (mínimo 48 horas).
- Ensayo de Tracción: Sacamos los especímenes del agua y limpiar la superficie antes del ensayo. Colocamos los especímenes en la máquina de ensayo de tracción. Aplicamos la carga de manera continua y sin choque, hasta que el espécimen falle.

Figura 50

Ensayo de tracción de mortero patrón



- Cálculo de la Resistencia a la Tensión: Resistencia a la tensión

$$(\sigma_t = \frac{P}{A})$$

Donde:

P = la carga máxima soportada por el espécimen (N).

A = el área de la sección transversal del espécimen (mm²).

4.1.1.3. Análisis de las propiedades de la malla de fibra de vidrio

Este análisis tiene como objetivo proporcionar una comprensión detallada de las diversas propiedades de la malla de fibra de vidrio, la cual es del proveedor “Plast Polimer Perú”, incluyendo sus características físicas, mecánicas y de aplicación. El propósito es seleccionar la malla más básica y demostrar que, a pesar de su simplicidad, esta malla es superior a las mallas comúnmente utilizadas en el mercado.

Figura 51

Malla de fibra de vidrio en laboratorio



4.1.1.3.1. Propiedades físico-mecánicas

Se realizó un estudio detallado a la ficha técnica brindada por “Plast Polimer Perú”.

Resistencia a Tracción

- Valor Especificado: ≥ 800 MPa
- Descripción: La resistencia a tracción mide la capacidad del material para soportar fuerzas que intentan estirarlo antes de romperse.
- Importancia en la Reparación de Grietas: Una alta resistencia a tracción indica que la malla puede soportar grandes fuerzas de estiramiento, contribuyendo a la estabilidad estructural del muro reparado. Esto es crucial para evitar que las grietas se agranden bajo cargas adicionales.
- Comparación con Otros Materiales: Comparado con el acero (típicamente 250-500 MPa) y otros polímeros, la malla de fibra de vidrio ofrece una resistencia competitiva, siendo además más

ligera y resistente a la corrosión. Módulo de elasticidad en la tracción de las varillas transversales y longitudinales

Módulo de Elasticidad

- Valor Especificado: ≥ 45 GPa
- Descripción: El módulo de elasticidad (o módulo de Young) indica la rigidez del material. Un valor alto significa que el material es menos elástico y más rígido.
- Importancia en la Reparación de Grietas: Una malla con un alto módulo de elasticidad es menos propensa a deformarse bajo cargas, ayudando a mantener la forma original del muro y distribuyendo las tensiones de manera uniforme.
- Comparación con Otros Materiales: El módulo de elasticidad del acero es aproximadamente 200 GPa, significativamente más alto, pero la fibra de vidrio ofrece un buen equilibrio entre rigidez y flexibilidad, permitiendo cierto grado de deformación sin romperse.

Resistencia a la Corrosión

- Valor Especificado: Absoluta resistencia a la corrosión
- Descripción: La resistencia a la corrosión es la capacidad del material para resistir la degradación por reacción química con el ambiente.
- Importancia en la Reparación de Grietas: La resistencia a la corrosión es esencial en ambientes húmedos o expuestos a agentes químicos agresivos. La malla de fibra de vidrio no se oxida como el acero, lo que prolonga la vida útil de las reparaciones y reduce los costos de mantenimiento.

- Comparación con Otros Materiales: El acero requiere recubrimientos protectores para resistir la corrosión, lo que incrementa los costos y el mantenimiento. La fibra de vidrio, por otro lado, proporciona una solución duradera y de bajo mantenimiento.

Resistencia en Medios Alcalinos

- Valor Especificado: Reducción de la resistencia a tracción después de exposición a un medio alcalino $\leq 20\%$
- Descripción: Este valor indica cómo la resistencia del material se ve afectada después de la exposición a ambientes alcalinos, típicos en el concreto.
- Importancia en la Reparación de Grietas: La exposición a medios alcalinos puede debilitar muchos materiales, pero una reducción del 20% es relativamente baja, sugiriendo que la malla de fibra de vidrio mantiene la mayor parte de su resistencia en condiciones alcalinas.
- Comparación con Otros Materiales: Los refuerzos de acero pueden corroerse significativamente en ambientes alcalinos si no están protegidos, mientras que la fibra de vidrio muestra una mayor durabilidad.

Fuerza Destructiva en Ensayo de Cizallamiento

- Valor Especificado: ≥ 0.55 kN
- Descripción: La fuerza de cizallamiento mide la capacidad del material para resistir fuerzas que intentan deslizar sus capas internas unas sobre otras.

- **Importancia en la Reparación de Grietas:** Una alta resistencia al cizallamiento asegura que la malla puede soportar esfuerzos laterales y prevenir el desplazamiento de las grietas, manteniendo la integridad estructural del muro.
- **Comparación con Otros Materiales:** Los materiales de refuerzo tradicionales, como el acero, tienen alta resistencia al cizallamiento, pero son susceptibles a la corrosión. La fibra de vidrio ofrece una resistencia adecuada sin los problemas de corrosión.

Contenido de Relleno con Fibra de Vidrio

- **Valor Especificado:** $\geq 70\%$
- **Descripción:** Indica la proporción de fibra de vidrio en el material compuesto, lo que afecta directamente sus propiedades mecánicas.
- **Importancia en la Reparación de Grietas:** Un alto contenido de fibra de vidrio asegura que las propiedades de resistencia y durabilidad del material son predominantemente dictadas por la fibra de vidrio, optimizando su desempeño en reparaciones.
- **Comparación con Otros Materiales:** Los materiales compuestos con menor contenido de refuerzo pueden tener propiedades inferiores, lo que hace que la malla de fibra de vidrio con $\geq 70\%$ de contenido de fibra sea superior en aplicaciones de refuerzo.

4.1.1.3.2. Dimensiones del fabricante

En la Tabla 13, se presentan las dimensiones específicas de las mallas FRP proporcionadas por el fabricante “Plast Polimer Perú”. Estas mallas se

diferencian principalmente por las dimensiones de la cocada, el espesor de la varilla, el ancho del rollo y la longitud del rollo disponible.

Tabla 13

Dimensiones de la malla de Fibra de vidrio

Denominación	Dimensiones de la cocada (pulg.)	Ancho (m)	Espesor de varilla, (calibre de alambre)	Largo del rollo, (m)
Malla FRP en rollo	2 x 2	2	#8	25 y 50
Malla FRP en rollo	4 x 4	2	#8	25 y 50
Malla FRP en rollo	4 x 4	2	#10	25 y 50
Malla FRP en rollo	4 x 2	2	#8	25 y 50
Malla FRP en rollo	6 x 6	2	#8	25 y 50
Malla FRP en rollo	6 x 6	2	#10	25 y 50
Malla FRP en rollo	8 x 8	2	#8	25 y 50
Malla FRP en rollo	8 x 8	2	#10	25 y 50

Las mallas FRP disponibles tienen cocadas que varían de 2 x 2 pulgadas a 8 x 8 pulgadas. Las cocadas más pequeñas, como las de 2 x 2 pulgadas, ofrecen una mayor densidad de refuerzo, lo que es beneficioso para aplicaciones donde se requiere una mayor rigidez y resistencia a la deformación.

Todas las mallas tienen un ancho estándar de 2 metros. Esta consistencia simplifica la logística de instalación y permite una fácil integración en una variedad de aplicaciones sin necesidad de ajustes adicionales.

El espesor de la varilla varía entre los calibres #8 y #10. Proporcionan una robustez adecuada para la mayoría de las aplicaciones sin comprometer la flexibilidad o la facilidad de manejo.

La opción de rollos de 25 y 50 metros permite ajustar la cantidad de malla utilizada a la escala del proyecto, reduciendo el desperdicio y los costos asociados.

4.1.1.4. Ensayos de unidad de albañilería

Se realizó los respectivos ensayos a la unidad de albañilería “Tayson”.

4.1.1.4.1. Muestreo

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Unidades de albañilería: Ladrillos marca Tayson.
- Herramientas de medición: calibre o vernier, cinta métrica.
- Etiquetas o marcadores: para identificar y etiquetar muestras.
- Registros de muestreo: formatos o cuadernos para anotar datos.

Pasos del ensayo:

- Determinación del Tamaño de la Muestra: Según la norma E.070, el tamaño de la muestra depende del tamaño del lote. Para lotes de hasta 5,000 unidades se seleccionan al menos 10 unidades. Para lotes entre 5,001 y 10,000 unidades se seleccionan al menos 20 unidades. Para lotes mayores de 10,000 unidades se seleccionan al menos 30 unidades.
- Selección Aleatoria de Muestras: Nos aseguramos de que las muestras se seleccionen de diferentes partes del lote para evitar sesgos.

Figura 52

Muestreo de unidades de albañilería



4.1.1.4.2. Variación Dimensional

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

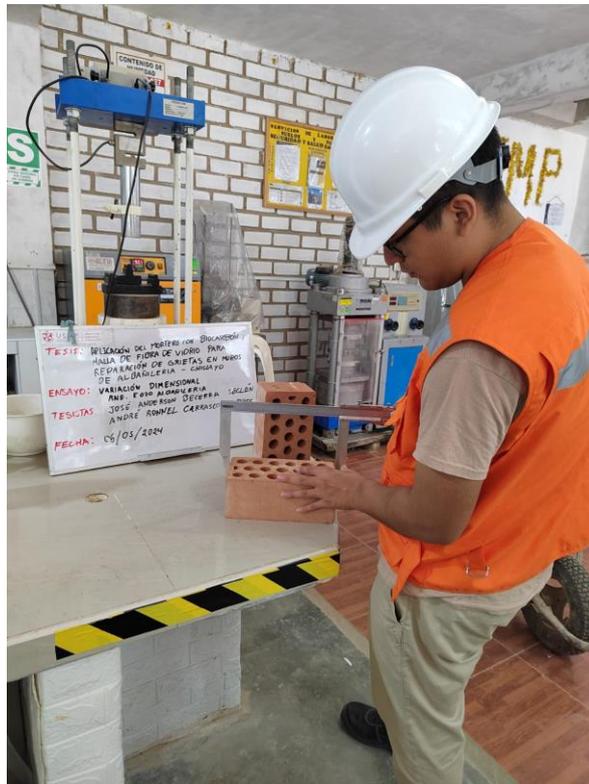
- Calibre o vernier: Con precisión mínima de 0.1 mm.
- Cinta métrica o regla metálica: Para medir las dimensiones generales.
- Superficie plana y lisa: Para asegurar mediciones precisas.
- Formato de registro de datos: Para anotar las mediciones.

Pasos del ensayo:

- Medición de Dimensiones: Medir el largo (L), ancho (A) y alto (H) de cada unidad con un calibre o vernier. Realizamos las mediciones en tres puntos diferentes para cada dimensión y calcular el promedio de estas tres mediciones. Registramos todas las mediciones individuales y los promedios en el formato de registro de datos. Para obtener una medida precisa, tomamos las mediciones en los extremos y en el centro de cada dimensión (por ejemplo, a $1/4$, $1/2$ y $3/4$ de la longitud de la unidad).

Figura 53

Variación dimensional de ladrillo Tayson



- Cálculo de la Variación Dimensional: Comparamos las dimensiones medidas (promedios) con las dimensiones nominales especificadas para las unidades. Calculamos la variación dimensional (Δ) usando la fórmula:

$$\Delta \% = \frac{\text{Dimensión medida} - \text{Dimensión nominal}}{\text{Dimensión nominal}} * 100$$

4.1.1.4.3. Alabeo

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Unidades de albañilería: Ladrillos marca Tayson.
- Varilla de acero con borde recto.
- Regla o cuña de medición.

- Superficie plana, de acero o vidrio, no menor de 300 mm x 300 mm y planitud dentro del rango de 0,025 mm.
- Escobilla.
- Unidades de albañilería ladrillos marca Tayson.

Pasos del ensayo:

- Colocamos la regla recta a lo largo de la superficie a medir, ya sea longitudinal o diagonalmente, eligiendo la posición donde se observe la mayor desviación de una línea recta. Determinamos la mayor distancia entre la superficie del espécimen y la regla recta. Utilizamos una regla de acero o una cuña, medimos esta distancia con una precisión de 1 mm y registramos este valor como la distorsión cóncava de la superficie.
- Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde cóncavo, se coloca la varilla de borde recto entre lo medido. Se selecciona la mayor distancia desde el extremo del borde cóncavo del espécimen hasta la varilla con borde recto. Se utiliza una regla de acero o una cuña, se mide esta distancia con una precisión de 1 mm y registrarla como la distorsión cóncava del borde.

4.1.1.4.4. Absorción

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Balanza: Con precisión de 0.1 g.
- Unidades de albañilería: Ladrillos marca Tayson.
- Horno: Capaz de mantener una temperatura de 105 ± 5 °C.
- Tanque de agua: Para sumergir las unidades.

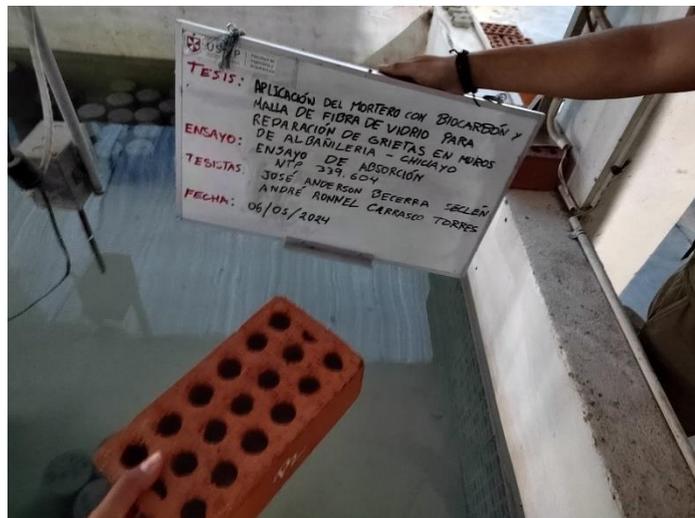
- Superficie de secado: Para permitir el escurrido del agua de las unidades.

Pasos del ensayo:

- Determinación de la Masa Seca (M1): Secamos las unidades en el horno a 105 ± 5 °C hasta alcanzar una masa constante (variación menor al 0.1% en 24 horas). Enfriamos las unidades en un desecador y pesar cada unidad (M1).

Figura 54

Absorción de ladrillo Tayson



- Determinación de la Masa Saturada (M2): Sumergimos las unidades completamente en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. Retiramos las unidades del agua y permitimos el escurrido del agua superficial durante 1 minuto. Pesamos cada unidad inmediatamente después del escurrido (M2).
- Cálculo de la Absorción de Agua: Calculamos la absorción de agua (A) usando la fórmula:

$$A = \frac{M2 - M1}{M1} * 100$$

Donde:

A = Absorción de agua en porcentaje.

M2 = Masa de la unidad saturada en gramos.

M1 = Masa de la unidad seca en gramos.

4.1.1.4.5. Área de vacíos

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Unidades de albañilería ladrillos marca Tayson.
- Cilindro graduado: Un cilindro de vidrio con capacidad de 500 ml.
- Papel: Una hoja de papel con superficie lisa y dura de no menos de 610 mm x 610 mm.
- Arena: 500 ml de arena limpia y seca.
- Varilla de acero con borde recto.
- Superficie plana.
- Escobilla.
- Balanza.

Pasos del ensayo:

- Coloque la hoja de papel sobre una superficie plana. Luego, ponemos el espécimen a probar sobre el papel, asegurándose de que las perforaciones estén orientadas verticalmente.
- Llenamos las perforaciones con arena, permitiendo que esta caiga libremente sin aplicar presión. Utilizamos una varilla de acero con borde recto para nivelar la arena al ras de la parte superior del espécimen. Luego, usamos una escobilla para retirar cualquier exceso de arena de la superficie del espécimen y del papel.

Figura 55

Área de vacíos de ladrillo Tayson



- Levantamos el espécimen de manera que permita que la arena de las perforaciones caiga sobre la hoja de papel. Luego, transferimos la arena de la hoja de papel a la balanza, pesamos y registramos el peso con una precisión de 0,5 g.
- Con una porción aparte de arena, llenamos un cilindro de 500 ml hasta la marca de 500 ml, permitiendo que la arena caiga naturalmente sin agitar ni vibrar el cilindro. Luego, transferimos esta arena a la balanza, pese y registre el peso con una precisión de 0,5 g.
- Determinamos el volumen de arena contenido en el espécimen de ensayo como se indica:

$$V_s = \frac{500ml}{S_c} * S_u$$

Donde:

Vs = Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo.

Sc = Peso de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado.

Su = Peso de la arena contenido en el espécimen de ensayo.

- Determinamos el porcentaje de vacíos como se indica:

$$\% \text{Área vacíos} = \frac{V_s}{V_u} * \frac{1}{16.4} * 100$$

Donde:

Vs = Volumen de arena determinado en 18.5.1, ml.

Vu = Longitud x ancho x profundidad registrada en 18.5.1, cm³.

4.1.1.4.6. Succión

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Unidades de albañilería: Ladrillos marca Tayson.
- Bandejas o recipientes: Deben tener una profundidad mínima de 13 mm y dimensiones de largo y ancho suficiente para que la superficie de agua sea de al menos 2000 cm².
- Soportes para ladrillos: Se emplearán dos barras de acero inoxidable, con una longitud aproximada de entre 125 mm y 150 mm.
- Horno de secado
- Dispositivo de sincronización: Se utilizará un dispositivo adecuado, preferiblemente un reloj o cronómetro, que indique un tiempo de un minuto con una precisión de 1 segundo.

Pasos del ensayo:

- Procedimiento de secado al horno: Secamos y enfriamos los especímenes de prueba.
- Ajustamos la posición de la bandeja para la prueba de absorción de manera que el fondo quede nivelado durante el ensayo,

verificado con un nivel de burbuja. Colocamos el ladrillo de referencia saturado sobre los soportes. Añadimos agua hasta que el nivel alcance $3 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$ por encima de los soportes.

- Durante el periodo de contacto, que durará $1 \text{ minuto} \pm 1 \text{ segundo}$, mantendremos el nivel de agua dentro de los límites indicados, añadiendo agua si es necesario. Al finalizar el tiempo de $1 \text{ minuto} \pm 1 \text{ segundo}$, retiramos el espécimen, secamos el agua superficial con un paño húmedo y volvemos a pesarlo con una precisión de $0,5 \text{ g}$. El secado del agua superficial lo realizamos en un plazo máximo de 10 segundos después de retirar el espécimen del agua, y el pesaje debe completarse dentro de los siguientes 2 minutos .
- La variación de peso, en gramos, entre el peso inicial y final indica la cantidad de agua absorbida por el ladrillo durante el minuto de contacto con el agua. Si el área de la superficie plana no varía en más de $\pm 2,5 \%$ de 200 cm^2 , registramos el incremento de peso de cada espécimen con una precisión de $0,1 \text{ g}$, refiriéndonos a este como el índice inicial de absorción en un minuto.
- Si el área del espécimen difiere en más de $\pm 2,5 \%$ de 200 cm^2 , calculamos el peso equivalente a 200 cm^2 utilizando la ecuación proporcionada a continuación, con una precisión de $0,1 \text{ g}$.

$$X = \frac{200W}{LB}$$

Donde:

X = Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm^2 .

W = Diferencia de pesos del espécimen, g.

L = Longitud del espécimen, cm.

B = Ancho del espécimen, cm.

- Reportamos la diferencia de pesos corregida, X, de cada espécimen con aproximación a 0,1 g, y con la absorción inicial en 1 min. Calculamos y reportamos el promedio de la absorción inicial de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,1 g/min/200 cm².

Figura 56

Ensayo de succión



4.1.1.4.7. Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Unidades de albañilería: Ladrillos marca Tayson.
- Prensa de compresión: Máquina de ensayo con capacidad adecuada y con dispositivos para aplicar la carga de manera uniforme.
- Superficies de contacto: Placas de acero liso para la aplicación de carga.

- Calibre o Vernier: Para medir dimensiones.
- Balanza: Para pesar las unidades.
- Dispositivo de alineación: Para asegurar la correcta colocación de la unidad en la prensa.

Pasos del ensayo:

- Colocación en la Prensa: Colocamos cada unidad en la prensa de compresión, asegurándose de que esté centrada y alineada correctamente para aplicar la carga uniformemente. Las placas de carga deben ser paralelas y planas.
- Aplicación de la Carga: Aplicamos la carga a una velocidad constante. Continuamos aplicando la carga hasta que la unidad falle por compresión (se genere grietas). Registramos la carga máxima (P) en el momento de la falla.

Figura 57

Resistencia a la compresión de ladrillo Tayson



- Cálculo de la Resistencia a la Compresión: Calculamos la resistencia a la compresión (R_c) usando la fórmula:

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

Donde:

R_c = Resistencia a la compresión en kg/cm².

P = Carga máxima registrada en kg.

A = Área de la sección de carga (largo × ancho) en cm².

4.1.1.5. Ensayo de pilas de albañilería

4.1.1.5.1. Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Especímenes a ensayar: Pilas de albañilería.
- Prensa de compresión: Máquina de ensayo con capacidad adecuada y con dispositivos para aplicar la carga de manera uniforme.
- Calibre o vernier: Para medir dimensiones.
- Cinta métrica o regla metálica: Para medir las dimensiones generales.
- Placas de acero: Placas de distribución de carga (topes).
- Mortero: Se usará un mortero para el asentado de 1:4.
- Dispositivos de alineación: Para asegurar la correcta colocación de la pila en la prensa.

Pasos del ensayo:

- Construcción de las Pilas: Construimos las pilas y utilizar el mortero de asentado el cual tendrá una proporción de 1:4, asegurando una correcta unión entre las unidades. Las pilas están formadas por tres unidades de altura. Mantenemos las dimensiones de la pila dentro de las tolerancias especificada.

- Curado de las Pilas: Dejamos curar las pilas durante el tiempo especificado, el cual fue de 14 días, en condiciones controladas de humedad y temperatura para asegurar la consistencia del mortero.
- Colocamos la pila en la prensa de compresión de manera que esté centrada y alineada correctamente. Aseguramos de que las placas de acero estén en contacto uniforme con la parte superior e inferior de la pila para distribuir la carga adecuadamente.
- Aplicación de la Carga: Aplicamos la carga axial de manera gradual y continua a una velocidad constante especificada. Continuamos aplicando la carga hasta que la pila falle (se genere grietas). Registramos la carga máxima (P) alcanzada en el momento de la falla.
- Cálculo de la Resistencia a la Compresión: Calculamos la resistencia a la compresión axial (Rc) usando la fórmula:

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

Donde:

Rc = Resistencia a la compresión axial en kg/cm².

P = Carga máxima registrada en kg.

A = Área de la sección transversal de la pila en cm².

Figura 58

Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería



4.1.1.5.2. Reparación de Pilas de albañilería

Se seleccionarán aleatoriamente tres grupos, cada uno compuesto por tres especímenes, para aplicar y comparar tres técnicas de reparación, con el fin de determinar cuál ofrece los mejores resultados.

Reparación usando mortero patrón:

Se seleccionan aleatoriamente los especímenes y se inicia el proceso de reparación. Primero, se prepara una mezcla de mortero patrón 1:3 y se aplica en las grietas para asegurar un relleno completo. Aquellas grietas más pequeñas son previamente picadas para facilitar la penetración y adherencia del mortero patrón.

En áreas donde resulta complicado mantener el mortero dentro de la pila, se utiliza encofrado para asegurar un proceso de reparación efectivo y controlado. Cada espécimen es entonces dejado en reposo para permitir que el mortero fragüe adecuadamente, siguiendo un proceso de curado durante una semana completa.

Concluida la reparación del primer espécimen, se procede de manera sistemática a rehabilitar las dos pilas restantes según el mismo método y protocolo establecido. Este enfoque asegura no solo la adecuada ejecución de las reparaciones, sino también la consistencia en los resultados obtenidos para la evaluación final de la resistencia y durabilidad de las estructuras reparadas.

Figura 59

Elaboración de mortero patrón



Reparación usando mortero con dosificación óptima de Biocarbón:

Se seleccionan aleatoriamente los especímenes y se inicia el proceso de reparación. Primero, se prepara una mezcla de mortero con dosificación óptima de Biocarbón y se aplica en las grietas para asegurar un relleno completo. Aquellas grietas más pequeñas son previamente picadas para facilitar la penetración y adherencia del mortero patrón.

En áreas donde resulta complicado mantener el mortero dentro de la pila, se utiliza encofrado para asegurar un proceso de reparación efectivo y controlado. Cada espécimen es entonces dejado en reposo para permitir que el

mortero fragüe adecuadamente, siguiendo un proceso de curado durante una semana completa.

Concluida la reparación del primer espécimen, se procede de manera sistemática a rehabilitar las dos pilas restantes según el mismo método y protocolo establecido. Este enfoque asegura no solo la adecuada ejecución de las reparaciones, sino también la consistencia en los resultados obtenidos para la evaluación final de la resistencia y durabilidad de las estructuras reparadas.

Figura 60

Reparación con mortero con dosificación óptima de biocarbón



Reparación usando mortero con dosificación óptima de Biocarbón y malla de fibra de vidrio:

Se seleccionan aleatoriamente los especímenes y se inicia el proceso de reparación. Primero, se prepara una mezcla de mortero con dosificación óptima de Biocarbón y malla de fibra de vidrio. El mortero se aplica en las grietas para asegurar un relleno completo. Aquellas grietas más pequeñas son previamente picadas para facilitar la penetración y adherencia del mortero patrón.

La malla de fibra de vidrio se corta en secciones de 23 cm x 12 cm para poder ser colocadas en las pilas y se une cara a cara con varilla de acero #8 mediante perforaciones en la pila. La malla y las varillas #8 se amarran con alambre #16. En esta reparación, se aplica un tarrajeo con proporción 1:5 para contener la malla de fibra de vidrio, siendo necesario el uso de encofrado para asegurar un proceso de reparación efectivo y controlado.

En esta reparación los especímenes llevarán un tarrajeo que ayude a contener la malla, resultando necesario la utilización de encofrado para asegurar un proceso de reparación efectivo y controlado. Cada espécimen es entonces dejado en reposo para permitir que el mortero fragüe adecuadamente, siguiendo un proceso de curado durante una semana completa.

Concluida la reparación del primer espécimen, se procede de manera sistemática a rehabilitar las dos pilas restantes según el mismo método y protocolo establecido. Este enfoque asegura no solo la adecuada ejecución de las reparaciones, sino también la consistencia en los resultados obtenidos para la evaluación final de la resistencia y durabilidad de las estructuras reparadas.

Figura 61

Realización de tarrajeo



4.1.1.5.3. Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería reparadas

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Especímenes a ensayar: Pilas de albañilería reparadas.
- Prensa de compresión: Máquina de ensayo con capacidad adecuada y con dispositivos para aplicar la carga de manera uniforme.
- Calibre o vernier: Para medir dimensiones.
- Cinta métrica o regla metálica: Para medir las dimensiones generales.
- Placas de acero: Placas de distribución de carga (topes).
- Dispositivos de alineación: Para asegurar la correcta colocación de la pila en la prensa.

Pasos del ensayo:

- Colocamos la pila reparada en la prensa de compresión de manera que esté centrada y alineada correctamente. Aseguramos de que

las placas de acero estén en contacto uniforme con la parte superior e inferior de la pila para distribuir la carga adecuadamente.

- Aplicación de la Carga: Aplicamos la carga axial de manera gradual y continua a una velocidad constante especificada. Continuamos aplicando la carga hasta que la pila falle (se rompa). Registramos la carga máxima (P) alcanzada en el momento de la falla.
- Cálculo de la Resistencia a la Compresión: Calculamos la resistencia a la compresión axial (Rc) usando la fórmula:

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

Donde:

Rc = Resistencia a la compresión axial en kg/cm².

P = Carga máxima registrada en kg.

A = Área de la sección transversal de la pila en cm².

Figura 62

Resistencia a la compresión axial de pila de albañilería reparadas



4.1.1.6. Ensayo de muretes de albañilería

4.1.1.6.1. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Especímenes a ensayar: Muretes de albañilería.
- Prensa de compresión: Máquina con capacidad adecuada para aplicar la carga diagonal.
- Calibre o vernier: Para medir dimensiones.
- Cinta métrica o regla metálica: Para medir las dimensiones generales.
- Placas de acero: Placas de distribución de carga para aplicar la carga uniformemente en los bordes.
- Mortero: Se usará un mortero para el asentado de 1:4.
- Nivel de burbuja o láser: Para asegurar la alineación correcta del murete.
- Dispositivos de alineación: Para asegurar la correcta colocación del murete en la prensa.

Pasos del ensayo:

- Construcción de los Muretes: Construimos los muretes con dimensiones específicas, generalmente con una altura y longitud de 600 mm x 600mm. Utilizamos un mortero de 1:4, asegurando una correcta unión entre las unidades. Los muretes deben tener una geometría específica para el ensayo, en este caso cuadrada.
- Curado de los Muretes: Dejamos curar los muretes durante el tiempo especificado, el cual es 14 días, en condiciones controladas

de humedad y temperatura para asegurar la consistencia del mortero.

- Aplicación de la Carga Diagonal: Aplicamos la carga de manera gradual y continua en dirección diagonal a través de los bordes opuestos del murete. La carga se debe aplicar de tal manera que se genere una tensión cortante en el plano diagonal del murete. Continuar aplicando la carga hasta que el murete falle (se generen grietas). Registramos la carga máxima (P) alcanzada en el momento de la falla.
- Cálculo de la Resistencia a la Compresión Diagonal: Calculamos la resistencia a la compresión diagonal usando la fórmula:

$$V'm = \frac{0.707 * P}{Ab}$$

$$V'm = \frac{l + h}{2} * t$$

Donde:

V'm= Esfuerzo de corte sobre el área bruta (Mpa).

P = Fuerza aplicada (N).

Ab = Área bruta del murete (mm²).

l = Largo del muro (mm).

h =Altura del muro (mm).

t = Espesor total del muro (mm).

Figura 63

Medición de grietas de muretes ensayados



4.1.1.6.2. Reparación de Muretes de albañilería

Se seleccionarán aleatoriamente tres grupos, cada uno compuesto por tres especímenes, para aplicar y comparar tres técnicas de reparación, con el fin de determinar cuál ofrece los mejores resultados.

Reparación usando mortero patrón:

Se seleccionan aleatoriamente los especímenes y se inicia el proceso de reparación. Primero, se prepara una mezcla de mortero patrón 1:3 y se aplica en las grietas para asegurar un relleno completo. Aquellas grietas más pequeñas son previamente picadas para facilitar la penetración y adherencia del mortero patrón.

En áreas donde resulta complicado mantener el mortero dentro del murete, se utiliza encofrado para asegurar un proceso de reparación efectivo y controlado. Cada espécimen es entonces dejado en reposo para permitir que el mortero fragüe adecuadamente, siguiendo un proceso de curado durante una semana completa.

Concluida la reparación del primer espécimen, se procede de manera sistemática a rehabilitar los dos muretes restantes según el mismo método y protocolo establecido. Este enfoque asegura no solo la adecuada ejecución de las reparaciones, sino también la consistencia en los resultados obtenidos para la evaluación final de la resistencia y durabilidad de las estructuras reparadas.

Figura 64

Reparación con mortero patrón



Reparación usando mortero con dosificación óptima de Biocarbón:

Se seleccionan aleatoriamente los especímenes y se inicia el proceso de reparación. Primero, se prepara una mezcla de mortero con dosificación óptima de Biocarbón y se aplica en las grietas para asegurar un relleno completo. Aquellas grietas más pequeñas son previamente picadas para facilitar la penetración y adherencia del mortero patrón.

En áreas donde resulta complicado mantener el mortero dentro del murete, se utiliza encofrado para asegurar un proceso de reparación efectivo y

controlado. Cada espécimen es entonces dejado en reposo para permitir que el mortero fragüe adecuadamente, siguiendo un proceso de curado durante una semana completa.

Concluida la reparación del primer espécimen, se procede de manera sistemática a rehabilitar los dos muretes restantes según el mismo método y protocolo establecido. Este enfoque asegura no solo la adecuada ejecución de las reparaciones, sino también la consistencia en los resultados obtenidos para la evaluación final de la resistencia y durabilidad de las estructuras reparadas.

Figura 65

Elaboración de mortero con dosificación óptima de biocarbón



Reparación usando mortero con dosificación óptima de Biocarbón y malla de fibra de vidrio:

Se seleccionan aleatoriamente los especímenes y se inicia el proceso de reparación. Primero, se prepara una mezcla de mortero con 2.5% de Biocarbón y malla de fibra de vidrio. El mortero se aplica en las grietas para asegurar un relleno completo. Aquellas grietas más pequeñas son previamente picadas para facilitar la penetración y adherencia del mortero patrón.

La malla de fibra de vidrio se corta en secciones de 56 cm x 56 cm para poder ser colocadas en los muretes y se une cara a cara con varilla de acero #8 mediante perforaciones en la pila. La malla y las varillas #8 se amarran con alambre #16. En esta reparación, se aplica un tarrajeo para contener la malla, siendo necesario el uso de encofrado para asegurar un proceso de reparación efectivo y controlado.

En esta reparación los especímenes llevarán un tarrajeo con proporción 1:5 que ayudará a contener la malla de fibra de vidrio, resultando necesario la utilización de encofrado para asegurar un proceso de reparación efectivo y controlado. Cada espécimen es entonces dejado en reposo para permitir que el mortero fragüe adecuadamente, siguiendo un proceso de curado durante una semana completa.

Concluida la reparación del primer espécimen, se procede de manera sistemática a rehabilitar los dos muretes restantes según el mismo método y protocolo establecido. Este enfoque asegura no solo la adecuada ejecución de las reparaciones, sino también la consistencia en los resultados obtenidos para la evaluación final de la resistencia y durabilidad de las estructuras reparadas.

