

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



**Estudio del comportamiento del mortero elaborado con agregado fino
procedente de concreto reciclado y adición de aserrín calcinado, San José,
Lambayeque**

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

AUTOR

Franko Orestes Chuye Gastulo

ASESOR

Angel Alberto Lorren Palomino

<https://orcid.org/0000-0002-6432-3453>

Chiclayo, 2023

**Estudio del comportamiento del mortero elaborado con agregado
fino procedente de concreto reciclado y adición de aserrín calcinado,
San José, Lambayeque**

PRESENTADA POR
Franko Orestes Chuye Gastulo

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

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

César Eduardo Cachay Lazo
PRESIDENTE

José Alberto Acero Martínez
SECRETARIO

Angel Alberto Lorren Palomino
VOCAL

Dedicatoria

Dedico esta tesis con mucho esfuerzo y dedicación a mi madre Nereida, a mi padre Félix, por haberme dado su apoyo incondicional y por haberme instruido por el buen camino de la vida, a mis queridos hermanos Diego y Lenin por haberme dado su amor y protección, son el motivo de mi superación.

Dedico el esfuerzo de mi tesis con mucho aprecio a mi segunda familia, mi familia Gastulo Cruz por haberme acogido con mucho afecto y cuidado, son parte de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a mis amigos y compañeros de la universidad por haberme apoyado en esta larga trayectoria de la universidad, en especial a mi gran amigo Cesar Purihuaman Hernández, por su amparo en todo momento.

Un agradecimiento a todos mis profesores en especial a mi asesor Ing. Carlos Rafael Tafur Jiménez, por su tiempo y dedicación en esta investigación.

TESIS - CHUYE GASTULO

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	doku.pub Fuente de Internet	1%
5	www.ojp.gov Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	

Índice

Resumen.....	17
Abstract	18
Introducción	19
Marco teórico	22
Metodología	60
Resultados y discusión	74
Conclusiones	169
Recomendaciones.....	172
Referencias.....	173
Anexos	178

Lista de tablas

Tabla 1. Granulometría de la arena gruesa	29
Tabla 2. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	30
Tabla 3. Tabla de durabilidad del agregado fino	41
Tabla 4. Usos del mortero de cemento	42
Tabla 5. Resistencia de morteros cemento y arena según su proporción en volumen	43
Tabla 6. Fluidéz del mortero	43
Tabla 7. Comparación de los porcentajes de fluidéz según su consistencia.....	45
Tabla 8. Variables – Operacionalización Independiente.....	67
Tabla 9. Variables – Operacionalización Dependiente	68
Tabla 10. Muestras para ensayos de resistencia a compresión.....	71
Tabla 11. Muestras para ensayos de resistencia al ciclo hielo-deshielo.....	72
Tabla 12. Muestras para ensayos de durabilidad del mortero por ataques de sulfatos	72
Tabla 13. Granulometría de la arena	74
Tabla 14. Granulometría del concreto reciclado.....	76
Tabla 15. Peso unitario suelto de la arena	77
Tabla 16. Peso unitario suelto del concreto reciclado.....	77
Tabla 17. Peso unitario compactado de la arena.....	78
Tabla 18. Peso unitario compactado del concreto reciclado	78
Tabla 19. Contenido de humedad de la arena.....	79
Tabla 20. Contenido de humedad del concreto reciclado	79
Tabla 21. Datos del peso específico y absorción de la arena	79
Tabla 22. Resultados del peso específico y absorción de la arena	80
Tabla 23. Datos del peso específico y absorción del concreto reciclado	80
Tabla 24. Resultados del peso específico y absorción del concreto reciclado	80
Tabla 25. Porcentaje de finos - malla N°200 de la arena.....	81
Tabla 26. Porcentaje de finos - malla N°200 del concreto reciclado	81
Tabla 27. Carbón y lignito de la arena.....	81
Tabla 28. Carbón y lignito del concreto reciclado	82
Tabla 29. Terrones de arcillas de la arena	82
Tabla 30. Terrones de arcillas del concreto reciclado.....	82
Tabla 31. Sales y cloruros totales de la arena.....	83
Tabla 32. Sales y cloruros totales del concreto reciclado	83
Tabla 33. Desgaste por sulfato de magnesio de la arena.....	83
Tabla 34. Resultado - desgaste por sulfato de magnesio	84
Tabla 35. Desgaste por sulfato de magnesio del concreto reciclado.....	84

Tabla 36. Resultado - desgaste por sulfato de magnesio	85
Tabla 37. Densidad de la ceniza de aserrín.....	85
Tabla 38. Dosificación del mortero sin corrección	88
Tabla 39. Cantidad en peso de la dosificación del mortero	89
Tabla 40. Cantidad en volumen y peso de la dosificación del mortero patrón.....	89
Tabla 41. volumen, baldes y peso en obra sin adición.....	90
Tabla 42. diseño de 5% de aserrín calcinado por cemento y 10%	92
Tabla 43. volumen, baldes y peso en obra con adición.....	92
Tabla 44. Resultado de los diseños de las dosificaciones del mortero	93
Tabla 45. Fluidez del mortero patrón	95
Tabla 46. Fluidez del mortero 5% ceniza + 10% cr.....	95
Tabla 47. Fluidez del mortero 5% ceniza + 20% cr.....	96
Tabla 48. Fluidez del mortero 5% ceniza + 30% cr.....	96
Tabla 49. Fluidez del mortero 10% ceniza + 10% cr.....	97
Tabla 50. Fluidez del mortero 10% ceniza + 20% cr.....	97
Tabla 51. Fluidez del mortero 10% ceniza + 30% cr.....	98
Tabla 52. Fluidez del mortero 15% ceniza + 10% cr.....	98
Tabla 53. Fluidez del mortero 15% ceniza + 20% cr.....	99
Tabla 54. Fluidez del mortero 15% ceniza + 30% cr.....	99
Tabla 55. Fluidez del mortero 20% ceniza + 10% cr.....	100
Tabla 56. Fluidez del mortero 20% ceniza + 20% cr.....	100
Tabla 57. Fluidez del mortero 20% ceniza + 30% cr.....	101
Tabla 58. Resumen grafico del ensayo de fluidez	101
Tabla 59. Resultados de la densidad del mortero	103
Tabla 60. Resumen gráfico de la densidad del mortero	104
Tabla 61. Resultados de la absorción de agua del mortero	105
Tabla 62. Resumen gráfico de la absorción de agua del mortero.....	106
Tabla 63. Resultados de la adherencia del mortero	107
Tabla 64. Resumen gráfico de la adherencia del mortero	108
Tabla 65. Resultados a la pila de albañilería	109
Tabla 66. Resumen gráfico de la resistencia a la pila de albañilería del mortero.....	110
Tabla 67. Resultados de la resistencia al murete de albañilería	111
Tabla 68. Resumen gráfico de la resistencia al murete del mortero.....	112
Tabla 69. Resistencia a la compresión - mortero patrón.....	113
Tabla 70. Resistencia a la compresión - 5% ceniza + 10% cr.....	114
Tabla 71. Resistencia a la compresión - 5% ceniza + 20% cr.....	115

Tabla 72. Resistencia a la compresión - 5% ceniza + 30% cr.....	116
Tabla 73. Resistencia a la compresión - 10% ceniza + 10% cr.....	117
Tabla 74. Resistencia a la compresión - 10% ceniza + 10% cr.....	118
Tabla 75. Resistencia a la compresión - 10% ceniza + 30% cr.....	119
Tabla 76. Resistencia a la compresión - 15% ceniza + 10% cr.....	120
Tabla 77. Resistencia a la compresión - 15% ceniza + 20% cr.....	121
Tabla 78. Resistencia a la compresión - 15% ceniza + 30% cr.....	122
Tabla 79. Resistencia a la compresión - 20% ceniza + 10% cr.....	123
Tabla 80. Resistencia a la compresión - 20% ceniza + 20% cr.....	124
Tabla 81. Resistencia a la compresión - 20% ceniza + 30% cr.....	125
Tabla 82. Resultados - Ensayo de resistencia a compresión a los 7 días	126
Tabla 83. Resultados - Ensayo de resistencia a compresión a los 14 días.....	126
Tabla 84. Resultados - Ensayo de resistencia a compresión a los 21 días.....	127
Tabla 85. Resultados - Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días.....	127
Tabla 86. Resumen gráfico de la resistencia a la compresión del mortero.....	128
Tabla 87. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, mortero patrón.....	129
Tabla 88. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 5% ceniza + 10% cr	130
Tabla 89. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 5% ceniza + 20% cr	131
Tabla 90. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 5% ceniza + 30% cr	132
Tabla 91. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 10% ceniza + 10% cr	133
Tabla 92. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 10% ceniza + 20% cr	134
Tabla 93. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 10% ceniza + 30% cr	135
Tabla 94. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 15% ceniza + 10% cr	136
Tabla 95. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 15% ceniza + 20% cr	137
Tabla 96. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 15% ceniza + 30% cr	138
Tabla 97. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 20% ceniza + 10% cr	139
Tabla 98. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 20% ceniza + 20% cr	140
Tabla 99. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 20% ceniza + 30% cr	141
Tabla 100. Ensayo de resistencia a compresión al ciclo hielo - deshielo a los 7 días	142
Tabla 101. Ensayo de resistencia a compresión al ciclo hielo - deshielo a los 14 días	142
Tabla 102. Ensayo de resistencia a compresión al ciclo hielo - deshielo a los 21 días	143
Tabla 103. Ensayo de resistencia a compresión al ciclo hielo - deshielo a los 28 días	143
Tabla 104. Resumen gráfico de la resistencia al ciclo hielo-deshielo del mortero.....	144
Tabla 105. Datos del mortero por durabilidad al sulfato de magnesio.....	145
Tabla 106. Resultados del mortero por durabilidad al sulfato de magnesio.....	145
Tabla 107. Resumen gráfico de la durabilidad al sulfato de magnesio del mortero	146

Tabla 108. Datos de variación dimensional del largo del ladrillo.....	147
Tabla 109. Datos de variación dimensional del ancho y altura del ladrillo.....	148
Tabla 110. Resultados de alabeo	149
Tabla 111. Resultados de la absorción del ladrillo	150
Tabla 112. Resultados de la absorción del ladrillo	151
Tabla 113. Resultados del porcentaje de vacío.....	152
Tabla 114. Resultados de la resistencia del ladrillo	153
Tabla 115. Ficha técnica del mortero con sustitución de aserrín calcinado y concreto reciclado	154
Tabla 116. Tabla de la matriz de leopold	157
Tabla 117. Magnitud e importancia del impacto negativo para su calificación en la matriz de leopold	158
Tabla 118. Magnitud e importancia del impacto positivo para su calificación en la matriz de leopold	159
Tabla 119. Análisis de costo unitario de la trituración del CR.....	161
Tabla 120. Análisis de costo unitario de tamizado de CR	161
Tabla 121. Precio unitario del concreto reciclado	162
Tabla 122. Análisis de costo unitario del quemado de aserrín.....	162
Tabla 123. Análisis de costo unitario de tamizado de la ceniza de aserrín	163
Tabla 124. Precio unitario del aserrín calcinado.....	164
Tabla 125. Dimensión del ladrillo lark kk tipo v	164
Tabla 126. Tabla de volumen del 10 % aserrín calcinado y 30% concreto reciclado	166
Tabla 127. Análisis de costos unitarios del muro de tipo soga con mortero convencional	167
Tabla 128. Análisis de costos unitarios del muro de tipo soga con mortero modificado	168
Tabla 129. Estimación de Residuo de construcción y demolición (RCD) en el Distrito de San José .	178
Tabla 130. Producción anual de sacos de aserrín en el distrito de San José.....	178
Tabla 131. Producción anual (kg) de aserrín en el distrito de San José	179

Lista de figuras

Figura 1. Promedio de las alturas del ladrillo	53
Figura 2. Medición de alabeo en la unidad de albañilería.....	54
Figura 3. Colocación para el ensayo de succión	54
Figura 4. Etapas del proceso de obtención final del Concreto Reciclado	60
Figura 5. Curva Granulométrica de la Arena.....	75
Figura 6. Curva Granulométrica del Concreto Reciclado	76
Figura 7. Localización Nacional.....	179
Figura 8. Localización Departamental.....	179
Figura 9. Localización Distrital.....	180
Figura 10. Proceso de fabricación de cemento	180

Lista de imágenes

Imagen 1. Desprendimiento de Mortero en Sardinel	181
Imagen 2. Falta de Recubrimiento en Sardinel.....	181
Imagen 3. Desprendimiento de Mortero en Fachadas.....	182
Imagen 4. Desprendimiento de Mortero en Veredas	182
Imagen 5. Falta de mortero en Losa de Veredas.....	183
Imagen 6. Botadero de Concreto, Carretera Chiclayo – San José.....	183
Imagen 7. Botadero de grandes rocas de Concreto.....	184
Imagen 8. Botadero de residuos de construcción en furgoneta.....	184
Imagen 9. Botadero de grandes áreas de residuos de construcción.....	184
Imagen 10. Botadero de montañas de concreto disueltas.....	185
Imagen 11. Separación del Concreto Reciclado	186
Imagen 12. Elección del Concreto Reciclado	186
Imagen 13. Pre-cribado	187
Imagen 14. Clasificación Y Limpieza	187
Imagen 15. Trituración Primaria Y/O Secundaria	188
Imagen 16. Cribado Final.....	188
Imagen 17. Aserrín.....	189
Imagen 18. Obtención Del Aserrín.....	189
Imagen 19. Viruta de Aserrín	190
Imagen 20. Desperdicios de Madera	190
Imagen 21. Construcciones Navales.....	191
Imagen 22. Dueño del Aserradero “Luis Alejandro Ramos Kong”	191
Imagen 23. Astillero “Nuestra Señora de Fátima”.....	192
Imagen 24. Maquina Fragua.....	192
Imagen 25. Horno efectivo.....	193
Imagen 26. Quemado principal del aserrín.....	193
Imagen 27. Quemado secundario del aserrín.....	194
Imagen 28. Moldeado y pulverizado	194
Imagen 29. Luis Alexander tesen bravo, dueño de la factoría, “Metal mecánica industrial tesen”.....	195
Imagen 30. Cuarteo	195
Imagen 31. Tamices del agregado fino.....	196
Imagen 32. Granulometría.....	196
Imagen 33. Peso Unitario Suelto	197
Imagen 34. Peso Unitario Compactado	197
Imagen 35. Cono de abrhams	198

Imagen 36. Peso del picnómetro con agua	198
Imagen 37. Peso del picnómetro con arena más agua.....	199
Imagen 38. Muestras al horno	199
Imagen 39. Proceso del ensayo de porcentaje de finos - Malla N°200	200
Imagen 40. Ensayo De Terrones De Arcillas	200
Imagen 41. Peso De Muestras Para Los Terrones De Arcillas	201
Imagen 42. Proceso Del Desgaste Por Sulfato De Magnesio	201
Imagen 43. Muestras con sulfato de magnesio	201
Imagen 44. Muestras con sulfato de magnesio después del secado en horno	202
Imagen 45. Proceso previo a la mezcla	202
Imagen 46. Llenado de los moldes cúbicos	203
Imagen 47. Apisonamiento de los morteros moldeados	203
Imagen 48. Enrasamiento de los moldes cúbicos	204
Imagen 49. Materiales para el ensayo de fluidez	204
Imagen 50. Llenado de molde	205
Imagen 51. Apisonamiento de la mezcla	205
Imagen 52. Limpieza y secado de la meza de flujo	206
Imagen 53. Muestra asentada luego de quitar el molde	206
Imagen 54. Levantamiento de la plataforma de la mesa de flujo	207
Imagen 55. Medida de los 4 diámetros de la muestra fluida.....	207
Imagen 56. Molde Para El Ensayo De Densidad Del Mortero	208
Imagen 57. Cubos de mortero sumergidos en agua	208
Imagen 58. Cubos de mortero en el horno.....	209
Imagen 59. Cubos de mortero después del secado en horno.....	209
Imagen 60. Muestras de ladrillos para ensayo de cizalle	210
Imagen 61. Ensayo de adherencia al cizalle	210
Imagen 62. Mortero con buenas adherencias al ladrillo	211
Imagen 63. Adherencia al Mortero patrón – Falla junta	212
Imagen 64. Adherencia al 5 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla junta.....	212
Imagen 65. Adherencia al 5 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla pieza	212
Imagen 66. Adherencia al 5 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla mixta.....	212
Imagen 67. Adherencia al 10 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla junta.....	213
Imagen 68. Adherencia al 10 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla junta.....	213
Imagen 69. Adherencia al 10 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla pieza	213
Imagen 70. Adherencia al 15 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla junta.....	213
Imagen 71. Adherencia al 15 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla junta.....	214

Imagen 72. Adherencia al 15 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla junta.....	214
Imagen 73. Adherencia al 20 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla junta.....	214
Imagen 74. Adherencia al 20 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla junta.....	214
Imagen 75. Adherencia al 20 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla pieza	215
Imagen 76. Proceso para el ensayo de pila de albañilería.....	215
Imagen 77. Muestras de pilas de albañilería.....	216
Imagen 78. Compresión a la pila de albañilería.....	216
Imagen 79. Pila del Mortero patrón – Falla por agrietamiento vertical	217
Imagen 80. Pila del 5 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclad – Falla por agrietamiento vertical	217
Imagen 81. Pila del 5 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla por cortante.....	217
Imagen 82. Pila del 5 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla por agrietamiento vertical	217
Imagen 83. Pila del 10 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla cónica	218
Imagen 84. Pila del 10 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla por aplastamiento...218	
Imagen 85. Pila del 10 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla explosiva.....	218
Imagen 86. Pila del 15 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla explosiva.....	218
Imagen 87. Pila del 15 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla por agrietamiento vertical	219
Imagen 88. Pila del 15 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla por agrietamiento vertical	219
Imagen 89. Pila del 20 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla por Flexión	219
Imagen 90. Pila del 20 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla por agrietamiento vertical	219
Imagen 91. Pila del 20 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla por flexión	220
Imagen 92. Fallas de las pilas.....	220
Imagen 93. Proceso para el ensayo de resistencia al murete de albañilería	221
Imagen 94. Muro de albañilería 60x60 cm	221
Imagen 95. Muros de albañilería con diferente dosificación	222
Imagen 96. Rotura de muros de albañilería	222
Imagen 97. Murete con mortero patrón - Falla combinada.....	223
Imagen 98. Murete del 5 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla combinada	223
Imagen 99. Murete del 5 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla por tensión	223
Imagen 100. Murete del 5 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla por tensión	223
Imagen 101. Murete del 10 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla por tensión	224
Imagen 102. Murete del 10 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla combinada	224

Imagen 103. Murete del 10 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla por tensión	224
Imagen 104. Murete del 15 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla por tensión	224
Imagen 105. Murete del 15 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla combinada	225
Imagen 106. Murete del 15 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla combinada	225
Imagen 107. Murete del 20 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado – Falla combinada	225
Imagen 108. Murete del 20 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado – Falla combinada	225
Imagen 109. Murete del 20 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado – Falla por tensión	226
Imagen 110. Fallas en muretes	226
Imagen 111. Muestras de cubos de mortero	227
Imagen 112. Rotura de probetas y lectura	227
Imagen 113. Proceso del ciclo hielo-deshielo para cubos de mortero.....	228
Imagen 114. Cubos de mortero en el descongelamiento.....	228
Imagen 115. Ficha técnica del congelador coldex ch40 339L	229
Imagen 116. Rotura de cubos de mortero en el ensayo del ciclo hielo-deshielo	229
Imagen 117. Muestra de sulfato de magnesio.....	230
Imagen 118. Proceso de ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio	231
Imagen 119. Muestras de ladrillo lark tipo v	231
Imagen 120. Ladrillo lark tipo v	232
Imagen 121. Variación dimensional del ladrillo.....	232
Imagen 122. Ensayo de alabeo	233
Imagen 123. Medida cóncava o convexa de alabeo.....	233
Imagen 124. Soporte para ensayo de succión	234
Imagen 125. Proceso de ensayo de succión.....	234
Imagen 126. Ladrillo lark tipo v, ensayo de succión	235
Imagen 127. Ladrillos sumergidos para el ensayo de absorción	235
Imagen 128. Proceso de pesado de ladrillos	236
Imagen 129. Proceso de ensayo de porcentaje de vacíos.....	236
Imagen 130. Refrentado del ladrillo	237
Imagen 131. Muestras para el ensayo de compresión a la unidad de albañilería	237
Imagen 132. Ensayo de compresión a la unidad de albañilería.....	238
Imagen 133. Certificado de granulometría de la arena	239
Imagen 134. Certificado de granulometría del concreto reciclado.....	240
Imagen 135. Certificado de peso unitario y contenido de humedad de la arena	241
Imagen 136. Certificado de peso unitario y contenido de humedad del concreto reciclado.....	242
Imagen 137. Certificado de peso específico y absorción de agregado fino.....	243
Imagen 138. Certificado de peso unitario y contenido de humedad del concreto reciclado.....	244

Imagen 139. Certificado de porcentaje de finos - malla N°200 de la arena	245
Imagen 140. Certificado del Porcentaje De Finos - Malla N°200 Del Concreto Reciclado.....	246
Imagen 141. Certificado de carbón o lignito de los agregados	247
Imagen 142. Certificado de Carbón Y Lignito Del Concreto Reciclado.....	248
Imagen 143. Certificado de terrones de arcillas de la arena.....	249
Imagen 144. Certificado de Terrones De Arcillas Del Concreto Reciclado.....	250
Imagen 145. Certificado de sales y cloruros totales de la arena.....	251
Imagen 146. Certificado de sales y cloruros totales del concreto reciclado	252
Imagen 147. Certificado de desgaste por sulfato de magnesio de la arena	253
Imagen 148. Certificado de desgaste por sulfato de magnesio del concreto reciclado.....	254
Imagen 149. Certificado de la densidad de la ceniza de aserrín.....	255
Imagen 150. Certificado del ensayo de fluidez del mortero	256
Imagen 151. Certificado de la densidad del mortero	257
Imagen 152. Certificado del ensayo de absorción del mortero	258
Imagen 153. Certificado del ensayo de adherencia del mortero	259
Imagen 154. Certificado del ensayo a la pila de albañilería.....	260
Imagen 155. Resistencia Al Murete - Mortero Patrón	261
Imagen 156. Resistencia Al Murete - 5% Ceniza + 10% Cr.....	262
Imagen 157. Resistencia al murete - 5% ceniza + 20% cr.....	263
Imagen 158. Resistencia Al Murete - 5% Ceniza + 30% Cr.....	264
Imagen 159. Resistencia Al Murete - 10% Ceniza + 10% Cr.....	265
Imagen 160. Resistencia Al Murete - 10% Ceniza + 20% Cr.....	266
Imagen 161. Resistencia Al Murete - 10% Ceniza + 30% Cr.....	267
Imagen 162. Resistencia Al Murete - 15% Ceniza + 10% Cr.....	268
Imagen 163. Resistencia Al Murete - 15% Ceniza + 20% Cr.....	269
Imagen 164. Resistencia Al Murete - 15% Ceniza + 30% Cr.....	270
Imagen 165. Resistencia Al Murete - 20% Ceniza + 10% Cr.....	271
Imagen 166. Resistencia Al Murete - 20% Ceniza + 20% Cr.....	272
Imagen 167. Resistencia Al Murete - 20% Ceniza + 30% Cr.....	273
Imagen 168. Certificado de la resistencia a la compresión simple.....	274
Imagen 169. Certificado de la resistencia por durabilidad al ciclo de hielo-deshielo	275
Imagen 170. Ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio del mortero	276
Imagen 171. Certificado de variación dimensional	277
Imagen 172. Certificado de alabeo	278
Imagen 173. Certificado de succión	279
Imagen 174. Certificado de absorción del ladrillo.....	280

Imagen 175. Certificado de porcentajes de vacíos.....	281
Imagen 176. Certificado de resistencia a compresión de la unidad de albañilería	282

Resumen

En este proyecto de investigación enmarca la reutilización del concreto desechado como porcentaje de sustitución del agregado fino y el aserrín calcinado como reemplazo porcentual del cemento para la adquisición de un mortero modificado; se fabricó 351 probetas de mortero en este caso probetas cubicas con diferente dosificaciones de concreto reciclado (CR) al 10%, 20%, 30% por arena natural y ceniza de aserrín al 5%, 10%, 15%, 20% por un porcentaje de cemento, manteniendo una relación constante de agua/cemento de 0.85 y arena/cemento de 2.75 en peso a edades de 7, 14, 21, 28 días respectivamente, donde se estudió sus propiedades físicas como su fluidez, densidad, absorción de agua, adherencia, resistencia a la pila y murete de albañilería; de igual manera sus propiedades mecánicas al momento de la ruptura a compresión simple, su resistencia por durabilidad a los sulfatos de magnesio y al ciclo hielo-deshielo, posterior a ello se obtuvo 13 dosificaciones a estudiar, donde se observó que los porcentajes de sustitución de 10% de ceniza de aserrín y 30% de CR, es la dosificación más adecuada, ya que tiene mejor resultado que un mortero convencional.

Un punto importante a tomar en esta investigación es la evaluación de impacto ambiental y el costo de fabricación del mortero modificado a partir de la mezcla óptima ya establecida, ya que garantiza una modalidad factible, eficiente y sostenible en la calidad y seguridad en los distintos trabajos de albañilería, en conclusión, es un mortero con buen beneficio técnico, ecológico y de manera económica no es muy rentable.

Palabras Claves: agregado, concreto reciclado, aserrín calcinado, mortero patrón, dosificación, resistencia.

Abstract

This research project frames the reuse of discarded concrete as a percentage of substitution of fine aggregate and calcined sawdust as a percentage replacement of cement for the acquisition of a modified mortar; 351 mortar specimens were manufactured in this case cubic specimens with different dosages of recycled concrete (CR) at 10%, 20%, 30% by natural sand and sawdust ash at 5%, 10%, 15%, 20% by a percentage of cement, maintaining a constant ratio of water / cement of 0.85 and sand / cement of 2.75 in weight at ages of 7, 14, 21, 28 days respectively, where its physical properties such as its fluidity, density, water absorption, adhesion, resistance to the pile and masonry wall were studied; similarly its mechanical properties at the time of rupture to simple compression, its resistance by durability to magnesium sulfates and ice-thaw cycle, after that 13 dosages were obtained to study, where it was observed that the percentages of substitution of 10% of sawdust ash and 30% of CR, is the most appropriate dosage, since it has better results than a conventional mortar.