Figura 66

Reparación con mortero con dosificación óptima de biocarbón y malla de fibra de vidrio



4.1.1.6.3. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería reparados

Materiales y equipos necesarios para este ensayo:

- Especímenes a ensayar: Muretes de albañilería reparados.
- Prensa de compresión: Máquina con capacidad adecuada para aplicar la carga diagonal.
- Calibre o vernier: Para medir dimensiones.
- Cinta métrica o regla metálica: Para medir las dimensiones generales.
- Placas de acero: Placas de distribución de carga para aplicar la carga uniformemente en los bordes.
- Nivel de burbuja o láser: Para asegurar la alineación correcta del murete.
- Dispositivos de alineación: Para asegurar la correcta colocación del murete en la prensa.

Pasos del ensayo:

- Aplicación de la Carga Diagonal: Aplicamos la carga de manera gradual y continua en dirección diagonal a través de los bordes opuestos del murete. La carga se debe aplicar de tal manera que se genere una tensión cortante en el plano diagonal del murete. Continuamos aplicando la carga hasta que el murete falle (se rompa). Registramos la carga máxima (P) alcanzada en el momento de la falla.
- Cálculo de la Resistencia a la Compresión Diagonal: Calculamos la resistencia a la compresión diagonal usando la fórmula:

$$V'm = \frac{0.707 * P}{Ab}$$

$$V'm = \frac{l + h}{2} * t$$

Donde:

V'm= Esfuerzo de corte sobre el área bruta (Mpa).

P = Fuerza aplicada (N).

Ab = Área bruta del murete (mm²).

l = Largo del muro (mm).

h =Altura del muro (mm).

t = Espesor total del muro (mm).

Figura 67

Resistencia a la compresión diagonal en murete reparado



4.2. Criterio del objetivo específico 1: Dosificación óptima de biocarbón

4.2.1. Ensayos del agregado fino

4.2.1.1. Análisis granulométrico

En la Tabla 14 se presenta el análisis granulométrico del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 400.037. Teniendo como resultado un módulo de fineza de 2.44 cumpliendo así con lo indicado en la Norma E.070 Albañilería, lo cual es que el módulo de fineza debe ser mayor que 1.6 pero menor que 2.5.

Tabla 14

Resultados del análisis granulométrico del agregado fino

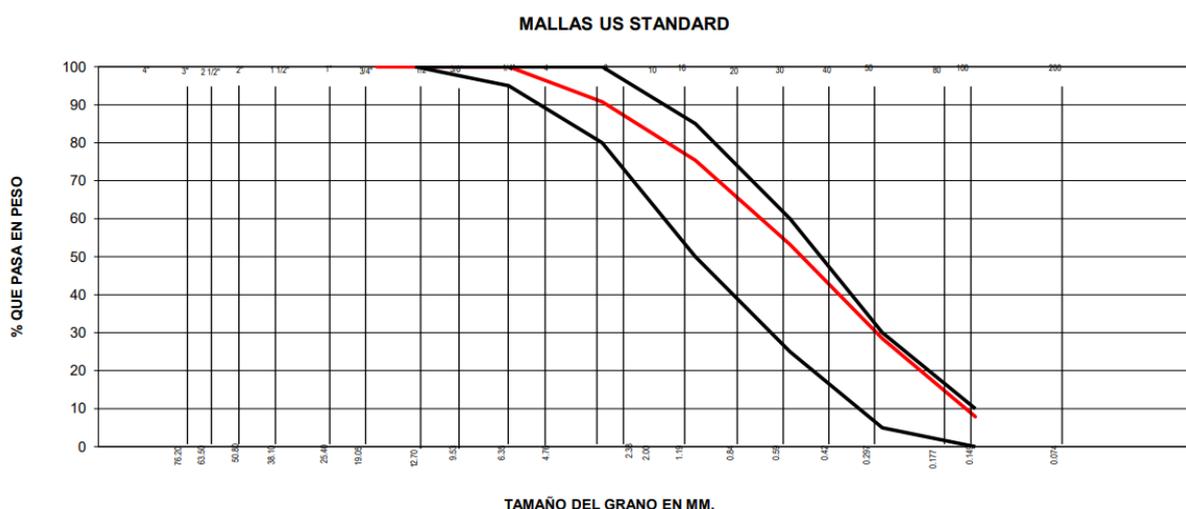
Tamices ASTM	Abertura en mm	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3/8 in	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4 in	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 8	2.38	73.28	9.20	9.20	90.80
No. 16	1.19	122.52	15.40	24.60	75.40
No. 30	0.59	176.85	22.20	46.80	53.20
No. 50	0.30	196.50	24.70	71.50	28.50

No. 100	0.15	163.85	20.60	92.10	7.90
No. 200	0.07	23.95	3.00	95.10	4.90
Fondo		38.95	4.90	100.0	0.0
Módulo de fineza			2.44		

Después de obtener la tabla con los datos del análisis granulométrico del agregado fino, procedemos a realizar la curva granulométrica como se muestra en la Figura 68, en la cual se observa que está dentro de los parámetros indicados en la NTP 400.037.

Figura 68

Curva Granulométrica del agregado fino



4.2.1.2. Contenido de Humedad

En la Tabla 15 se determina el contenido de humedad del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe. El resultado obtenido fue un contenido de humedad del 3.4%, este ensayo sigue los parámetros de la NTP 339.127.

Tabla 15

Resultados de contenido de Humedad

Contenido de Humedad	
Masa de tara	122.5
Masa de tara + muestra humedad (g)	514.2
Masa de tara + muestra seca (g)	501.5
Masa del agua contenida (g)	12.7
Masa de la muestra seca (g)	379.0
Contenido de Humedad (%)	3.4

4.2.1.3. Peso específico y Absorción

En la Tabla 16 se muestran los resultados del peso específico y absorción del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe, siguiendo lo indicado en la NTP 400.022. El resultado obtenido fue un peso específico de 2.59 g/cm³ y con una absorción de 1.10%.

Tabla 16

Resultados de Peso específico y Absorción del agregado fino

Peso específico y Absorción	
Masa muestra saturado sup. seco en aire(g)	300.00
Masa frasco + agua (g)	689.60
Masa muestra + agua en el frasco (g)	875.10
Volumen de masa + Volumen de vacío (g)	114.50
Masa de muestra seca en horno (g)	296.75
Volumen de masa (g)	111.25
Peso específico (g/cm ³)	2.59
Peso específico saturado superficialmente seco (g/cm ³)	2.62
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.67
% de Absorción	1.10

4.2.1.4. Peso unitario suelto y compactado

En las Tablas 17 y Tabla 18 se muestran los resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe, siguiendo los parámetros de la NTP 400.017. Los resultados mostraron que el peso unitario suelto seco promedio es de 1427 kg/m³ y el peso unitario compactado seco promedio es de 1555 kg/m³.

Tabla 17

Resultados de Peso unitario suelto

Peso unitario suelto			
Muestra	1	2	3
Masa del recipiente + muestra (g)	18928	18954	18887
Masa del recipiente (g)	6236	6236	6236
Masa de la muestra (g)	12692	12718	12651
Volumen (cm ³)	8888	8888	8888
Peso unitario suelto seco (g/cm ³)	1.428	1.431	1.423
Peso unitario suelto seco (kg/m ³)	1428	1431	1423
Promedio de peso unitario suelto seco (kg/m ³)		1427	

Tabla 18

Resultados de Peso unitario compactado

Peso unitario compactado			
	1	2	3
Masa del recipiente + muestra (g)	19973	20065	20128

Masa del recipiente (g)	6236	6236	6236
Masa de la muestra (g)	13737	13829	13892
Volumen (cm ³)	8888	8888	8888
Peso unitario compactado seco (g/cm ³)	1.546	1.556	1.563
Peso unitario compactado seco (kg/m ³)	1546	1556	1563
Promedio de peso unitario compactado seco (kg/m ³)		1555	

4.2.1.5. Valor equivalente

En la Tabla 19 se determina el valor equivalente del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe, siguiendo los parámetros de la NTP 339.146. El resultado indica que el valor equivalente del agregado fino es de 76% indicando que tiene una cantidad moderada de partículas finas perjudiciales.

Tabla 19

Resultados de Valor equivalente

Valor equivalente			
Muestra	1	2	3
Altura de nivel Material fino	6.9	6.5	6.4
Altura de nivel Arena	5.2	5.0	4.9
Equivalente de Arena	75.40%	76.90%	76.60%
Promedio		76%	

4.2.1.6. Tamiz No. 200

En la Tabla 20 se muestra el material que pasa el tamiz No. 200 del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe. Los resultados indican que el porcentaje de material que pasa la malla No. 200 después del lavado es del 2.80%, cumpliendo así con los parámetros indicados en la NTP 339.132.

Tabla 20

Resultados de cantidad de material que pasa el Tamiz N°200

Peso inicial seco	Peso después del lavado	Resultado	Especificación	Observación
613	596.5	2.80%	3.00%	Cumple

4.2.1.7. Contenido de sales

En la Tabla 21 se determina el porcentaje de sales del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe, siguiendo los parámetros de la NTP 339.152. Los resultados muestran que el porcentaje promedio de sales es de 0.05%.

Tabla 21

Resultados de contenido de sales

Contenido de sales		
Muestra	1	2
Masa tarro	122.41	108.65
Masa tarro + agua + sal	172.57	157.39
Masa tarro seco + sal	122.43	108.68
Masa de sal	0.02	0.03
Masa de agua	50.16	48,74

Porcentaje de sal (%)	0.04	0.06
Promedio (%)	0.05	

4.2.1.8. Contenido de sulfatos

En la Tabla 22 se muestra el contenido de sulfatos del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe, siguiendo los parámetros de la NTP 339.178. Los resultados muestran que la muestra tiene un 0.0078% de sulfatos por lo tanto se concluye que es insignificante.

Tabla 22

Resultados de contenido de sulfatos

Contenido de sulfatos		
Partes por millón	Resultado (%)	Conclusión
78	0.0078	Insignificante

4.2.1.9. Contenido de cloruros

En la Tabla 23 se determina el contenido de cloruros del agregado fino obtenido de la cantera Tres Tomas, ubicada en Ferreñafe, siguiendo los parámetros de la NTP 339.177. Los resultados indican que la muestra tiene un 0.011% de cloruros por lo tanto se concluye que es insignificante.

Tabla 23

Resultados de contenido de cloruros

Contenido de cloruros		
Partes por millón	Resultado (%)	Conclusión
110	0.011	Insignificante

4.2.2. Ensayos del Biocarbón

4.2.2.1. Análisis granulométrico

En la Tabla 24 se presenta el análisis granulométrico del Biocarbón. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 400.037. El resultado indica que su módulo de fineza es de 1.88.

Tabla 24

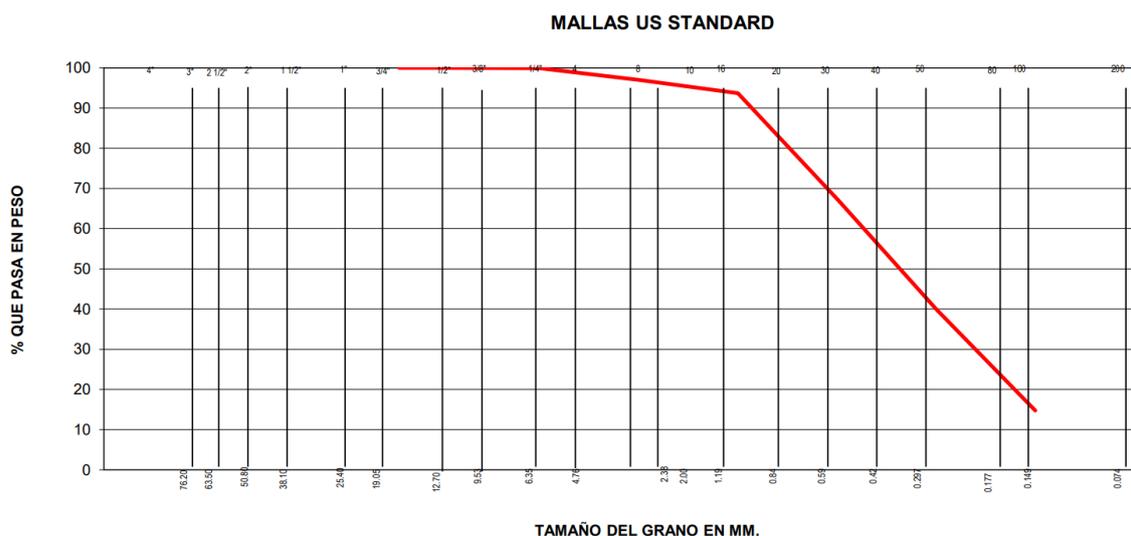
Resultados del Análisis granulométrico del Biocarbón

Tamices ASTM	Abertura en mm	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3/8 in	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4 in	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.76	0.10	0.10	0.10	99.90
No. 8	2.38	5.80	3.00	3.00	97.00
No. 16	1.19	6.40	3.30	6.30	93.70
No. 30	0.59	52.30	26.70	33.00	67.00
No. 50	0.30	53.20	27.10	60.10	39.90
No. 100	0.15	49.30	25.20	85.30	14.70
No. 200	0.07	18.40	9.40	94.60	5.40
Fondo		10.50	5.20	100.0	0.0
Módulo de fineza			1.88		

Después de obtener la tabla con los datos del análisis granulométrico del agregado fino, procedemos a realizar la curva granulométrica como se muestra en la Figura 69.

Figura 69

Curva granulométrica del Biocarbón



4.2.2.2. Peso específico y Absorción

En la Tabla 25 se muestran los resultados del peso específico y absorción del Biocarbón, siguiendo lo indicado en la NTP 400.022. El resultado obtenido fue un peso específico de 1.21 g/cm³ y con una absorción de 1.54%.

Tabla 25

Resultados del Peso específico y Absorción del Biocarbón

Peso específico y Absorción	
Masa muestra saturado sup. seco en aire(g)	92.50
Masa frasco + agua (g)	689.95
Masa muestra + agua en el frasco (g)	707.00
Volumen de masa + Volumen de vacío (g)	75.45
Masa de muestra seca en horno (g)	91.10
Volumen de masa (g)	74.05
Peso específico (g/cm ³)	1.21
Peso específico saturado superficialmente seco (g/cm ³)	1.23
Peso específico aparente (g/cm ³)	1.23
% de Absorción	1.54

4.2.3. Ensayos del Cemento

4.2.3.1. Análisis granulométrico

En la Tabla 26 se determina el análisis granulométrico del Cemento “Pacasmayo Fortimax Antisalitre”. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 400.037.

Tabla 26

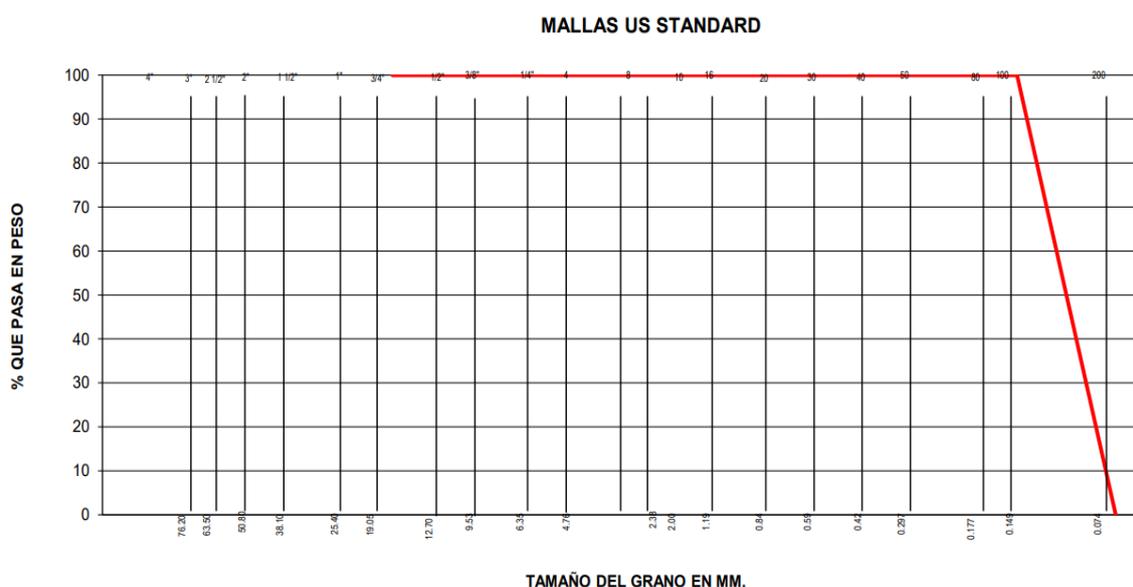
Resultados del Análisis granulométrico del Cemento

Tamices ASTM	Abertura en mm	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
No. 100	0.15	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 200	0.07	533.60	99.70	99.70	0.30

Después de obtener la tabla con los datos del análisis granulométrico Cemento “Pacasmayo Fortimax Antisalitre”, procedemos a realizar la curva granulométrica como se muestra en la Figura 70.

Figura 70

Curva granulométrica del cemento



4.2.4. Diseño de mortero patrón

La dosificación seleccionada para este mortero es de 1:3, lo que significa una proporción de un volumen de cemento por tres volúmenes de agregado fino como se indica en la Tabla 27 la cual se indica su dosificación seleccionada.

Tabla 27

Dosificación seleccionada

Dosificación	Cemento	Arena	Relación Agua/Cemento
1:3	1	3	0.7

Tabla 28

Resultados del Diseño del mortero patrón

Elementos	Peso (1 bolsa)	Volumen	Peso (1m ³)	Volumen (1m ³)
Cemento	42.50 kg	0.014 m ³	320.01 kg	0.103 m ³
Arena	127.50 kg	0.089 m ³	960.03 kg	0.673 m ³
Agua	29.75 kg	0.030 m ³	224.01 kg	0.224 m ³

En la Tabla 28, se detalla el diseño del mortero patrón donde se indica su peso y volumen de los elementos que se usarán para la elaboración del mortero

4.2.5. Diseño de mortero con biocarbón

Se elaboraron tres diseños de mortero, cada una con una proporción diferente de biocarbón como reemplazo parcial del cemento. En la Tabla 29 y 30 se presentan los diseños de mezcla de mortero con la incorporación de biocarbón con las tres diferentes proporciones: 2.5%, 5% y 7.5%.

Tabla 29*Resultados del Diseño del mortero con biocarbón*

Dosificación	Diseño	Cemento	Arena	Biocarbón	Relación Agua/Cemento
1:3	Patrón	1	3	0	0.7
	2.50%	0.975	3	0.025	0.7
	5.00%	0.95	3	0.05	0.7
	7.50%	0.925	3	0.075	0.7

Tabla 30*Resultados del Diseño del mortero con biocarbón por bolsa*

Dosificación	Peso (1bolsa)			
	Cemento	Arena	Agua	Biocarbón
Patrón	42.5	127.500	29.75	0.000
2.50%	41.438	127.500	29.75	1.063
5%	40.375	127.500	29.75	2.125
7.50%	39.313	127.500	29.75	3.188

4.2.6. Fluidez

En la Tabla 31 se determina la fluidez alcanzada de cada dosificación trabajada, cumpliendo que la fluidez debe estar en 110% con una tolerancia de 5% con lo indicado en la NTP 399.610.

Tabla 31*Resultados de la fluidez de los morteros*

Dosificación	Relación agua/cemento	Diámetro inicio (mm)	Promedio Diámetro (mm)	% Fluidez
--------------	-----------------------	----------------------	------------------------	-----------

Patrón	0.70	99.70	209.51	110.14
2.50%	0.70	99.70	209.50	110.13
5%	0.70	99.70	211.50	112.14
7.50%	0.70	99.70	209.25	109.88

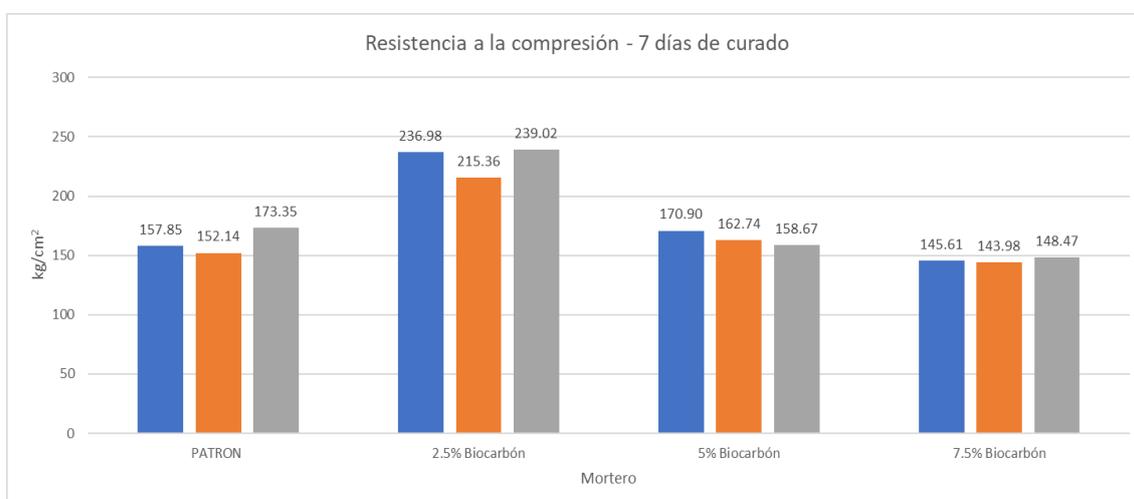
4.2.7. Resistencia a la compresión

4.2.7.1. Resistencia a la compresión – 7 días

En la Figura 71 se muestra la resistencia a la compresión del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 7 días de curado. Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 71

Resistencia a la compresión – 7 días de curado



En la Figura 71 se muestran los valores obtenidos en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. El mortero patrón presenta resistencias a la compresión a los 7 días de curado de 157.85 kg/cm², 152.14 kg/cm² y 173.35 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón, las resistencias a la compresión alcanzaron valores de 236.98 kg/cm², 215.36

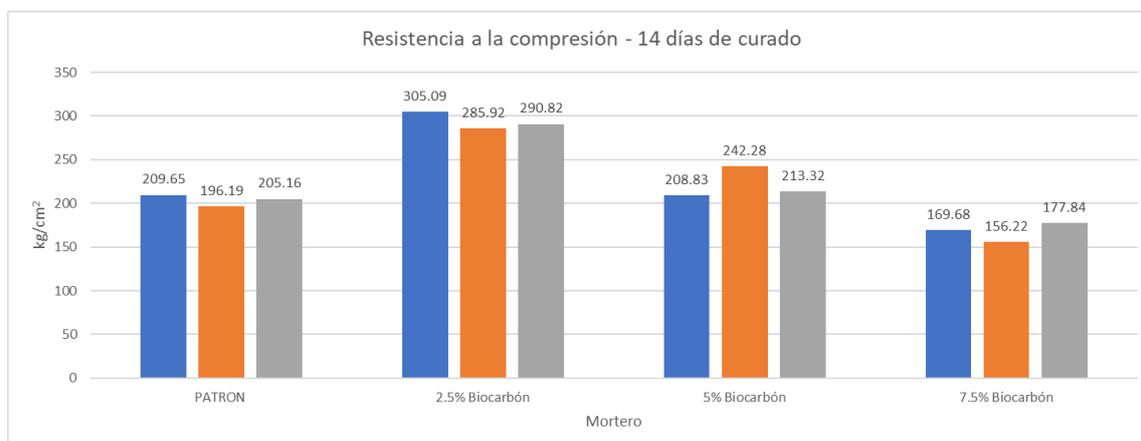
kg/cm² y 239.02 kg/cm², lo que representa un incremento significativo en comparación con el mortero patrón. Con una adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la compresión fueron de 170.90 kg/cm², 162.74 kg/cm² y 158.67 kg/cm², lo que muestra un cambio menor respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las resistencias a la compresión fueron de 145.61 kg/cm², 143.98 kg/cm² y 148.47 kg/cm², indicando una disminución en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.7.2. Resistencia a la compresión – 14 días

En la Figura 72 se muestra la resistencia a la compresión del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 72

Resistencia a la compresión – 14 días de curado



En la Figura 72 se muestran los valores obtenidos en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. El mortero patrón presenta resistencias a la compresión a los 14 días de curado de 209.65 kg/cm², 196.19 kg/cm² y 205.16 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón,

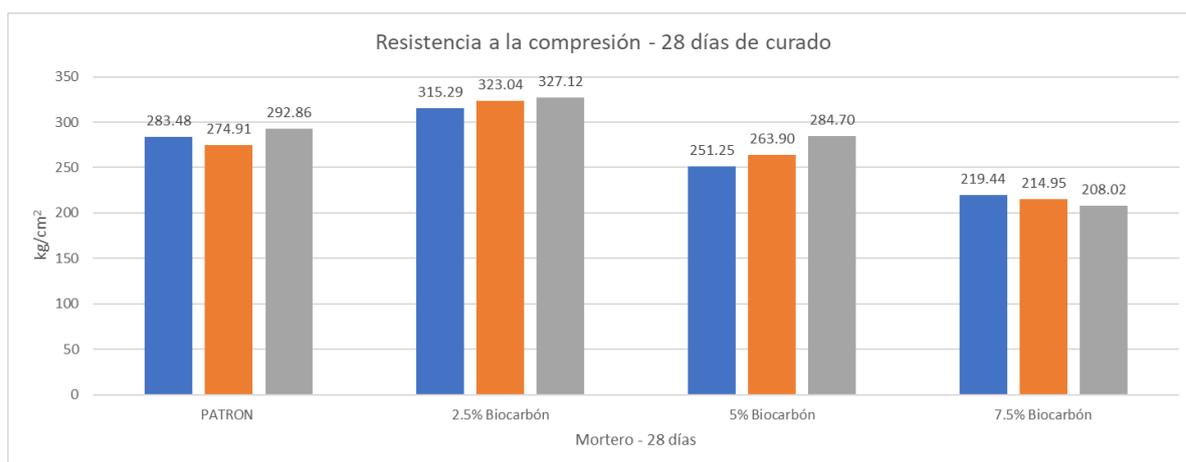
las resistencias a la compresión alcanzaron valores de 305.09 kg/cm², 285.92 kg/cm² y 290.82 kg/cm², lo que representa un incremento significativo en comparación con el mortero patrón. Con una adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la compresión fueron de 208.83 kg/cm², 242.28 kg/cm² y 213.32 kg/cm², mostrando un comportamiento variable con algunas mejoras respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las resistencias a la compresión fueron de 169.68 kg/cm², 156.22 kg/cm² y 177.84 kg/cm², indicando una disminución en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.7.3. Resistencia a la compresión – 28 días

En la Figura 73 se muestra la resistencia a la compresión del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 28 días de curado. Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 73

Resistencia a la compresión – 28 días de curado



En la Figura 73 se muestran los valores obtenidos en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición a los 28 días

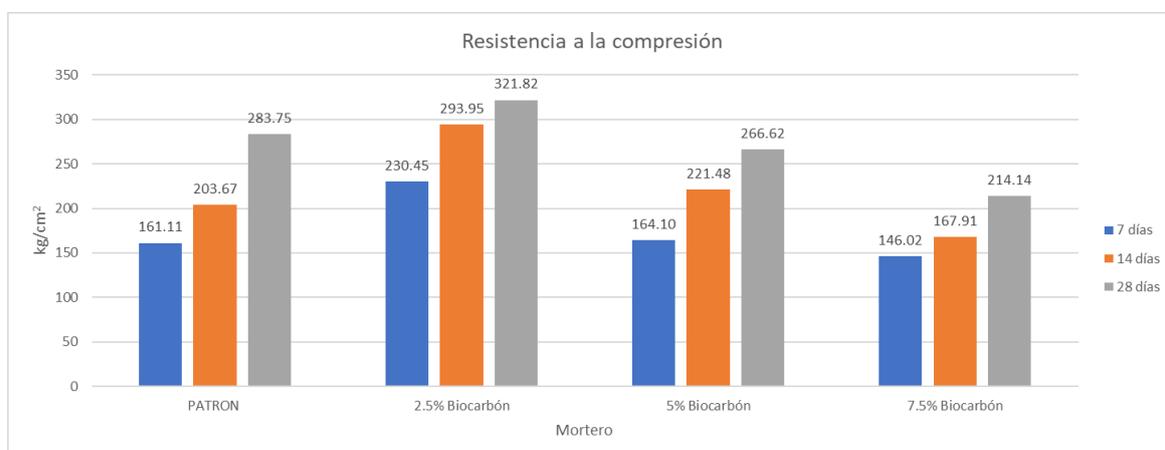
de curado. El mortero patrón presenta resistencias a la compresión de 283.48 kg/cm², 274.91 kg/cm² y 292.86 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón, las resistencias a la compresión alcanzaron valores de 315.29 kg/cm², 323.04 kg/cm² y 327.12 kg/cm², lo que representa un incremento significativo en comparación con el mortero patrón. Con una adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la compresión fueron de 251.25 kg/cm², 263.90 kg/cm² y 284.70 kg/cm², mostrando un comportamiento variable con algunas mejoras respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las resistencias a la compresión fueron de 219.44 kg/cm², 214.95 kg/cm² y 208.02 kg/cm², indicando una disminución en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.7.4. Resistencia a la compresión – Promedio

En la Figura 74 se muestra la resistencia a la compresión del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 7, 14 y 28 días de curado. Se indica los resultados promedios con respecto a sus días indicados.

Figura 74

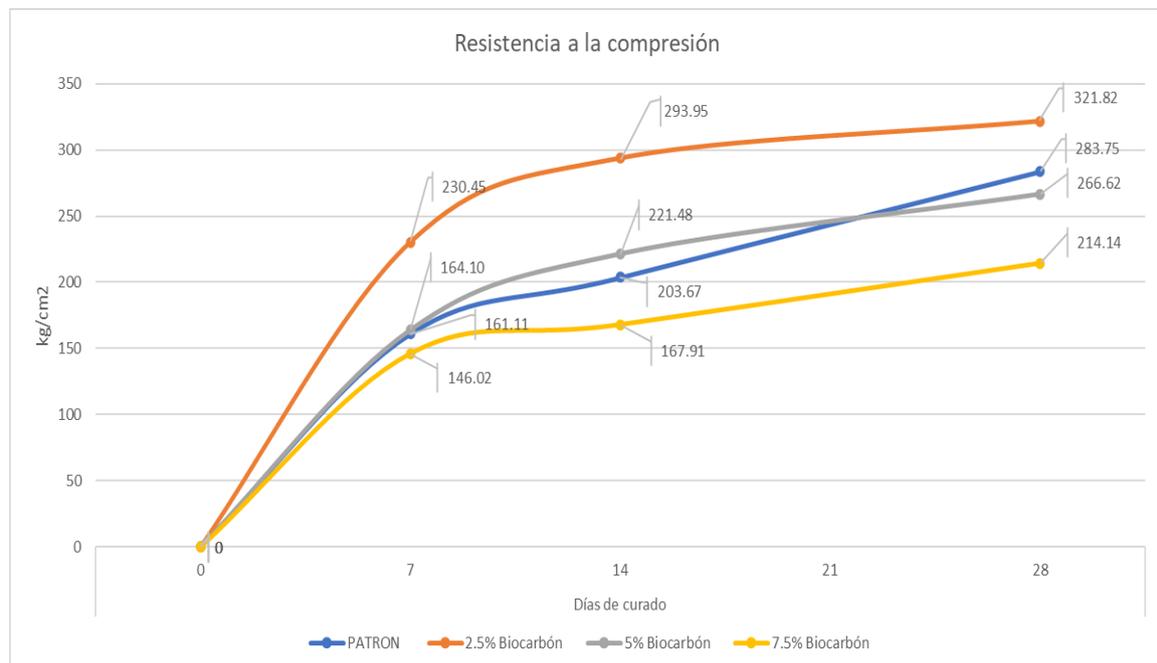
Resistencia a la compresión – Promedio



En la Figura 74 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. Con 2.5% de biocarbón, la resistencia a la compresión aumentó 69.34 kg/cm², 90.28 kg/cm² y 38.07 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, en comparación con el mortero patrón. Con 5% de biocarbón, la resistencia aumentó 2.99 kg/cm² y 17.81 kg/cm² a los 7 y 14 días de curado, respectivamente, mientras que a los 28 días disminuyó 17.13 kg/cm² en comparación con el mortero patrón. Con 7.5% de biocarbón, la resistencia disminuyó 15.09 kg/cm², 35.76 kg/cm² y 69.61 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, en comparación con el mortero patrón.

Figura 75

Resistencia a la compresión – Resumen



En la Figura 75 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón. Las muestras ensayadas a los 28 días mostraron que con el 2.5%, 5% y 7.5% de biocarbón, la resistencia a la

compresión aumentó en un 13.42% y disminuyó un 6.04% y 24.53% respectivamente, respecto al mortero patrón que presentó una resistencia promedio de 283.75 kg/cm².