An important point to take in this research is the environmental impact assessment and the cost of manufacturing the modified mortar from the optimal mixture already established, since it guarantees a feasible, efficient and sustainable modality in the quality and safety in the different masonry works, in conclusion, it is a mortar with good technical benefit, ecological and economically it is not very profitable.

Keywords: aggregate, recycled concrete, calcined sawdust, pattern mortar, dosage, strength.

Introducción

Durante los últimos años la actividad de los servicios de construcción ha venido generando desperdicios de residuos de construcción y demolición a lo largo de todos los ciclos de vida de la obra, donde mayormente provienen de rechazo de materiales de construcción, demolición de edificios o de reformas de vivienda y urbanizaciones.

Los residuos de construcción que tienen una ampliación de 225 ha encontradas en la carretera Chiclayo – San José, se evidencia la falta de gestión en el mundo de la construcción y ambiental, causando así difusiones contaminantes en el suelo y el medio ambiente [1]

China es una de las regiones que tiene un futuro emprendedor y está en toda la actividad constructiva, en este caso nos enfocaremos en la Gran Área de la Bahía y su gestión de residuos de construcción y su estudio socioeconómico de 11 ciudades que generaron 364 millones de m^3 de residuos en el año 2018, se estima tener un buen análisis para tener buen monitoreo, disminuir sus emisiones de carbono, valorizar sus residuos reciclados y tener una economía circular [2]

Los países desarrollados vienen arrastrando este problema por años por lo que se han visto con la obligación de desarrollar diversos estudios científicos técnicos para evitar el crecimiento del depósito de este tipo de residuos de construcción en vertederos y más bien incentivar el reciclado para rehuir la explotación de materias primas ante una posible escasez de recursos naturales no reformable como son los agregados de construcción.

Además de eso en las últimas décadas se vio un poco fastidioso los residuos de madera, tanto para las industrias y aserraderos, ya que lo utilizaban para relleno o incinerándolo; algo que causaba un gran impacto ambiental, incluso en los costos de energía; por los que los dueños de estas empresas se vieron con la disposición de buscar una solución y sus ventajas.

Los aserraderos no cuentan con gestión de reutilización de residuos a causa del aserrío, y los principales elementos son los trozos de madera, viruta, aserrín, recortes pequeños de madera; no existe una adecuada clasificación y selección de estos por lo que se obtiene elementos de baja calidad, no estandarizados y se recomienda implementar un programa de capacitación metodológica de 5S, planteamiento de adiestramiento y capacitación, programa de salud y seguridad [3]

Se desea disminuir los impactos ambientales en la ciudad de Hong Kong por falta de mala de gestión de residuos de madera de las industrias, de esta manera se procura obtener bases científicas para el proceso de evaluación del ciclo de vida (LCA). Se propuso transformarlas en

partículas como polímeros orgánicos para su eliminación de estas en botaderos; siguiendo esos procesos se logró una disminución en su impacto ambiental, se aprovechó para la generación de energía y dejar el proceso de combustión; estos estudios aportaran una actividad eficiente y sostenible al momento de diseñar métodos para la gestión de residuos de madera [4]

Últimamente en los diversos países que tienen estos establecimientos de producción de madera, amplifican el aprovechamiento del aserrín como elemento, sea para investigación científica o elementos cementales, incluso como combustible fósiles que son costosos; son poco los países que están desarrollando el potencial de los residuos de aserrín, siendo un material con propiedades eficaces y sin dudar su diminuto costo de obtención por lo que se plantió el siguiente el problema de investigación ¿Es viable elaborar un mortero fabricado con árido fino reciclado de concreto, procedente de residuos de construcción y adición de aserrín que mejore las propiedades físicas y mecánicas del mortero convencional?.

El concreto reciclado y el aserrín calcinado, son elementos científicamente aprobados y sustentados para la mejoría del mortero, para volverlo así un elemento tan eficaz que uno convencional, aportando así ser un material ecológico, socio económico, técnico y que ayude a la disminución de impactos ambientales, como al ahorro de materias primas.

Entonces esta investigación se justifica en el *aspecto tecnológico*, ya que pretende conocer el posible mejoramiento en el comportamiento físico y mecánico del mortero frente a cambios porcentuales sustitutorio en su agregado fino y cemento. El concreto reciclado es un componente eficaz en la sustitución proporcional del agregado fino, incrementa su resistencia a la compresión a 21.40Mpa Con 50% de agregado reciclado y 28 días de tiempo de curado” [5] ; Se tiene un mejor comportamiento del mortero cuando se sustituye el 25% y 50% del agregado natural en reemplazo del agregado reciclado [6] y el aserrín calcinado como elemento inorgánico reemplazable en el cemento “El estudio de fibras de aserrín ante su uso en los morteros es viable en tiempos de curados de 90 días y 3% en peso de fibra y su aplicación en elementos no estructurales [7]

Por consiguiente, se justifica en el *aspecto económico* puesto que busca obtener un mortero económico sobresaliente a diferencia del convencional, además que este beneficie a todo el Distrito de San José. Teniendo el beneficio de los materiales sustitutorios en abundancia, el concreto que se encuentra en los botaderos de la carretera Chiclayo – San José y de forma gratuita; además el aserrín que se localiza en los astilleros se regala para los distintos usos de la ciudad, como figuras en los pisos de los eventos de pasa calles.

Teniendo en cuenta la justificación en el *aspecto científico*, pues el mundo siempre busca más conocimiento acerca de la reutilización de materiales; esta investigación proporciona estudios del concreto reciclado y del aserrín calcinado como componentes porcentuales sustitutorios del mortero; el concreto reciclado como aporta al mortero en sus propiedades físicas y mecánicas como porcentaje del agregado fino y el aserrín calcinado, analizando sus propiedades puzolanas y en como contribuye como material aglomerante como parte del cemento; así tenemos más conocimientos como podemos reutilizar estos dos materiales. Examinaremos el estilo del mortero mejorado, que es un aporte a la ciencia e ingeniería de materiales, donde optaremos de la mejor forma a las nuevas tendencias en el mundo de la construcción que de uno convencional.

En efecto como justificación en el *aspecto ambiental*, estos dos residuos industriales serán reutilizados y aportará mantenimiento al Distrito de San José, ya que el concreto es desechado en RCD por tramos en la vía camino a la Ciudad de Chiclayo.

En el Anexo de la tabla 131 se identificaron 22 puntos de acumulación de residuos de construcción y demolición (RCD) en donde el 50.21% del total de residuos corresponde a concreto lo que acumula una estimación para el año 2030 en el Distrito de San José aglomerar $152,160.12 m^3$ y $214,250.41 Tn$ de RCD lo que proporciona a la cantidad de concreto una estimación de $76,399.60 m^3$ y una densidad de $1.50 \frac{Tn}{m^3}$ lo que da como resultado $114,599.40 Tn$ de concreto. [8]

Además, el aserrín es un material que se desperdicia en el proceso de serrado de la madera, en este caso en la industria naval que se caracteriza este distrito, como lo verifica el Anexo de la tabla 132 Anualmente se recopila 31,200 “treinta y dos mil doscientos” sacos de aserrín por lo que anualmente se desperdicia 2, 184,00 “dos millones ciento ochenta y cuatro mil” kilogramos de aserrín establecido en el Anexo de la tabla 133.

Evaluaremos de forma cuantitativa y cualitativa, gracias a la Matriz de Leopold, que gracias a la matriz de identificación se determinará de forma cuantitativa el impacto total y de manera cuantitativa con la matriz de importancia se verá la valorización de impactos encontrados.

Simultáneamente como justificación en el *aspecto social*, la aplicación de este proyecto para un mortero convencional compuesto por concreto de RCD y aserrín de los astilleros que abundan en el Distrito de San José, beneficiará a toda la población ya que podremos utilizar estos elementos en la dosificación de las mezclas de mortero para su uso en elementos de albañilería como mampostería, revoques, enlucidos, pisos.

Resumiendo, con respecto a la formulación del problema, se determinará como hipótesis lo siguiente: “Es factible obtener un concreto mejorado en sus propiedades físicas y mecánicas utilizando árido fino reciclado de concreto procedente de RCD y adición de aserrín calcinado”.

Acto seguido tendremos como objetivo general, estudiar el comportamiento del mortero fabricado con agregado fino procedente de concreto reutilizado de RCD y adición de aserrín calcinado en sustitución de un porcentaje de cemento, y como objetivos específicos:

- Caracterizar los constituyentes del mortero: agregado fino reciclado de concreto, arena, aserrín y cemento.
- Diseñar una dosificación de mortero patrón fabricada con agregado fino convencional (arena), agua y cemento.
- Fabricar probetas de mortero con diferentes mezclas de sustitución de arena por agregado fino reciclado de concreto y diferentes porcentajes de aserrín.
- Caracterizar física y mecánicamente las probetas de mortero fabricadas para determinar la mezcla óptima (densidad, absorción de agua, adherencia, compresión simple).
- Establecer los costos de fabricación del mortero a partir de la mezcla óptima.
- Evaluación de impacto ambiental, incentivando la gestión y reutilización de residuos de concreto y aserrín, así fomentando su valorización y disminución de impactos negativos ante la sociedad y el medio ambiente.

Marco teórico

Antecedentes

Antecedente internacional

Artículos científicos referentes al concreto reciclado

Artículo científico: Influence of fine recycled concrete aggregates on the properties of mortars

El artículo “Influencia de los áridos finos de hormigón reciclado en las propiedades de los morteros” nos menciona que las partículas de arena reciclado inferiores a 5mm son aplicadas en pastas de cemento y mortero. Se estudia el comportamiento fresco del mortero que contiene agregados finos de hormigón reciclado, que estimula elevadas

porciones de agua; se evalúa su microestructura de transición interfacial y sus propiedades mecánicas. Analiza el estado seco y saturado de los Agregado fino de Hormigón reciclado (FRCA), donde se llega como resultado que en su estado seco es mejor ya que tiene mejor trabajabilidad si aumentas un poco en su relación agua/cemento, mayor asentamiento, además su resistencia a compresión es mayor y su propiedad mecánica es mejor ya que es delgada su zona de transición interfacial. Su resistencia a compresión del mortero disminuye a medida que el porcentaje de arena reciclada aumenta. Se estudió la fracción y clase granular de la FRCA, donde sus propiedades mecánicas son las peores cuando el tamaño es menor a 0.63mm. [9]

Artículo científico: properties of masonry mortars manufactured with fine recycled concrete aggregates

El artículo “Propiedades de los morteros de albañilería fabricados con áridos finos de hormigón reciclado” estudia el mortero de mampostería en sus propiedades a corto y largo plazo, además de sus elementos sustitutorio comparativos de arena natural y áridos finos de hormigón reciclado. Se utilizó cenizas volantes a un porcentaje de 29%, relación cemento: arena de 1:7, cinco dosificaciones al 0, 5, 10, 20 y 40% de material repositario en su volumen. Se realizaron estudios de varianza unidireccional, técnicas de microscopio electrónico y Difracción de rayos X (DRX); estos análisis se realizaron por un periodo de curado de 180 días, llegando al resultado que el 40% de remplazo de áridos finos de hormigón reciclado es el adecuado para morteros ecológicos de albañilería. [10]

Artículo científico: systematic evaluation of the effect of replacing river sand by different particle size ranges of fine recycled concrete aggregates (frca) in cement mortars

El artículo “Evaluación sistemática del efecto de reemplazar arena de río por diferentes rangos de tamaño de partículas de agregados finos de concreto reciclado (FRCA) en morteros de cemento” busca una alternativa del agregado fino de concreto reciclado en la reutilización de morteros. Analizando comparativamente la arena de río (RS) en sus diferentes tamaños de partícula, con el FRCA, además también con la piedra triturada fina. Llegando a la conclusión que la reducción del tamaño de las partículas reduce la resistencia a flexión y compresión, asimismo tener una guía de tamaños granulométricos del FRCA como sustitución del RS, se recomienda un tamaño mayor a 0.6mm. [11]

Artículo científico: combined use of waste concrete and glass as a replacement for mortar raw materials

El artículo “Uso combinado de residuos de hormigón y vidrio como sustituto de materias primas de mortero” se interesa por los materiales reciclados a causa de consumo de materias primas y escombros de construcción. Estudia el comportamiento del mortero, con respecto a su elemento sustitutorio del cemento que es el polvo de vidrio y de la arena fina el hormigón reciclado. Se busca una dosificación satisfactoria a los 90 días de curado, teniendo en cuenta los tamaños de sus partículas a proporcionar. Se llegó a una dosificación del 30% de FRCA y 20% de polvo de vidrio con un tamaño de partícula no mayor a 0.038mm, causando una disminución del efecto invernadero por su reducción de CO_2 por efectos asociados al hormigón, incluso en un 19%. [12]

Artículo científico: evaluation of mortar properties by combining concrete and brick wastes as fine aggregate

El artículo “Evaluación de las propiedades del mortero mediante la combinación de residuos de hormigón y ladrillo como agregado fino” se examina la valorización de los RCD, y la aprobación de la combinación de residuos de hormigón y ladrillo como elementos del agregado fino, en donde se sustituyó en 0, 15, 30, 45, 90% en peso de esta combinación de elementos reciclados por agregado fino natural (NFA). Resultando que el reemplazo del agregado fino reciclado RFA al 15%, proporciona una estabilidad en sus propiedades micro estructural y mineralógico, además si son menores porcentajes de igual manera; demostrando así que si es posible el reemplazo de los RFA. [13]

Artículos científicos referentes al aserrín calcinado

Artículo científico de la web of science: valorization of wood chips ash as an eco-friendly mineral admixture in mortar mix design

El artículo “Valorización de la ceniza de virutas de madera como aditivo mineral ecológico en el diseño de mezclas de mortero”, se realizó el proceso de molido en disco vibratorio para la obtención de la materia prima de ceniza de astillas, hasta un grado comparativo de finura con el cemento y así poder realizar su dosificación con sustitución en porción del cemento portland, demostrándose buenas propiedades, como la disminución del diámetro por los poros al aumentar el porcentaje de cenizas, además del aumento de su resistencia, y en el proceso de lixiviación se retuvieron los cloruros en la

matriz de silicato contenidos en las cenizas de viruta. Con respecto a la producción de dióxido de carbono y energía para la obtención de mezcla de mortero disminuyeron, gracias a la aplicación de cenizas de astillas de madera, así contribuyendo al medio ambiente con un 15% de CO_2 y de energía 16% en la sustitución porcentual del cemento por cenizas de astilla en 20%, esta medida es de bajo costo y ecoeficiente para la obtención de ligantes mezclados. [14]

Artículo científico de ain Shams University: the implementation of wood waste ash as a partial cement replacement material for making structural grade concrete: an overview

El artículo “La implementación de cenizas residuales de madera como material de sustitución parcial del cemento para la fabricación de hormigón de calidad estructural: una descripción general”, nos habla sobre la gran cantidad de energía y combustible para la producción de madera que al momento de ser productos residuales en algunas ocasiones lo calcinan y no saben qué hacer con ella, por lo que se desea gestionar estos residuos y ayudar a la salud y medio ambiente. Esta investigación se busca aprovechar estas cenizas de maderas residuales para la obtención de un hormigón más ecológico por lo que se opta por el reemplazo de las cenizas residuales por el cemento y se llega a la conclusión que esta sustitución es eficaz en su calidad estructural dando así durabilidad y resistencia. [15]

Artículo científico de ain Shams University: mortar with wood waste ash: mechanical strength carbonation resistance and asr expansion

El artículo “Mortero con cenizas residuales de madera: Resistencia mecánica a la carbonatación y expansión ASR” ve la problemática de la difusión antropogénicas de dióxido de carbono en todo el planeta, por la elaboración del cemento portland que consume una intensiva energía. Además, se visualiza la transformación de la cantidad de ceniza de la madera por la conversión térmica de esta, a causa de sus residuos. En este estudio se sustituyó unos porcentajes de cemento de 0%, 10% y 20%, por cenizas residuales de madera, para determinar el comportamiento del concreto, se analizaron sus parámetros de resistencia y durabilidad y se obtuvo como resultado que en efectividad mejora su comportamiento en sus propiedades de durabilidad y resistencia y así atribuye aún más a la sostenibilidad de la construcción. [16]

Artículo científico: mechanical behavior of mortar reinforced with sawdust waste

El artículo “Estudio Del Comportamiento Mecánico De Morteros Modificados Con Fibras De Aserrín Bajo Esfuerzos De Compresión”, estudiará el comportamiento del mortero con adición de fibras de aserrín para su post aplicación a cargas de compresión. Para una sustitución total del mortero con fibras de aserrín para porcentajes de 0%, 0.5%, 1%, 3% y un tiempo de curado de 7, 30 y 90 días se evaluará su densidad, resistencia a compresión y módulo de elasticidad. Se alcanzó un resultado que su resistencia, módulo de elasticidad y densidad disminuye cuando aumenta su porcentaje de aserrín, por lo que es más apropiado para no variar sus propiedades mecánicas del mortero, permutar un 1% de fibras de aserrín. [17]

Antecedentes nacionales

Tesis: estudio de mortero reciclado

J. Clemente (2017) en sus tesis “Estudio De Mortero Reciclado” se enfoca como problemática a los desperdicios de construcción que deben ser reutilizados, donde propone utilizar como componente el agregado fino reciclado para la disposición final del mortero. Realiza 3 diseño con diferente relación agua cemento y una relación continua en peso, Cemento: Arena de 1:2.75, el agregado fino lo sustituye en diferente porcentajes con concreto reutilizado de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, obtiene como discusión que la fluidez aumenta cuando aumenta el porcentaje de sustitución de la arena reciclada, esto es debido que su granulometría es menor y sus finos mayor por lo que es altamente trabajable, alcanza como resultado que su ensayo a compresión es óptima para una sustitución al 50% además a flexión a un 25% y 50%, estos resultados son mejores que a la muestra patrón. [18].

Tesis: influencia de la dosificación de agregado reciclado y tiempo de curado en la resistencia a la compresión de mortero procedente de residuos de construcción, Cajamarca, 2018

M. Díaz y M. Murga (2019) en su tesis “Influencia De La Dosificación De Agregado Reciclado Y Tiempo De Curado En La Resistencia A La Compresión De Mortero Procedente De Residuos De Construcción, Cajamarca, 2018” se enfoca en la dosificación del agregado reciclado procedentes de residuos de construcción y el tiempo de curado para la obtención de la resistencia a compresión del mortero. Se diseñaron probetas

cubicas con la relación continua en peso cemento/arena de 1/2.75 y relación agua/mortero de 250 L agua / m³ mortero, para un diseño al 30,50 y 100% de agregado reciclado en los tiempos de 3, 7 y 28 días, por lo que tenemos como resultado que mientras aumentaba el tiempo, aumenta la resistencia a compresión (5.11MPa a los 3 días y 30 %) y (21.4 MPa28 días y 50 %) esto afirmo la hipótesis de aceptación. [19]

Tesis: “propiedades físico mecánicas del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de aserrín en un 10% 15% y 20% nuevo chimbote - 2018”

C. Ibañez y Y. Rodríguez (2018) en su tesis “Propiedades físico mecánicas del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de aserrín en un 10% 15% y 20% Nuevo Chimbote - 2018”, estudia el comportamiento del ladrillo de concreto en sus propiedades físicas y mecánicas y como contribuye el aserrín calcinado. Su proceso fue a edades de 7, 14 y 28 días con muestras de probetas de 100 ladrillos de concreto con una relación agua – cemento de 0.62 y dosificación de 1:2.92:1.79 - 1:2.99:1.79 - 1:2.88:1.79 - 1:2.93:1.79 al 0%, 10% 15% 20% respectivamente cada uno, llegando a la conclusión que las cenizas de aserrín mejora las propiedades del ladrillo modular al 20% aumentando su resistencia a $185.34 \frac{Kg}{cm^2}$, siguiendo las norma E-070 de albañilería; además genera más absorción al momento de reemplazar más aserrín calcinado. [20]

Antecedentes locales

Tesis: evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'c=175kg/cm^2$) distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo –Lambayeque

C. Ibañez y Y. Rodríguez (2018) en su tesis “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'c=175kg/cm^2$) distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo –Lambayeque”, evalúa la problemática existente de la escasez de los recursos naturales y el aumento de la producción de los residuos de construcción y demolición del distrito de J.L.O de 13505 kg; incluso la expansión de gases contaminantes. La solución a esta problemática es la sustitución de agregado grueso por concreto endurecido, al 5%, 15% y 25% de agregado natural por agregado reciclado (AR) y con resistencia a compresión de $175 \frac{Kg}{cm^2}$. Se concluyó que cabe la posibilidad de una disminución de sus residuos del distrito a 675kg a un porcentaje de sustitución de 5%,

teniendo en cuenta que es favorable en su resistencia a compresión. [21]

Bases teóricas

Mortero

Es una mezcla de aglomerantes, agregado fino, en lo cual se le agrega agua para que proporcione trabajabilidad, adherencia y tiempo de fragua; se emplea en albañilería. [22]

Según la aplicación del mortero este se clasifica en mortero para mampostería cuando se utiliza para asentar ladrillos. Se sabe que el ladrillo a utilizar predomina en la resistencia a compresión de la mampostería, no solo actúa el mortero en este caso. [23]

La utilización de morteros para revoques se maneja para subsanar irregularidades presentes en la mampostería, además que protege de las bajas temperaturas y de la humedad; se clasifica en interiores y exteriores. [23]

Componentes del mortero

Cemento

Según la norma E070-albañilería los morteros de albañilería aceptados son:

- Cemento portland: tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado: IP, NTP 334.830
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

El cemento portland está compuesto por silicatos cálcicos hidráulicos donde se le adiciona sulfato de calcio y otros componentes que no superen el 1% de su peso total; este aglomerante hidráulico se produce de la trituración de Clinker. [24]

El cemento proporciona trabajabilidad y resistencia a la compresión, los morteros que contienen exceso de cemento produce en retraer a este, ósea genera contracción de fragua, así disminuye su durabilidad en adherencia. [25]

Agregado fino

El material no debe contener material orgánico, sales y menos residuos no deseados, su tamaño debe ser arena gruesa natural y debe seguir la dimensión de la granulometría propuesta en la Tabla 1. Granulometría de la arena gruesa. Cuando el material no cumple con la granulometría de la tabla, deberá realizarse los ensayos de prismas y muretes. [22]

Tabla 1. Granulometría de la arena gruesa

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
Malla ASTM	% Que Pasa
Nº 4	100
Nº 8	95 a 100
Nº 16	70 a 100
Nº 30	40 a 75
Nº 50	10 a 35
Nº 100	2 a 15
Nº 200	Menos de 2

Fuente: Norma E.070 Albañilería

Las especificaciones técnicas de la norma E070, que brinda con respecto a la granulometría son las siguientes:

- No deberá quedar retenido más del 50% del material entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza deberá estar comprendido entre los parámetros de 1.6 y 2.5.
- El porcentaje máximo en peso de partículas quebradizas deberá ser de 1%.
- No se deberá utilizar arena de mar.

La función de la arena es disminuir la contracción por secado y proporcionar estabilidad volumétrica [26]. Si el mortero es áspero o aumenta su resistencia a compresión, quiere decir que tenemos un agregado de clasificación gruesa, en cambio si su clasificación es fina, reduce su resistencia y adherencia. [24]

Agua

El agua potable debe estar fuera de contaminantes, materia orgánica, ácidos y álcalis [22]. Este proporciona a la mezcla trabajabilidad además que hidrata al cemento. [25]

Propiedades del mortero

Propiedades del mortero en estado fresco

Trabajabilidad: Consiste en que el mortero en estado fresco tiene un grado de plasticidad, donde permite que ocupe los espacios pequeños entre los ladrillos, por lo que concede alinear y regular las unidades de albañilería. [24]

Consistencia: Permite que el mortero en estado fresco fluya y contenga una cantidad de agua, previa ante la construcción, por lo contrario, indica una deficiencia en el mezclado y dosificación. [24]

Retención de la consistencia: Se aprecia en el asentado del ladrillo, cuando el mortero es trabajable y esta retiene agua que es la característica de la retención, caso contrario es difícil de asentar. [24]

Propiedades del mortero en estado endurecido

Adherencia: Se caracteriza por la trabajabilidad con la unidad de albañilería, además de su característica de resistencia ante cargas y cambios de temperatura. [24]

Resistencia a la compresión: Propiedad importante para medir la resistencia del mortero ante esfuerzos sometidos en ello. Su resistencia depende de la calidad de sus componentes, tipo de cemento y la relación agua-cemento. [24]

Unidades de albañilería

Es un material importante en el rubro de la construcción, este elemento puede ser de ladrillo o bloque, tiene forma solida, hueca, tubular o alveolares; pueden ser fabricados de concreto, arcilla cosida o sílice-cal. [22]

Clasificación para fines estructurales

Para el diseño estructural, tenemos varias clases de unidad de albañilería, donde sus características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. 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 area bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17.6 (180)
Bloque P	±4	±3	±2	4	4.9 (50)
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2.0 (20)

Fuente: Norma E.070 Albañilería

Definición de términos básicos

- Agregado Fino: Material natural, desintegrado artificialmente por las rocas, su tamaño de partícula pasa el tamiz 9.5 mm, estos áridos deben efectuarse según la NTP.
- Aserrín calcinado: Es una composición química de CaO y SiO₂ además en porcentajes bajos de Magnesio, Fósforo, Potasio, Aluminio.
- Cemento: Material conglomerante, formado por sustancia en polvo que fue calcinada, conformada por una mezcla de arcilla calcinada, piedra caliza y mineral de hierro. Cuando está en contacto con el agua tiene la propiedad de endurecer.
- Compresión: Acción de una fuerza que sirve para someter a un cuerpo a reducir su volumen, sus procesos pueden físicos o mecánicos.
- Concreto reciclado: Es un material constituido total o parcialmente por agregados naturales, proveniente de demoliciones de construcción.
- Dosificación: Proporción de materiales constituyentes para la preparación de un material que se requiere cumplir con ciertas características.
- Mortero patrón: Mezcla dosificada que cumple con la norma y sirve como punto y base de comparación.
-

Ensayos

Agregado fino

Granulometría

Nos encargaremos de distribuir las partículas del material en diferentes tamaños y tipo, como su relación en porcentajes de cada uno, detallaremos cada procedimiento y sus resultados detallados la tabla granulométrica, módulo de finura según la NTP 400.012.