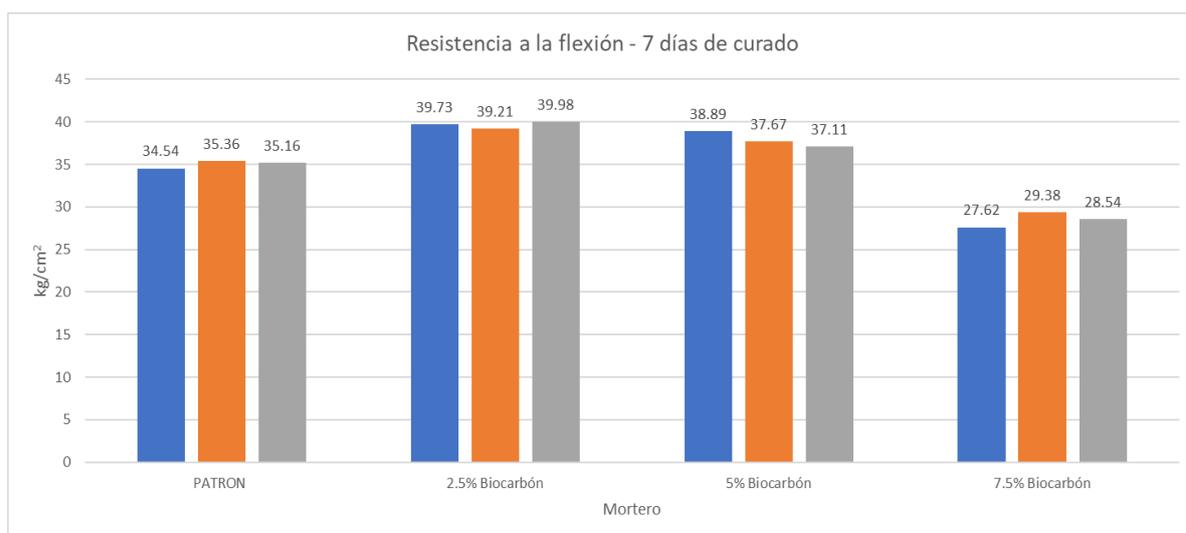
4.2.8. Resistencia a la flexión

4.2.8.1. Resistencia a la flexión – 7 días

En la Figura 76 se muestra la resistencia a la flexión del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 7 días de curado. Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 76

Resistencia a la flexión – 7 días de curado



En la Figura 76 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. El mortero patrón presenta resistencias a la flexión a los 7 días de 34.54 kg/cm², 35.36 kg/cm² y 35.16 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón, las resistencias a la flexión alcanzaron valores de 39.73 kg/cm², 39.21 kg/cm² y 39.98 kg/cm², lo que representa un incremento en comparación con el mortero patrón. Con una

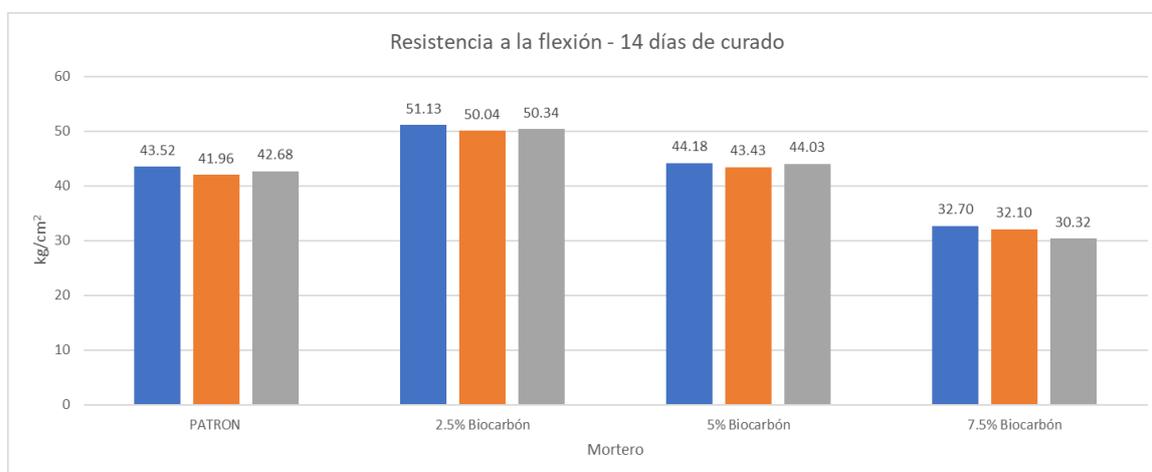
adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la flexión fueron de 38.89 kg/cm², 37.67 kg/cm² y 37.11 kg/cm², mostrando una mejora respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las resistencias a la flexión fueron de 27.62 kg/cm², 29.38 kg/cm² y 28.54 kg/cm², indicando una disminución en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.8.2. Resistencia a la flexión – 14 días

En la Figura 77 se muestra la resistencia a la flexión del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 77

Resistencia a la flexión – 14 días de curado



En la Figura 77 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. El mortero patrón presenta resistencias a la flexión a los 14 días de 43.52 kg/cm², 41.96 kg/cm² y 42.68 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón, las resistencias a la flexión alcanzaron valores de 51.13 kg/cm², 50.04 kg/cm² y 50.34 kg/cm², lo que representa un incremento significativo en comparación con el mortero

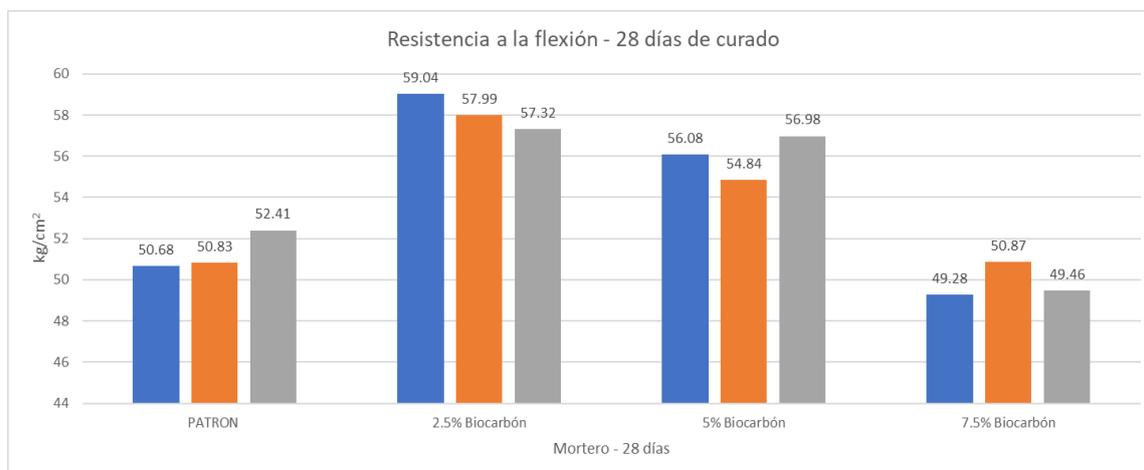
patrón. Con una adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la flexión fueron de 44.18 kg/cm², 43.43 kg/cm² y 44.03 kg/cm², mostrando una mejora respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las resistencias a la flexión fueron de 32.70 kg/cm², 32.10 kg/cm² y 30.32 kg/cm², indicando una disminución en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.8.3. Resistencia a la flexión – 28 días

En la Figura 78 se muestra la resistencia a la compresión del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 28 días de curado. Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 78

Resistencia a la flexión – 28 días de curado



En la Figura 78 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. El mortero patrón presenta resistencias a la flexión a los 28 días de 50.68 kg/cm², 50.83 kg/cm² y 52.41 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón, las resistencias a la flexión alcanzaron valores de 59.04 kg/cm², 57.99 kg/cm² y 57.32 kg/cm², lo que representa un incremento significativo en comparación con el mortero

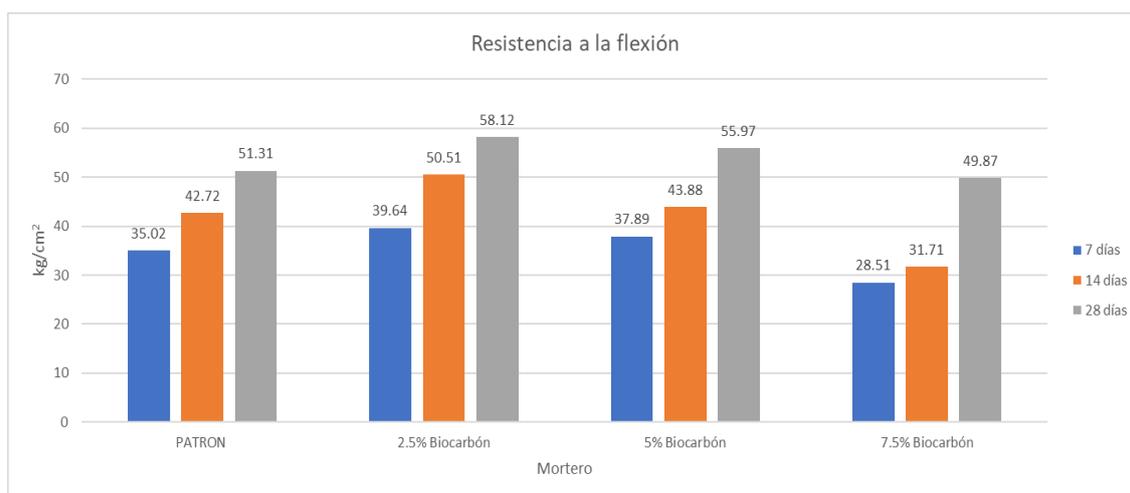
patrón. Con una adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la flexión fueron de 56.08 kg/cm², 54.84 kg/cm² y 56.98 kg/cm², mostrando una mejora respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las resistencias a la flexión fueron de 49.28 kg/cm², 50.87 kg/cm² y 49.46 kg/cm², indicando una disminución en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.8.4. Resistencia a la flexión – Promedio

En la Figura 79 se muestra la resistencia a la flexión del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 7, 14 y 28 días de curado. Se indica los resultados promedios con respecto a sus días indicados.

Figura 79

Resistencia a la flexión – Promedio

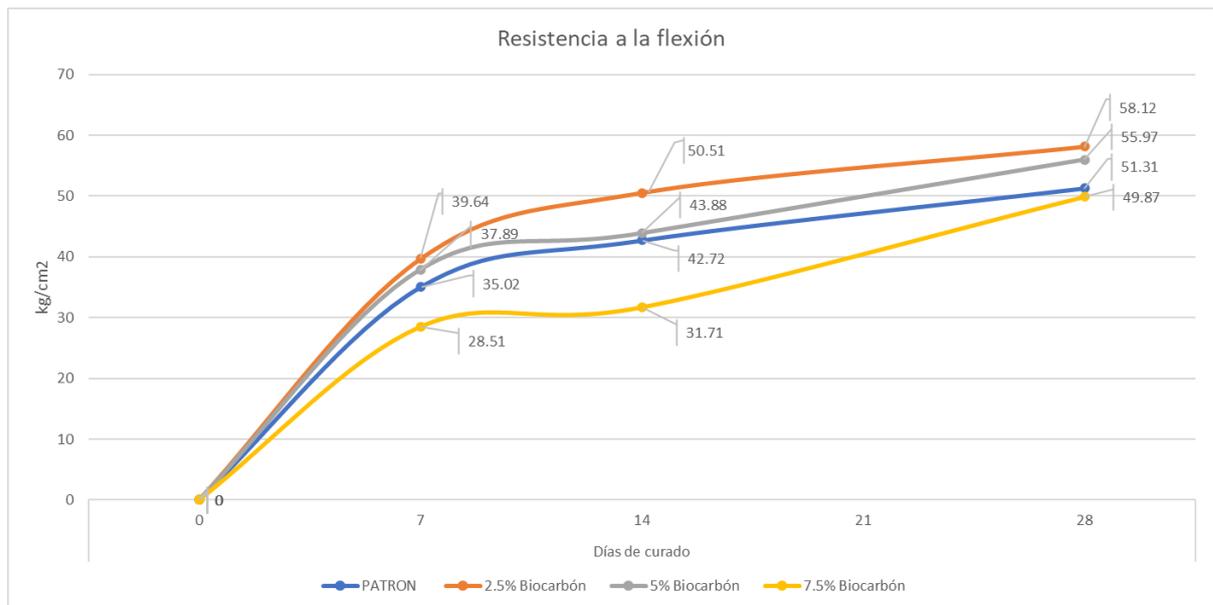


En la Figura 79 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. Con 2.5% de biocarbón, la resistencia a la flexión aumentó 4.62 kg/cm², 7.79 kg/cm² y 6.81 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, en comparación con el mortero patrón. Con 5% de biocarbón, la resistencia aumentó 2.87 kg/cm², 1.16 kg/cm² y 4.66 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, en

comparación con el mortero patrón. Con 7.5% de biocarbón, la resistencia disminuyó 6.51 kg/cm², 11.01 kg/cm² y 1.44 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, en comparación con el mortero patrón.

Figura 80

Resistencia a la flexión – Resumen



En la Figura 80 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón. Las muestras ensayadas a los 28 días mostraron que la adición de biocarbón al 2.5% y 5% aumentó la resistencia a la flexión en un 13.27% y 9.08%, respectivamente, mientras que con el 7.5% de biocarbón la resistencia disminuyó en un 2.81% respecto al mortero patrón, que presentó una resistencia promedio de 51.31 kg/cm².

4.2.9. Resistencia a la tracción

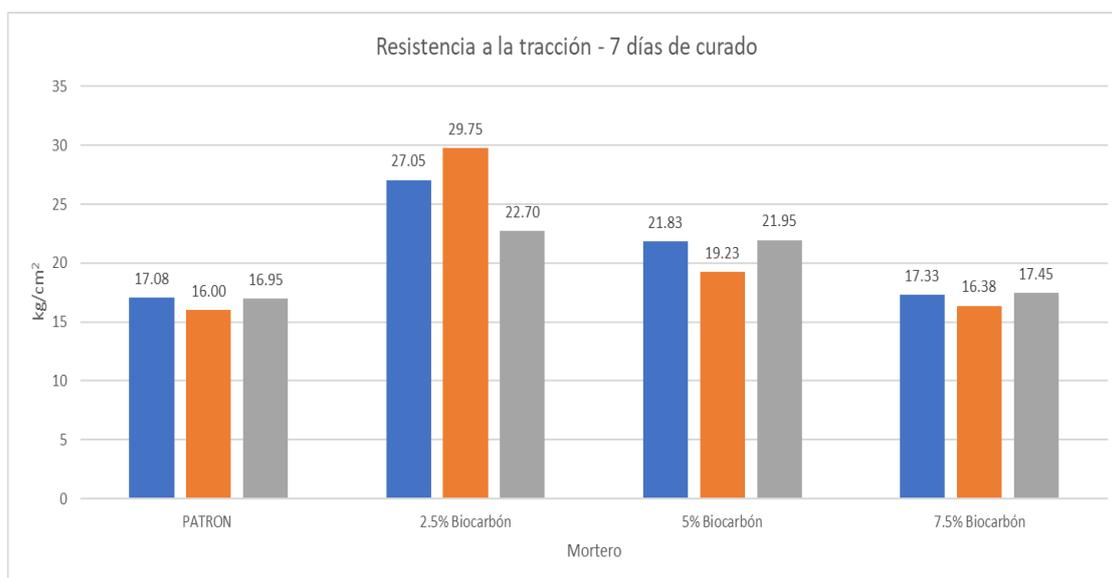
4.2.9.1. Resistencia a la tracción – 7 días

En la Figura 81 se muestra la resistencia a la tracción del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 7 días de curado.

Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 81

Resistencia a la tracción – 7 días de curado



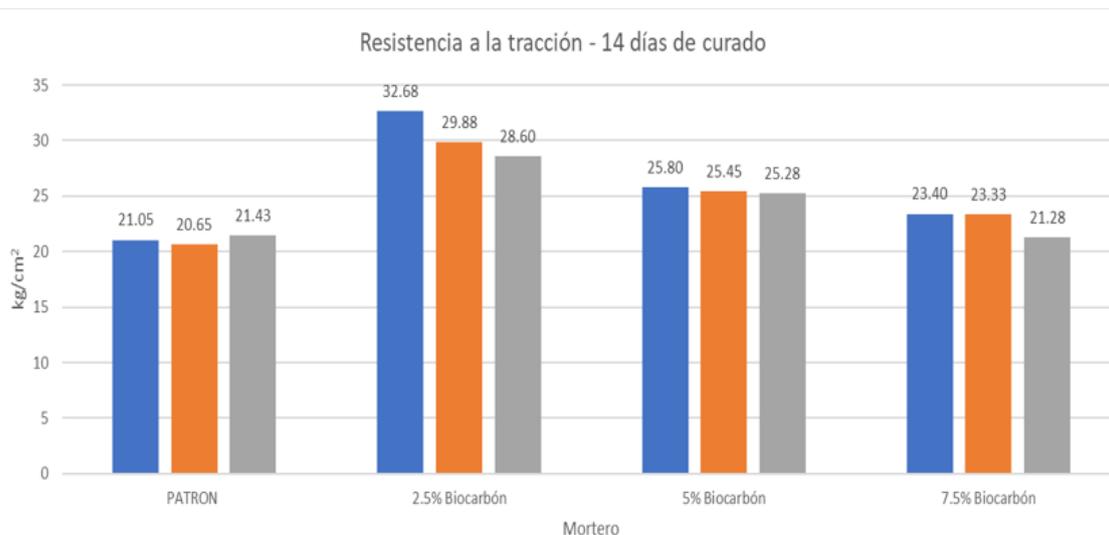
En la Figura 81 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. El mortero patrón presenta resistencias a la tracción a los 7 días de 17.08 kg/cm², 16.00 kg/cm² y 16.95 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón, las resistencias a la tracción alcanzaron valores de 27.05 kg/cm², 29.75 kg/cm² y 22.70 kg/cm², lo que representa un incremento significativo en comparación con el mortero patrón. Con una adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la tracción fueron de 21.83 kg/cm², 19.23 kg/cm² y 21.95 kg/cm², mostrando una mejora respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las resistencias a la tracción fueron de 17.33 kg/cm², 16.38 kg/cm² y 17.45 kg/cm², indicando una mejora leve en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.9.2. Resistencia a la tracción – 14 días

En la Figura 82 se muestra la resistencia a la tracción del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 82

Resistencia a la tracción – 14 días de curado



En la Figura 82 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. El mortero patrón presenta resistencias a la tracción a los 14 días de 21.05 kg/cm², 20.65 kg/cm² y 21.43 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón, las resistencias a la tracción alcanzaron valores de 32.68 kg/cm², 29.88 kg/cm² y 28.60 kg/cm², lo que representa un incremento significativo en comparación con el mortero patrón. Con una adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la tracción fueron de 25.80 kg/cm², 25.45 kg/cm² y 25.28 kg/cm², mostrando una mejora respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las

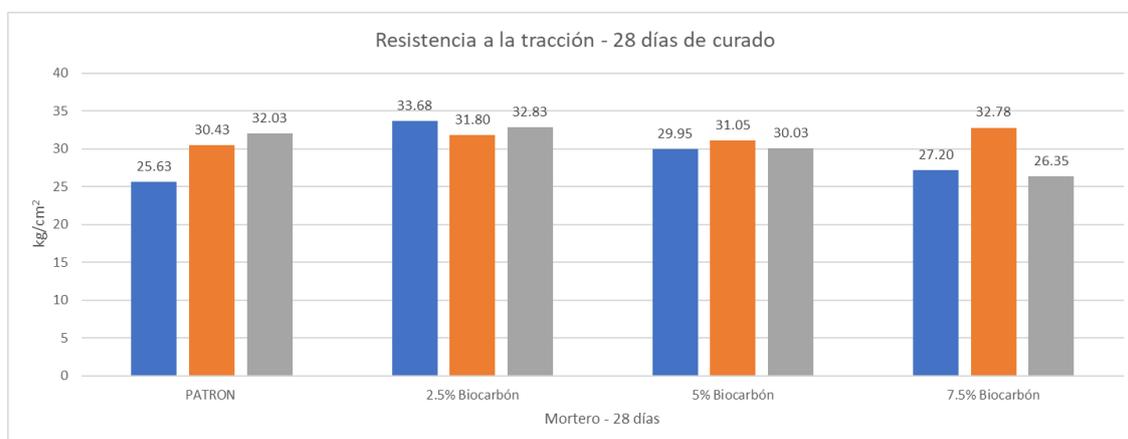
resistencias a la tracción fueron de 23.40 kg/cm², 23.33 kg/cm² y 21.28 kg/cm², indicando una mejora leve en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.9.3. Resistencia a la tracción – 28 días

En la Figura 83 se muestra la resistencia a la tracción del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 28 días de curado. Se indica los resultados de las tres muestras que se usaron por cada dosificación.

Figura 83

Resistencia a la tracción – 28 días de curado



En la Figura 83 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. El mortero patrón presenta resistencias a la tracción a los 28 días de 25.63 kg/cm², 30.43 kg/cm² y 32.03 kg/cm². Con una adición de 2.5% de biocarbón, las resistencias a la tracción alcanzaron valores de 33.68 kg/cm², 31.80 kg/cm² y 32.83 kg/cm², lo que representa un incremento significativo en comparación con el mortero patrón. Con una adición del 5% de biocarbón, las resistencias a la tracción fueron de 29.95 kg/cm², 31.05 kg/cm² y 30.03 kg/cm², mostrando una mejora respecto al mortero patrón. Finalmente, con una adición del 7.5% de biocarbón, las

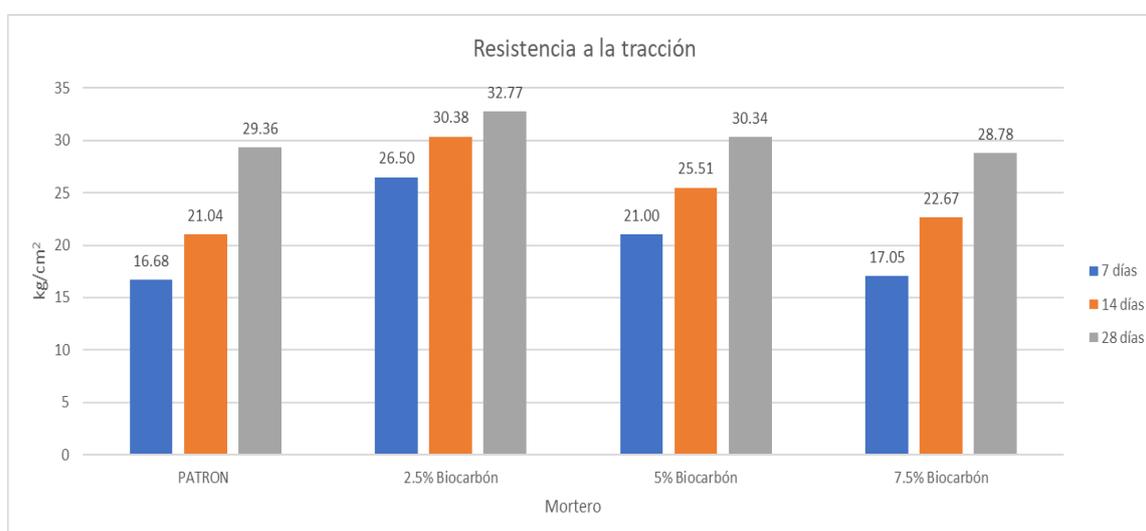
resistencias a la tracción fueron de 27.20 kg/cm², 32.78 kg/cm² y 26.35 kg/cm², indicando una disminución en la resistencia comparado con el mortero patrón.

4.2.9.4. Resistencia a la tracción – Promedio

En la Figura 84 se muestra la resistencia a la tracción del mortero patrón y con adiciones de biocarbón al 2.5%, 5% y 7.5% después de 7, 14 y 28 días de curado. Se indica los resultados promedios con respecto a sus días indicados.

Figura 84

Resistencia a la tracción – Promedio

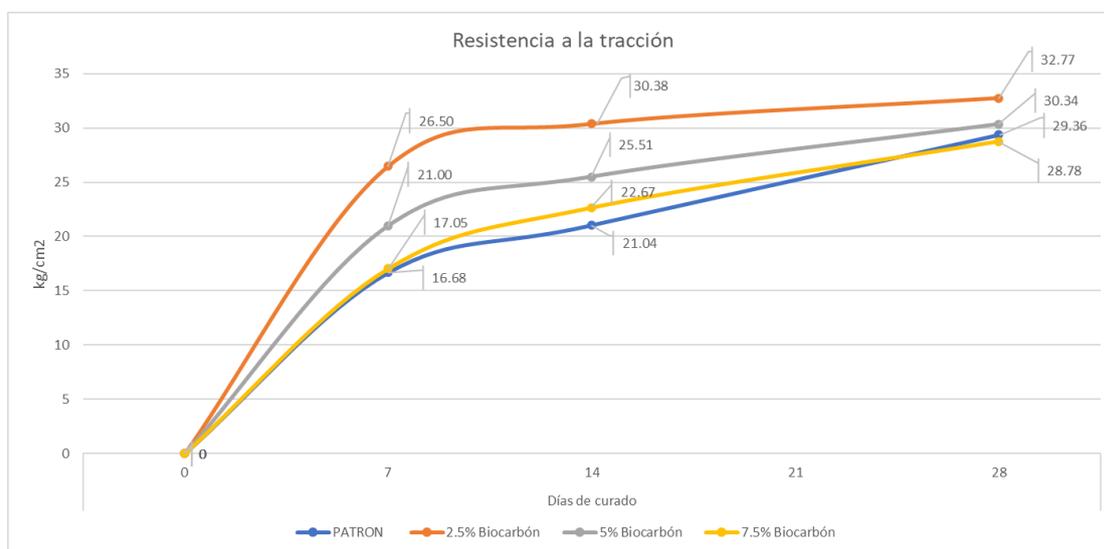


En la Figura 84 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón; con 2.5%, 5% y 7.5% de adición. Con 2.5% de biocarbón, la resistencia a la tracción aumentó 9.82 kg/cm², 9.34 kg/cm² y 3.41 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, en comparación con el mortero patrón. Con 5% de biocarbón, la resistencia a la tracción aumentó 4.32 kg/cm², 4.47 kg/cm² y 0.98 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, en comparación con el mortero patrón. Con 7.5% de biocarbón, la resistencia a la tracción aumentó 0.37 kg/cm² a los 7 días de curado y 1.63

kg/cm² a los 14 días de curado, mientras que a los 28 días disminuyó 0.58 kg/cm² en comparación con el mortero patrón.

Figura 85

Resistencia a la tracción – Resumen



En la Figura 85 se muestran los valores alcanzados en el mortero patrón y con la incorporación de biocarbón. Las muestras ensayadas a los 28 días mostraron que la adición de biocarbón al 2.5% y 5% aumentó la resistencia a la tracción en un 11.61% y 3.35%, respectivamente, mientras que con el 7.5% de biocarbón la resistencia disminuyó en un 1.99% respecto al mortero patrón, que presentó una resistencia promedio de 29.36 kg/cm².

4.3. Criterio del objetivo específico 2: Propiedades de malla de fibra de vidrio

4.3.1. Análisis de las propiedades de la malla de fibra de vidrio

La Tabla 32 presenta las propiedades físico-mecánicas de la malla de fibra de vidrio anteriormente analizadas. Estas propiedades son cruciales para evaluar el rendimiento de las mallas en diversas aplicaciones de construcción, especialmente en ambientes desafiantes.

Tabla 32*Propiedades físico-mecánicas de la malla de fibra de vidrio*

Descripción	Valor garantizado por el fabricante
Reducción de la resistencia a tracción después de exposición a un medio alcalino (%)	≤ 20
Resistencia a la tracción (Mpa)	≥ 800
Módulo de elasticidad (Gpa)	≥ 45
Fuerza destructiva en el ensayo de cizallamiento (KN)	≥ 0.55
Contenido de relleno con fibra de vidrio (%)	≥ 70

La tabla presenta los valores de las propiedades físico-mecánicas de la fibra de vidrio: reducción de la resistencia a tracción después de exposición a un medio alcalino de $\leq 20\%$, resistencia a la tracción de ≥ 800 MPa, módulo de elasticidad de ≥ 45 GPa, fuerza destructiva en el ensayo de cizallamiento de ≥ 0.55 KN y contenido de relleno con fibra de vidrio de $\geq 70\%$. Estos valores aseguran la durabilidad y resistencia del material bajo diversas condiciones, destacando su idoneidad para aplicaciones industriales y de construcción.

Con respecto a sus dimensiones, como se indica en la Tabla 33, hemos identificado que la malla de fibra de vidrio FRP con dimensiones de cocada de 6

x 6 pulgadas, espesor de varilla calibre #10, y disponible en rollos de 25 metros, es la malla más equilibrada en la gama ofrecida por el fabricante.

Tabla 33

Dimensión elegida para la malla de fibra de vidrio

Denominación	Dimensiones de la cocada (pulg.)	Ancho (m)	Espesor de varilla, (calibre de alambre)	Largo del rollo, (m)
Malla FRP en rollo	6 x 6	2	#10	25 y 50

La cocada de 6 x 6 pulgadas, que es una de las de mayor separación, proporciona un equilibrio ideal entre el área abierta y la cantidad de material, lo que facilita una distribución uniforme de la carga y una excelente adherencia con los materiales circundantes.

La elección del calibre #10 es fundamental para equilibrar la resistencia estructural con la manejabilidad, asegurando que la malla sea lo suficientemente fuerte para soportar cargas sin agregar peso o dificultad excesiva en su manejo.

La opción de rollos de 25 metros permite ajustarnos más a la cantidad de malla utilizada a la escala de nuestra investigación, reduciendo el desperdicio y los costos asociados.

4.4. Criterio del objetivo específico 3: Resistencia a la compresión axial

4.4.1. Ensayos a la unidad de albañilería

En el desarrollo de los ensayos para este proyecto, se utilizó el ladrillo Tayson, conocido también como ladrillo King Kong de 18 huecos tipo IV. Este tipo de ladrillo es ampliamente reconocido por sus propiedades estructurales y su capacidad para soportar cargas significativas, lo que lo hace ideal para construcciones de alta resistencia.

4.4.1.1. Variación dimensional

En la Tabla 34 se presenta los resultados promedios del ensayo de la variación de la dimensión máxima del Ladrillo Tayson. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 339.613. Teniendo como resultado una variación de la dimensión máxima de ± 3 , cumpliendo así con lo indicado en la norma al ser un Ladrillo de Tipo IV.

Tabla 34

Variación Dimensional de unidad de albañilería

Variación Dimensional			
Descripción	Largo	Ancho	Alto
Dimensiones de fabricación	240.00	130.00	90.00
Medidas promedio	239.03	129.53	90.07
Variación de dimensión	0.97	0.47	0.07
% Variación de dimensión	0.40%	0.36%	0.67%
Variación de la dimensión máxima		± 3	

4.4.1.2. Alabeo

En la Tabla 35 se presenta los resultados del ensayo de alabeo del Ladrillo Tayson. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 339.613. Teniendo como resultado un alabeo de 1.83 mm, cumpliendo así con lo indicado en la norma al ser un Ladrillo de Tipo IV.

Tabla 35

Alabeo de unidad de albañilería

Alabeo			
Descripción	Lado Izquierdo	Centro	Lado Derecho
Muestra 1	1.38	2.68	2.18

Muestra 2	1.05	1.86	2.01
Muestra 3	1.15	2.06	2.13
Promedio	1.19	2.20	2.11
Alabeo		1.83	

4.4.1.3. Absorción

En la Tabla 36 se presenta los resultados del ensayo de absorción del Ladrillo Tayson. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 339.613. Teniendo como resultado un 12.4% de Absorción, cumpliendo así con lo indicado en la norma que indica que las unidades de arcilla no deben ser mayor al 22%.

Tabla 36

Absorción de unidad de albañilería

Muestra	Absorción		
	1	2	3
Masa material saturado superficialmente seco (en aire)	4159	4078	4111
Masa material saturado superficialmente seco (en agua)	2136	2217.2	2173.5
Volumen de masa + volumen de vacíos	2023	1860.8	1937.5
Masa material seco en horno	3696	3631	3655
% de Absorción	12.50%	12.30%	12.50%
Promedio		12.40%	

4.4.1.4. Área de vacíos

En la Tabla 37 se presenta los resultados de la medida del área de vacíos del Ladrillo Tayson. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 339.613.

Teniendo como resultado un promedio de 29.97% de Vacíos, de este modo indica que el ladrillo es macizo.

Tabla 37

Área de vacíos de unidad de albañilería

Muestra	Área de vacíos		
	1	2	3
Volumen del ladrillo	2780.2	2805.6	2765.2
Peso de arena	1157.5	1165.8	1151.6
Densidad de arena	1.39	1.39	1.39
Volumen de los vacíos	832.7	838.7	828.5
% de vacíos	30.00%	29.90%	30.00%
Promedio		29.97%	

4.4.1.5. Succión

En la Tabla 38 se presenta los resultados del ensayo a succión del Ladrillo Tayson. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 339.613. Teniendo como resultado de succión promedio de 12.3 gr/(200cm²/min), cumpliendo así con lo indicado en la normativa.

Tabla 38

Succión de unidad de albañilería

Muestra	Succión		
	1	2	3
Masa material sumergido Seco (g)	3710.0	3647.0	3670.0
Masa material seco en horno (g)	3692.0	3628.0	3650.0
Tasa de absorción inicial (gr/(200cm ² /min))	11.6	12.3	12.9
Tasa de absorción inicial promedio (gr/(200cm ² /min))		12.3	

4.4.1.6. Resistencia a la compresión

En la Tabla 39 se presenta los resultados de la resistencia a la compresión del Ladrillo Tayson. Este análisis sigue los parámetros de la NTP 339.613. Teniendo como resultado un promedio de 148 Kg/cm², la cual nos ayuda en categorizar el ladrillo en un Tipo IV.

Tabla 39

Resistencia a la compresión en unidad de albañilería

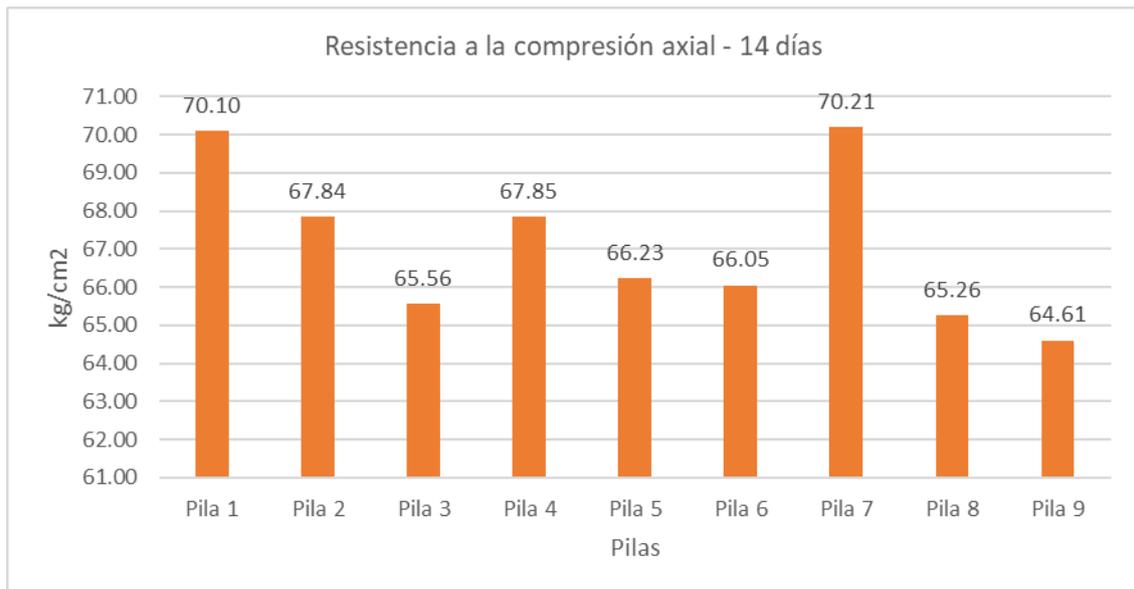
Resistencia a la compresión			
Muestra	1	2	3
Área de contacto (cm ²)	309.6	310.7	309.4
Lectura (Kg)	47752.8	43798.0	45877.3
Resistencia (Kg/cm ²)	154	141	148
Resistencia promedio (Kg/cm ²)		148	

4.4.2. Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería

En la Figura 86 se muestra la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las nueve muestras que se ensayaron en esta investigación.