Procedimiento de Ensayo:

Se toma 500g de muestra seca y lo llevamos a los tamices que empieza desde la malla de ½” hasta el fondo o platillo. Se procede agitar los tamices mediante un aparato mecánico o de manera manual por un tiempo adecuado.

Se visualiza porciones de agregados retenidos en los distintos tamaños de malla, posteriormente, con asistencia de la balanza, obtenemos los diferentes pesos retenidos. [27]

Cálculos:

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

Herramientas y Equipos:

- Balanza con aproximación de 0,1g.
- Tamices
- Agitador mecánico de tamices
- Horno de temperatura uniforme ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- Cucharón

Peso unitario

Dicho ensayo ayudará a determinar la masa y los huecos del agregado. Este ensayo varía según el tiempo de agregado, y estos factores son la granularidad, dimensiones y/o forma. La norma empleada es la NTP 400.017:2013.

Procedimiento de Ensayo:

Peso Unitario Suelto: Para este ensayo se llenará el recipiente sin ejercer presión, luego se desechará lo sobrante del agregado con una regla, se procederá a pesar el recipiente y de esta manera se determinará el peso unitario suelto.

Peso unitario Compactado: Se llena el recipiente cada un tercio de su altura total, y se procede a compactar con 25 golpes, y así sucesivamente hasta llenar el recipiente por completo, luego se desecha lo sobrante mediante una regla. Posteriormente se pesa el recipiente y se determina el peso unitario compactado. [28]

Cálculos:

Peso Unitario Suelto:

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

W_s = Peso de la muestra suelta (kg)

f = Factor de calibración determinado para el recipiente.

P.U.S = Peso unitario suelto (Kg / m^3)

Peso unitario Compactado:

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

W_c = Peso de la muestra compactada (kg)

f = Factor de calibración determinado para el recipiente.

P.U.C = Peso unitario compactado (Kg / m^3)

Herramientas y Equipos:

- Balanza con aproximación de 0,1g.
- Recipiente metálico
- Varilla de acero
- Cucharón
- Regla

Contenido de humedad

Este ensayo nos determinará el contenido de humedad de nuestra muestra.

Procedimiento de Ensayo:

Pesaremos nuestra muestra y luego lo introduciremos al horno por un tiempo de 24h para dejarlo secar, posteriormente se sacará dicha muestra y se volverá a pesar. [29]

Cálculos:

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

W% = Porcentaje de contenido de humedad

W_i = Peso de la muestra inicial

W_s = Peso de la muestra seca

Herramientas y Equipos:

- Balanza
- Tara
- Tanque de agua
- Balanza con aproximación de 0,1g.
- Franela
- Horno Termostático con temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Peso específico y absorción

Se determinará dividiendo la masa del volumen unitario del material y la masa del mismo volumen, pero con agua destilada. La absorción se halla teniendo en cuenta el agua que nuestra muestra ha absorbido por un tiempo de 24h. El procedimiento se realiza de acuerdo a la NTP 400.022.

Procedimiento de Ensayo:

Saturamos la muestra por un tiempo de 24h y luego retiramos el exceso de agua, cuidando a que no se eliminen las partículas finas, después se secará a temperatura ambiente. Posterior a este paso se introducirá una cantidad de 500g de la muestra saturada superficialmente seca a una fiola y se llenará con agua. Se eliminarán las burbujas de aire por un tiempo aproximado de 15 minutos y se dejará reposar para después volver a llenar el espacio restante. Finalmente se extraerá todo el material de la fiola para colocarlo en un recipiente y se dejará secar en el horno por 25h y luego se pesará. [30]

Cálculos:

Peso específico de masa:

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

$P.E.Masa$ = Peso específico de masa

W_S = Peso del agregado en estado seco en g

W_{Fiola} = Volumen de fiola en cm³

W_{Ag} = Peso del agua en g

Peso específico de masa saturado superficialmente seco (SSS):

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

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

V_{Fiola} = Volumen de fiola en cm³

W_{Ag} = Peso del agua en g

Peso específico aparente:

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

$P.E.Aparente$ = Peso específico aparente

V_{Fiola} = Volumen de fiola en cm³

W_{Ag} = Peso del agua en g

W_s = Peso del agregado en estado seco en g

Absorción:

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

A = Masa de la muestra secada al horno

% Abs = Porcentaje de Absorción

Herramientas y Equipos:

- Frasco volumétrico de 500 cm³
- Molde cónico metálico
- Tara
- Barra compactadora de metal
- Balanza con aproximación de 0,1g.
- Embudo
- Pipeta
- Badilejo
- Horno Termostático con temperatura a 110°C ± 5°C

- Horno con una temperatura a 200 ° C

Porcentaje de finos - malla n°200

Determinaremos la cantidad de partículas que pasa por el tamiz N° 200 que tiene una abertura de 75µm por medio húmedo, que se encuentra en nuestro agregado, el cual será utilizado para la preparación del mortero.

Procedimiento de Ensayo:

Se procede a cuartear la muestra a utilizar y posteriormente se pesará 500g, se continuará utilizando una parte de esta muestra y se colocará en taras para colocarlas al horno por un tiempo de 24h, después de este tiempo se pesará y se continuará remojando el agregado por 24h para después lavar esta muestra por el tamiz N°200. Finalmente se pesará la muestra que ha sido lavada y se colocará al horno para después sacar y pesarla. [31]

Cálculos:

$$\% \text{ Que pasa la Malla N}^\circ 200 = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

W_i = Peso seco original

W_s = Peso seco después del lavado

Herramientas y Equipos:

- Tara
- Balanza con aproximación de 0,1g.
- Cucharón.
- Horno con una temperatura a 200 ° C

Carbón y lignito

Determinaremos la cantidad total de material liviano de la arena y del concreto reciclado, con ayuda de un líquido pesado que determinará la flotación de estas partículas y así obtener el porcentaje de carbón y lignito promedio.

Procedimiento de Ensayo:

Tendremos una muestra seca de 200g con un tamaño máximo nominal de N°4, un líquido con un peso específico de 2.0-2.4, teniendo estos insumos introduciremos el material en el líquido pesado dentro de un recipiente apropiado. El volumen del líquido deberá de por lo menos ser tres veces el volumen absoluto del agregado. Usando el colador, removemos las partículas que flotan en la superficie, y guardarlas. Agitaremos repetidamente las partículas remanentes, y removeremos las partículas flotantes hasta no encontrar ninguna partícula adicional en la superficie. Lavamos las partículas que fueron coladas en un solvente apropiado para remover el líquido pesado. Después de que el líquido pesado haya sido removido, dejar que las partículas sequen al aire libre o con ayuda de un horno ventilado a 115°C y terminando el proceso determinaremos su porcentaje en masa de partículas livianas. [29]

Cálculos:

$$L = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

L = Porcentaje en masa de partículas livianas

W_1 = Masa seca de las partículas que flotan.

W_2 = Masa seca de la fracción del espécimen más grueso que el tamiz 4.75 mm (N°4)

Herramientas y Equipos:

- Balanza
- Balanza específica con precisión de ± 0.01 .
- Recipientes
- Colador de 300 μm
- Horno Termostático con temperatura a 110°C $\pm 5^\circ C$
- Tamices de 300 μm (N°50) y 4.75 mm (N°4)

Terrones de arcilla

Mediante este procedimiento determinaremos de manera aproximada el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables de la arena y el concreto reciclado que se utilizaran en la elaboración del mortero.

Procedimiento de Ensayo:

Tendremos la muestra que fue utilizado en el proceso de porcentaje de finos retenidos en la malla N°200 donde será secada a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y luego pesada, luego de este proceso se pondrá en reposo con agua durante 24 horas.

Después de haber puesto a reposar el agregado, realizaremos el proceso de tamizado húmedo hasta que todo el material de menos tamaño sea removible con ayuda del pulgar utilizando la malla N°4 (4.75 mm), además tendremos en cuenta que la muestra estará comprendida hasta el tamiz N°16 (1.18 mm)

Luego pondremos a secar cuidadosamente las partículas retenidas en el tamiz y posteriormente ponerlas a secar a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, enfriar a temperatura ambiente y lo pesamos con ayuda de una balanza específica. [29]

Cálculos:

$$P = \frac{M - R}{M} \times 100$$

P = Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla.

M = Masa de la muestra de ensayo.

R = Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz que fueron enfriadas.

Herramientas y Equipos:

- Balanza específica con precisión de ± 0.01 .
- Recipientes
- Tamices
- Horno Termostático con temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Sales y cloruros

Con ayuda de la preparación de un extracto acuoso determinaremos el contenido de sales solubles del mortero, además de sus cloruros y sulfatos.

Procedimiento de Ensayo:

Pesamos 100 g de la muestra, lo dejamos secar al aire libre y pasada por el tamiz N° 10, lo introducimos en el frasco Erlenmeyer de 500ml. Añadimos 300 ml de agua destilada, tapamos el frasco y lo ponemos en agitación mecánica por 1 hora y lo dejamos sedimentar por otra hora, pasando el tiempo añadimos un cristal de thymol y lo dejamos en reposo por una noche.

Filtramos la suspensión del filtro de microfibras de vidrio en el embudo buchner, y teniendo el extracto ya filtrado, se toma 100 ml y se realiza más adelante el análisis de agua subterránea.

Colocamos la muestra en el agitador magnético y adicionar un volumen conocido sobre el embudo de filtro con disco de microfibras y puesto en el equipo de filtración de vacío. Unas 3 veces lavamos con 10 ml de agua destilada y succionamos durante 3min.

Por una hora situamos la capsula de evaporación en la estufa de secado a $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y lo guardamos en el desecador hasta su respectivo uso, antes de eso primero lo pesamos. Posteriormente transferimos un volumen medido de la muestra y del agua a la capsula de evaporación, y lo evaporamos a sequedad, secamos a temperaturas de $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por lo menos 1 hora en la estufa de secado y lo enfriamos en el desecador y lo pesamos, realizaremos este mismo ciclo hasta que la variación de peso sea menor al 4% de la pesada anterior y tener un peso constante. [32]

Cálculos:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1) \times D}{E} \times 10^6$$

SS = Total de sales solubles, en ppm (mg/kg)

$(m_2 - m_1)$ = Peso del residuo de evaporación, en g.

D = Relación de la mezcla

E = Volumen de extracto acuoso evaporado, ml

Herramientas y Equipos:

- Balanza específica con precisión de ± 0.01 .
- Equipo de filtración de vacío.
- Embudo de filtración

- Filtros de microfibra de vidrio
- Discos de microfibra de 47 mm
- Agitador magnético y barra agitadora
- Frascos enlermeyer
- Pipetas volumétricas
- Capsulas de evaporación
- Estufa de secado a 180°C

Desgaste por sulfato de magnesio

Determinaremos la resistencia a la desintegración de la arena y el concreto reciclado a través del sulfato de magnesio, donde determinaremos su alterabilidad cuando son expuestos a la intemperie.

Procedimiento de Ensayo:

Disolvemos de una manera constante 350 gr de sulfato de magnesio en 1 lt de agua a temperatura de 25°C - 30°C hasta llegar a tener un peso específico de 1.51 a 1.74 gr/cm³, antes de su empleo se debe dejar reposar la solución por 48 horas a 21 ± 1°C y cubrirla para mantenerla óptima. Según cada muestra comprendida en cada tamiz se debe tener por lo menos 100 gr y solo se consideran las fracciones que están contenidas en 5% o más de los tamices. Debemos lavar la muestra por la malla N°50 y lo ponemos a secar a una temperatura de 110°C ± 5°C, lo tamizamos y lo ponemos a cada una en sus respectivos envases Durante un periodo de 18 horas dejamos sumergir las muestras en el sulfato de magnesio y que esta esté por encima de 1.3cm y lo tapamos para evitar que sustancias extrañas ingresen, lo mantendremos a una temperatura ambiente de 21 ± 1°C. Luego de este proceso escurrimos la muestra por 15 ± 5 min y lo dejamos secar en el horno termostático con temperatura a 110°C ± 5°C por un periodo no menor a 4 horas, ni mayor a 18 horas lo pesamos y realizamos este proceso unos 5 ciclos. [33]

Cálculos:

Ensayo De Inalterabilidad De Agregados Por El Uso De Sulfato De Magnesio [33]

Tabla 3. Tabla de durabilidad del agregado fino

Durabilidad del agregado Fino en solución de ...*					
Tamaño de malla		Porcentaje de retenido muestra original	Peso de las fracciones antes del ensayo	% de pérdidas después del ensayo	% de pérdidas corregidas
Pasa	Retiene				
9,50 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)				
4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)				
2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)				
1,18 mm (N°16)	600 µm ((N°30)				
600 µm ((N°30)	300 µm ((N°50)				
300 µm ((N°50)	150 µm ((N°100)				
150 µm ((N°100)	----				
Totales					

Fuente: N.T.P. 400.016 (2011)

Herramientas y Equipos:

- Tamices
- Envases
- Balanzas
- Horno Termostático con temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Balanza específica con precisión de ± 0.01 .