Figura 86

Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería – 14 días



En la Figura 86 se muestra la resistencia a la compresión axial de las 9 pilas de albañilería ensayadas después de 14 días de curado, con los siguientes resultados: 70.10 kg/cm², 67.84 kg/cm², 65.56 kg/cm², 67.85 kg/cm², 66.23 kg/cm², 66.05 kg/cm², 70.21 kg/cm², 65.26 kg/cm² y 64.61 kg/cm². El promedio de resistencia a la compresión axial será dividido en tres grupos, las pilas 1, 2 y 3 es de 67.83 kg/cm², estas pilas posteriormente serán reparadas con el mortero patrón, el promedio de las pilas 4, 5 y 6 es de 66.71 kg/cm², estas pilas posteriormente serán reparadas con el mortero con 2.5% de biocarbón y las pilas 7, 8 y 9 tienen un promedio de 66.69 kg/cm², estas pilas posteriormente serán reparadas con el mortero con 2.5% de biocarbón y la malla de fibra de vidrio.

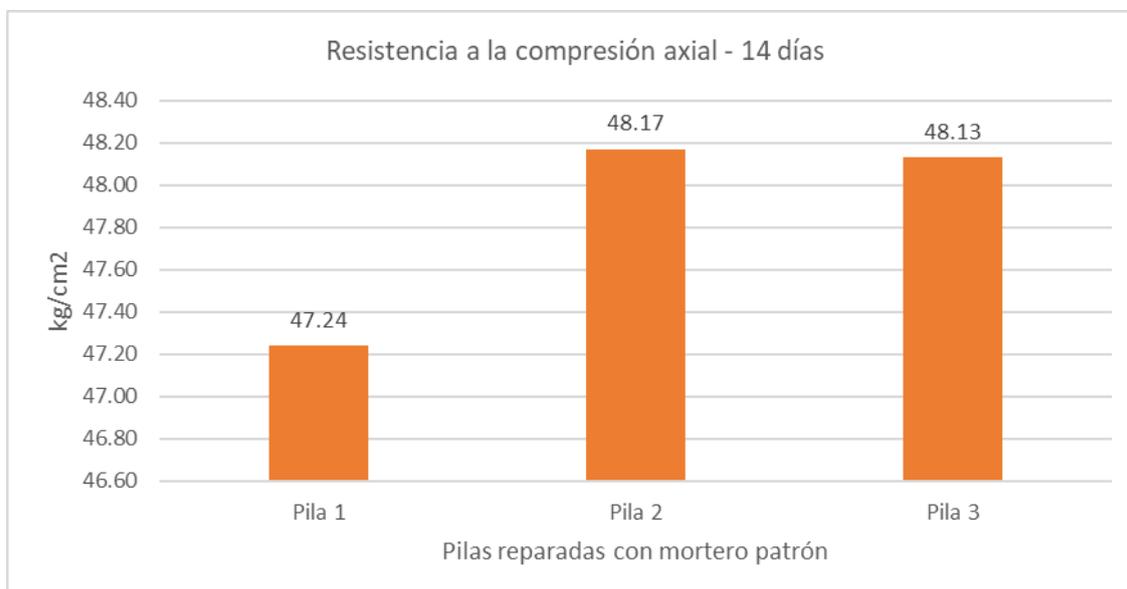
4.4.3. Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas

4.4.3.1. Reparación con mortero patrón

En la Figura 87 se muestra la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería reparadas con mortero patrón después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las 3 muestras que se ensayaron.

Figura 87

Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas con mortero patrón – 14 días



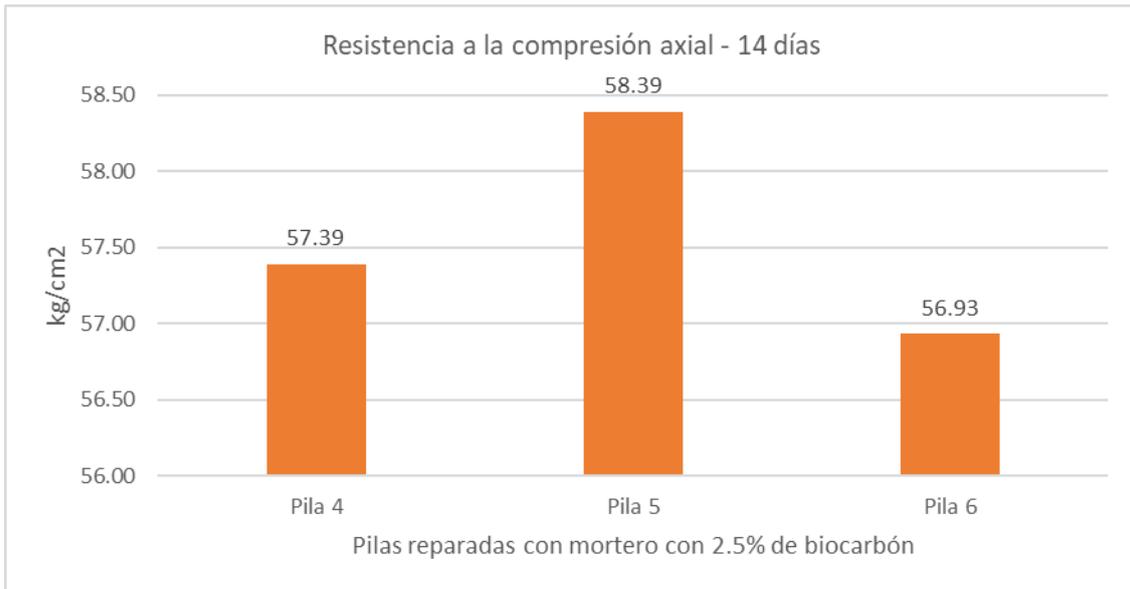
En la Figura 87 se muestra la resistencia a la compresión axial de las 3 pilas de albañilería reparadas con mortero patrón, ensayadas después de 14 días de curado, con los siguientes resultados: 47.24 kg/cm², 48.17 kg/cm² y 48.13 kg/cm². El promedio de resistencia a la compresión axial de las pilas 1,2 y 3 es de 47.85 kg/cm².

4.4.3.2. Reparación con mortero con 2.5% de biocarbón

En la Figura 88 se muestra la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería reparadas con mortero con 2.5% de biocarbón después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las 3 muestras que se ensayaron.

Figura 88

Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas con 2.5% de Biocarbón – 14 días



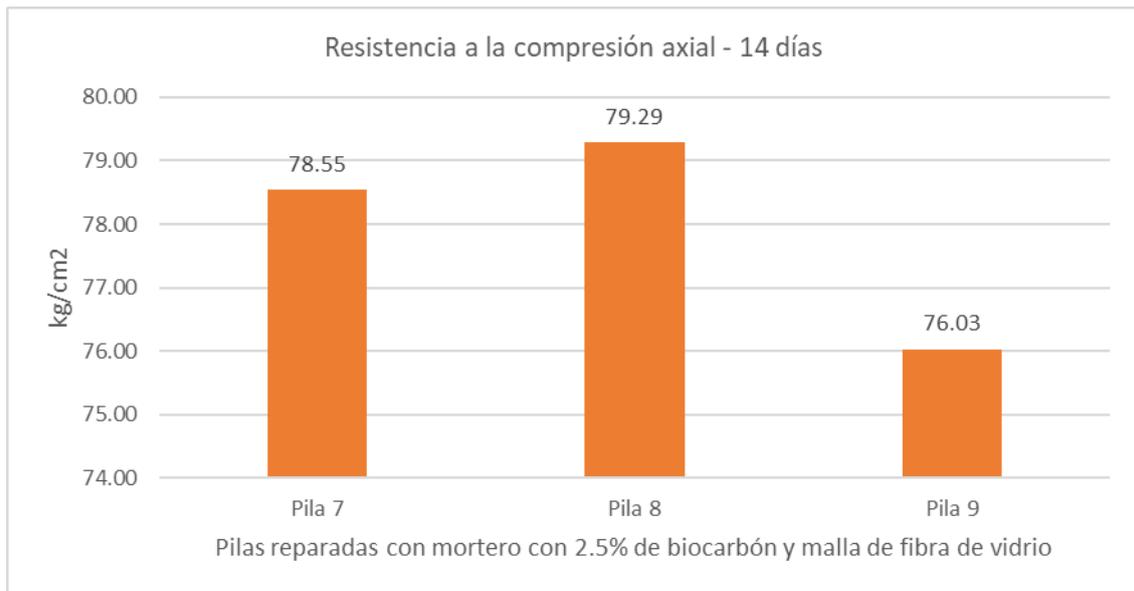
En la Figura 88 se muestra la resistencia a la compresión axial de las 3 pilas de albañilería reparadas con mortero con 2.5% de biocarbón, ensayadas después de 14 días de curado, con los siguientes resultados: 57.19 kg/cm², 58.84 kg/cm² y 55.85 kg/cm². El promedio de resistencia a la compresión axial de las pilas 4, 5 y 6 es de 57.29 kg/cm².

4.4.3.3. Reparación con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio

En la Figura 89 se muestra la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería reparadas con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las 3 muestras que se ensayaron.

Figura 89

Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas con 2.5% de Biocarbón y malla de fibra de vidrio – 14 días



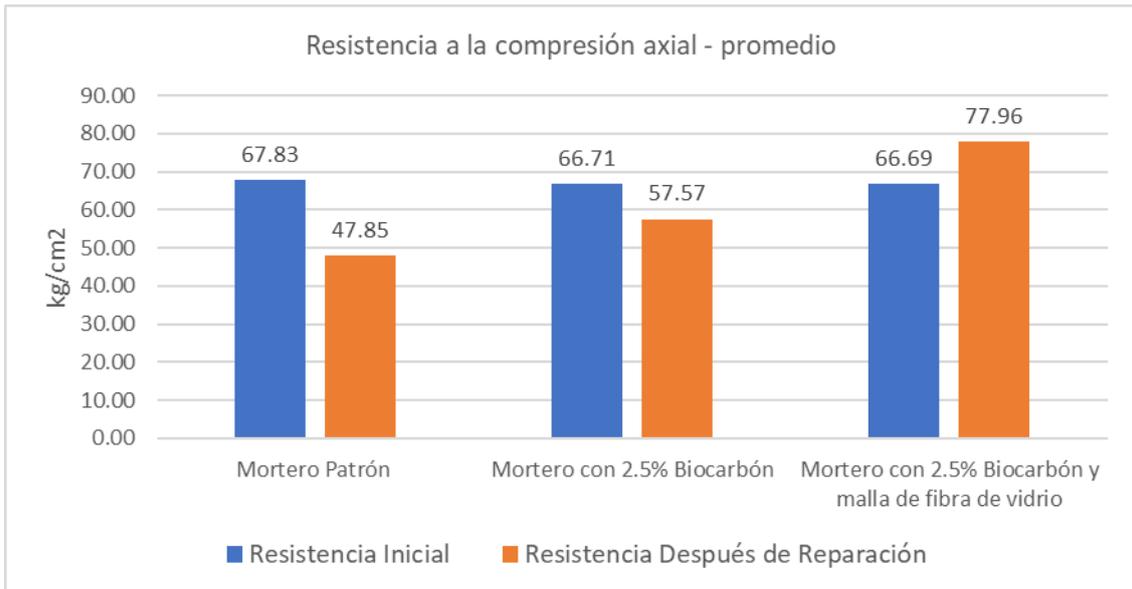
En la Figura 89 se muestra la resistencia a la compresión axial de las 3 pilas de albañilería reparadas con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio, ensayadas después de 14 días de curado, con los siguientes resultados: 78.55 kg/cm², 79.29 kg/cm² y 76.03 kg/cm². El promedio de resistencia a la compresión axial de las pilas 7, 8 y 9 es de 77.96 kg/cm².

4.4.3.4. Resistencia a la compresión axial de pilas de albañilería reparadas - promedio

En la Figura 90 se muestra la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería con su resistencia inicial y su resistencia después de la reparación. Se indica los resultados de los 3 grupos compuestos por tres pilas respectivamente.

Figura 90

Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería reparadas – Promedio



En la Figura 90 se muestra el promedio de la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería con su resistencia promedio inicial y su resistencia promedio después de la reparación, con los siguientes resultados: el primer grupo, reparado con mortero patrón, recuperó el 70.54% de su capacidad inicial. El segundo grupo, reparado con mortero con 2.5% de biocarbón, recuperó el 86.30% de la capacidad inicial. El tercer grupo, reparado con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio, superó su capacidad inicial, alcanzando el 116.89%.

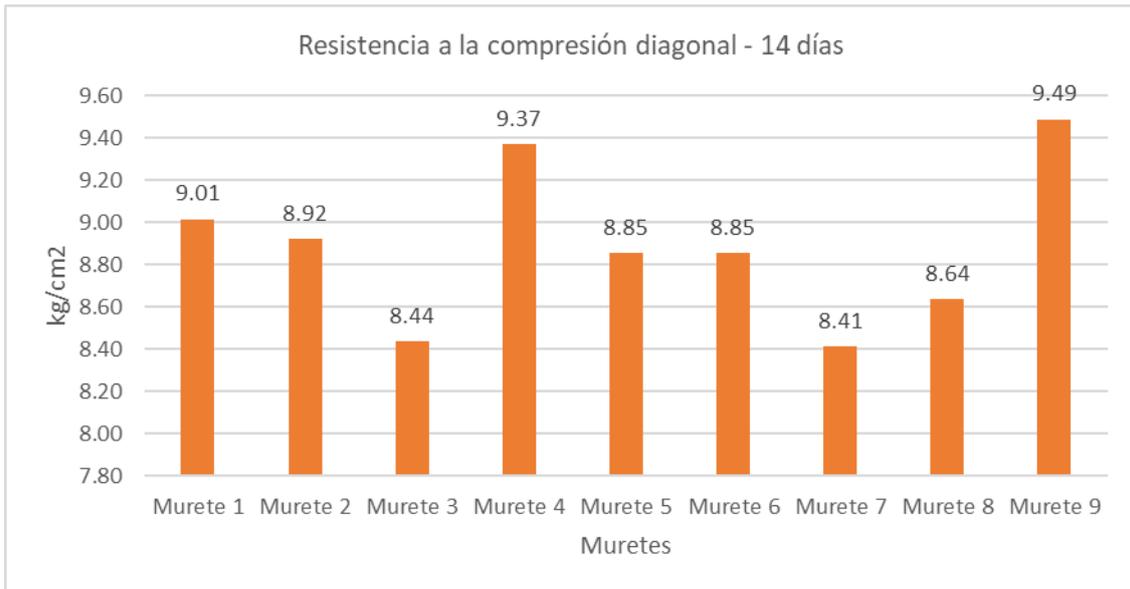
4.5. Criterio del objetivo específico 4: Resistencia a la compresión diagonal

4.5.1. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería

En la Figura 91 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las nueve muestras que se ensayaron en esta investigación.

Figura 91

Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería – 14 días



En la Figura 91 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los 9 muretes ensayados después de 14 días de curado, con los siguientes resultados: 9.01 kg/cm², 8.92 kg/cm², 8.44 kg/cm², 9.37 kg/cm², 8.85 kg/cm², 8.85 kg/cm², 8.41 kg/cm², 8.64 kg/cm² y 9.49 kg/cm². El promedio de resistencia a la compresión diagonal será dividido en tres grupos, los muretes 1,2 y 3 es de 8.79 kg/cm², estos muretes posteriormente serán reparadas con el mortero patrón, el promedio de los muretes 4, 5 y 6 es de 9.03 kg/cm², estos muretes posteriormente serán reparadas con el mortero con 2.5% de biocarbón y los muretes 7, 8 y 9 tienen un promedio de 8.85 kg/cm², estos muretes posteriormente serán reparadas con el mortero con 2.5% de biocarbón y la malla de fibra de vidrio.

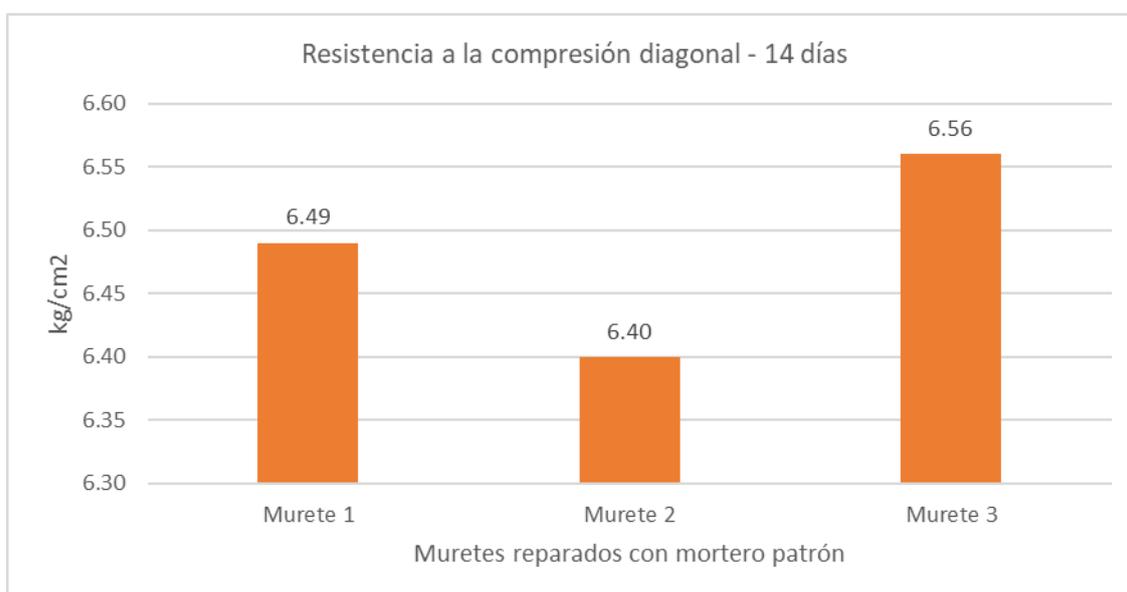
4.5.2. Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados

4.5.2.1. Reparación con mortero patrón

En la Figura 92 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería reparados con mortero patrón después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las 3 muestras que se ensayaron.

Figura 92

Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados con mortero patrón – 14 días



En la Figura 92 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los 3 muretes de albañilería reparados con mortero patrón, ensayadas después de 14 días de curado, con los siguientes resultados: 6.49 kg/cm², 6.40 kg/cm² y 6.56 kg/cm². El promedio de resistencia a la compresión diagonal de los muretes 1,2 y 3 es de 6.48 kg/cm².

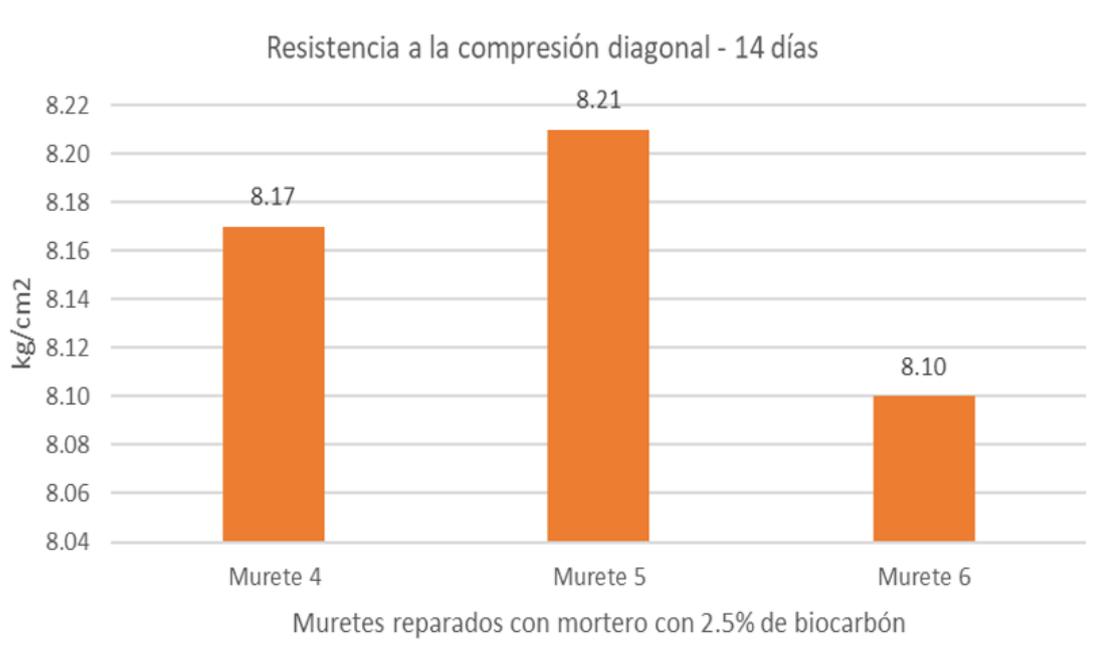
4.5.2.2. Reparación con mortero con 2.5% de biocarbón

En la Figura 93 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería reparados con mortero con 2.5% de biocarbón después

de 14 días de curado. Se indica los resultados de las 3 muestras que se ensayaron.

Figura 93

Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados con mortero con 2.5% de Biocarbón – 14 días



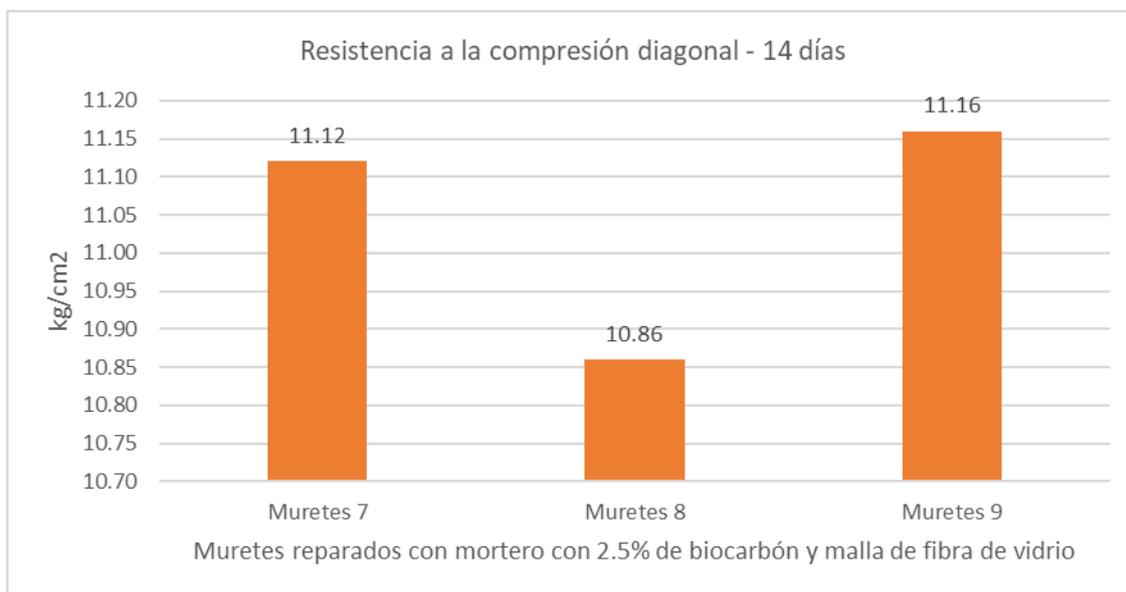
En la Figura 93 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los 3 muretes de albañilería reparados con mortero con 2.5% de biocarbón, ensayadas después de 14 días de curado, con los siguientes resultados: 8.17 kg/cm², 8.21 kg/cm² y 8.10 kg/cm². El promedio de resistencia a la compresión diagonal de los muretes 4, 5 y 6 es de 8.16 kg/cm².

4.5.2.3. Reparación con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio

En la Figura 94 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería reparados con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio después de 14 días de curado. Se indica los resultados de las 3 muestras que se ensayaron.

Figura 94

Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados con mortero con 2.5% de Biocarbón y Malla de Fibra de Vidrio – 14 días



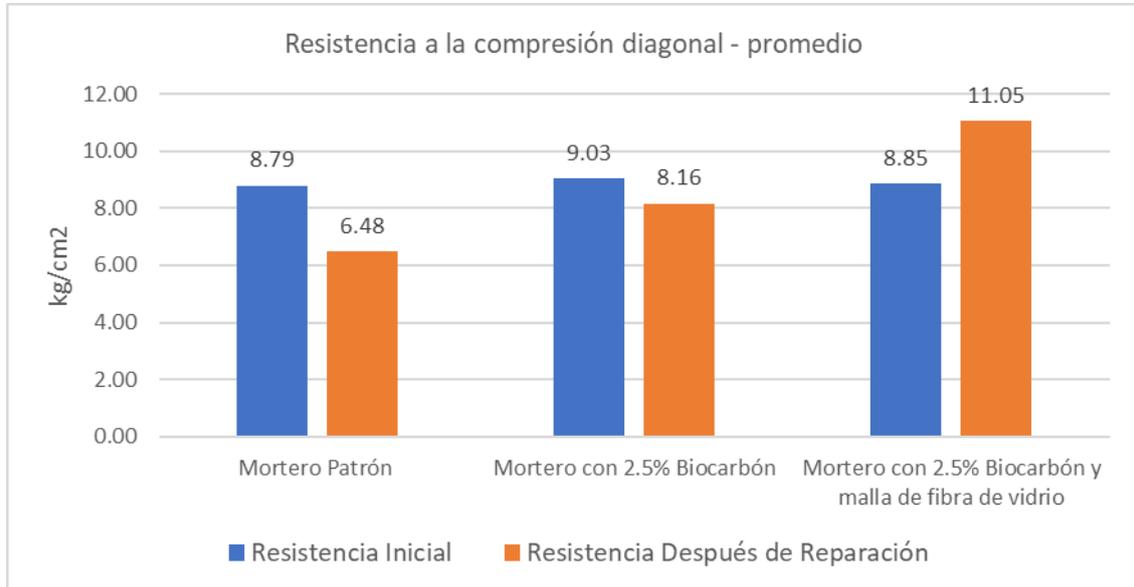
En la Figura 94 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los 3 muretes de albañilería reparados con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio, ensayadas después de 14 días de curado, con los siguientes resultados: 11.12 kg/cm², 10.86 kg/cm² y 11.16 kg/cm². El promedio de resistencia a la compresión diagonal de los muretes 7, 8 y 9 es de 11.05 kg/cm².

4.5.2.4. Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería - promedio

En la Figura 95 se muestra la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería con su resistencia inicial y su resistencia después de la reparación. Se indica los resultados de los 3 grupos compuestos por tres muretes respectivamente.

Figura 95

Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería reparados – Promedio



En la Figura 95 se muestra la resistencia promedio a la compresión diagonal de los muretes de albañilería con su resistencia promedio inicial y su resistencia promedio después de la reparación, con los siguientes resultados: el primer grupo, reparado con mortero patrón, recuperó el 73.75% de su capacidad inicial. El segundo grupo, reparado con mortero con 2.5% de biocarbón, recuperó el 90.41% de la capacidad inicial. El tercer grupo, reparado con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio, superó su capacidad inicial, alcanzando el 124.87%.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Contrastación de hipótesis

En esta etapa crucial de la investigación, nos embarcamos en la tarea de corroborar tanto la hipótesis general como las hipótesis específicas. Este capítulo de validación se guía por los objetivos planteados, los cuales detallan meticulosamente los destinos que buscamos alcanzar. De este modo, se analiza, se evalúa y se verifica la información recopilada en relación con los resultados finales.

5.1.1. Hipótesis General: Mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio

Hg: La aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería.

La aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio tiene el propósito de mejorar los métodos de reparación de grietas en muros de albañilería, mejorando así sus propiedades mecánicas las cuales son la resistencia a la compresión axial y diagonal.

La hipótesis general es correcta, ya que se determinó que la dosificación óptima de biocarbón en el mortero siendo esta del 2.5%. Con esta proporción, la resistencia a la compresión aumenta, pero con las dosificaciones de 5% y 7.5% disminuyen. La resistencia a la flexión aumenta con 2.5% y 5%, pero disminuye con 7.5%. La resistencia a la tracción también aumenta con 2.5% y 5%, pero disminuye con 7.5%. Con respecto a la malla de fibra de vidrio recomendada se demostró ser eficaz en la reparación de grietas en muros de albañilería debido a sus excelentes propiedades mecánicas, durabilidad, resistencia a la tracción, rigidez y resistencia a la corrosión. Las pilas reparadas con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio, recuperaron el 116.89% con respecto a su

capacidad inicial. Por ultimo los muretes reparados con mortero con 2.5% de biocarbón y mallas de fibra de vidrio, recuperaron el 124.87% con respecto a su capacidad inicial. Esto confirma que la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería, no solo recuperando su capacidad original si no también reforzándola hasta un cierto porcentaje.

Tabla 40

Contrastación de hipótesis general

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
La aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería.	La combinación de biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería, no solo recuperando su capacidad original si no también reforzándola hasta un cierto porcentaje.	Hipótesis válida. Se confirmó la hipótesis general

5.1.2. Hipótesis Específica 1: Dosificación óptima de biocarbón

H1: Se identificó una dosificación óptima del mortero con biocarbón que mejoró sus propiedades para la reparación de grietas en muros de albañilería.

Al identificarse una dosificación óptima del mortero con biocarbón, significa que esta mejoró sus propiedades las cuales son la resistencia a la compresión, flexión y tracción, dando así un mejor rendimiento en la reparación de grieta en muros de albañilería. La identificación de la dosificación óptima del mortero con biocarbón abre un abanico de posibilidades para la industria de la

construcción, ofreciendo una alternativa sostenible y eficiente para la reparación de muros de albañilería.

La hipótesis específica 1 es correcta, ya que se logró identificar la dosificación óptima de biocarbón en el mortero, la cual es del 2.5%, debido a que, en la resistencia a la compresión, con un 2.5% de biocarbón aumenta en un 13.42%, mientras que con un 5% y 7.5% disminuye en un 6.04% y 24.53% respectivamente, comparado con el mortero patrón de 283.75 kg/cm². En cuanto a la resistencia a la flexión, con un 2.5% y 5% de biocarbón aumenta en un 13.27% y 9.08% respectivamente, pero con un 7.5% disminuye en un 2.81%, en comparación con el mortero patrón de 51.31 kg/cm². Para la resistencia a la tracción, con un 2.5% y 5% de biocarbón aumenta en un 11.61% y 3.35% respectivamente, mientras que con un 7.5% disminuye en un 1.99%, en comparación con el mortero patrón de 29.36 kg/cm².

Tabla 41

Contrastación de hipótesis específica 1

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
Se identificó una dosificación óptima del mortero con biocarbón que mejoró sus propiedades para la reparación de grietas en muros de albañilería.	La dosificación optima del mortero con biocarbón es de 2.5% y mejoró sus propiedades mecánicas para la reparación de grietas en muros de albañilería.	Hipótesis válida. Se confirmó la hipótesis 1.

5.1.3. Hipótesis Específica 2: Propiedades de malla de fibra de vidrio

H2: Las propiedades de la malla de fibra de vidrio son óptimas para la reparación de grietas en muros de albañilería.

La hipótesis específica 2 es correcta debido a que la malla de fibra de vidrio, con las dimensiones más equilibradas recomendadas por el fabricante, ha demostrado ser altamente efectiva en la reparación de grietas en muros de albañilería. Esta eficacia se debe a las excelentes propiedades mecánicas y de durabilidad que posee, como su resistencia a tracción después de exposición a un medio alcalino, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad, fuerza destructiva en el ensayo de cizallamiento y contenido de relleno con fibra de vidrio.

Estas propiedades hacen que la malla no solo refuerce de manera eficiente las áreas dañadas, sino que también mantenga su desempeño y estabilidad a lo largo del tiempo, incluso bajo exposiciones a medios alcalinos y variaciones ambientales.

Tabla 42

Contrastación de hipótesis específica 2

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
Las propiedades de la malla de fibra de vidrio son óptimas para la reparación de grietas en muros de albañilería.	Las propiedades de la malla de fibra de vidrio han demostrado ser óptima en la reparación de grietas en muros de albañilería, debido a las excelentes propiedades físico-mecánicas que posee.	Hipótesis válida. Se confirmó la hipótesis 2.

5.1.4. Hipótesis Específica 3: Resistencia a la compresión axial

H3: La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería.

El uso de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio en la reparación de grietas en pilas de albañilería, puede aumentar de manera significativa la resistencia a la compresión axial. Esto sugiere que la inclusión de biocarbón en el mortero, junto con el refuerzo proporcionado por la malla de fibra de vidrio, fortalece la capacidad de las pilas para resistir fuerzas de compresión aplicadas en su dirección axial.

La hipótesis específica 3 es correcta. Los ensayos a su resistencia a la compresión axial muestran que las pilas reparadas con mortero patrón recuperaron el 70.54% de su capacidad inicial, mientras que las reparadas con mortero con 2.5% de biocarbón recuperaron el 86.30%. Más notablemente, las pilas reparadas con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio no solo recuperaron, sino que superaron su capacidad inicial, alcanzando un 116.89%. Estos resultados confirman que la combinación de biocarbón y malla de fibra de vidrio en el mortero mejora significativamente la resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería.

Tabla 43

Contrastación de hipótesis específica 3

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
---------------------	----------------------	---------------

<p>La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería.</p>	<p>La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejoró significativamente su resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería, recuperando el 116.89% de su capacidad inicial.</p>	<p>Hipótesis válida. Se confirmó la hipótesis 3.</p>
--	--	--

5.1.5. Hipótesis Específica 4: Resistencia a la compresión diagonal

H4: La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión diagonal en los muretes de albañilería.

Al utilizar mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio en la reparación de grietas en los muretes de albañilería, se logra un incremento notable en su resistencia a la compresión diagonal. Esto sugiere que la combinación de biocarbón en el mortero, junto con el refuerzo proporcionado por la malla de fibra de vidrio, fortalece la capacidad de los muretes para resistir fuerzas de compresión aplicadas en una dirección diagonal.

La hipótesis específica 4 es correcta. Los ensayos a su resistencia a la compresión diagonal muestran que los muretes reparados con mortero patrón recuperaron el 73.75% de su capacidad inicial, mientras que las reparadas con mortero con 2.5% de biocarbón recuperaron el 90.41%. Más notablemente, los muretes reparados con mortero con 2.5% de biocarbón y malla de fibra de vidrio no solo recuperaron, sino que superaron su capacidad inicial, alcanzando un 124.87%. Estos resultados confirman que la combinación de biocarbón y malla

de fibra de vidrio en el mortero mejora significativamente la resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería.

Tabla 44

Contrastación de hipótesis específica 4

Hipótesis Planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión diagonal en los muretes de albañilería.	La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejoró significativamente su resistencia a la compresión diagonal en los muretes de albañilería, recuperando el 124.87% de su capacidad inicial.	Hipótesis válida. Se confirmó la hipótesis 4.

5.2. Discusión de Antecedentes

En este punto nos adentramos en un análisis minucioso de investigaciones previas relevantes para nuestro estudio. Este capítulo reviste una importancia crucial, pues nos brinda el contexto necesario para comprender la relevancia de nuestra investigación. Nos dedicamos a examinar con detenimiento trabajos previos, buscando identificar similitudes, brechas en el conocimiento y potenciales áreas de interés. A través de este proceso, aspiramos a fundamentar nuestra propuesta y destacar cómo nuestro estudio se integra y enriquece el conocimiento existente en el campo.

5.2.1. Internacional

Antecedente Internacional: Effect of Biochar Dosage and Fineness on the Mechanical Properties and Durability of Concrete.

Como se aprecia en la Tabla 45, se expone la contrastación de la tesis con un antecedente internacional, siendo la tesis de Ling et al. (2023) titulada "Effect of Biochar Dosage and Fineness on the Mechanical Properties and Durability of Concrete".

La contrastación con el antecedente internacional es válida ya que los resultados se asemejan, siendo el porcentaje óptimo en nuestra investigación de un 2.5% de Biocarbón mientras que en el antecedente internacional es de 3% de Biocarbón. Cabe decir que el antecedente planteado realiza sus ensayos analizando sus propiedades del concreto mientras que nuestra investigación en el mortero, de tal modo observamos que en ambas investigaciones la aplicación del biocarbón dan resultados positivos en sus propiedades mecánicas.

Tabla 45

Contrastación de la tesis con antecedente internacional

Antecedente Internacional	Resultados Obtenidos	Observaciones
Ling et al. (2023) llevaron a cabo una investigación titulada "Effect of Biochar Dosage and Fineness on the Mechanical Properties and Durability of Concrete".	La aplicación de 3% de biocarbón mejora sus propiedades tales como compresión y flexión. La finura de 73.28 μm fue la más influyente en los ensayos realizados	Los resultados varían en un 0.5% de biocarbón, que se usa para mejorar sus propiedades mecánicas, con respecto a nuestra investigación.

5.2.2. Nacional

Antecedente Nacional: "Análisis de la efectividad de dos técnicas de reparación de muros en albañilería confinada luego de un proceso de falla por acción sísmica".

Como se aprecia en la Tabla 46, se expone la contrastación de la tesis con un antecedente internacional, siendo la tesis de Ruiz (2020) en su investigación titulada "Análisis de la efectividad de dos técnicas de reparación de muros en albañilería confinada luego de un proceso de falla por acción sísmica".

La contrastación con el antecedente nacional es válida ya que los resultados se asemejan. Nuestra investigación muestra una mejora del 24.87% en la resistencia a la compresión diagonal, en contraste con el 26.89% reportado en el estudio nacional. Es importante notar que mientras en el antecedente internacional se utilizó un muro de albañilería completo, sometiéndolo a cargas cíclicas, nuestra investigación se centró en muretes y pilas. Estas estructuras representan elementos a escala de un muro, permitiendo simular sus cargas más significativas, como la resistencia a la compresión axial y diagonal. Esta similitud en la mejora de la resistencia refuerza la relevancia de nuestros hallazgos y su aplicabilidad en contextos comparables.

Tabla 46

Contrastación de la tesis con antecedente nacional

Antecedente Internacional	Resultados Obtenidos	Observaciones
Ruiz (2020) realizó una investigación nombrada " Análisis de la efectividad de dos técnicas de reparación de muros en albañilería confinada luego de un proceso de falla por acción sísmica ".	El porcentaje de mejora de la resistencia a la compresión diagonal en su muro de albañilería, usando polímero reforzado de fibra de vidrio es de un 26.89%.	Los resultados varían en un 2.02% en su reforzamiento de las estructuras reparadas en su resistencia a la compresión diagonal, con respecto nuestra investigación

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la **aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio** es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería, encontrando que esta técnica no solo recupera su capacidad original si no también reforzando su resistencia a la compresión axial y diagonal.
2. Se identificó la **dosificación óptima del biocarbón en el mortero**, el cual es el 2.5% del peso del cemento al remplazar con el biocarbón. La resistencia a la compresión se incrementó en un 13.42%, en flexión un 13.27% y en tracción un 11.61% en comparación al mortero patrón. Se puede afirmar que se obtiene una dosificación óptima del mortero con biocarbón mejorando así sus propiedades mecánicas en la reparación de grietas en muros de albañilería.
3. Se analizó las **propiedades de la malla de fibra de vidrio**, destacándose su resistencia a la tracción con un valor de 800 MPa, un módulo de elasticidad de 45 GPa, una fuerza de cizallamiento de 0.55 KN, una reducción del 20% en la resistencia a la tracción después de la exposición a un medio alcalino, y un contenido de relleno con fibra de vidrio del 70%. Se afirma que las propiedades de la malla de fibra de vidrio son óptimas para la reparación de grietas en muros de albañilería.
4. Se determinó que la **resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería** se incrementa en un 116.89% respecto a su capacidad inicial, después de ser reparadas. Se afirma que la aplicación de biocarbón y malla de fibra de vidrio mejoran significativamente su resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería reparadas.

5. Se determinó que la **resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería** se incrementa en un 124.87% respecto a su capacidad inicial, después de ser reparadas. Se afirma que la aplicación de biocarbón y malla de fibra de vidrio mejoran significativamente su resistencia a la compresión diagonal en los muretes de albañilería reparados.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el uso de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio en proyectos de reparación de grietas en muros de albañilería confinada. Los resultados de la investigación han demostrado que esta combinación de materiales mejora significativamente la resistencia y durabilidad de las reparaciones. Se recomienda capacitar a albañiles y constructores a través de talleres sobre el uso y manejo adecuado de estos materiales innovadores, promoviendo su adopción en el sector de la construcción.
2. Explorar nuevas líneas de investigación que amplíen el conocimiento sobre el uso de biocarbón y malla de fibra de vidrio en diferentes contextos de la construcción. Se sugiere investigar los efectos a largo plazo del biocarbón en distintas mezclas de mortero y evaluar la efectividad de la malla de fibra de vidrio en otras aplicaciones estructurales. Incluir estos temas en los programas educativos de ingeniería civil y construcción puede fomentar una mayor comprensión teórica y práctica de las tecnologías desarrolladas, promoviendo la innovación en el campo de la construcción.
3. Promover políticas gubernamentales que incentiven el uso de materiales sostenibles y eficientes como el biocarbón y la malla de fibra de vidrio en la construcción. Se recomienda la creación de normativas y estándares que respalden la utilización de estos materiales en proyectos de infraestructura pública. Además, fomentar el financiamiento de investigaciones adicionales y programas piloto que demuestren los beneficios de estas tecnologías, facilitando así su adopción generalizada en el sector de la construcción y asegurando prácticas más sostenibles y duraderas.

4. Investigar dosificaciones menores al 2.5%, evaluando porcentajes como 0.5%, 1%, y 2% de biocarbón, para determinar si estas concentraciones proporcionan una mayor resistencia y durabilidad en comparación con las dosificaciones ya estudiadas.
5. Realizar ensayos experimentales en la malla de fibra de vidrio para validar sus especificaciones técnicas y asegurar su adecuación para la aplicación específica. Además, comparar la malla de fibra de vidrio con otros materiales como las mallas metálicas y las de plástico.
6. Emplear el ensayo de carga lateral cíclica para evaluar la resistencia y la capacidad de deformación de la estructura reparada. Este ensayo simula las condiciones dinámicas a las que puede estar expuesta la estructura durante su vida útil, ayudando a identificar posibles debilidades y evaluar el comportamiento bajo cargas repetidas.

Título: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO						
Elaborado por: José Anderson Becerra Secién y André Romel Carrasco Torres						
PROBLEMAS		HIPÓTESIS		VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO
¿Cómo la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería?	Determinar que la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería.	La aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio es efectiva para la reparación de grietas en muros de albañilería.	X: Mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio	Dosificación óptima del mortero con biocarbón	Resistencia a la compresión de mortero con biocarbón. Resistencia a la flexión de mortero con biocarbón.	Enfoque: Cuantitativo
				Propiedades de la malla de fibra de vidrio	Resistencia a la tracción de mortero con biocarbón.	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN
¿Cuáles son las propiedades de la malla de fibra de vidrio para la reparación de grietas en muros de albañilería?	Identificar la dosificación óptima del mortero con biocarbón para la reparación de grietas en muro de albañilería.	Se definió una dosificación óptima del mortero con biocarbón que mejora significativamente su resistencia para la reparación de grietas en muros de albañilería.	Y: Reparación de grietas en muros de albañilería	Propiedades mecánicas del muro de albañilería	Resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería.	La población está conformada por los especímenes utilizados para analizar las propiedades mecánicas tipo de mortero, malla y elementos de albañilería. La muestra son 108 muestras de mortero con diferentes proporciones de biocarbón (0%, 2.5%, 5% y 7.5%) como reemplazo parcial del cemento. Posteriormente, se construyeron y ensayaron 9 pilas y 9 muretes de albañilería, los cuales serán reparados y sometidos a análisis de sus propiedades mecánicas. Posteriormente se analizará la influencia de la adición de dimensiones específicas para pilas y muretes de albañilería.
¿Cuáles son las propiedades de la malla de fibra de vidrio para la reparación de grietas en muros de albañilería?	Analizar las propiedades de la malla de fibra de vidrio para la reparación de grietas en muros de albañilería.	Las propiedades de la malla de fibra de vidrio son óptimas para la reparación de grietas en muros de albañilería.				
¿Cuál es el impacto en la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio?	Determinar la resistencia a la compresión axial en pilas de albañilería con la aplicación del mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio.	La aplicación de mortero con biocarbón y malla de fibra de vidrio mejora significativamente su resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería.				INSTRUMENTOS
						Para la investigación se emplearán técnicas de observación para seguir los procedimientos de los ensayos de mortero y la evaluación de muretes y pilas, con registro de datos a través de fichas técnicas proporcionadas por los laboratorios de mecánica de suelos. Los resultados serán procesados utilizando Microsoft Excel para generar tablas, gráficos y análisis estadísticos. Excepcionalmente se garantizará la precisión y exactitud en el estado de la resistencia y comportamiento de los materiales y elementos ensayados.
					Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.	PROCEDIMIENTO
						Para el procedimiento, se realizará un diseño de mezcla patrón, seguido de las siguientes dosificaciones: 2,5%, 5% y 7,5%, para evaluar la influencia de la adición de biocarbón y malla de fibra de vidrio. Los muretes y pilas ensayados serán curadas y sometidas a ensayos normalizados. Tras identificar la dosificación óptima, se procederá con los ensayos en muretes y pilas. Posteriormente, se reparará de tres maneras: con mortero patrón, con mortero con dosificación óptima de biocarbón y con mortero con dosificación óptima de biocarbón y malla de fibra de vidrio. Finalmente, se sometirán nuevamente a ensayos a los muretes y pilas para evaluar qué tan efectiva es la reparación propuesta.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

CLIENTE ()** : Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson
CONTACTO ()** : -
PROYECTO ()** : APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN ()** : Chiclayo, Lambayeque
TIPO DE MUESTRA : Alterada en saco
CÓDIGO ÚNICO DE MUESTRA : MI24-0443
CANTIDAD DE MUESTRA ()** : 80 kg aproximadamente
TIPO DE PRODUCTO : Agregados
FECHA DE MUESTREO ()** : 13/04/2024
FECHA DE RECEPCION : 13/04/2024
FECHA DE EMISION : 18/04/2024
SUPERVISOR DE LABORATORIO : Secundino Burga Fernandez
TECNICO DE LABORATORIO : Moises Anderson Vasquez Vasquez
LUGAR DE ENSAYO : Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos SAC, ubicado en Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Fundo el Cerrito (paralela a la Av. Arequipa intersección con Prolongación Bolognesi) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
MUESTRA Y CONTRAMUESTRA : * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información).
 * Tipo de muestra, alterada en saco.
 * La contramuestra se almacenará, por un periodo de 15 días.
OTROS ()** :

NOTA :

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 - * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
 - * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado unica y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 R.E.G. CIP. 168278

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernandez



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

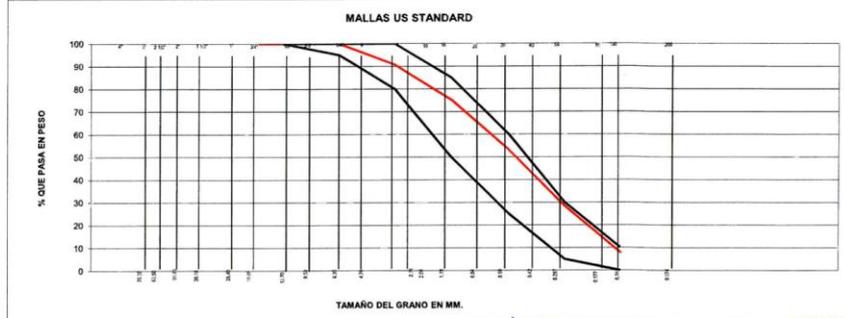
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios.lab20@gmail.com

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**):	13/04/2024
CANTERA (**)	La Victoria	MUESTREO POR (**):	-
MATERIAL (**)	Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION:	13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	MI24-0443	FECHA DE ENSAYO:	13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION:	18/04/2024

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición NTP 400.037:2021

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	63.500						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.050						Peso Inicial Total: 795.9 g
1/2 in.	12.700						
3/8 in.	9.525				100.0		
1/4 in.	6.350	0	0.0	0.0	100.0	100	
No. 4	4.760	0.00	0.0	0.0	100.0	95 - 100	Modulo de fineza : 2.44
No. 8	2.380	73.28	9.2	9.2	90.8	80 - 100	
No. 10	2.000						
No. 16	1.190	122.82	15.4	24.6	75.4	50 - 85	
No. 20	0.840						
No. 30	0.590	176.85	22.2	46.8	53.2	25 - 60	
No. 40	0.420						
No. 50	0.297	196.50	24.7	71.5	28.5	5 - 30	
No. 60	0.250						
No. 100	0.149	163.85	20.6	92.1	7.9	0 - 10	
No. 200	0.074	23.95	3.0	95.1	4.9		
Cazoleta							



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Moisés Anderson Vasquez Vasquez
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Revisado y aprobado.



- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.	
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque	
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**) : 13/04/2024
CANTERA (**)	: La Victoria	MUESTREADO POR (**) : -
MATERIAL (**)	: Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION : 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443	FECHA DE ENSAYO : 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION : 18/04/2024

SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)

Descripcion	5		
Masa de tara	122.5		
Masa de la tara + muestra húmeda (g)	514.2		
Masa de la tara + muestra seca (g)	501.5		
Masa del agua contenida (g)	12.7		
Masa de la muestra seca (g)	379.0		
Contenido de Humedad (%)	3.35		

Observaciones del ensayo

- * Muestra disturbada
- * Pesado constante : 2 horas
- * Horno controlado a : 110 +5°C
- * Exclusión de algún material : No
- * Más de un tipo de material : No

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP 169278

Revisado y aprobado.



- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00	
PROYECTO (**)	APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBON Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson
CANTERA (**)	: La Victoria
MATERIAL (**)	: Agregado Fino
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez
	FECHA DE MUESTREO (**): 13/04/2024
	MUESTREADO POR (**): -
	FECHA DE RECEPCION: 13/04/2024
	FECHA DE ENSAYO: 13/04/2024
	FECHA DE EMISION: 18/04/2024

AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición
 NTP 400.022:2021

DATOS DEL ENSAYO				
A	Masa mat. sat. sup. seco (en aire) (g)	300.0	300.0	
B	Masa frasco + agua	689.7	689.5	
C	Masa frasco + agua + A (g)	989.7	989.5	
D	Masa del mat. + agua en el frasco (g)	875.4	874.8	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (g)	114.3	114.7	
F	Masa de mat. seco en estufa (105°C) (g)	296.7	296.8	
G	Vol de masa = E - (A - F) (g)	111.0	111.5	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.595	2.588	2.592
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.625	2.616	2.620
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.674	2.662	2.668
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.126	1.078	1.10%

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buga Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 169278

Revisado y aprobado.



- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**)	: 13/04/2024
CANTERA (**)	: La Victoria	MUESTREO POR (**)	: -
MATERIAL (**)	: Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION	: 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443	FECHA DE ENSAYO	: 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION	: 18/04/2024

AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

NTP 400.017:2020

Peso unitario suelto						
		Identificación			Promedio	
		1	2	3		
Masa del recipiente + muestra	(g)	18928	18954	18887		
Masa del recipiente	(g)	6236	6236	6236		
Masa de la muestra	(g)	12692	12718	12651		
Volumen	(cm ³)	8888	8888	8888		
Peso unitario suelto seco	(g/cm ³)	1.428	1.431	1.423		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1428	1431	1423	1427	

Peso unitario compactado						
		Identificación			Promedio	
		1	2	3		
Masa del recipiente + muestra	(g)	19973	20065	20128		
Masa del recipiente	(g)	6236	6236	6236		
Masa de la muestra	(g)	13737	13829	13892		
Volumen	(cm ³)	8888	8888	8888		
Peso unitario compactado seco	(g/cm ³)	1.546	1.556	1.563		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1546	1556	1563	1555	

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Revisado y aprobado.



* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
 (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACION DEL MORTERO CON BIOCARBON Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACION DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.	
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque	
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**) : 13/04/2024
CANTERA (**)	: La Victoria	MUESTREO POR (**) : -
MATERIAL (**)	: Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION : 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443	FECHA DE ENSAYO : 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION : 18/04/2024

SUELOS. Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino. 1ª Edición
 NTP 339.146:2000 (revisada el 2019)

DATOS DEL ENSAYO

Muestra	01	02	03		
Hora de entrada	03:35	03:37	03:39		
Hora de salida	03:45	03:47	03:49		
Hora de entrada	03:47	03:49	03:51		
Hora de salida	04:07	04:09	04:11		
Altura de nivel Material fino (A)	6.9	6.5	6.4		
Altura de nivel Arena (B)	5.2	5.0	4.9		
Equivalente de arena (B x 100/A)	75.4%	76.9%	76.6%		
Promedio		76%			



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Revisado y aprobado.

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**)	: 13/04/2024
CANTERA (**)	: La Victoria	MUESTREADO POR (**)	: -
MATERIAL (**)	: Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION	: 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443	FECHA DE ENSAYO	: 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION	: 18/04/2024

SUELOS. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No. 200 (75 µm). 1ª Edición NTP 339.132:1999 (revisada el 2019)

DATOS DEL ENSAYO					
Tara	Peso inicial seco	Peso despues de lavado	Resultado	Especificación	Observación
1	613	596.5	2.8	3.0%	Cumple

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 69278



Revisado y aprobado.

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**)	: 13/04/2024
CANTERA (**)	: La Victoria	MUESTREADO POR (**)	: -
MATERIAL (**)	: Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION	: 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443	FECHA DE ENSAYO	: 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION	: 18/04/2024

SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.

NTP 339.152 2002 (revisada el 2015)

DATOS DEL ENSAYO

Muestra	Identificación			Promedio
	1	2		
Masa tarro (biker 100 ml.) Pyres	122.41	108.65		
Masa tarro + agua + sal	172.57	157.39		
Masa tarro seco + sal	122.43	108.68		
Masa de sal	0.02	0.03		
Masa de agua	50.16	48.74		
Porcentaje de sal	0.04	0.06		0.05

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burgal Fernández
 ING. CIVIL
 REG. O.P. 169278



Revisado y aprobado.

* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

* El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento .

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**)	: 13/04/2024
CANTERA (**)	: La Victoria	MUESTREO POR (**)	: -
MATERIAL (**)	: Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION	: 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443	FECHA DE ENSAYO	: 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION	: 18/04/2024

SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea. NTP 339.178 2002 (revisada el 2015)

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de sulfatos (SO4-2)	78	0.0078	Insignificante



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278
 Revisado y aprobado.

* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
 (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACION DEL MORTERO CON BIOCARBON Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**)	: 13/04/2024
CANTERA (**)	: La Victoria	MUESTREADO POR (**)	: -
MATERIAL (**)	: Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION	: 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443	FECHA DE ENSAYO	: 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION	: 18/04/2024

SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea. NTP 339.177 2002 (revisada el 2015)

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	110	0.011	Insignificante



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Revisado y aprobado.

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento .
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.

Fin de documento



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson
CONTACTO (**)	: -
PROYECTO (**)	: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque
TIPO DE MUESTRA	: Alterada en saco
CÓDIGO ÚNICO DE MUESTRA	: MI24-0444
CANTIDAD DE MUESTRA (**)	: 80 kg aproximadamente
TIPO DE PRODUCTO	: Agregados
FECHA DE MUESTREO (**)	: 13/04/2024
FECHA DE RECEPCION	: 13/04/2024
FECHA DE EMISION	: 22/04/2024
SUPERVISOR DE LABORATORIO	: Secundino Burga Fernandez
TECNICO DE LABORATORIO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez
LUGAR DE ENSAYO	: Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos SAC, ubicado en Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Fundo el Cerrito (paralela a la Av. Arequipa - intersección con Prolongación Bolognesi) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
MUESTRA Y CONTRAMUESTRA	: * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información). * Tipo de muestra, alterada en saco. * La contramuestra se almacenará, por un periodo de 15 días.
OTROS (**)	:
NOTA :	: * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida. * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento . * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado unica y exclusivamente al cliente. (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Autorizado por: _____
 Ing. Secundino Burga Fernandez



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

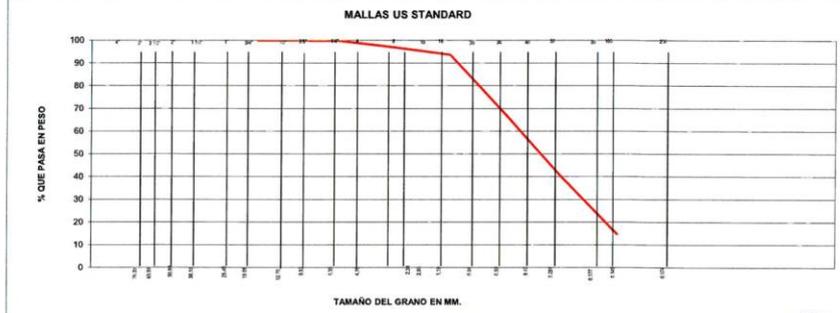
Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACION DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACION DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**)	: 13/04/2024
CANTERA (**)	: -	MUESTREADO POR (**)	: -
MATERIAL (**)	: Agregado Fino	FECHA DE RECEPCION	: 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0444	FECHA DE ENSAYO	: 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION	: 22/04/2024

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición NTP 400.037:2021

DATOS DEL ENSAYO						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Tamices ASTM	Abertura en MM	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	
3 in.	76.200					
2 1/2 in.	63.500					
2 in.	50.800					
1 1/2 in.	38.100					
1 in.	25.400					
3/4 in.	19.050					
1/2 in.	12.700					
3/8 in.	9.525				100.0	
1/4 in.	6.350		0.0	0.0	100.0	
No. 4	4.760	0.10	0.1	0.1	99.9	
No. 8	2.380	5.80	3.0	3.0	97.0	
No. 10	2.000					
No. 16	1.190	6.40	3.3	6.3	93.7	
No. 20	0.840					
No. 30	0.590	52.30	26.7	33.0	67.0	
No. 40	0.420					
No. 50	0.297	53.20	27.1	60.1	39.9	
No. 60	0.250					
No. 100	0.149	49.30	25.2	85.3	14.7	
No. 200	0.074	18.40	9.4	94.6	5.4	
Cazoleta		10.50				



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278



Revisado y aprobado.

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com

INFORME DE ENSAYO C124-163 R00

PROYECTO (**)	APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson		
CANTERA (**)	:- MUESTREO POR (**): -		
MATERIAL (**)	Agregado Fino		FECHA DE RECEPCIÓN: 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	MIZ4-0444		FECHA DE ENSAYO: 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	Moises Anderson Vasquez Vasquez		FECHA DE EMISION: 22/04/2024

AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición NTP 400.022:2021

DATOS DEL ENSAYO

A	Masa mat. sat. sup. seco (en aire) (g)	90.0	95.0	
B	Masa frasco + agua	689.7	690.2	
C	Masa frasco + agua + A (g)	779.7	785.2	
D	Masa del mat. + agua en el frasco (g)	705.9	708.1	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (g)	73.8	77.1	
F	Masa de mat. seco en estufa (105°C) (g)	88.6	93.6	
G	Vol de masa = E - (A - F) (g)	72.4	75.7	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	1.201	1.214	1.207
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	1.220	1.232	1.226
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	1.224	1.236	1.230
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.580	1.496	1.54%

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Banya Fernández
 ARG. CIVIL
 REG. C.I.R. 169278

Revisado y aprobado.



- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

CLIENTE ()** : Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson
CONTACTO ()** : -
PROYECTO ()** : APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN ()** : Chiclayo, Lambayeque
TIPO DE MUESTRA : Alterada en saco
CÓDIGO ÚNICO DE MUESTRA : -
CANTIDAD DE MUESTRA ()** : 1,5 kg aproximadamente
TIPO DE PRODUCTO : Cemento
FECHA DE MUESTREO ()** : 13/04/2024
FECHA DE RECEPCION : 13/04/2024
FECHA DE EMISION : 22/04/2024
SUPERVISOR DE LABORATORIO : Secundino Burga Fernandez
TECNICO DE LABORATORIO : Moises Anderson Vasquez Vasquez
LUGAR DE ENSAYO : Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos SAC, ubicado en Av. Vicente Ruso Lote 1 - Fundo el Cerrito (paralela a la Av. Arequipa intersección con Prolongación Bolognesi) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
MUESTRA Y CONTRAMUESTRA : * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información).
 * Tipo de muestra, alterada en saco.
 * La contramuestra se almacenará, por un periodo de 15 días.
OTROS ()** :

NOTA :

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento .
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado unica y exclusivamente al cliente.

(**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. Y03278

Autorizado por:

Ing. Secundino Burga Fernandez



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

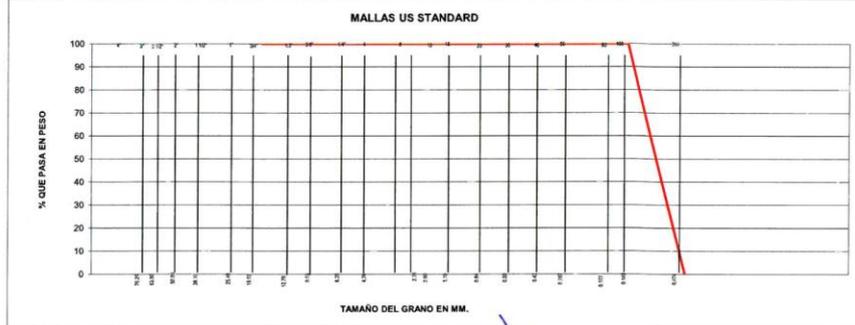
INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.		
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque		
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	FECHA DE MUESTREO (**)	: 13/04/2024
MATERIAL (**)	: Cemento	FECHA DE RECEPCION	: 13/04/2024
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0444	FECHA DE ENSAYO	: 13/04/2024
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISION	: 22/04/2024

AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición

NTP 400.037:2021

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices	Abertura en MM	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 in.	76.200					
2 1/2 in.	63.500					
2 in.	50.800					
1 1/2 in.	38.100					
1 in.	25.400					
3/4 in.	19.050					
1/2 in.	12.700					
3/8 in.	9.525					
1/4 in.	6.350					
No. 4	4.760					
No. 8	2.380					
No. 10	2.000					
No. 16	1.190					
No. 20	0.840					
No. 30	0.590					
No. 40	0.420					
No. 50	0.297					
No. 60	0.250					
No. 100	0.149					
No. 200	0.074	533.60	99.7	99.7	100.0	
Cazoleta					0.3	
						Peso Inicial Total: 535.2 g



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burgos Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 769378

Revisado y aprobado.

* El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * El informe de ensayo no puede ser reproducido de manera total o parcial sin autorización escrita del laboratorio de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos. Asimismo, este informe no tiene validez sin la firma del Supervisor de laboratorio en todo el documento.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
 (**) Información proporcionado por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CI24-163 R00

PROYECTO (**)	: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.	
UBICACIÓN (**)	: Chiclayo, Lambayeque	
CLIENTE (**)	: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson	
CODIGO DE MUESTRA (**)	: MI24-0443	
TECNICO ENCARGADO	: Moises Anderson Vasquez Vasquez	FECHA DE EMISI 2024-04-18

DISEÑO DE MORTERO

I. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Cemento	
Densidad	3,10 g/cm ³

Arena	
Peso unitario	1427 kg/m ³
Absorción	1,1 %
Humedad	3,35 %
Proporción en peso	
	1:3 (R a/c=0,70)

II. DISEÑO DE MORTERO

Cemento	42,5 kg	0,013709677 m ³
Arena	127,5 kg	0,089348283 m ³
Agua	29,75 kg	0,02975 m ³
<i>Total</i>		0,132807961 m ³

III. DOSIFICACIÓN EN PESO (POR TANDA)

Cemento	320,01 kg/m ³
Arena	960,03 kg/m ³
Agua	224,01 kg/m ³

IV. CANTIDAD EN PESO (PARA TANDA DE 8 MOLDES DE 5 cm)

Cemento	0,416 kg
Arena	1,248 kg
Agua	0,291 kg

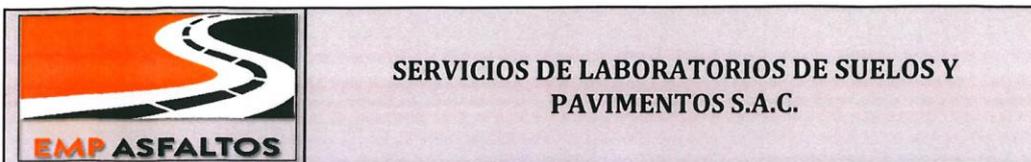
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Autorizado por

Ing. Secundino Burga Fernandez

Av. Vicente Ruso Lote 1 - Fundo el Cerrito - Chiclayo
RUC: 20487357465
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
servicios.lab20@gmail.com / www.emp-asfaltos.com



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO ()** : APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN ()** : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
CLIENTE ()** : Carrasco Torres, André Romel y Becerra Seclen, José Anderson.
TECNICO ENCARGADO : Luis Manuel Huamán Martínez.

CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland.
 NTP 394.057: 2011

Ensayo N°	Descripción	Dosificación en Volumen				Diámetro Inicial (mm)	Promedio Diámetro (mm)	% Fluidez (%)
		Cemento	Arena	Biocarbón	R s/c			
1	Muestra Patrón 1:3	1.00	3.00	0.00	0.70	99.70	209.51	110.14
2	Muestra Patrón 1:3 - 2.5 % Biocarbón	0.98	3.00	0.03	0.70	99.70	209.50	110.13
3	Muestra Patrón 1:3 - 5.0 % Biocarbón	0.95	3.00	0.05	0.70	99.70	211.50	112.14
4	Muestra Patrón 1:3 - 7.5 % Biocarbón	0.93	3.00	0.08	0.70	99.70	209.25	109.88

Ensayo N°	Descripción	Dosificación en peso (kg)				Diámetro Inicial (mm)	Promedio Diámetro (mm)	% Fluidez (%)
		Cemento	Arena	Biocarbón	Agua de Diseño			
1	Muestra Patrón 1:3	42.50	127.50	0.00	29.75	99.70	209.51	110.14
2	Muestra Patrón 1:3 - 2.5 % Biocarbón	41.44	127.50	1.06	29.75	99.70	209.50	110.13
3	Muestra Patrón 1:3 - 5.0 % Biocarbón	40.38	127.50	2.13	29.75	99.70	211.50	112.14
4	Muestra Patrón 1:3 - 7.5 % Biocarbón	39.31	127.50	3.19	29.75	99.70	209.25	109.88

Observaciones :

* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

(**) Datos proporcionados por el cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Hugo Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278
 Revisado y aprobado



Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CH4222

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARRÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRETES EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

UBICACIÓN ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

CLIENTE ()** Carrasco Torres, Aníbal Román y Herrera Sotelo, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO Concreto

RESISTENCIA ()** $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$

TECNICO ENCARGADO Luis Manuel Humán Martínez.