Ceniza de aserrín

Densidad de la ceniza

Con ayuda del frasco volumétrico de “le chatelier”, determinaremos la densidad del aserrín calcinado, siguiendo el siguiente procedimiento.

Procedimiento de Ensayo:

Llenamos el frasco con kerosene de densidad mayor a 0.73 g/ml, a la altura del cuello 0-1ml, luego secamos el interior del frasco, sumergimos en un baño de maría y apuntamos la primera lectura. Después introducimos en el frasco el kerosene y la cantidad de ceniza con aproximación de 0.05g hasta los 64g, siempre teniendo un cuidado que no salpique y podemos apoyarlo con un aparato de vibración para que se introduzca con mayor facilidad, seguidamente lo tapamos y realizamos con cuidado movimiento circulares,

teniendo en cuenta que no se pegue en las paredes del frasco; posterior a ello se hace el baño de maría y se toma la lectura final. [34]

Cálculos:

$$\rho = \frac{m_c}{V_l} \text{ g/cm}^3$$

m_c = masa de la ceniza (g)

V_l = volumen de líquido desplazado (cm^3)

ρ = Densidad de la ceniza de aserrín (g/cm^3)

Mortero

Diseño de mezcla del mortero

Después de tener los resultados del agregado fino procederemos a definir la relación cemento/arena con respecto al uso que se le dará, como en este caso tenemos un mortero que va a tener una función estructural para mampostería, hemos definido la relación inicial de volumen cemento:arena de 1:3 para fines como se indica en la tabla. [35]

Tabla 4. Usos del mortero de cemento

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

Fuente: Rivera, Gerardo, (2015)

Teniendo ya propuesta la relación agua/cemento de 0.85 y nuestra proporción cemento:arena de 1:3, que es un tipo de mortero rico y verificamos según la tabla que tiene una resistencia de 17.2 MPa (175 kg/cm²). [36]

Tabla 5. Resistencia de morteros cemento y arena según su proporción en volumen

TABLA 2 - Especificación por propiedades. Requisitos ^A.

Mortero	Tipo	Resistencia a la compresión promedio a los 28 días, min. MPa (lb/pulg ²)	Retención de agua, min, %	Contenido de aire, máx, % ^B	Índice de agregado (medido en la condición húmeda suelta)
Cemento-cal	M	17,2 (2 500)	75	12	
	S	12,4 (1 800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14 ^C	
	O	2,4 (350)	75	14 ^C	
Mortero cemento	M	17,2 (2 500)	75	12	No menos que 2 ¼ y no más que 3 ½ veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementosos
	S	12,4 (1 800)	75	12	
	N	5,2 (750)	75	14 ^C	
	O	2,4 (350)	75	14 ^C	
Cemento de albañilería	M	17,2 (2 500)	75	18	
	S	12,4 (1 800)	75	18	
	N	5,2 (750)	75	20 ^D	
	O	2,4 (350)	75	20 ^D	

Fuente: NTP 339.610 (2003)

Teniendo en cuenta nuestros datos anteriores, debemos cumplir con cautela nuestro porcentaje de fluidez que debe estar entre 120-150% ya que va a ser una consistencia fluida para relleno de mampostería estructural. [35]

Tabla 6. Fluidez del mortero

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

Fuente: Rivera, Gerardo (2015)

Procedimiento de Ensayo:

1. Calculamos la cantidad inicial del material, incluyendo su aire atrapado.
2. Determinamos el volumen de cada material con respecto al total, que sería el rendimiento.

3. Evaluamos la cantidad de material en peso según su rendimiento, teniendo en cuenta la cantidad total de bolsas de cemento para 1 m³ de mortero.
4. Disponemos del resultado de la cantidad total de cemento para así hallar el total de arena y agua, por motivo del contenido de humedad y absorción.
5. Corrección por fluidez
6. Determinaron la nueva cantidad de material para 1 m³ de mortero. [37]

Fluidez

Determinaremos la fluidez del mortero, teniendo en cuenta el contenido de agua de tal manera que tengamos un nivel especificado de fluidez.

Procedimiento de Ensayo:

Limpiaremos la mesa de flujo, en donde colocaremos nuestro molde en el centro de este y ya teniendo preparado nuestra mezcla con su respectiva dosificación, verteremos la primera capa dentro a una altura de 25 mm y apisonando unas 20 veces de forma distribuida, el mismo procedimiento se realizará con la segunda capa donde llenaremos el molde y apisonaremos, luego de este proceso procederemos a enrazar con la espátula.

Después de tener el molde lleno, limpiaremos y secaremos la plataforma teniendo en cuenta que no debemos secar el agua que ha sido brotado de la muestra, simultáneamente quitaremos de forma vertical el molde, acto seguido entre un lapsus de 15 segundos dejaremos caer la plataforma unas 25 veces a una altura de 12.7 mm.

Con ayuda del calibre tomaremos la medida del diámetro de la muestra, teniendo en cuenta las cuatro líneas registradas en la plataforma, lo registraremos y determinaremos su promedio, para posteriormente realizar nuestro calculo. [38]

Cálculos:

$$\% \text{ de Fluidez (F)} = \frac{\text{Diámetro Promedio} - A}{A} \times 10^6$$

A = Diámetro interno real del molde en mm

Tabla 7. Comparación de los porcentajes de fluidez según su consistencia

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

Fuente y Elaboración: Propia

Según nuestro porcentaje de fluidez, determinaremos la consistencia del mortero y el tipo de estructura donde podríamos emplearlo además de su sistema de colocación.

Herramientas y Equipos:

- Mesa de Flujo
- Calibrador
- Compactador
- Espátula
- Regla de metal

Densidad del mortero

Definiremos la densidad del mortero en estado fresco, así evaluando su volumen producido por la cantidad de materiales que componen dicha mezcla.

Procedimiento de Ensayo:

Preparamos la mezcla, echamos el mortero en un recipiente donde ya se ha determinado su volumen, en una medida de 1/3 de su dimensión, apisonamos 25 veces, seguimos el mismo proceso cuando llenamos los 2/3 y 3/3; finalizando enrazamos el recipiente y lo pesamos, seguimos con el cálculo de su densidad. [39]

Cálculos:

$$D_m = \frac{(P_m - P_r)}{V_r} \text{ g/cm}^3$$

P_m = Peso de la muestra (incluyendo recipiente)

P_r = Peso del recipiente (g)

V_r = Volumen del recipiente (cm³)

D_m = Densidad del mortero (g/cm³)

Herramientas y Equipos:

- Balanza electrónica
- Recipiente metálico
- Pie de Rey
- Varilla de acero
- Badilejo
- Espátula

Absorción de agua del mortero

Dispondremos de este ensayo para determinar el cambio de masa del agua absorbida, en los espacios de los poros dentro de las partículas.

Procedimiento de Ensayo:

Se seca el sólido a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se pesa y posteriormente se sumerge en agua por $24\text{h} \pm 4\text{h}$, se vuelve a pesar y pasamos a los cálculos. [40]

Cálculos:

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

B = Masa de la muestra saturada

A = Masa de la muestra secada al horno

% Abs = Porcentaje de Absorción

Herramientas y Equipos:

- Balanza electrónica
- Recipiente metálico
- Pie de Rey

Adherencia al cizalle

Determinaremos la resistencia de adherencia por compresión directa cumpliendo el ensayo de adhesión al cizalle según la norma chilena “NCh 167. Of 2001-Construcción”, aplicaremos este método a los 28 días, donde se determinará el resultado de tres muestras por cada dosificación.

Procedimiento de Ensayo:

Se conforma por 3 especímenes colocados de forma gradual donde el ladrillo intermedio sobresale 5cm de la cara delantera y posterior del ladrillo a utilizar. Se realizará este proceso donde registraremos la carga máxima aplicada y el tipo de falla. [41]

Cálculos:

$$f'_a = \frac{P}{A_t} \text{ kg/cm}^2$$

P = Carga máxima de rotura (kg)

A_t = Área de la sección transversal de pega (cm^2)

f'_a = Resistencia de adherencia al cizalle (kg/cm^2)

Herramientas y Equipos:

- Máquina de ensayo a compresión
- Badilejo
- Regla metálica
- Brocha
- Plomada
- Batea

Resistencia a la pila de albañilería

Este ensayo nos ayuda a determinar el comportamiento de las pilas de albañilería a la compresión y hallar el factor de resistencia para compararlo según la norma de albañilería si coincide con el límite estipulado.

Procedimiento de Ensayo:

Se elaborarán pilas de ladrillo para luego mediante una prensa, aplicar una carga axial que determinará la máxima carga que esta muestra estará soportando, así se obtendrá el esfuerzo máximo mediante la división de la fuerza axial y el área de contacto de la pila.

[22]

Cálculos:

Realizaremos 6 muestras de este ensayo, luego usaremos 4 muestras de las mejores que se han ensayado, posterior a ello promediaremos los esfuerzo que se han obtenido mediante la fuerza ultima que se ha aplicado al murete entre el área superficial de este mismo.

$$f'_m = t \times \left(\frac{P}{A} \right) kg/cm^2$$

P = Carga máxima de rotura (kg)

A = Área de superficie (cm^2)

t = Coeficiente de esbeltez

f'_m = Resistencia de albañilería para pilas de albañilería (kg/cm^2)

Herramientas y Equipos:

- Máquina compresora
- Badilejo
- Regla metálica
- Brocha
- Plomada
- Batea

Resistencia al murete de albañilería

Para obtener la resistencia de muretes, debe medirse la resistencia a la tracción (v'_m) de la pared intermedia para garantizar que la media de las mayores resistencias de las muestras supere la resistencia límite tras 28 días de secado.

Procedimiento de Ensayo:

Se identifican los especímenes uno por uno y se les limpia por medio de una brocha, se elaboran las pilas de ladrillo tomando en cuenta que su verticalidad se vea asegurada y se hace que la pila seque hasta que lleguen a los 28 días de edad, posteriormente se ensaya y se analizan los resultados obtenidos. [22]

Cálculos:

Realizaremos 6 muestras de este ensayo, luego usaremos 4 muestras de las mejores que se han ensayado, posterior a ello promediaremos los esfuerzo que se han obtenido mediante la fuerza ultima que se ha aplicado al murete entre el área superficial de este mismo.

$$A_b = e \times \left(\frac{l + h}{2} \right) \text{cm}^2$$

e = Espesor del murete

l = longitud del muro (cm)

h = altura del muro (cm)

A_b = Área superficial total (cm^2)

$$v'_m = 0.707 \times \left(\frac{P}{A_b}\right) kg/cm^2$$

P = Carga máxima de rotura (kg)

A_b = Área de superficie total (cm^2)

v'_m = Resistencia de albañilería para muretes (kg/cm^2)

Herramientas y Equipos:

- Máquina compresora
- Badilejo
- Regla metálica
- Brocha
- Plomada
- Batea

Resistencia a la compresión simple

Evaluaremos la resistencia de los cubos de mortero, según su tiempo determinado de rotura.

Procedimiento de Ensayo:

Se identifican los cubos de mortero con su respectiva dosificación y se limpia por medio de una brocha, luego de eso realizaremos un dimensionamiento tanto de las caras superior e inferior de cada cubo, se coloca la cobertura para que la superficie sea uniforme y pueda aplicarse una carga perpendicular a la superficie, en donde registraremos la carga máxima. [42]

Cálculos:

Con respecto a cada dosificación, tendremos 3 especímenes por edad de rotura de las cuales serán promediadas y tendremos la carga promedio sustentada en la Tabla N°2.

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

F_m = Resistencia a compresión (kg/cm^2)

P = Carga máxima de rotura (kg)

A = Área superior de contacto con la máquina de compresión (cm^2)

Herramientas y Equipos:

- Máquina compresora
- Badilejo
- Regla metálica
- Brocha

Resistencia por durabilidad al ciclo de hielo-deshielo

Tendremos como referencia la norma ASTM C 666 que es para concreto ya que no existe una norma definida para mortero.

Procedimiento de Ensayo:

Realizaremos un congelamiento simulado de las probetas cubicas, en donde, en la etapa de congelamiento la temperatura baja de 4.4 a -17.8°C y en la periodo de descongelamiento pasa de -17.8 a 4.4°C con un error de $\pm 1.7^\circ\text{C}$. [43] El procedimiento enmarca en sumergir por un periodo de tiempo de 12 horas,; por consiguiente efectuaremos el ensayo de compresión a edades de 7, 14, 21, 28 días. [44]

En la noche de 6:00pm a 6:00am aplicaremos el proceso de congelamiento, y por las mañanas de 6:00am a 6:00pm la etapa de descongelamiento donde se sacan del congelador y se deja a la intemperie sabiendo que estos baldes se mantienen a temperatura baja, así cumpliendo con la temperatura de la norma ASTM C666, este ensayo se realizó con una congeladora coldex ch40 339Lt, donde se llega a la temperatura de -18°C así como se indica en la Imagen 115. Ficha técnica del congelador coldex ch40 339L.

Cálculos:

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

F_m = Resistencia a compresión (kg/cm^2)

P = Carga máxima de rotura (kg)

A = Área superior de contacto con la máquina de compresión (cm^2)

Herramientas y Equipos:

- Congeladora
- Deposito
- Máquina compresora
- Badilejo
- Regla metálica
- Brocha

Durabilidad al sulfato de magnesio

Determinaremos la resistencia por durabilidad a la desintegración e inalterabilidad de cubos de mortero, desarrollando el método de inmersión y secado acelerado de sulfato de magnesio como agente agresivo.

Procedimiento de Ensayo:

Al terminar los ensayos de compresión de todos los especímenes con respecto a cada determinación, evaluaremos 3 especímenes de cada dosificación que ya tendremos curados a los 28 días, para posteriormente someterlos a la interacción inmersa con sulfato de magnesio por 28 días, terminando los 28 días hábiles se seca en un horno termostático con temperatura a $110^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$, primero se pesa para posteriormente realizar el inicio del ciclo de inmersión y secado según la NTP 400.016 que consta de 5 ciclos, donde al finalizar este ensayo determinaremos la variación en peso de cada espécimen. [33]

Cálculos:

$$\text{Variacion en pesos} = P_u - P_i$$

P_u = Peso seco después del último ciclo

P_i = Peso inicial antes del primer ciclo

Teniendo en cuenta estos datos, obtendremos el porcentaje de perdida.

Herramientas y Equipos:

- Tamices
- Envases
- Balanzas
- Horno Termostático con temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Balanza específica con precisión de ± 0.01 .

Ladrillo

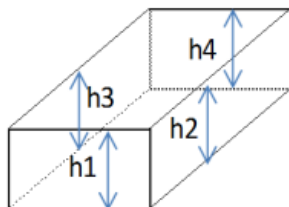
Variación dimensional

Es necesario realizar este ensayo para determinar el espesor de las juntas de albañilería. Para calcular su variación dimensional se debe calcular:

Se calcula el valor promedio (D_p) de la dimensión de las 4 aristas tomadas, estas se toman en la parte media de cada cara. [45]

La variación promedio se calcula de la siguiente manera:

Figura 1. Promedio de las alturas del ladrillo



Fuente y Elaboración: Propia

$$D_p = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}$$

$$V (\%) = \frac{100 \times (D_e - D_p)}{D_e}$$

D_p = Promedio de alturas

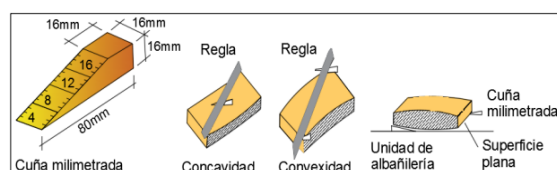
D_e = Dimensión de ficha técnica

$V (\%)$ = Variación dimensional

Alabeo

El alabeo puede producir cambios en el área de contacto del mortero, además de fallas en las hiladas superiores. El proceso de alabeo se mide verticalmente desde la parte más alabeada de su máxima área del ladrillo, tomando como referencia una regla metálica como eje horizontal que conecte sus extremos de forma diagonal. Teniendo en cuenta en un inicio que se toma 10 muestras de ladrillos y se limpia con una brocha el polvo adherido a la superficie, proceso ensayado según la norma NTP 399.613, 2005. [45]

Figura 2. Medición de alabeo en la unidad de albañilería



Fuente: G. & Casabonne (2005)

Succión

Antes de comenzar el ensayo, tomaremos un ladrillo con previo secado al horno, donde determinaremos su peso (P_s), posterior a ello se somete el espécimen sobre un soporte horizontal que luego se llena con agua a una altura de 3mm arriba de la base del ladrillo, este proceso de succión debe durar 1min; se retira la muestra, se seca la superficie y se pesa (P_m), para calcular la succión se determina de la siguiente manera: [45]

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

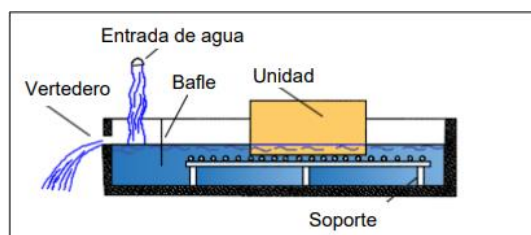
P_s = Peso seco del ladrillo

P_m = Peso del ladrillo después de la succión

A = Área de contacto del espécimen con el agua (cm²)

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

Figura 3. Colocación para el ensayo de succión



Fuente: G. & Casabonne (2005)

Absorción

Ensayo requerido para medir la cantidad de agua por unidad absorbida, donde en primer lugar se sumerge el ladrillo en agua por 24 horas, se pesa y posterior a ello se ingresa al horno, terminando así pesando la muestra seca. Se necesita 5 especímenes para realizar este tipo de ensayo y seguir cada paso mencionado, al final se tendrá un promedio de porcentaje de absorción. [45]

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

P_s = Peso seco del ladrillo

P_{sat} = Peso saturado del espécimen.

% Absorción = Porcentaje de Absorción en %

Porcentaje de vacíos

Tendremos como muestra 10 ladrillos los mismos que pueden ser tomados del ensayo de variación dimensional, se limpia su parte superficial con una escobilla para eliminar las partículas adheridas a esta. Medimos sus dimensiones, colocamos cada ladrillo sobre una tanda y rellenamos los huecos con arena que caiga libremente, nivelamos la parte superficial con una varilla y eliminamos el exceso de arena. Levantamos la muestra y la arena obtenida se pesa para posteriormente calcular su resultado: [45]

$$\%_{\text{vacíos}} = \frac{W_a}{P. U. S. \times V_L} \times 100 \%$$

W_a = Peso de la arena (g)

$P. U. S.$ = Peso unitario suelto de la arena (g/cm^3)

V_L = Volumen del ladrillo (cm^3)

%_{vacíos} = Porcentaje de área de vacíos (%)

Resistencia a compresión de la unidad de albañilería

Se necesita 5 muestras para realizar este ensayo, donde lo más apropiado es seleccionar buena calidad de ladrillo, sin rajadura, sin quiños; estos especímenes pueden ser los mismos que han sido probados en el ensayo de variación dimensional; si se presenta en la superficie formas ahuecadas, se hace el refrentado con mortero o yeso, hasta que el

material este plano superficialmente. Después del refrentado se deja reposar por 48 horas el espécimen para posteriormente ser ensayado a compresión. [45]

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

f'_b = Resistencia a compresión de la unidad de albañilería (kg/cm^2)

P = Carga máxima de rotura (kg)

A = Área superior de contacto con la máquina de compresión (cm^2)

Normativa Empleada

Agregados

Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (norma técnica peruana ntp 400.012, mtc e 204 - 2000)

Determina las proporciones indicadas de cada material según su tamaño, aplicando el método del tamizado, sea para el agregado fino, grueso y global; sus unidades serán establecidas según el SI. [27]

Método de ensayo para determinar el peso unitario y vacíos del agregado (norma técnica peruana ntp 400.017, mtc e 203 - 2000)

Determina según su cálculo el porcentaje de vacíos del tipo de material sea fino o grueso, definiendo su peso unitario sea compacto o suelto. Debemos saber que su máximo tamaño nominal debe de ser de 15cm. [28]

Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (norma técnica peruana ntp 339.185, mtc e 215)

Encargada de establecer los métodos para definir el porcentaje de humedad del tipo de material sea agregado fino o grueso por secado. Verifica la humedad evaporable interna y externa, mas no de la composición química con el agua. [29]

Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (norma técnica peruana ntp 400.022, mtc e 205)

Establece según sus métodos la densidad dosificada de sus moléculas del agregado fino, excluyendo las separaciones de sus partículas, además de la absorción y su densidad relativa que es su peso específico. [30]

Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N°200) por lavado en agregados (norma técnica peruana NTP 400.018, ASTM C-117)

Este método es importante para determinar la cantidad de componentes que pasa la Malla N°200, es un proceso donde podemos saber el contenido de polvo, arcilla o materiales solubles. [31]

Partículas livianas en los agregados (mtc e 211)

Determina la cantidad de partículas livianas de carbón o lignito en los agregados finos y gruesos mediante la separación asentamiento por medio de un líquido pesado. [29]

Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados (norma técnica peruana 400.015:2020, mtc e 212)

Estable el procedimiento para precisar el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados que se utilizará en la preparación de morteros y concreto, además de la selección determinada de agregados finos. [29]

Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales y cloruros (norma técnica peruana ntp 339.152:2002)

Basado en un método para la determinación de sales solubles tanto en la arena y en este caso que vamos aplicar en el concreto reciclado, no existe una norma específica, pero es un ensayo importante en la construcción civil. [32]

Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio (norma técnica peruana ntp 400.016, 2011)

Establece un método de ensayo a través de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio para precisar la resistencia de los agregados a la desintegración; información útil para determinar su comportamiento en la intemperie. [33]

Ceniza de aserrín

Cementos. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento portland (norma técnica peruana ntp 334.005:2011)

Este método de ensayo sirve para determinar la densidad del cemento portland, si es que tenemos una muestra libre de pérdida, se calcina y se realiza este procedimiento, en este caso sería la ceniza de aserrín. [34]

Mortero

Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento portland (norma técnica peruana 334.057)

Este método de ensayo a través de un proceso de llenado de mortero en un molde se realiza un proceso de cálculo para la fijación de la fluidez de mortero. [38]

Método de ensayo para determinar el peso unitario, rendimiento y contenido de aire del concreto (norma técnica peruana 339.046)

Pactando este procedimiento se determina la densidad, el volumen que ocupa cada uno de los componentes del mortero, ya sabiendo sus cantidades; vamos a saber esta propiedad del mortero en estado fresco, dividiendo su masa entre su volumen. [39]

Métodos de ensayo normalizado para densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso (ntp 400.021)

Este método tiene como objetivo determinar el cambio de masa del mortero por consecuencia del agua absorbida, calculando el porcentaje de absorción, después de realizar el proceso de sumergido en agua y secado de los cubos de mortero. [40]

Ensayo de adherencia a cizalle (construcción – ladrillos cerámicos – ensayos, norma técnica chilena n.ch 167.of 2001) – basado en la astm c 67: 1998

Establece un método de ladrillos sometidos a cizalle para determinar la resistencia por adherencia, hallando así su resistencia del mortero de pega y una variedad de ladrillos. [41]

Resistencia a la pila de albañilería con mortero (reglamento nacional de edificaciones norma e 070)

Establece un procedimiento para la determinación de la resistencia de cada pila de albañilería teniendo en cuenta su carga máxima y el área bruta de la sección transversal. [22]

Resistencia al murete de albañilería (reglamento nacional de edificaciones norma e 070)

A través de los ensayos de laboratorio se procederá a la compresión diagonal de murete en donde se determinará su carga. [22]

Ensayo de resistencia a la compresión axial (norma técnica peruana 334.051)

Mediante cubos de mortero de 50mm de lado dosificadas, se establece un procedimiento en 2 capas apisonadas por unos 32 golpes para el cálculo de la resistencia a compresión axial de estas. [42]

Ensayo de durabilidad por resistencia al ciclo de hielo – deshielo del mortero (norma astm c 666)

Proceso para determinar el cambio de tensión interna y dimensional, un cambio en sus propiedades mecánicas del mortero que fueron sometidos a un ciclo de hielo – deshielo que puede ser detectable en el cambio del módulo dinámico de elasticidad o por el método de resonancia. [43]

Ensayo de durabilidad del mortero por ataques de sulfatos (norma técnica peruana 400.016)

A través de cubos de morteros que son inmersos en soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio se precisara la resistencia a la desintegración y su inalterabilidad en peso; datos favorables para establecer su comportamiento en la intemperie. [33]

Ladrillo

Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (norma técnica peruana 339.613:2005)

Establece procedimientos y ensayos de ladrillos de arcilla cocida, donde procederemos a los indicadores de medida del alabeo, periodo inicial de absorción (succión), absorción, medida del área de vacíos en unidades perforadas, resistencia a la compresión. [45]

Metodología

Materiales

Cemento

La NTP 334.009 - Cemento Portland Requisitos; establece la clasificación y el uso estable de los requisitos que deben efectuar los cinco tipos de cemento. El cemento Tipo I de uso general (Cemento Portland tipo GU) no necesita propiedades especiales. [46]

Arena

Es una materia inorgánica esencial en el mundo de la construcción, es un tipo de agregado fino que se usa para la elaboración de mortero y concreto con propiedades resistentes, durables y compactas. Proviene de origen artificial de rocas trituradas y de origen natural en ríos, depósitos volcánicos o canteras aluviales.

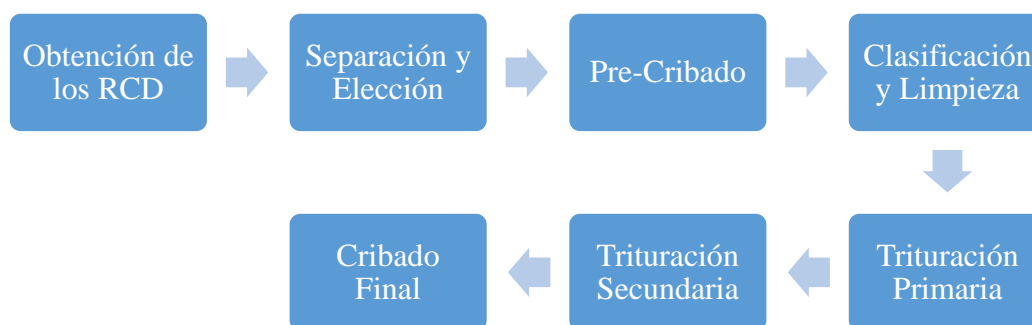
Agua

El agua es una sustancia indispensable para la elaboración del mortero por lo que se recomienda que para su uso sea agua potable que no contenga sustancias disueltas e impuras que alteren el fraguado. Se aplica mayormente en el mezclado, curado y lavado. La mayor dificultad del mortero es en la alteración de la cantidad de agua por lo que varía su resistencia, trabajabilidad, asentamiento, plasticidad y permeabilidad.