FECHA DE ENSAYO : Indicada

PRESNA : PC-04

VERNIER : PER-03

CONCRETO - Determinación de la resistencia a la compresión del mortero en muestras cúbicas. Método de ensayo NTP 334.061

PROBETA No.	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días)(*)	f_c (kg/cm ²) (**)	CODIGO UNICO	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA		RESISTENCIA A LA COMPRESION		
		MOLDEO	NOTIF. A							KN	kg/cm ²	MPa	%	
1	Patrón	22/04/2024	29/04/2024	7	280	M24-688	50,0	50,0	2500,0	38,7	1.548	157,9	15,5	56,4
2	Patrón	22/04/2024	29/04/2024	7	280	M24-689	50,0	50,0	2500,0	37,3	1.492	152,1	14,9	54,3
3	Patrón	22/04/2024	29/04/2024	7	280	M24-690	50,0	50,0	2500,0	42,5	1.700	173,4	17,0	61,9

Observaciones:
 (*) Se informó en horas cuando la edad sea inferior a tres días.
 * Los especímenes llegaron en la fecha que se realizó la rotura, ya que la edad especificada fue precisada por el solicitante.
 * Estado de las muestras: Óptimo.
 * Densidad: No se determinó.
 * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, emanó destinado única y exclusivamente al cliente.
 ** Datos proporcionados por el cliente.
 * Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos SAC, ubicado en Av. Vicente Raso Lote 1 S.N. - Fundo el Carrizo (paralela a la Av. Aruquipa intersección con Prolongación Bolívar) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Ing. Sebastián Briga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. O.P. 189278

Autorizado por:
 Ing. Sebastián Briga Fernández

Fin de documento



SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO C124-233

PROYECTO (**): APLICACION DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

UBICACIÓN (**): Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

CLIENTE (**): Carrasco Torres, Avulid Romel y Becerra Sotelo, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO: Concreto

RESISTENCIA (**): $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

TECNICO ENCARGADO: Luis Manuel Huamán Martínez.

FECHA DE ENSAYO : Indicada
 PRENSA : PC-04
 VERNIER : PER-03

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra en su estado cúbico. Método de ensayo NTP 344.051

PROBETA No.	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días) (**)	f_c (kg/cm ²) (**)	CODIGO UNICO	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESION			
		MOLDEO	ROTURA							KN/cm ²	kg/cm ²	MPa	
1	B.C. 2.5%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-691	50,0	50,0	2500,0	2.324	237,0	23,2	84,6
2	B.C. 2.5%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-692	50,0	50,0	2500,0	2.112	215,4	21,1	76,9
3	B.C. 2.5%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-693	50,0	50,0	2500,0	2.344	239,0	23,4	85,4
4	B.C. 5.0%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-694	50,0	50,0	2500,0	1.676	170,9	16,8	61,0
5	B.C. 5.0%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-695	50,0	50,0	2500,0	1.596	162,7	16,0	58,1
6	B.C. 5.0%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-696	50,0	50,0	2500,0	1.556	158,7	15,6	56,7
7	B.C. 7.5%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-697	50,0	50,0	2500,0	1.428	145,6	14,3	52,0
8	B.C. 7.5%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-698	50,0	50,0	2500,0	1.412	144,0	14,1	51,4
9	B.C. 7.5%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	MI24-699	50,0	50,0	2500,0	1.456	148,5	14,6	53,0

Observaciones:

- (*) Se informó en hora cuando la edad sea inferior a tres días.
- Los especímenes llegaron en la fecha que se realizó el ensayo que la edad especificada fue precisada por el solicitante.
- Estado de la muestra: Optimo.
- Densidad: No requerida.
- El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.
- Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. ubicado en Av. Vicente Raso Lote 1 S/N - Fundo el Centro (paralela a la Av. Arequipa Intersección con Prologación Bolognesi) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
 L.S. SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Borja Fernández
 ING. CIVIL
 REG. OIP 109270



Autorizado por:

Ing. Secundino Borja Fernández

Fin de documento



SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO C124-11

PROYECTO (**): APLICACION DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRETAS EN MUROS DE ALBANILERÍA - CHICLAYO.

UBICACIÓN (**): Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

CLIENTE (**): Carrasco Torres, Anadé Romed y Becerra Sotelo, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO: Concreto.

RESISTENCIA (**): $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

TECNICO ENCARGADO: Luis Manuel Huamán Martínez.

FECHA DE ENSAYO : Indicada
 PRENSA : PC-04
 VERNIER : PER-03

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión de las muestras sibras. Método de ensayo NTP 334.051

PROBETA No.	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días)(*)	f_c (kg/cm ²) (**)	CODIGO UNICO	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA			RESISTENCIA A LA COMPRESION		
		MOLDEO	ROTURA							kN	KN/cm ²	MPa	kg/cm ²	MPa	%
1	Patrón	22/04/2024	6/05/2024	14	280	ME24-793	50,0	50,0	2500,0	51,4	2,056	209,7	20,6	74,9	
2	Patrón	22/04/2024	6/05/2024	14	280	ME24-794	50,0	50,0	2500,0	48,1	1,924	196,2	19,2	70,1	
3	Patrón	22/04/2024	6/05/2024	14	280	ME24-795	50,0	50,0	2500,0	50,3	2,012	205,2	20,1	73,3	

Observaciones:
 (*) Si se informó en hora cuando la edad sea inferior a tres días.
 ** Los especímenes listados en la fecha que se realizó la rotura, ya que la edad especificada fue precisada por el solicitante.
 ** Estado de las muestras: Optimo.
 ** Densidad: No requerida.
 ** El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 ** Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 ** Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
 (***) Datos proporcionados por el cliente.
 * Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. ubicado en Av. Vicente Russo Lote 1 S/N - Fundo el Centro (paralela a la Av. Atrequipa Intersección con Prologación Bohoguan) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Ing. Divil
 F.E.G. CIF 189278
 Autorizado por:
 Ing. Secundino Bolognini Fernandez

Fin de documento



SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO C14-42

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

UBICACIÓN ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

CLIENTE ()** Carrasco Torres, Aníbal Román y Becerra Sechen, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO Concreto

RESISTENCIA ()** $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

TÉCNICO ENCARGADO Luis Manuel Humán Martínez.

FECHA DE ENSAYO : Indicada
PRESA : PC-04
VERNIER : PER-03

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas. Método de ensayo NTP 334.051

PROBETA No.	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días)(*)	f_c (kg/cm^2)	CODIGO ÚNICO	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	ÁREA (mm^2)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
		MOLDEO	ROTURA							CARGA MÁXIMA KN	KN/cm^2	kg/cm^2	MPa	
1	B.C. 2.5%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-796	50,0	50,0	2500,0	74,8	2,992	305,1	29,9	109,0
2	B.C. 2.5%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-797	50,0	50,0	2500,0	70,1	2,804	285,9	28,0	102,1
3	B.C. 2.5%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-798	50,0	50,0	2500,0	71,3	2,852	290,8	28,5	103,9
4	B.C. 5.0%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-799	50,0	50,0	2500,0	51,2	2,048	208,8	20,5	74,6
5	B.C. 5.0%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-800	50,0	50,0	2500,0	59,4	2,376	242,3	23,8	86,5
6	B.C. 5.0%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-801	50,0	50,0	2500,0	52,3	2,092	213,3	20,9	76,2
7	B.C. 7.5%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-802	50,0	50,0	2500,0	41,6	1,664	169,7	16,6	60,6
8	B.C. 7.5%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-803	50,0	50,0	2500,0	38,3	1,532	156,2	15,3	55,8
9	B.C. 7.5%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	M24-804	50,0	50,0	2500,0	43,6	1,744	177,8	17,4	63,5

Observaciones:

- (*) Si se informan en horas cuando la edad sea inferior a tres días.
- Los especímenes llegaron en la fecha que se realizó la rotura, ya que la edad especificada fue precisada por el solicitante.
- Estado de la muestra: Óptimo.
- Densidad: No reportada.
- El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.
- Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos SAC, ubicado en Av. Viente Rusa Lote 1 SN - Fundo el Centio (paralela a la Av. Arequipa Intersección con Prologación Bohigas) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.



SERVICIOS DE LABORATORIOS
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 SUBSECCIÓN DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 ING. SCARLETT FERRER
 REG. CIP 189278

Autorizado por: _____
 Ing. Secundino Berja Fernández

Fin de documento



SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CI24-44

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

UBICACIÓN ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

CLIENTE ()** Carrasco Torres, Avuléd Romeldy Herrera Seclen, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO Concreto

RESISTENCIA ()** $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

TÉCNICO ENCARGADO Luis Manuel Humán Martínez.

FECHA DE ENSAYO : Indicada

PRESA : PC-04

VERNIER : PER-03

CONCRETO. Determinación de la resistencia de la muestra en muestras cilíndricas. Método de ensayo NTP 334.051

PRUEBA No.	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días)(**)	f_c (kg/cm^2) (**)	CODIGO ÚNICO	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm^2)	CARGA MÁXIMA kN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
		MOLDEO	ROTURA								kg/cm^2	MPa	%	
1	Patrón	22/04/2024	20/05/2024	28	280	ME24-1012	50,0	50,0	2500,0	69,5	2.780	283,5	27,8	101,2
2	Patrón	22/04/2024	20/05/2024	28	280	ME24-1013	50,0	50,0	2500,0	67,4	2.696	274,9	27,0	98,2
3	Patrón	22/04/2024	20/05/2024	28	280	ME24-1014	50,0	50,0	2500,0	71,8	2.872	292,9	28,7	104,6

Observaciones:

- (*) Si se informó en hora cuando la edad sea inferior a tres días.
- ** Los especímenes llegaron en la fecha que se realizó la rotura, es que la edad especificada fue precisada por el solicitante.
- *** Estado de la muestra: Óptimo.
- **** Densidad: No requerida.
- ***** El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- ***** Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- ***** Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- ***** Datos proporcionados por el cliente.
- ***** Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C. ubicado en Av. Vicente Raso Lote 1 S/N. - Fundo el Centro (paralela a la Av. Arequipa intersección con Prologación Bobogosa) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Autorizado por: **Secundino Rojas Fernandez**
 Ing. Civil N° 10827
 REC-001-10827



SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CIE-448

PROYECTO (**): APLICACION DEL MORTERO CON BIOCARBON Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACION DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERIA - CHICLAYO.

UBICACION (**): Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.

CLIENTE (**): Carrasco Torres, Avulê Romel y Becerra Socón, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO: Concreto

RESISTENCIA (**): $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

TECNICO ENCARGADO: Luis Manuel Huamán Martínez.

FECHA DE ENSAYO: Indicada

PRESA: PC-04

VERNIER: PEP-03

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión de las muestras cúbicas. Método de ensayo NTP 314.051

PROBETA No.	ESTRUCTURA (**)	FECHA (**)		EDAD (días) (**)	f_r (kg/cm^2) (**)	CODIGO UNICO	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm^2)	CARGA MÁXIMA				
		MOLDEO	ROTURA							KN	kg/cm^2	MPa		
1	B.C. 2.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1015	50,0	50,0	2500,0	77,3	3,092	315,3	30,9	112,6
2	B.C. 2.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1016	50,0	50,0	2500,0	79,2	3,168	323,0	31,7	115,4
3	B.C. 2.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1017	50,0	50,0	2500,0	80,2	3,208	327,1	32,1	116,8
4	B.C. 5.0%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1018	50,0	50,0	2500,0	61,6	2,464	251,3	24,6	89,7
5	B.C. 5.0%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1019	50,0	50,0	2500,0	64,7	2,588	263,9	25,9	94,3
6	B.C. 5.0%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1020	50,0	50,0	2500,0	69,8	2,792	284,7	27,9	101,7
7	B.C. 7.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1021	50,0	50,0	2500,0	53,8	2,152	219,4	21,5	78,4
8	B.C. 7.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1022	50,0	50,0	2500,0	52,7	2,108	215,0	21,1	76,8
9	B.C. 7.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	M24-1023	50,0	50,0	2500,0	51,0	2,040	208,0	20,4	74,3

Observaciones:

- (*) Se determinó un hora cuando la edad sea inferior a tres días.
- (**) Los experimentos fueron en la fecha que se realizó la rotura, ya que la edad especificada fue precisada por el solicitante.
- (***) Estado de la muestra. Opcional.
- (****) Demanda. No requerida.
- (*) El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- (*) Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- (*) Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.
- (*) Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. ubicado en Av. Vicente Raso Lote 1 S/N. - Fundo el Centro (paralela a la Av. Atrequipa Intersección con Prolongación Bohaguan) - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Autorizado por: Ing. Sebastián Burgos Fernández

ING. CIVIL

Fin de documento



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO C124-220

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
CLIENTE (*)** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
TIPO DE PRODUCTO Concreto
RESISTENCIA ()** $f'_{c}=280 \text{ kg/cm}^2$
TECNICO ENCARGADO Luis Manuel Huamán Martínez.
FECHA DE ENSAYO : Indicada
PRENSA : PC-04
VERNIER : PER-03

Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de morteros de cementos Portland NTP 334.120:2002

Especimen N°	Código único	Diseño	Fecha		Edad días	Largo (cm)	Luz (cm)	base (cm)	altura h (cm)	P (kN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr promedio (Mpa)
			Moldeo	Retira										
1	M124-682	Patrón	22/04/2024	29/04/2024	7	16	12,0	4,0	4,0	184,2	18783,2	34,5	35,02	3,43
2	M124-683		22/04/2024	29/04/2024	7	16	12,0	4,0	4,0	188,6	19231,9	35,4		
3	M124-684		22/04/2024	29/04/2024	7	16	12,0	4,0	4,0	187,5	19119,8	35,2		

Observaciones:

- * Estado de la muestra: Óptimo.
- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y e: (***) Datos proporcionados por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Autorización de Firmas y Firmas
 L.E.C. C.P. 188278
 Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CI24-225

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
CLIENTE ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
TIPO DE PRODUCTO Concreto
RESISTENCIA ()** $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
TECNICO ENCARGADO Luis Manuel Huamán Martínez.

FECHA DE ENSAYO : Indicada
PRENSA : PC-04
VERNIER : PER-03

Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de morteros de cementos Portland NTP 334.120:2002

Especimen N°	Código único	Diseño	Fecha		Edad días	Luz (cm)	Largo (cm)	base (cm)	altura h (cm)	P (kN)	P (carga kg)	Mr promedio (Kg/cm ²)	Mr promedio (Mpa)
			Moldeo	Rotura									
1	MI24-709	BC 2.5%	26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	211,9	21607,9	39,7	3,89
2	MI24-710		26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	209,1	21322,3	39,2	
3	MI24-711		26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	213,2	21740,4	40,0	
4	MI24-712	BC 5.0%	26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	207,4	21149,0	38,9	3,72
5	MI24-713		26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	200,9	20486,2	37,7	
6	MI24-714		26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	197,9	20180,3	37,1	
7	MI24-715	BC 7.5%	26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	147,3	15020,5	27,6	2,80
8	MI24-716		26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	156,7	15979,0	29,4	
9	MI24-717		26/04/2024	3/05/2024	7	16	4,0	4,0	4,0	152,2	15520,1	28,5	

Observaciones:

- * Estado de la muestra: Óptimo.
- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y e:
- (**) Datos proporcionados por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 SECCION: Director Técnico: **Fernández**
 RE: 0101183278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CI24-439

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
CLIENTE ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
TIPO DE PRODUCTO Concreto
RESISTENCIA ()** $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$
TECNICO ENCARGADO Luis Manuel Huamán Martínez.
FECHA DE ENSAYO : Indicada
PRENSA : PC-04
VERNIER : PER-03

Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de morteros de cementos Portland NTP 334.120:2002

Especimen N°	Código único	Diseño	Fecha		Edad días	Largo (cm)	Luz (cm)	base (cm)	altura h (cm)	P (kN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr promedio (Mpa)
			Moldeo	Rotura										
1	MI24-787	Patrón	22/04/2024	6/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	232,1	23667,7	43,5	42,72	4,19
2	MI24-788		22/04/2024	6/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	223,8	22821,3	42,0		
3	MI24-789		22/04/2024	6/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	227,6	23208,8	42,7		

Observaciones:
 * Estado de la muestra: Óptimo.
 * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y e:
 (**) Datos proporcionados por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguridad y Calidad
 ING. MSc. **Fernando**
 REG. CIP 189278
 Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CI24-444

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
CLIENTE ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
TIPO DE PRODUCTO Concreto
RESISTENCIA ()** $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$
TECNICO ENCARGADO Luis Manuel Huamán Martínez.

FECHA DE ENSAYO : Indicada
PRENSA : PC-04
VERNIER : PER-03

Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de morteros de cementos Portland NTP 334.120:2002

Espécimen N°	Código único	Diseño	Fecha		Edad días	Largo (cm)	Luz (cm)	base (cm)	altura h (cm)	P (kN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Kg/cm2)	Mr promedio (Mpa)
			Moldeo	Rotura										
1	MI24-814	BC 2.5%	26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	272,7	27807,8	51,1	50,51	4,95
2	MI24-815		26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	266,9	27216,3	50,0		
3	MI24-816		26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	268,5	27379,5	50,3		
4	MI24-817	BC 5.0%	26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	235,6	24024,6	44,2	43,88	4,30
5	MI24-818		26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	231,6	23616,7	43,4		
6	MI24-819		26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	234,8	23943,0	44,0		
7	MI24-820	BC 7.5%	26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	174,4	17783,9	32,7	31,71	3,11
8	MI24-821		26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	171,2	17457,6	32,1		
9	MI24-822		26/04/2024	10/05/2024	14	16	12,0	4,0	4,0	161,7	16488,9	30,3		

Observaciones:

- * Estado de la muestra: Óptimo.
- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y e: (**)
- (**) Datos proporcionados por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundario: **Ing. Efraim Martínez**
 REG. CIP 168278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CI24-482

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
CLIENTE ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
TIPO DE PRODUCTO Concreto
RESISTENCIA ()** $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
TECNICO ENCARGADO Luis Manuel Huamán Martínez.
FECHA DE ENSAYO : Indicada
PRENSA : PC-04
VERNIER : PER-03

Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de morteros de cementos Portland NTP 334.120:2002

Espécimen N°	Código único	Diseño	Fecha		Edad días	Largo (cm)	Luz (cm)	base (cm)	altura h (cm)	P (kN)	P (carga.kg)	Mr (kg/cm ³)	Mr promedio (K.g/cm2)	Mr promedio (Mpa)
			Moldeo	Rotura										
1	MI24-1006	Patrón	22/04/2024	20/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	270,3	27563,0	50,7		
2	MI24-1007		22/04/2024	20/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	271,1	27644,6	50,8	51,31	5,03
3	MI24-1008		22/04/2024	20/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	279,5	28501,2	52,4		

Observaciones:

- * Estado de la muestra: Óptimo.
- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y e: (**)



 EMP ASFALTOS
 CHICLAYO - PERU
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundario Efraim Fernández
 ING. CIVIL REG. CIP 16927 B
 Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CI24-487

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
CLIENTE ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
TIPO DE PRODUCTO Concreto
RESISTENCIA ()** $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$
TECNICO ENCARGADO Luis Manuel Huamán Martínez.
FECHA DE ENSAYO : Indicada
PRENSA : PC-04
VERNIER : PER-03

Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de morteros de cementos Portland NTP 334.120:2002

Especimen N°	Código único	Discreto	Fecha		Edad días	Largo (cm)	Luz (cm)	base (cm)	altura h (cm)	P (kN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Kg/cm ²)	Mr promedio (Mpa)
			Moldeo	Rotura										
1	MI24-1033	BC 2.5%	26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	314,9	32111,0	59,0	58,12	5,70
2	MI24-1034		26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	309,3	31539,9	58,0		
3	MI24-1035		26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	305,7	31172,8	57,3		
4	MI24-1036	BC 5.0%	26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	299,1	30499,8	56,1	55,97	5,49
5	MI24-1037		26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	292,5	29826,8	54,8		
6	MI24-1038		26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	303,9	30989,3	57,0		
7	MI24-1039	BC 7.5%	26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	262,8	26798,2	49,3	49,87	4,89
8	MI24-1040		26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	271,3	27665,0	50,9		
9	MI24-1041		26/04/2024	24/05/2024	28	16	12,0	4,0	4,0	263,8	26900,2	49,5		

Observaciones:

- * Estado de la muestra: Óptimo.
- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y e: (***) Datos proporcionados por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundario Buzón de Correo
 N° 188278
 REB° CIP° 188278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO C124-221

METODO DE ENSAYO: Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico.

REFERENCIA NORMATIVA: NTP-334.060:2016
 APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

PROYECTO: Carrasco Torres, André Rommel y Becerra Seclen, José Anderson.

CLIENTE: Concreto

TIPO DE PRODUCTO: f'c= 280 kg/cm2

RESISTENCIA:

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB.: S.B.F.
TEC. LAB.: L.M.H.M.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (días)	f'c (Kg/cm2)	LONGITUD (mm)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA KN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm2
1	M124-685	Patrón	22/04/2024	29/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	68,3	108,7	17,1
2	M124-686		22/04/2024	29/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	64,0	101,9	16,0
3	M124-687		22/04/2024	29/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	67,8	107,9	17,0



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Ing. Sebastián Fernández
 #189278
 Responsable de laboratorio.

. El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 . Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 . Este informe de roturas es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CIZ4-224

METODO DE ENSAYO:

Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico.

REFERENCIA NORMATIVA:

NTP 334.060:2016
 APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

PROYECTO:

Carrasco Torres, André Rommel y Becerra Seclen, José Anderson.

CLIENTE:

Concreto

TIPO DE PRODUCTO:

f' = 280 kg/cm²

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB.: S.B.F.
TEC. LAB.: L.M.H.M.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (días)	f' (kg/cm ²)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA KN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm ²
1	MIZ4-700	BC 2.5%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	108,2	172,2	27,1
2	MIZ4-701		23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	119,0	189,4	29,8
3	MIZ4-702		23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	90,8	144,5	22,7
4	MIZ4-703	BC 5.0%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	87,3	138,9	21,8
5	MIZ4-704		23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	76,9	122,4	19,2
6	MIZ4-705		23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	87,8	139,7	22,0
7	MIZ4-706	BC 7.5%	23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	69,3	110,3	17,3
8	MIZ4-707		23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	65,5	104,2	16,4
9	MIZ4-708		23/04/2024	30/04/2024	7	280	10,0	40,0	400,0	69,8	111,1	17,5

El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.

Este informe de roturas es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

ING. C. A. V. S. B.

SEC. TÉCNICA: Ericka Fernández

REC. TÉCNICA: S. B. F.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO C124-440

METODO DE ENSAYO: Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico.

REFERENCIA NORMATIVA: NTP-334.060:2016

PROYECTO: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

CLIENTE: Carrasco Torres, André Rommel y Becerra Seclen, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO: Concreto

RESISTENCIA: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB.: S.B.F.
TEC. LAB.: L.M.H.M.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (días)	f'_c (kg/cm ²)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA KN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm ²
1	M124-790	Patrón	22/04/2024	6/05/2024	14	280	10,0	40,0	400,0	84,2	134,0	21,1
2	M124-791		22/04/2024	6/05/2024	14	280	10,0	40,0	400,0	82,6	131,5	20,7
3	M124-792		22/04/2024	6/05/2024	14	280	10,0	40,0	400,0	85,7	136,4	21,4

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
ING. Oscar B. Fernández
 REC. 01/05/2024



Responsable de laboratorio.

. El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 . Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 . Este informe de roturas es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO C124-443

METODO DE ENSAYO: Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico.

REFERENCIA NORMATIVA: NTP-334.060:2016

PROYECTO: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

CLIENTE: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO: Concreto

RESISTENCIA: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB.: S.B.F.
TEC. LAB.: L.M.H.M.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (días)	$f'c$ (kg/cm ²)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA KN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm ²
1	M124-805		23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	130,7	208,0	32,7	
2	M124-806	BC 2.5%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	119,5	190,2	29,9	
3	M124-807		23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	114,4	182,1	28,6	
4	M124-808		23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	103,2	164,2	25,8	
5	M124-809	BC 5.0%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	101,8	162,0	25,5	
6	M124-810		23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	101,1	160,9	25,3	
7	M124-811		23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	93,6	149,0	23,4	
8	M124-812	BC 7.5%	23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	93,3	148,5	23,3	
9	M124-813		23/04/2024	7/05/2024	14	280	10,0	40,0	85,1	135,4	21,3	

. El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

. Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.

. Este informe de roturas es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.

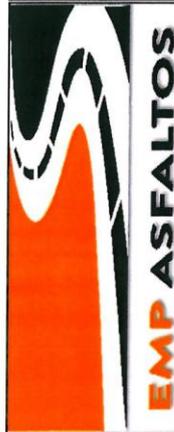


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

ING. **Alfredo Rodríguez**
 REG. CIP. 488278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CI24-483

METODO DE ENSAYO: Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico.

REFERENCIA NORMATIVA: NTP. 334.060:2016
 APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBANILERÍA - CHICLAYO.

PROYECTO: Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson.

CLIENTE: Concreto

TIPO DE PRODUCTO: Concreto

RESISTENCIA: f'c= 280 kg/cm2

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : L.M.H.M.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (días)	f'c (Kg/cm2)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	AREA (mm2)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	
			MOLDEO	ROTURA						KN	Mpa
1	MI24-1006	Patrón	22/04/2024	20/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	102,5	163,1
2	MI24-1007		22/04/2024	20/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	121,7	193,7
3	MI24-1008		22/04/2024	20/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	128,1	203,9

· El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 · Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 · Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundario B. Becerra Seclen
 REG-CIP: 169278
 Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO C124-486

METODO DE ENSAYO: Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico.

REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.060-2016

PROYECTO: APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.

CLIENTE: Carrasco Torres, André Rommel y Becerra Seclen, José Anderson.

TIPO DE PRODUCTO: Concreto

RESISTENCIA: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB.: S.B.F.
TEC. LAB.: L.M.H.M.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (días)	$f'c$ (kg/cm ²)	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA KN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm ²
1	MI24-1024	BC 2.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	134,7	214,4	33,7
2	MI24-1025		23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	127,2	202,4	31,8
3	MI24-1026		23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	131,3	209,0	32,8
4	MI24-1027	BC 5.0%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	119,8	190,7	30,0
5	MI24-1028		23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	124,2	197,7	31,1
6	MI24-1029	BC 7.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	120,1	191,1	30,0
7	MI24-1030		23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	108,8	173,2	27,2
8	MI24-1031	BC 7.5%	23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	131,1	208,7	32,8
9	MI24-1032		23/04/2024	21/05/2024	28	280	10,0	40,0	400,0	105,4	167,7	26,4

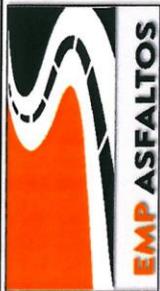
El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 Este informe de roturas es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Seguridad y Calidad
 Ricardo Fernández
 R.C.G. C.P. 169278

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO ()** APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GREJAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN ()** Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
CLIENTE ()** Carrasco Torres, André Romel y Becerra Seclen, José Anderson.
TIPO DE PRODUCTO : Ladrillo de arcilla Tipo IV
ALABEO MÁX. : 4 mm
TECNICO ENCARGADO : Luis Manuel Huamán Martínez.

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería NTP 399.613

Ensayo N°	Tipo	Fecha de ensayo	Lado izquierdo		Centro	Lado derecho		Alabeo	Promedio mm	Observación
			mm	mm		mm	mm			
1	King Kong STD 18H	7/05/2023	1.38	2.68	2.68	2.18	Concavidad	2.08	Cumple	
2	King Kong STD 18H	7/05/2023	1.05	1.86	1.86	2.01	Concavidad	1.64	Cumple	
3	King Kong STD 18H	7/05/2023	1.15	2.06	2.06	2.13	Concavidad	1.78	Cumple	

Promedio	1.19	2.20	2.11
Alabeo	1.83		

Observaciones :

- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estado destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 ING. CAJAL
 Secundino Burga Fernández
 REG. CIP 198296

Revisado y aprobado

Fin de documento.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO ()** : APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN ()** : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
CLIENTE ()** : Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson. **FECHA DE MUESTREO (**)** : 07/05/2024
MATERIAL ()** : Ladrillo de arcilla Tipo IV **MUESTREO POR (**)** : -
CODIGO DE MUESTRA ()** : CI24-479 **FECHA DE RECEPCION** : 07/05/2024
TECNICO ENCARGADO : Luis Manuel Huamán Martínez. **FECHA DE ENSAYO** : 10/05/2024
FECHA DE EMISION : 12/05/2024

Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

DATOS DEL ENSAYO						
A	Masa mat.sumerg. Seco (g)	3710.0	3647.0	3670.0		
B	Masa material seco en horno (110 °C)(g)	3692.0	3628.0	3650.0		
	Succión	11.6	12.3	12.9		12.3 gr/(200cm2/min)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Huamán Martínez
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 - * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 - * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO ()** : APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN ()** : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
CLIENTE ()** : Carrasco Torres, André Ronnel y Becerra Seclen, José Anderson. **FECHA DE MUESTREO (**)** : 7/05/2024
MATERIAL ()** : Ladrillo de arcilla Tipo IV **MUESTREO POR (**)** : -
CODIGO DE MUESTRA ()** : CI24-479 **FECHA DE RECEPCION** : 7/05/2024
TECNICO ENCARGADO : Luis Manuel Humán Martínez. **FECHA DE ENSAYO** : 10/05/2024
FECHA DE EMISION : 12/05/2024

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

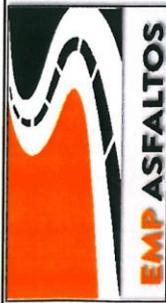
DATOS DEL ENSAYO						
A	Masa mat.sat. sup. Seca (en aire) (g)	4159.00	4078.00	4111.00		
B	Masa mat.sat. sup. seca (en agua) (g)	2136.00	2217.20	2173.50		
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (g)	2023.00	1860.80	1937.50		
D	Masa material seco en horno (110 °C)(g)	3696.00	3631.00	3655.00		
	% de absorción = ((A - B) / B * 100)	12.5	12.3	12.5		12.4%

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Luis Manuel Humán Martínez
ING. CIVIL
REG. CIP. 099278
Revisado y aprobado.

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
 - * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 - * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO ()** : APLICACIÓN DEL MORTERO CON BICARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO.
UBICACIÓN ()** : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
CLIENTE ()** : Carrasco Torres, André Romel y Becerra Seclen, José Anderson.
TIPO DE PRODUCTO : Ladrillo de arcilla Tipo IV
TECNICO ENCARGADO : Luis Manuel Huamán Martínez.

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albanilería. 2ª Edición (Medida del área de vacíos)
 NTP - 399.613:2017

Ensayo N°	Código interno	Tipo	Fecha de ensayo	Longitud cm	Ancho cm	Altura cm	Volumen del ladrillo cm ³	Peso de arena g	Densidad de arena g/cm ³	Volumen de vacíos cm ³	Vacíos		Resultados
											%		
1	C14-479	LADRILLO KING	7/05/2024	24.0	12.9	9.0	2780.2	1157.5	1.39	832.7	30.0		Ladrillo Macizo
2	C14-479	KONG 18 RUECOS TIPO IV	7/05/2024	23.9	12.9	9.1	2805.6	1165.8	1.39	838.7	29.9		Ladrillo Macizo
3	C14-479		7/05/2024	23.9	13.0	8.9	2765.2	1151.6	1.39	828.5	30.0		Ladrillo Macizo

Observaciones :

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.
- * Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos SAC, ubicado en Av. Vicente Raso Lote I S/N - Fundo el Cerrito - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Burgos Fernández
 ING CIVIL
 REG. CIP. 766278

Revisado y aprobado.

Fin de documento



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN MÁXIMO
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 399.613
CLIENTE : Carrasco Torres, Aída y Romel y Becerra Seclen, José Anderson.
TIPO DE PRODUCTO : Ladrillo de arcilla Tipo IV

FECHA DE EMISIÓN : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : L.M.H.R.

ENSAYO N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN DEL LADRILLO	FECHA INICIO - FINAL	DIMENSIONES DE FABRICACIÓN (DE)		MEDIDA PROMEDIO (MP)			VARIACIÓN DE DIMENSIÓN (V)			VARIACIÓN DE DIMENSIÓN (%)			ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD	
				LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTA (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTA (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTA (mm)	LARGO (%)	ANCHO (%)		ALTA (%)
1	CI24-479	LADRILLO KING	705/2024	240,00	130,00	90,00	240,00	129,20	89,80	0,00	0,80	0,20	0,00%	0,62%	0,22%	Cumple
2	CI24-479	KONG 18 HUECOS	705/2024	240,00	130,00	90,00	238,70	129,40	91,00	1,30	0,60	1,00	0,54%	0,46%	1,11%	Cumple
3	CI24-479		705/2024	240,00	130,00	90,00	238,40	130,00	89,40	1,60	0,00	0,60	0,67%	0,00%	0,67%	Cumple

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Ing. Civil
 REG. CIP 104877B

- Observaciones:
- El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra enviada.
 - Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
 - Este informe es imparcial y confidencial, lo cual está destinado única y exclusivamente al cliente.
 - El solicitante brinda toda la información sobre el producto, por lo que asumimos de toda responsabilidad por cuestiones que

Fin de documento





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO
REFERENCIA NORMATIVA : NTP 399.613
UBICACIÓN : Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.
CLIENTE : Carrasco Torres, André Rommel y Becerra Seclen, José Anderson.
TIPO DE PRODUCTO : C124-479

RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : L.M.H.M.

Ensayo N°	Código interno	Tipo	Fecha de ensayo	Altura cm	Longitud cm	Ancho cm	Área de contacto cm ²	Lectura Kg	Resistencia	Resistencia promedio
									Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	C124-479	KING KONG 18 Huecos TIPO IV	7/05/2024	9.0	24.0	12.9	309.6	47752.8	154	148
1	C124-479		7/05/2024	9.1	23.9	13.0	310.7	43798.0	141	
1	C124-479		7/05/2024	9.0	23.8	13.0	309.4	45877.3	148	

Observaciones :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual está destinado única y exclusivamente al cliente.
- * El solicitante brinda toda la información sobre el producto, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.



SERVICIOS DE LABORATORIOS
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Segundo Ricardo Fernández
 ING. CIVIL
 REG. PIP 109278
 Responsable de laboratorio.

Fin de documento.



EMP ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Sección de Obras y Pavimentos S.A.C. - Chiclayo
 948 855 622 - 954 131 476 - 998 928 230
 E-mail: servicios:lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO C14-514

PROYECTO ()** : Aplicación de mortero con biocharbon y mallas de fibra de vidrio para reparación de grietas en muros portantes de albanilería

UBICACIÓN ()** : Lambayeque - Lambayeque - Lambayeque

CLIENTE ()** : Aníbal Carrasco Torres y Becerra Seclen Anderson

TIPO DE PRODUCTO : Ladrillo King Kong(pilas)

RESISTENCIA ()** : -

TECNICO ENCARGADO : Victor Javier Letiva Fernández

FECHA DE ENSAYO: 13/05/2023
PRENSA: PC-04
VERNIER: PER-03

ALBANILERÍA

Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E. 070

Ensayo No.	Código Interno	Procedencia	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	EDAD DIAS	Longitud (B)	Ancho (b)	Altura (h)	Area de Contacto	Lectura Kg	Resistencia Kg/cm2	Esbeltez (h/b)	Coficiente de corrección por esbeltez	Resistencia corregida por esbeltez (kg/cm2)	Fm (kg/cm2)	Incremento de Fm (kg/cm2)
1	M24-1239	PILAS DE LADRILLO KING KONG TIPO IV	13/05/2024	27/05/2024	14	23.7	12.8	30.5	303.4	26482.1	87.30	2	0.730	64	63.73	70.10
2	M24-1240		13/05/2024	27/05/2024	14	23.5	13.0	30.9	305.5	25809.1	84.48	2	0.730	62	61.67	67.84
3	M24-1241		13/05/2024	27/05/2024	14	24.0	13.0	30.8	312.0	25472.6	81.64	2	0.730	60	59.60	65.56
4	M24-1242		13/05/2024	27/05/2024	14	24.1	12.9	31.0	310.9	26268.0	84.49	2	0.730	62	61.68	67.85
5	M24-1243		13/05/2024	27/05/2024	14	24.0	13.1	31.1	314.4	25931.5	82.48	2	0.730	60	60.21	66.23
6	M24-1244		13/05/2024	27/05/2024	14	24.1	12.7	30.7	306.1	25176.9	82.26	2	0.730	60	60.05	66.05
7	M24-1245		13/05/2024	27/05/2024	14	23.7	12.8	30.8	303.4	26522.9	87.43	2	0.730	64	63.82	70.21
8	M24-1246		13/05/2024	27/05/2024	14	23.8	12.9	30.9	307.0	24952.5	81.27	2	0.730	59	59.33	65.26
9	M24-1247		13/05/2024	27/05/2024	14	24.0	13.0	31.2	312.0	25105.5	80.47	2	0.730	59	58.74	64.61

Observaciones :

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial, estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.
- * Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C, ubicado en Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Fundo el Cerrito - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 - Chiclayo - Perú -
 Ing. Secundino Barga Fernández
 REG. CIP 169278

Autorizado por:

Ing. Secundino Barga Fernandez

Fin de documento



EMP ASFALTOS

Av. Vicente Russo Lote 1, Fundo El Carrizo (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Suelos y Pavimentos S.A.C.
 948 857 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios.lab20@gmail.com.

INFORME DE ENSAYO CI24-515

PROYECTO (**): Aplicación de mortero con biocharbon y mallas de fibra de vidrio para reparación de grietas en muros portantes de albañilería

UBICACIÓN (**): Lambayeque - Lambayeque - Lambayeque

CLIENTE (**): André Carrasco Torres y Becerra Seelen Anderson

TIPO DE PRODUCTO : Ladrillo King Kong(filas)

RESISTENCIA (**): -

TECNICO ENCARGADO : Victor Javier Leiva Fernández

FECHA DE ENSAYO: 10/06/2024

PRENSA: PC-04

VERNIER: PER-03

ALBAÑILERÍA

Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.070

Ensayo No.	Código Interno	Procedencia	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	EDAD DIAS	Longitud (B) cm	Ancho (b) cm	Altura (h) cm	Area de Contacto cm ²	Lectura kg	Resistencia Kg/cm ²	Esbeltez (h/b)	Coficiente de corrección por esbeltez	Resistencia corregida por esbeltez (kg/cm ²)	f _m (kg/cm ²)	Incremento de f _m (kg/cm ²)
1	M24-1248	PILAS DE LADRILLO KING KONG TIPO IV (REPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE LA SOLICITUD CI24-514)	27/05/2024	10/06/2024	14	23.7	12.8	30.5	303.4	17845.1	58.82	2	0.730	43	42.94	47.24
2	M24-1249		27/05/2024	10/06/2024	14	23.5	13.0	30.9	305.5	18324.4	59.98	2	0.730	44	43.79	48.17
3	M24-1250		27/05/2024	10/06/2024	14	24.0	13.0	30.8	312.0	18701.7	59.94	2	0.730	44	43.76	48.13
4	M24-1251		27/05/2024	10/06/2024	14	24.1	12.9	31.0	310.9	22219.7	71.47	2	0.730	52	52.17	57.39
5	M24-1252		27/05/2024	10/06/2024	14	24.0	13.1	31.1	314.4	22862.1	72.72	2	0.730	53	53.08	58.39
6	M24-1253		27/05/2024	10/06/2024	14	24.1	12.7	30.7	306.1	21699.6	70.90	2	0.730	52	51.76	56.93
7	M24-1254		27/05/2024	10/06/2024	14	26.7	15.8	33.8	421.9	41268.1	97.82	2	0.730	71	71.41	78.55
8	M24-1255		27/05/2024	10/06/2024	14	26.8	15.9	33.9	426.1	42073.6	98.74	2	0.730	72	72.08	79.29
9	M24-1256		27/05/2024	10/06/2024	14	27.0	16.0	34.2	432.0	40901.0	94.68	2	0.730	69	69.12	76.03

Observaciones :

- * El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- (**) Datos proporcionados por el cliente.
- * Los ensayos de las muestras se realizaron en las instalaciones de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C., ubicado en Av. Vicente Russo Lote 1 S/N - Fundo el Carrizo - Distrito de Carrizo - Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández

INGENIERO

REG. CIP - 169278

Elaborado por: Ing. Secundino Burga Fernández

Fin de documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-091-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0644	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	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L	Los resultados son válidos 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.
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	CALIBRATEC 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.
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE MUROS)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	NO INDICA	
N° de serie	NO INDICA	
Identificación	CI-0434	
Procedencia	NO INDICA	
Intervalo de indicación	0 kgf a 30000 kgf	
Resolución	1 kgf	
Clase de exactitud	NO INDICA	
Modo de fuerza	Compresión	
Indicador Digital		
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Transductor de Presión		
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
5. Fecha de calibración	2024-05-18	

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/05/2024 17:50:16-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-091-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

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 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

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,7 °C
Humedad relativa	70 %	71 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10 t con una incertidumbre de 44 kg	INF-LE N° 070-24 A

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
📌 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-091-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf					kgf	kgf	
10	1000,00	996,29	994,28	995,29	--	995,29	4,71	
20	2000,00	2010,03	2007,02	2008,03	--	2008,36	-8,36	
30	3000,00	3016,30	3010,79	3012,79	--	3013,29	-13,29	
40	4000,00	4024,13	4017,61	4020,12	--	4020,62	-20,62	
50	5000,00	5031,50	5022,47	5025,48	--	5026,49	-26,49	
60	6000,00	6035,92	6023,87	6024,88	--	6028,22	-28,22	
70	7000,00	7040,38	7032,35	7035,86	--	7036,20	-36,20	
80	8000,00	8047,90	8039,37	8040,88	--	8042,72	-42,72	
90	9000,00	9055,97	9046,44	9049,45	--	9050,62	-50,62	
100	10000,00	10064,10	10055,07	10058,58	--	10059,25	-59,25	

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf						%
10	1000	0,47	0,20	--	0,10	--	0,84
20	2000	-0,42	0,15	--	0,05	--	0,73
30	3000	-0,44	0,18	--	0,03	--	0,70
40	4000	-0,51	0,16	--	0,03	--	0,69
50	5000	-0,53	0,18	--	0,02	--	0,69
60	6000	-0,47	0,20	--	0,02	--	0,69
70	7000	-0,51	0,11	--	0,01	--	0,68
80	8000	-0,53	0,11	--	0,01	--	0,68
90	9000	-0,56	0,10	--	0,01	--	0,68
100	10000	-0,59	0,09	--	0,01	--	0,68

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-F-091-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza 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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 28 de mayo de 2024

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “**APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIÓCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO**”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a los estudiantes Becerra Secién José Anderson, identificado con DNI N°74232433 y Carrasco Torres André Ronnel, identificado con DNI N°71313457, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES y autores del trabajo de investigación denominado “**APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIÓCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO**” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados

- UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. N.T.P. 399.621: 2014 (18)
- Uso de Máquina de Ensayo Uniaxial (Prensa de Muros), con calibración vigente CA-F-091-2024

Atentamente.


LEMS W&C EIRL
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



Solicitud de Ensayo : **1505B-24/LEMS W&C**
 Solicitante : BECERRA SECLÉN JOSÉ ANDERSON
 CARRASCO TORRES ANDRÉ RONNEL
 Proyecto / Obra : APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MÚROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de apertura : martes, 28 de Mayo de 2024
 Fecha de ensayo : martes, 28 de Mayo de 2024
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm2)
01	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	602	608	130	78650	85514	0.88	9.01
02	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	600	601	130	78065	83993	0.87	8.92
03	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	601	603	130	78260	79647	0.83	8.44
04	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	602	600	131	78731	88967	0.92	9.37
05	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	601	600	130	78065	83365	0.87	8.85
06	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	600	600	131	78600	83934	0.87	8.85
07	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	603	602	130	78325	79490	0.83	8.41
08	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	601	603	130	78260	81541	0.85	8.64
09	MURETE PATRÓN	14/05/2024	28/05/2024	14	602	601	130	78195	89477	0.93	9.49

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL
 MIGUEL ANSEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246894

Solicitud de ensayo : **1505B-24/LEMS W&C**
 Solicitante : BECERRA SECLÉN JOSÉ ANDERSON
 CARRASCO TORRES ANDRÉ RONNEL
 Proyecto / Obra : APLICACIÓN DEL MORTERO CON BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO PARA REPARACIÓN DE GRIETAS EN MUROS DE ALBAÑILERÍA - CHICLAYO
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.
 Fecha de apertura : martes, 28 de Mayo de 2024
 Fecha de ensayo : martes, 11 de Junio de 2024
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de reparación (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm2)
01	MORTERO PATRÓN	28/05/2024	11/06/2024	14	602	608	130	78650	61607	0.64	6.49
02	MORTERO PATRÓN	28/05/2024	11/06/2024	14	600	601	130	78065	60273	0.63	6.40
03	MORTERO PATRÓN	28/05/2024	11/06/2024	14	601	603	130	78260	61921	0.64	6.56
04	MORTERO 2.5% BIOCARBÓN	28/05/2024	11/06/2024	14	602	600	131	78731	77538	0.80	8.17
05	MORTERO 2.5% BIOCARBÓN	28/05/2024	11/06/2024	14	601	600	130	78065	77332	0.81	8.21
06	MORTERO 2.5% BIOCARBÓN	28/05/2024	11/06/2024	14	600	600	131	78600	76753	0.79	8.10
07	MORTERO 2.5% BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO	28/05/2024	11/06/2024	14	633	632	160	101200	135761	1.09	11.12
08	MORTERO 2.5% BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO	28/05/2024	11/06/2024	14	631	633	160	101120	132474	1.07	10.86
09	MORTERO 2.5% BIOCARBÓN Y MALLA DE FIBRA DE VIDRIO	28/05/2024	11/06/2024	14	632	631	160	101040	136055	1.09	11.16

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



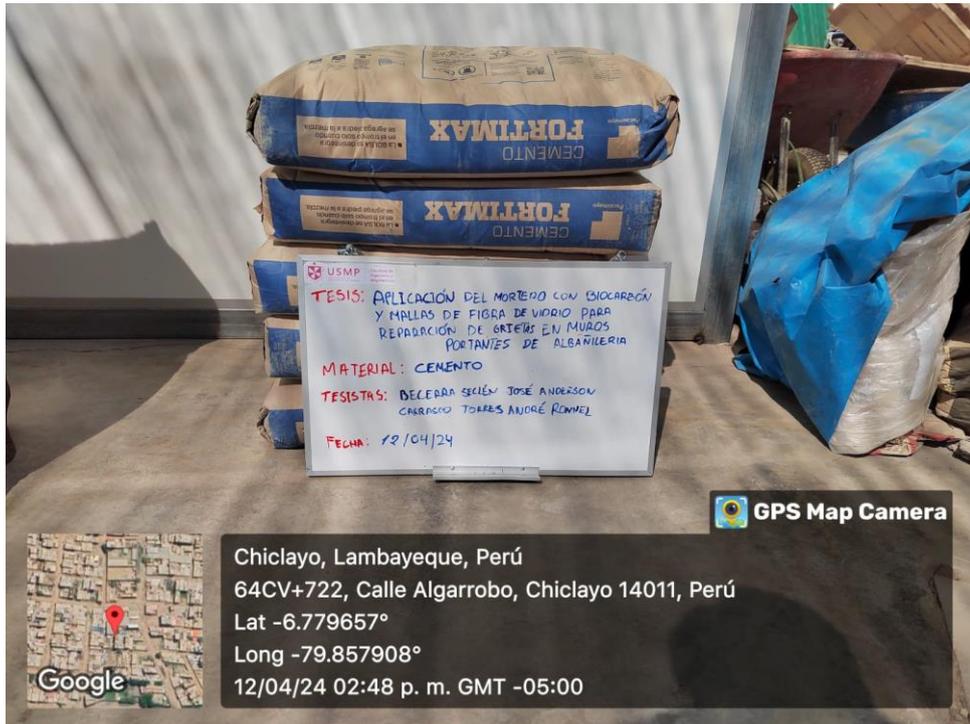
LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TRO. EN CAMPO DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 245994

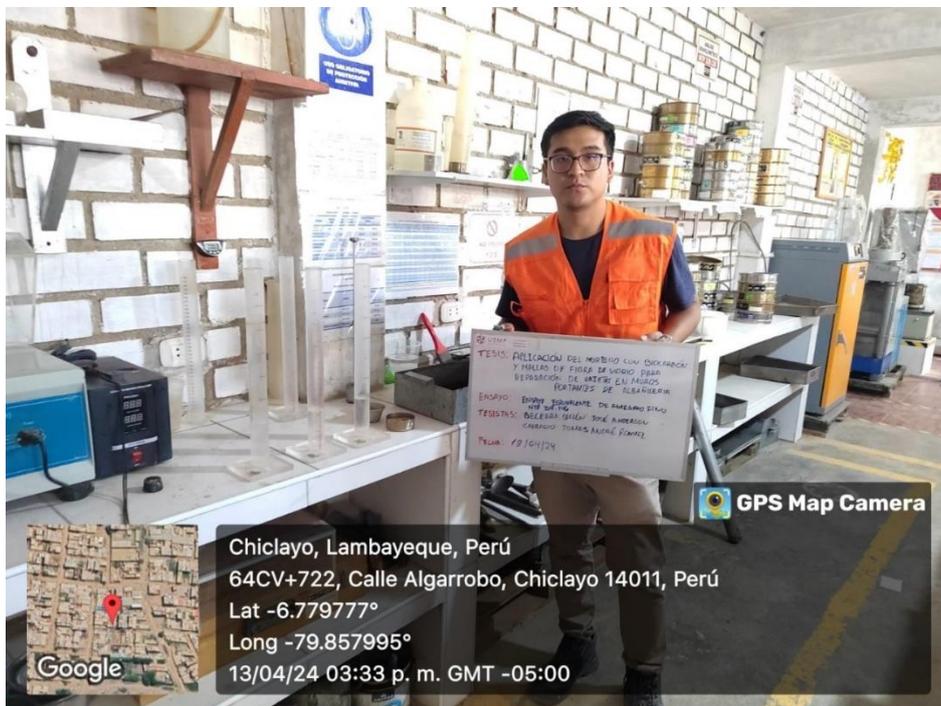


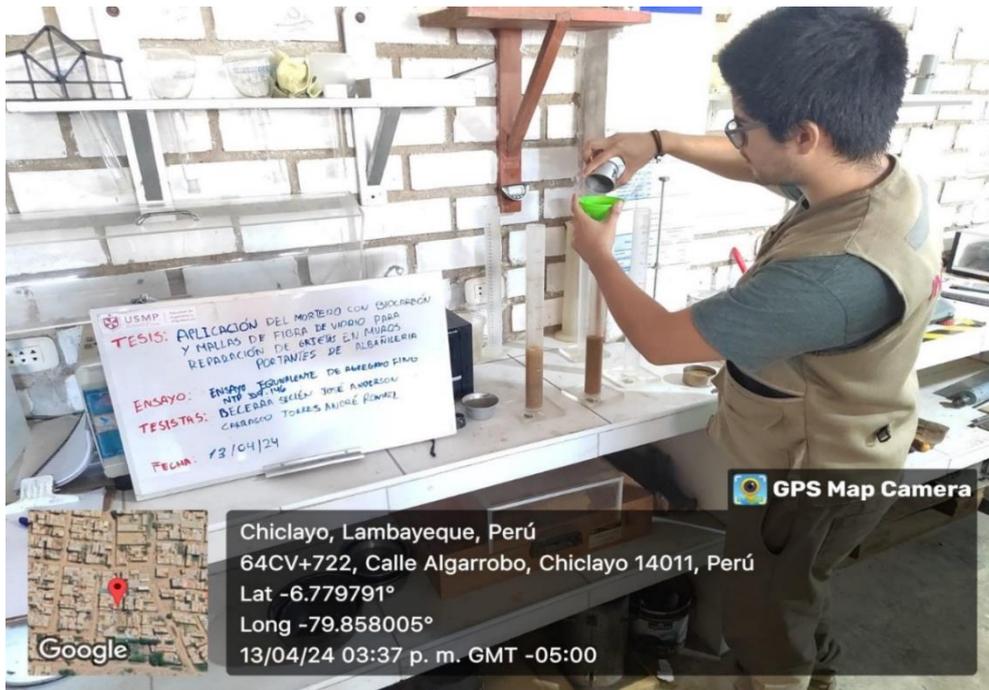






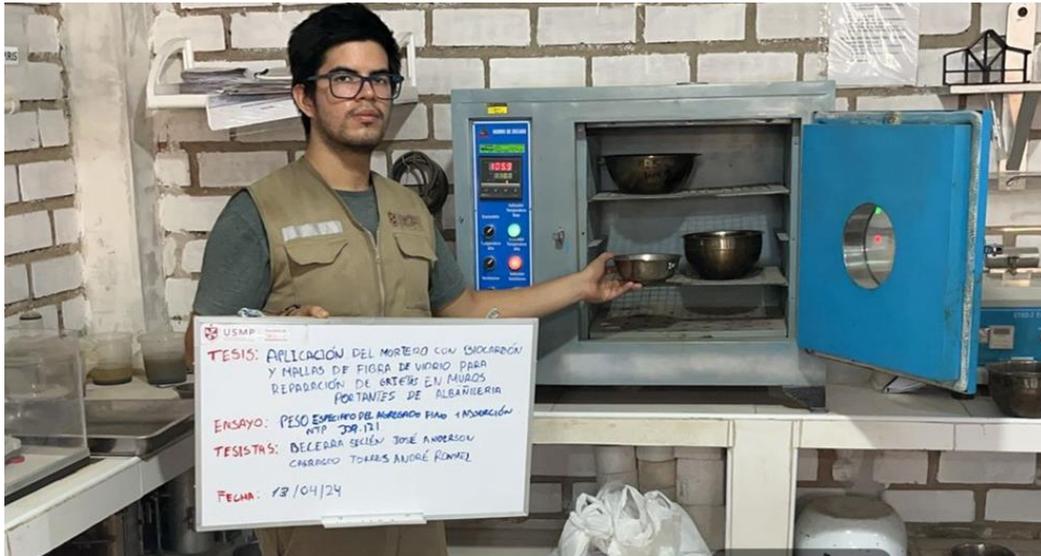


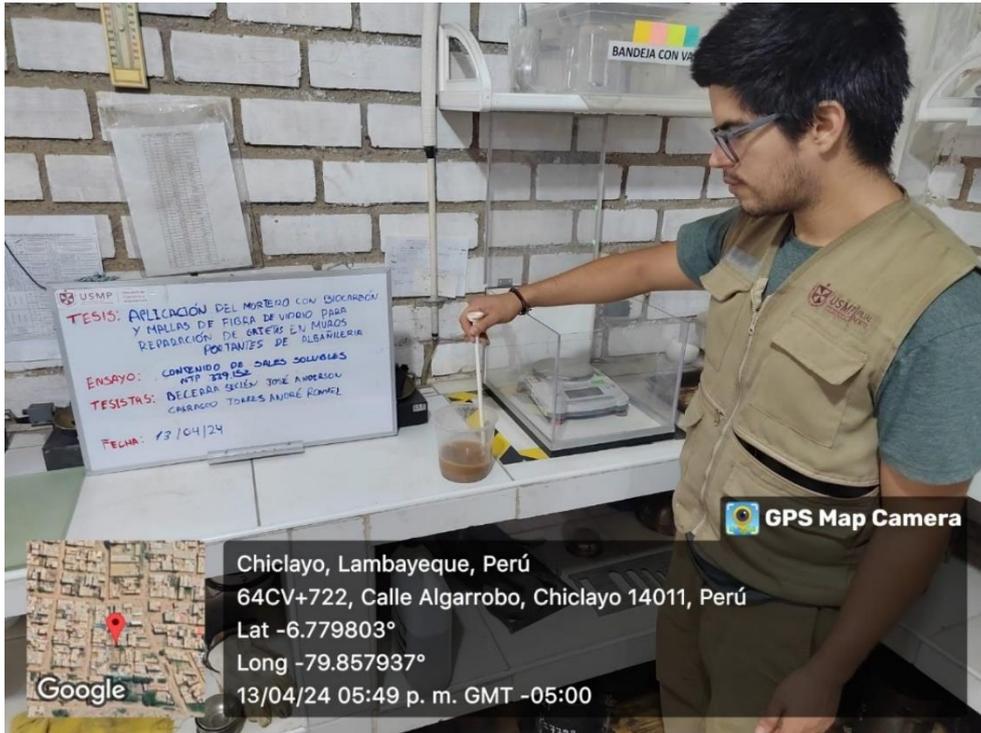














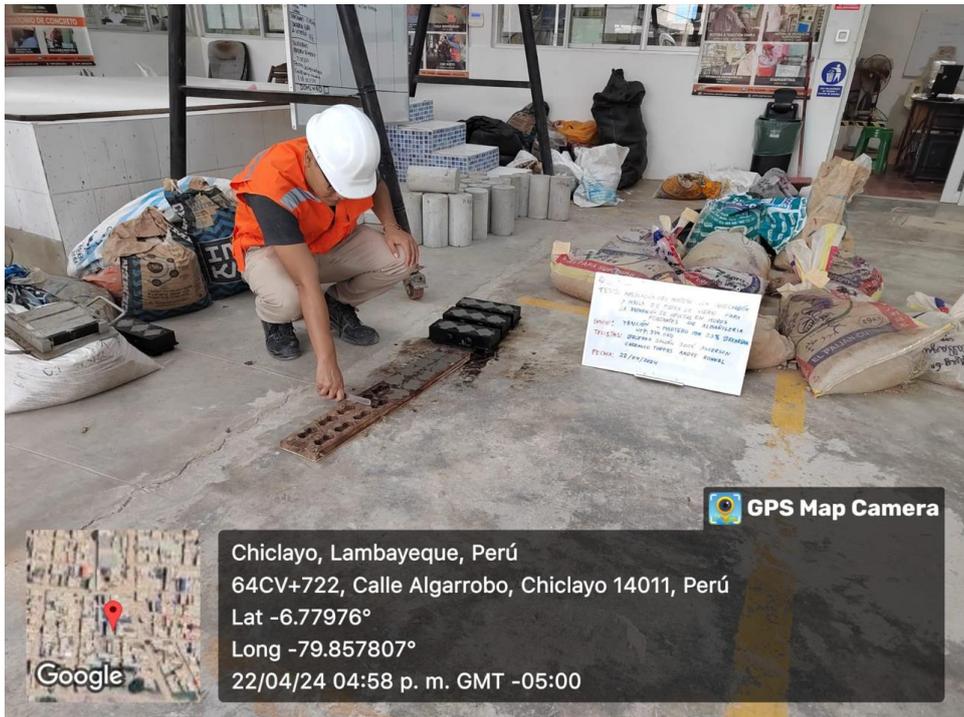


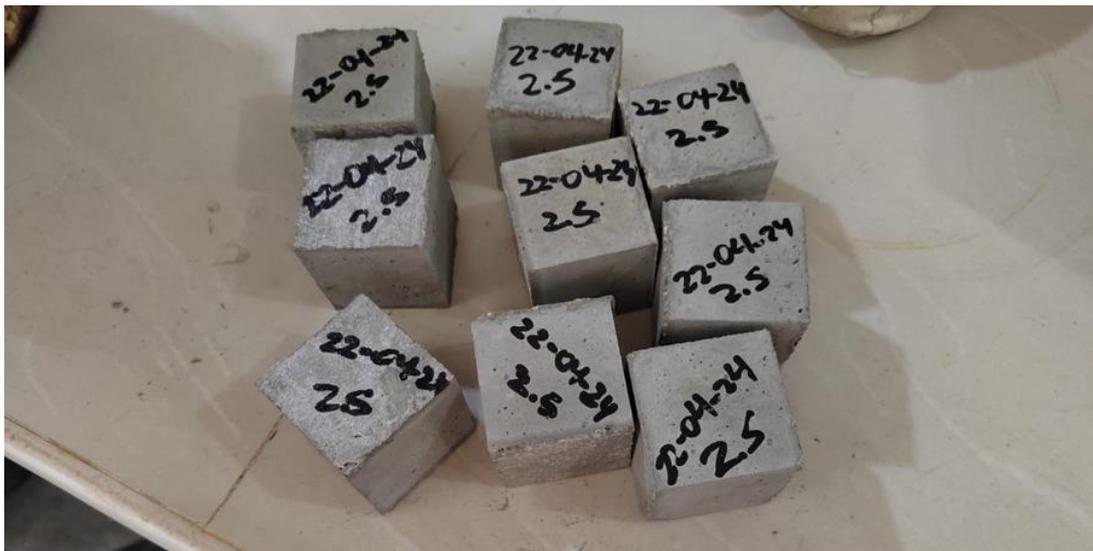
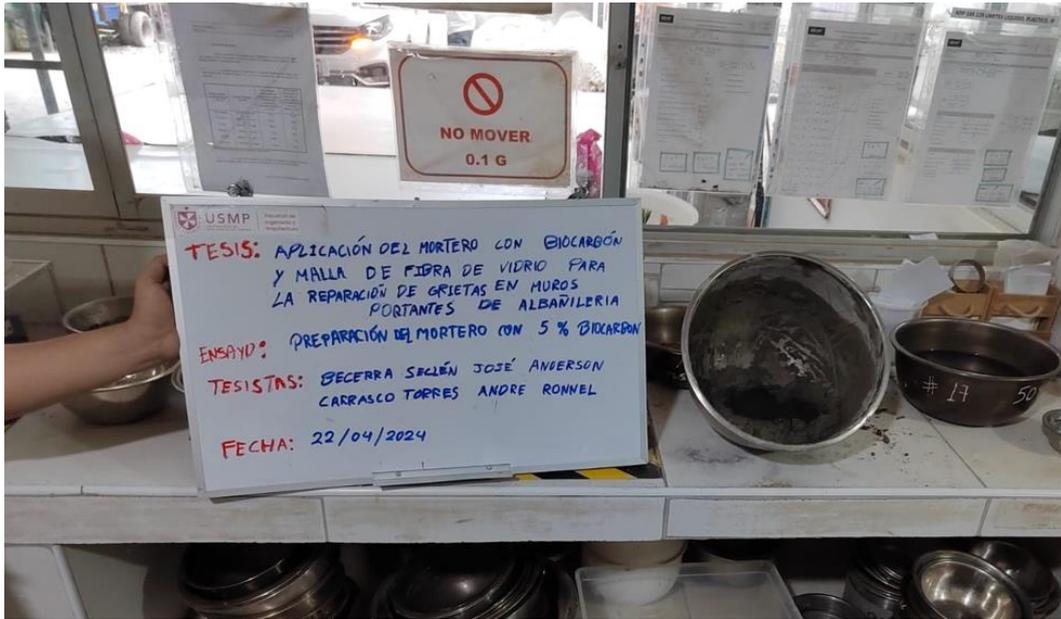








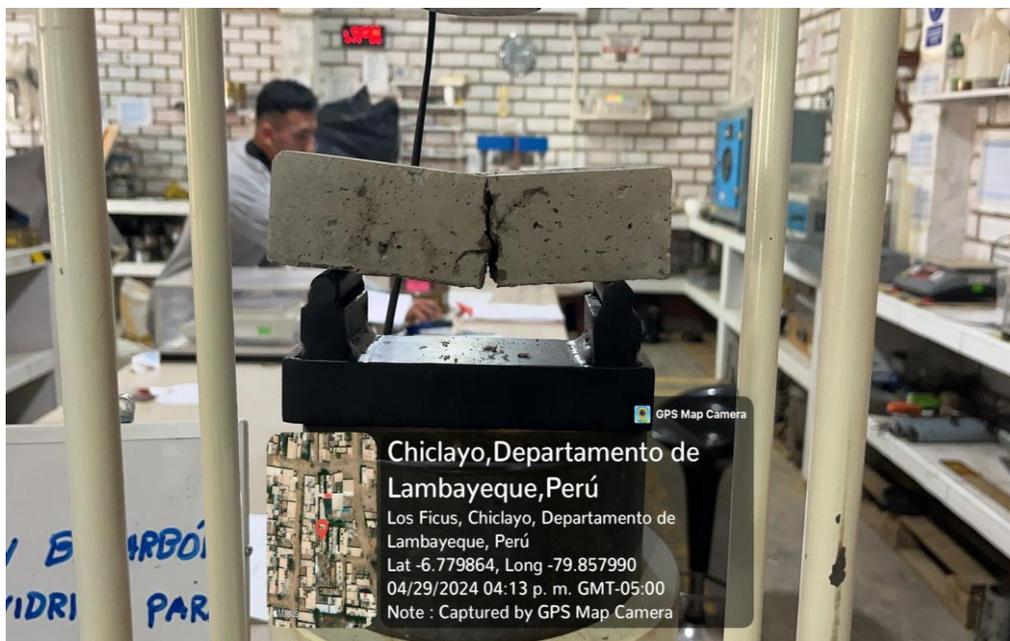


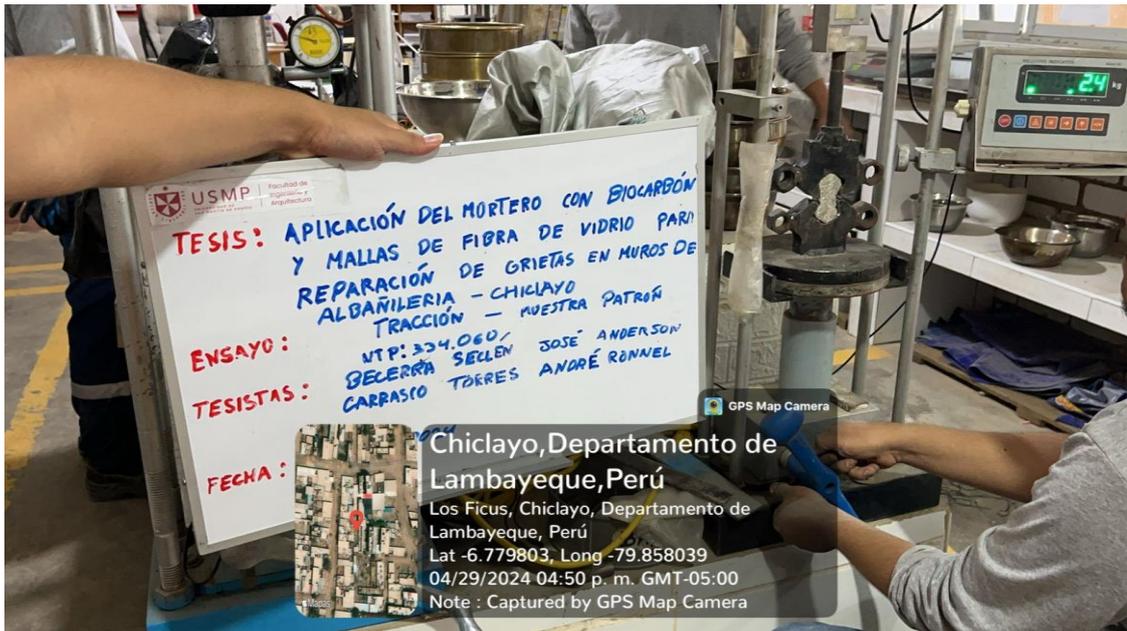


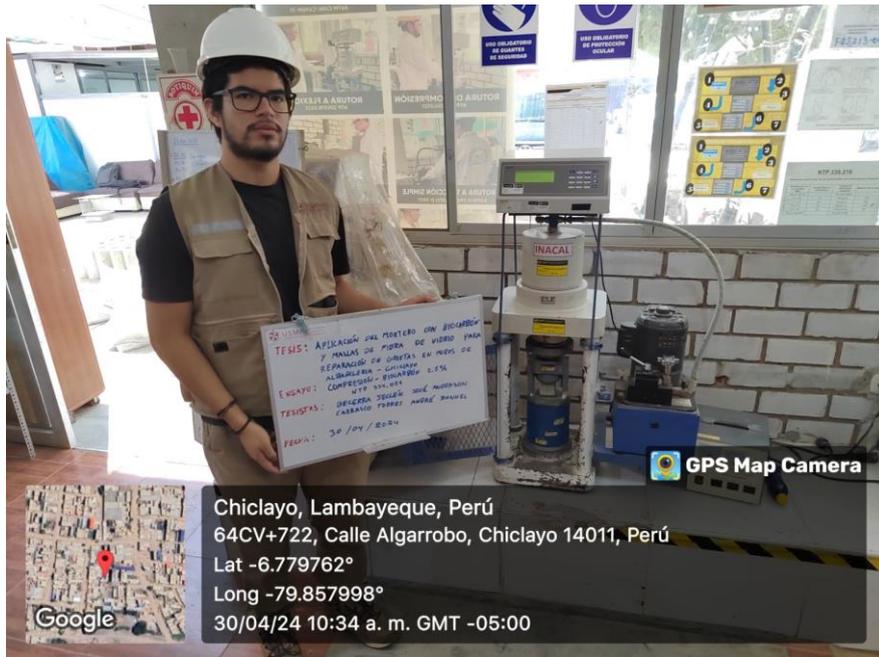












Chiclayo, Lambayeque, Perú
64CV+722, Calle Algarrobo, Chiclayo 14011, Perú
Lat -6.779762°
Long -79.857998°
30/04/24 10:34 a. m. GMT -05:00



Chiclayo, Lambayeque, Perú
64CV+722, Calle Algarrobo, Chiclayo 14011, Perú
Lat -6.779762°
Long -79.857998°
30/04/24 10:47 a. m. GMT -05:00

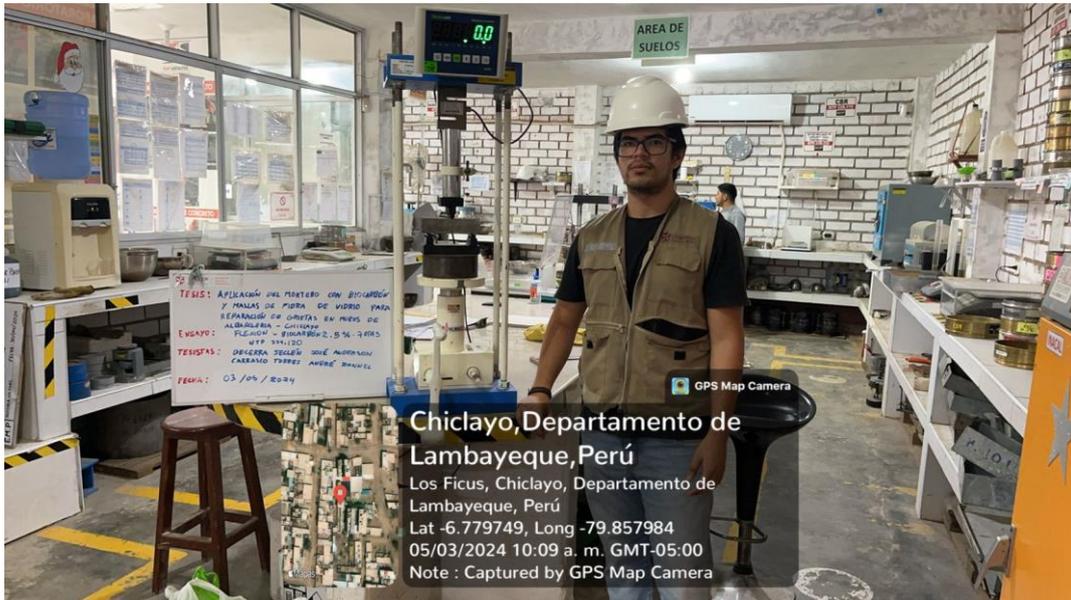


Chiclayo, Lambayeque, Perú
64CV+722, Calle Algarrobo, Chiclayo 14011, Perú
Lat -6.779762°
Long -79.857998°
30/04/24 10:57 a. m. GMT -05:00



Chiclayo, Departamento de
Lambayeque, Perú
Los Ficus, Chiclayo, Departamento de
Lambayeque, Perú
Lat -6.779815, Long -79.858011
04/30/2024 03:41 p. m. GMT-05:00
Note : Captured by GPS Map Camera







Chiclayo, Departamento de
Lambayeque, Perú
Los Ficus, Chiclayo, Departamento de
Lambayeque, Perú
Lat -6.779789, Long -79.857851
05/03/2024 10:15 a. m. GMT-05:00
Note : Captured by GPS Map Camera



Chiclayo, Departamento de
Lambayeque, Perú
Los Ficus, Chiclayo, Departamento de
Lambayeque, Perú
Lat -6.779673, Long -79.857987
05/03/2024 10:20 a. m. GMT-05:00
Note : Captured by GPS Map Camera

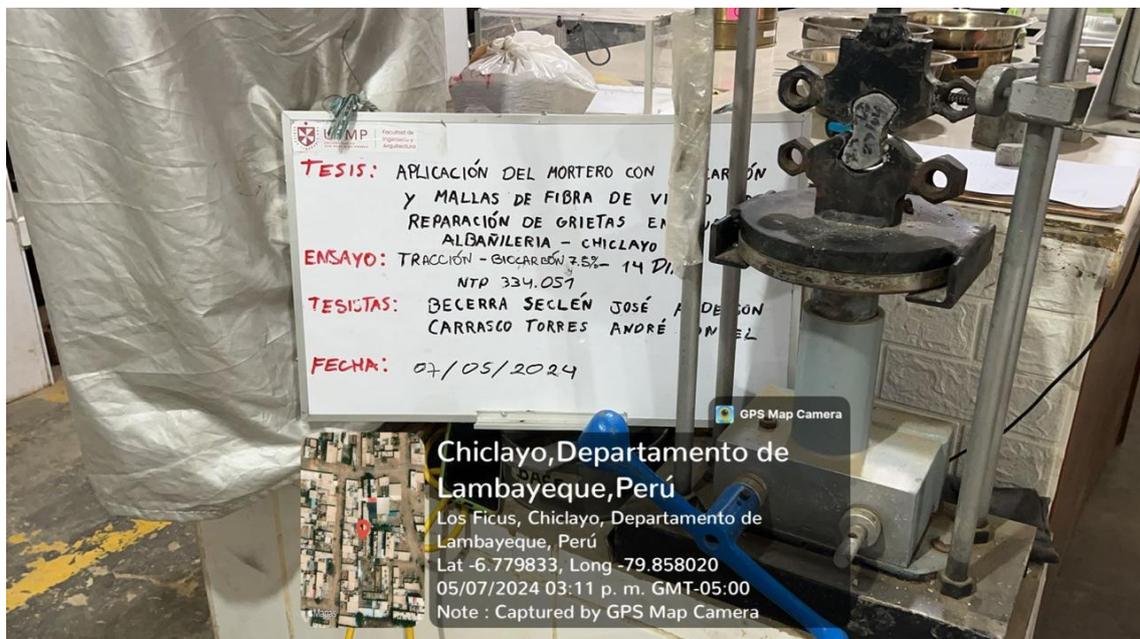












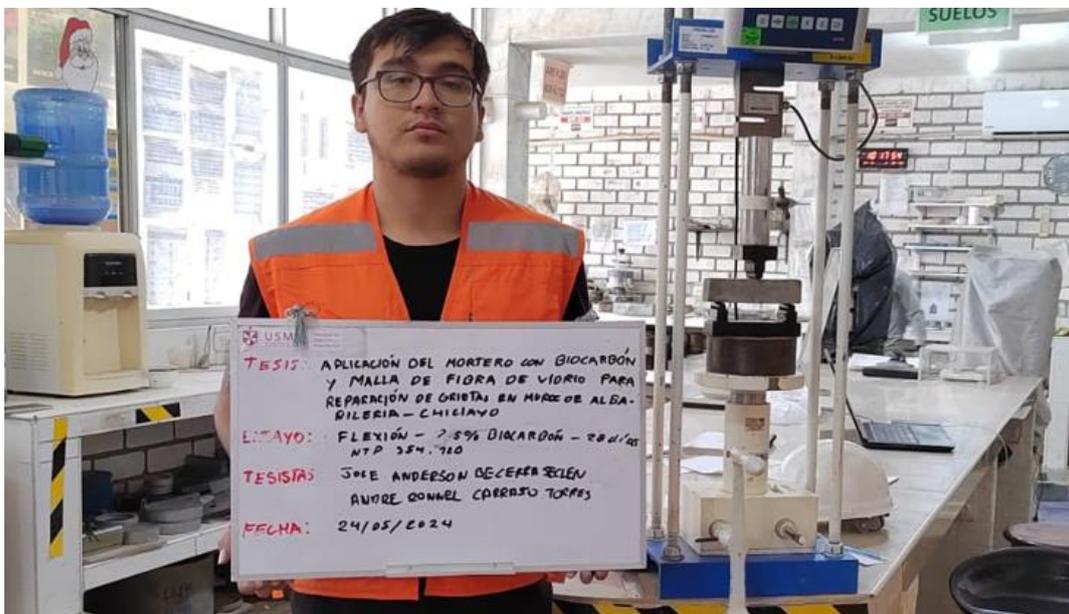
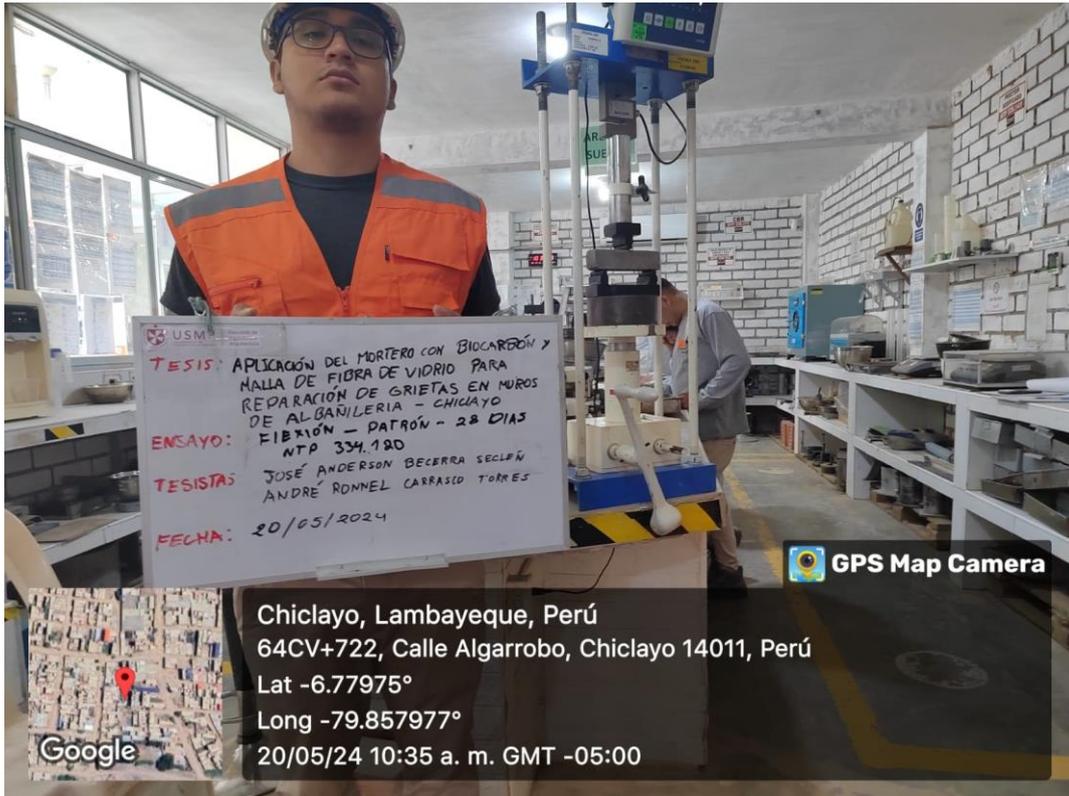


Chiclayo, Lambayeque, Perú
 64CV+722, Calle Algarrobo, Chiclayo 14011, Perú
 Lat -6.77975°
 Long -79.857977°
 20/05/24 11:02 a. m. GMT -05:00



Chiclayo, Departamento de
 Lambayeque, Perú
 Los Ficus, Chiclayo, Departamento de
 Lambayeque, Perú
 Lat -6.779751, Long -79.858034
 05/21/2024 10:47 a. m. GMT-05:00
 Note : Captured by GPS Map Camera



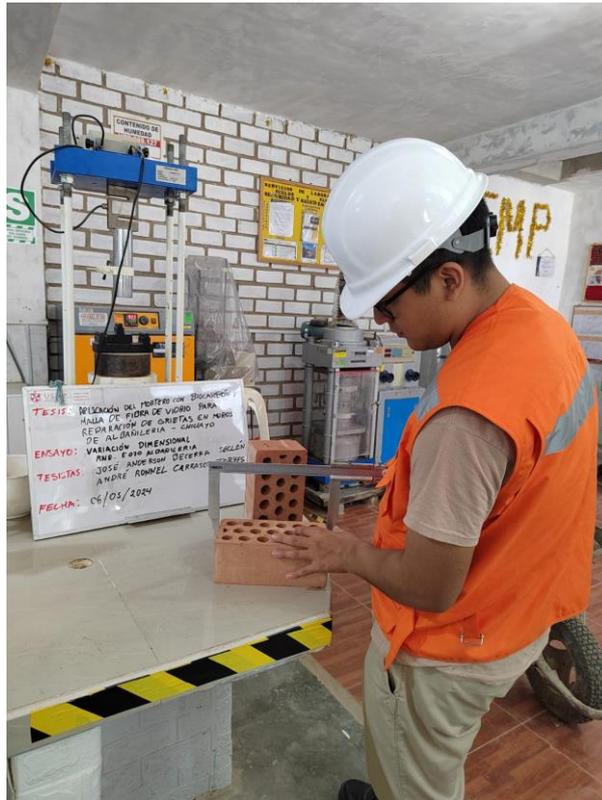




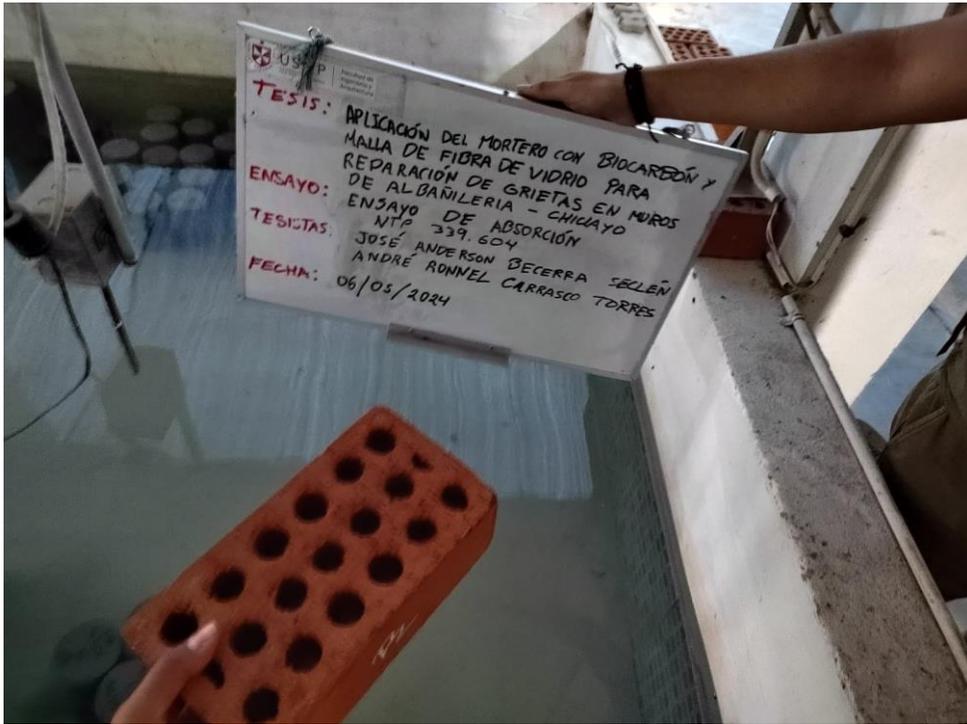








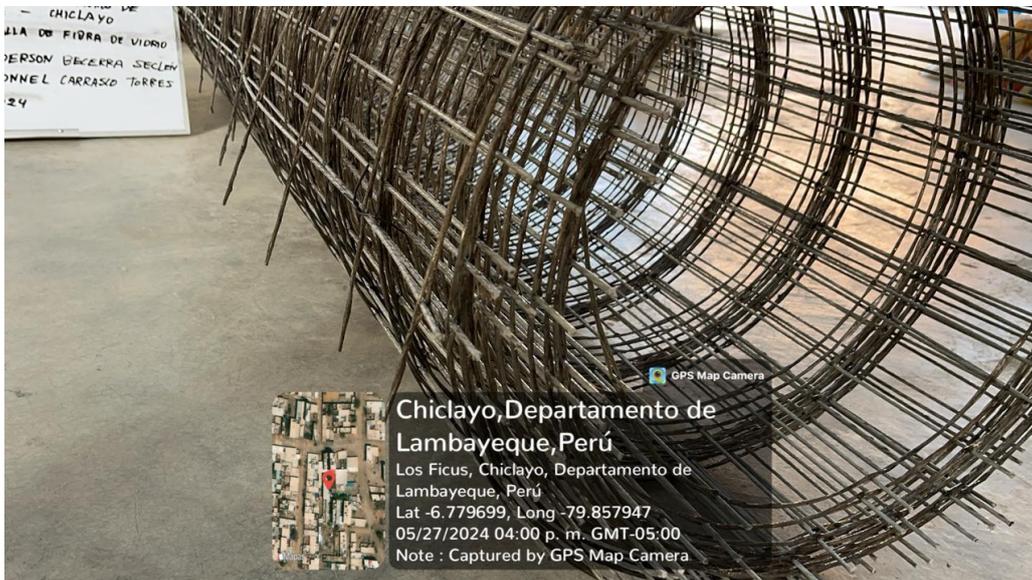


















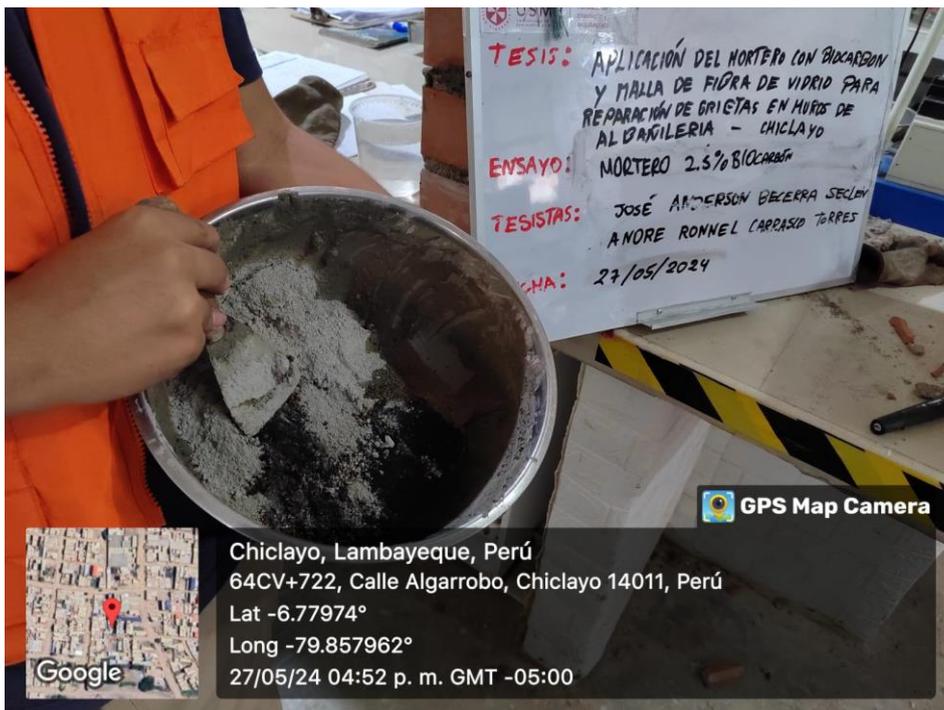




Chiclayo, Lambayeque, Perú
64CV+722, Calle Algarrobo, Chiclayo 14011, Perú
Lat -6.77973°
Long -79.85794°
27/05/24 03:13 p. m. GMT -05:00



Chiclayo, Lambayeque, Perú
64CV+722, Calle Algarrobo, Chiclayo 14011, Perú
Lat -6.779769°
Long -79.858004°
27/05/24 05:17 p. m. GMT -05:00











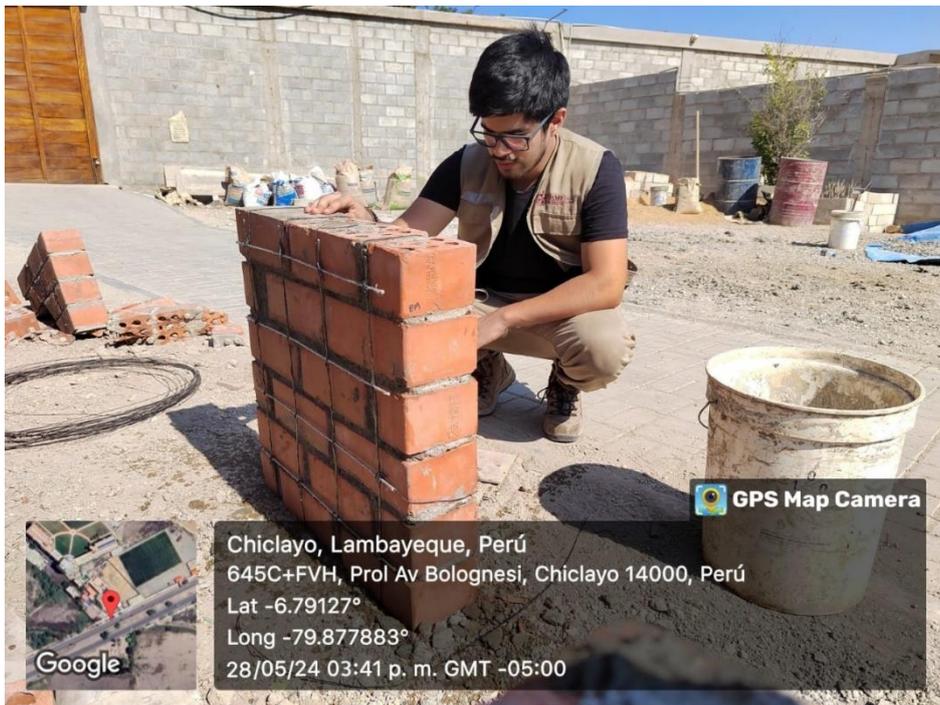


































FUENTES DE INFORMACIÓN

Ascate Guevara, R. & Cuadros Villacres. J. (2020). *Análisis comparativo de malla de fibra de vidrio y poliuretano líquido como impermeabilizantes de techo en el INSN–Lima-2020* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo], Repositorio académico de la UCV.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/63930>

Barissov, T. (2021). *Application of Biochar as Beneficial Additive in Concrete* [Tesis de Maestría, University of Nebraska-Lincoln], Repositorio académico de University of Nebraska.
<https://digitalcommons.unl.edu/civilengdiss/175/>

Burga Maceda, M. C. (2023). *Evaluación de las Propiedades del Mortero Incorporando Ceniza de Hoja de Eucalipto* [Tesis de Grado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio académico de la USS.
<https://hdl.handle.net/20.500.12802/11065>

Cervantes Hernández, P. (2008). Media, varianza y desviación estándar. *Ciencia y Mar*, 12(34), 29-36. <https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-y-mar/articulo/media-varianza-y-desviacion-estandar>

Domingues, R. R., Trugilho, P. F., Silva, C. A., Cristina, I., Melo, A., Magriotis, Z. M., & Sánchez Monedero, M. A. (2017). Properties of biochar derived from wood and high-nutrient biomasses with the aim of agronomic and environmental benefits. *PloS One*, 12(5), E0176884.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176884>

E-ficiencia. (5 de junio de 2020). *Colocación de mallas de refuerzo en el sistema SATE*. <https://e-ficiencia.com/colocacion-de-mallas-de-refuerzo-en-el-sistema-sate/>

Esteban, N. (24 de junio de 2018). Tipos de Investigación. *Core*.

<https://api.core.ac.uk/oai/oai:repositorio.unisdg.edu.pe:USDG/34>

Fernández Baqueiro, L., Marín Gómez, F., Varela Rivera, J. & Vargas Marín, G.

(2009). Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto. *Ingeniería*, 13(2), 41-50.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46713053005>

Gómez, A., Klose, W. & Rincón, S. (2008). *Pirólisis de biomasa: cuesco de palma de aceite* [Proyecto de Investigación, Universidad Nacional de Colombia], Repositorio académico de la CID Palmero.

<https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/81390>

Grupo Casa Lima. (s.f.). *Muros de Albañilería Confinada*.

<https://grupocasalima.com/blog/servicios/muros-de-albanileria-confinada/>

Hossein, K.; Milad, S.; Milad, B.; Seyed, M.; Seyed, M. & Mehrdad, A. (2023).

The structural response of masonry walls strengthened using prestressed near surface mounted GFRP bars under cyclic loading.

Materials and Structures, 56(6), 112. <https://doi.org/10.1617/s11527-023-02201-0>

InmobiMedia. (s.f.). *Descubre la solución ideal para tus grietas con nuestra*

malla para grietas de alta calidad. <https://inmobimedia.com/malla-para-grietas/>

Regeneration International. (16 de mayo de 2018) What is Biochar?

<https://regenerationinternational.org/2018/05/16/what-is-biochar/>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Contenido de humedad del agregado fino*

(NTP 339.127). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes->

[publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio](https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio)

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Análisis granulométrico del agregado fino* (NTP 400.037). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Ensayo equivalente de arena* (NTP 339.146). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Peso unitario suelto y compactado del agregado fino* (400.017). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Peso específico más absorción* (NTP 400.022). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Material que pasa el tamiz N° 200* (NTP 339.132). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Contenido de sales solubles* (NTP 339.152). [https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-](https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio)

[publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio](https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio)

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Contenido de sulfatos solubles* (NTP 339.178). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Contenido de cloruros solubles* (NTP 339.177). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Resistencia a la compresión del mortero* (NTP 334.051). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Resistencia a la flexión del mortero* (NTP 334.120). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Instituto Nacional de Calidad. (2014). *Resistencia a la tensión del mortero* (NTP 334.060). <https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>

Irías Murillo, M. (2021). *Estudio experimental de la reparación de paredes de mampostería confinada reforzadas con malla electrosoldada después de ser sometidas a precarga* [Tesis de Maestría, Universidad de Costa

Rica], Repositorio académico de Kerwa.

<https://kerwa.ucr.ac.cr/items/023f488c-63cd-4123-96c4-049c6e2ca6f5>

Isaval. (s.f.). *Malla de Fibra de Vidrio – RHONAMESH T-150*.

<https://www.isaval.pe/producto/malla-de-fibra-de-vidrio/>

Johannes, L., y Stephen, J. (2015). *Biocarbón para la Gestión Ambiental: Ciencia, Tecnología e Implementación*. (2ª ed.). Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9780203762264>

Lemara. (9 de setiembre de 2019). *¿Para qué sirve la inyección de resinas en muros?*. <https://www.lemara.es/para-que-sirve-inyeccion-resinas-muros/>

Ling, Y., Wu, X., Tan, K. y Zou, Z. (2023). Effect of Biochar Dosage and Fineness on the Mechanical Properties and Durability of Concrete.

Materials, 16(7), 2809. <https://doi.org/10.3390/ma16072809>

Loayza Linares, J. B. & Lopez Rosales, B. A. (2022). *Cenizas de residuos agrícolas como reemplazo parcial de cemento para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural* [Tesis de Grado, Universidad Ricardo Palma], Repositorio académico de la Universidad Ricardo Palma. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5803>

Maccinox. (s.f.). *Malla de Fibra de Vidrio con PTFE*.

<https://www.maccinox.com/productos/mallas/malla-de-fibra-de-vidrio-con-ptfe>

Mapei (5 de octubre 2023). *EPOYET [NA]*.

https://cdnmedia.mapei.com/docs/librariesprovider10/products-documents/1_3000367_epojet_en-us_c258d004fcab457b823ed6347a7ce7e9.pdf?sfvrsn=7be30ddc_0

- Mexican Fibers. (2021). *¿Qué son las mallas de fibra de vidrio?*.
<https://mexicanfibers.com/que-son-las-mallas-de-fibra-de-vidrio/>
- Mexican Fibers. (3 de marzo de 2021). *¿Qué son los polímeros reforzados con fibra de vidrio?*. <https://mexicanfibers.com/que-son-los-polimeros-reforzados-con-fibra-de-vidrio/>
- Mindess Sidney. (2019). *Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete* (2ª ed.). Woodhead Publishing.
<https://shop.elsevier.com/books/developments-in-the-formulation-and-reinforcement-of-concrete/mindess/978-0-08-102616-8>
- Morales, P. (2013). *Investigación experimental, diseños y contrastes de medias*.
https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/A4t2k2_disenoinvestigacion.pdf
- Palacio León, Ó., Chávez Porras, Á. & Velásquez Castiblanco, Y. (2017). Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. *Tecnura*, 21(53), 96-106.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.3.a06>
- Pasquel Carbajal, E. (1999). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. (2ª ed.). Colegio de Ingenieros del Perú. <http://sisbiblio.utea.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=8215>
- Patologías Construcción (s.f.). *Cómo reparar una fisura o grieta 2 de 5*.
<https://www.patologiasconstruccion.net/2021/02/como-reparar-una-fisura-o-grieta-muros/>
- Peter Cox. (s.f.). *Reparaciones estructurales*.
<https://www.petercox.com/specialist-expertise/structural-repairs/crack-stitching/>

Plaremesa. (s.f.). *¿Qué es las Fibra de vidrio y que podemos hacer con ella?*.

<https://www.plaremesa.net/que-es-la-fibra-de-vidrio/>

Plaremesa. (s.f.). *Aplicaciones para las mallas de fibra de vidrio*.

<https://www.plaremesa.net/aplicaciones-malla-de-fibra-de-vidrio/>

Plast Polimer Perú. (s.f.). *Barras de refuerzo de fibra de vidrio: Normativa*.

<https://plastpolimerperu.com/standart-es/>

Plast Polimer Perú [@plastpolimer_peru]. (17 de abril de 2024). *Producimos la malla de fibra de vidrio en las siguientes presentaciones: Malla de FRP 2" x 2" calibre #8 2m* [Fotografía]. Instagram.

https://www.instagram.com/plastpolimer_peru?igsh=b3lkbmRzbDg3bWd

[3](#)

Psc México. (s.f.). *Inyección de Resina Epóxica*.

<https://pscmexico.mx/inyeccion-de-resina-epoxica/>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). *Albañilería* (E.0.70).

<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Reolid Hernández, Oriol. (2011). *Análisis y modelización de ensayos de uniones mecánicas de materiales GFRP fabricados por pultrusión* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica de Catalunya], Repositorio académico de la UPC. <http://hdl.handle.net/2099.1/13465>

Rivva López, E. (2014). *Materiales para el concreto* (3ª ed.). Fondo Editorial

ICG.

https://tienda.construccion.org/producto/materiales_para_el_concreto_3r

[a](#)

- Ruiz Santillan, J. (2020). *Análisis de la efectividad de dos técnicas de reparación de muros en albañilería confinada luego de un proceso de falla por acción sísmica* [Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego], Repositorio académico de la UPAO.
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/6796>
- Sáenz, M. C. (2016). *Influencia del espesor de la junta de mortero en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería* [Tesis de Grado, Universidad Privada Del Norte], Repositorio académico de la UPN.
<https://hdl.handle.net/11537/7242>
- Salazar León, E. M. (2020). *Mecanismos para el abordaje de fallas estructurales en muros de albañilería confinada en viviendas del Centro Poblado El Progreso, Yambrasbamba, Bongará - Amazonas 2020* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio académico de la UNTRM.
<https://hdl.handle.net/20.500.14077/2878>
- Salvador Terrones, J. G. (2023). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm², sustituyendo parcialmente el cemento por biocarbón de restos de madera, en la ciudad de Chiclayo* [Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo], Repositorio académico de la USAT.
<http://hdl.handle.net/20.500.12423/6846>
- San Bartolomé, Á., Quiun, D. & Silva, W. (2018). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería* (2^a ed.). Fondo Editorial de la PUCP.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170319>

- Santos, J. D. & Fuertes, J. F. (2004). La densidad es una propiedad intensiva de la materia (pero su medida no). *Revista Mexicana de Física*, 50(En2), 81-87. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57063201>
- Sika Perú. (s.f.). *Mortero reforzado con fibras para reparación en vivienda*. <https://per.sika.com/es/construccion/morteros-tarrajeos/morteros-reparacion/sikarep-home.html>
- Sintac Recycling. (12 de enero de 2024). *¿Qué es un polímero? Definición, tipos y materiales?*. <https://sintac.es/polimeros-que-es-tipos-materiales/>
- Steel Mefobo. (s.f.). *El Poder de las Grapas para Grietas*. <https://muelles.com/el-poder-de-las-grapas-para-grietas/>
- Turovaara, M. (2022). The effect of high-ratio biochar replacement in concrete on performance properties: Experimental study of biochar addition to concrete mixture [Tesis de Grado, Luleå University of Technology], Repositorio académico de LTU. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn%3Anbn%3Ase%3Altu%3Adiva-89449>
- Vega, G., Ávila, J., Vega, A., Camacho, N., Becerril, A. & Leo, G. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15), 1857-7881. <https://core.ac.uk/reader/236413540>
- Zalamea Suárez, A. S., Almache Sanchez, L. M. & Alvarez Vera, M. S. (2023). Diseño de hormigón hidráulico con biocarbon. *South Florida Journal of Development*, 4(7), 2927-2944. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n7-030>
- 360 En Concreto. (12 de enero de 2024). *¿Qué son los polímeros reforzados con fibra de vidrio y qué aportan a la industria del concreto?*

<https://360enconcreto.com/blog/detalle/polimeros-reforzados-con-fibra-vidrio/>