Concreto reciclado

Agregado cuyos componentes derivan de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de donde se obtiene el concreto reciclado y se lleva a ensayos semejantes al agregado fino por lo que no existe normativa o especificaciones técnicas para su uso.

Figura 4. Etapas del proceso de obtención final del Concreto Reciclado



Fuente y Elaboración: Propia

Obtención de rcd

Ubicaremos los puntos de botadero de los residuos de construcción y demolición (RCD), registramos su origen para su reconocimiento visual que establecerá su aceptación o rechazo.

Separación y elección

Primero de aceptar nuestros RCD realizamos un método de separación de nuestro desecho de concreto de los otros materiales, un procedimiento manual que se encargara de aislar los materiales más apropiados que sea análogo a estructuras de construcción.

Luego de realizar nuestra separación y elección de CR que sea afín de estructuras de construcción, lo llevaremos a un pre-cribado.

pre-cribado

El pre-cribado es una operación de separación de tamaños de fragmentos, que permitirá el paso de granos en una superficie de abertura y rechazo de fracciones superiores a esta. Realizaremos una trituración con una comba de 22 LB hasta obtener un mayor número de tamaños regulares a 1” desechando los áridos más pequeños que no será necesario chancar, para un ahorro de energía y tiempo ya que habrá una trituración más determinada.

Clasificación y limpieza

Clasificamos los áridos más regulares a 1”, realizando una limpieza que determina la eliminación de materiales no deseados de forma manual, como son papeles, madera, plástico u otro elemento inapropiado.

Trituración primaria y/o secundaria

Después de la clasificación determinada del CR se procederá a una trituración primaria donde los áridos serán determinados por los tamices de la malla de 3/8” y número 4, 8, 16, 30, 50, 100 respectivamente, sino existe una trituración equivalente entre los tamaños donde algunos áridos son de tamaños gruesos se procederá a una segunda trituración hasta obtener dimensiones granulométricas de la arena.

Cribado final

Se realizará un segundo cribado final, donde el concreto reciclado ya triturado pasará por cada malla determinada y así obtendremos su acumulación bajo cada dimensión, de este modo realizaremos un análisis de su curva granulometría haciendo una comparación con la arena.

Aserrín calcinado

Obtención del aserrín

El aserrín es un material orgánico proveniente del cepillado de variables tipos de madera, su obtención es de fácil acceso ya que es producto del desperdicio en el uso este material al momento de trazar, aserrar y recortar, lo podemos encontrar en industrias de madera, en aserraderos o en establecimientos de carpintería.

Maquina fragua - horno efectivo

La máquina fragua es un instrumento que produce corriente de aire que sirve para enardecer el fuego y así poder cumplir su principal función que es forjar los metales a altas temperaturas que en este caso se complementó con un horno efectivo con características similares a un horno industrial donde se puede obtener un quemado útil.

Quemado principal

Se realizó el primer quemado principal del aserrín, para volverlo un material inorgánico para su uso como sustitución de un porcentaje de cemento. Se produjo un quemado por combustión y se transmitieron por radiaciones calóricas por medio de las paredes, por conducción a través de pistones puestos dentro del horno y convección mediante las corrientes a altas temperaturas que están en movimiento dentro de este. “Se concluye que para tener un quemado ideal de aserrín para activar sus óxidos, la temperatura adecuada es de 350°C con una fase de tiempo de 2 horas” [20], en este caso se obtuvo una ceniza a una temperatura de 450°C calculada con un termómetro IR para altas temperaturas fluke 572-2.

Quemado secundario

Luego del quemado en horno, se deja un día en reposo la ceniza de forma confinada para que esta pueda enfriar a una temperatura que disminuya gradualmente lento. Se procede a un segundo quemado más singular, con ayuda de una máquina grafeadora y un

kit de oxicorte, utilizando el soplete para la calcinación y obtener un material con mejor cocción; de igual manera que el primer quemado se deja la ceniza enfriar hasta el día siguiente.

Tamizado - moldeado

Se recolecta toda la ceniza de aserrín para su proceso de tamizado que pase la Malla N°200 y así poder obtener una ceniza con una finura optima semejante al cemento, el porcentaje retenido se emplara en el molino manual o electrico, para que así se pulverice al tamaño adecuado.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Realizaremos la Técnica de Análisis de Documentos en donde primero veremos la recopilación de los datos a tomar referente a la investigación, donde vamos a tomar los puntos claves que se desarrollaran. En este caso sería todo lo referente al concreto reciclado y el aserrín calcinado como elementos del mortero, ya que se encuentra como elementos unitarios de investigación, como componente sustitutorio y eso lo veremos en artículos científicos, tesis vinculadas al mortero modificado, libros y revistas.

Instrumentos

Instrumentos técnicos – normativos

- Norma Técnica Peruana
- Manual de Ensayo de Materiales
- Reglamento Nacional de Edificaciones E.070
- Norma ASTM

Instrumentos para los ensayos

- Badilejo
- Balanza digital electrónica con precisión decimales de gramo
- Cronometro
- Cucharón
- Embudo

- Espátula
- Estufa con capacidad de 110°C +/- 5°C
- Fiola
- Horno de laboratorio para una temperatura máxima de 200°C
- Máquina de prensa de compresión
- Máquina vibradora
- Molde cúbico
- Molde metálico en forma de cono
- Palana
- Pie de Rey
- Pipeta
- Plancha Triangular
- Recipientes metálicos inoxidables
- Tamices N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, fondo.
- Varilla de punta roma para la compactación

Instrumentos de protección personal

- Casco para protección, ante un posible riesgo.
- chaleco determinado.
- Guantes.
- Lentes de seguridad ante posible arenal.
- Zapatos con punta de acero ante un peligro al caminar.

Instrumentos en la fase de gabinete

- Libreta de Campo
- Pc o una laptop.

Instrumentos de programa de cómputo

- Google Earth Pro.

- Microsoft Excel.
- Microsoft Word.

Métodos de recolección

Tipo de investigación:

Esta indagación según su finalidad es aplicada, ya que busca crear entendimiento de forma directa, destinados a solucionar inconvenientes en la sociedad. Además una indagación aplicada como en esta situación se concentra en solucionar un problema en concreto en un definido sitio y tiempo, usando teorías que fueron usados en una averiguación elemental. (Hernández, et. al., 2018) [47]

Diseño de investigación:

Dentro del enfoque cuantitativo destacan 3 diseños de averiguación, el diseño no empírico o además denominado de campo, el diseño empírico y el diseño cuasi empírico. Según este creador, el diseño de la averiguación tiene relación con la táctica genérica que usa el creador para recolectar sus datos que lo llevarán a conseguir sus fines y por ende la contratación de su premisa y/o contestación de la pregunta planteada. (Arias, 2006) [48]

El diseño de esta indagación es empírico pues sus cambiantes independientes son manipulados para poder hacer los resultados esperados, teniendo en cuenta el control de otras cambiantes independientes que no son de interés de evaluar su impacto. (Alan et. al., 2018) [49]

Es experimental puro ya que se sigue una secuencia de actividades, en la cual se busca determinar el efecto de aquellas variables manipuladas (variables independientes) en las variables dependientes. (Hernández, et. al., 2014) [47]

Enfoque de investigación:

Según el enfoque esta investigación es cuantitativa de tipo experimental, ya que se pretende evaluar el comportamiento del mortero elaborado con agregado fino procedente de concreto reciclado y adición de aserrín controlando otras variables. Asimismo, porque se sigue los pasos propios del enfoque cuantitativo: que inicia con la identificación de un problema, la formulación de una hipótesis, el establecimiento de un diseño de investigación para probar la hipótesis con métodos estadísticos inferenciales.

Para la contratación de la hipótesis se va a realizar a través de los ensayos de laboratorio.

Dicho estudio permitirá incrementar los probables empleos del mortero modificado en los distintos puntos de usos en albañilería, lo mismo que hace uno convencional y así suprimir las ideas erróneas de los materiales reciclados; para así demostrar la viabilidad del mortero modificado y sus distintas dosificaciones para así llegar a las propiedades físicas y mecánicas que deseamos del mortero.

Variables – operacionalización

Variable independiente

- Constituyentes del mortero

Variable dependiente

- Dosificación de mortero patrón.
- Fabricar probetas de mortero.
- Caracterización de probetas de mortero.
- Costos de fabricación.
- Evaluación de Impacto Ambiental

Tabla 8. Variables – Operacionalización Independiente

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Independiente:				
Constituyentes del mortero	Propiedades físicas del Agregado Fino	Granulometría	NTP 400.012	Ficha de recolección de datos,
		Peso Unitario	NTP 400.017	Ficha de recolección de datos,
		Contenido de Humedad	MTC E 215	Ficha de recolección de datos,
		Peso Específico y Absorción	NTP 400.022	Ficha de recolección de datos,
		Porcentaje de Finos - Malla N°200	NTP 400.018	Ficha de recolección de datos,
		Carbón y Lignito	MTC E 211	Ficha de recolección de datos,
		Terrones de Arcilla	MTC E 212	Ficha de recolección de datos,
		Sales y Cloruros	NTP 339.152	Ficha de recolección de datos,
		Desgaste por Sulfato de Magnesio	NTP 400.016	Ficha de recolección de datos,
	Propiedades físicas de la ceniza de aserrín	Densidad	NTP 334.005:2011	Ficha de recolección de datos,
Ladrillo	Propiedades físicas y mecánicas	Variación Dimensional	NTP 399.613	Ficha de recolección de datos,
		Alabeo		Ficha de recolección de datos,
		Succión		Ficha de recolección de datos,
		Absorción		Ficha de recolección de datos,
		Porcentaje de Vacíos		Ficha de recolección de datos,
		Compresión de unidad de ladrillo		Ficha de recolección de datos,

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 9. Variables – Operacionalización Dependiente

Dependiente				
Dosificación de mortero patrón	Porcentajes de los constituyentes	Contenido de arena	Norma A.C.I	Ficha de recolección de datos,
		Contenido de cemento		
		Contenido de agua		
Fabricar probetas de mortero	Diferentes dosificaciones	Probetas cubicas	NTP 334.051	Ficha de recolección de datos,
Caracterización de probetas de mortero	Propiedades físicas	Fluidez	NTP 334.057	Ficha de recolección de datos,
		Densidad	NTP 339.046	Ficha de recolección de datos,
		Absorción	NTP 400.021	Ficha de recolección de datos,
		Adherencia	NCH 167. Of 2001	Ficha de recolección de datos,
		Resistencia a la Pila de Albañilería	RNE E 070	Ficha de recolección de datos,
		Resistencia al Murete de Albañilería	RNE E 070	Ficha de recolección de datos,
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la Comprensión	NTP 334.051	Ficha de recolección de datos,
		Resistencia por Durabilidad al ciclo hielo-deshielo	ASTM C 666	Ficha de recolección de datos,
		Durabilidad al Sulfato de Magnesio	NTP 400.016	Ficha de recolección de datos,
Costos de fabricación	costos de los constituyentes	Agregado fino	CAPECO	Almanaque de CAPECO
		Agregado reciclado del concreto	CAPECO	Almanaque de CAPECO
		Aserrín Calcinado	CAPECO	Almanaque de CAPECO
		Cemento	CAPECO	Almanaque de CAPECO
Evaluación de Impacto Ambiental	Impactos Prioritarios	Identificación	Matriz de Leopold	Matriz de Identificación de I.A
		Planificación		
		Acciones Preventivas		Matriz de Importancia

Fuente y Elaboración: Propia

Población, muestra de estudio y muestreo

Población: Se tomó como población en específico los componentes principales para la elaboración del mortero que es la arena que debe cumplir con los parámetros establecidos en la norma E070 y la NTP 400.012, el concreto reciclado obtenido por su proceso de trituración donde en un comienzo es conseguido de la carretera San José – Chiclayo, el cemento portland tipo GU de uso general, el aserrín calcinado como producto final de calcinación de los residuos por los aserraderos y el agua potable.

Los porcentajes seleccionados para el concreto reciclado lo hemos obtenido por nuestros antecedentes ya que son resultados favorables, donde nos habla que para una sustitución del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de CR por arena se obtiene mejores resultados que la muestra patrón, su ensayo a compresión es óptima para una sustitución al 50% además a flexión a un 25% y 50%, además que la fluidez aumenta cada vez que aumenta el porcentaje de sustitución de la arena reciclada [6]. Además, para un reemplazo en volumen: 0%, 5%, 10%, 20% y 40%, es viable para un mortero de mampostería al 40% [10], por ese motivo es que se optó por sustituir al CR por arena al 10%, 20%, 30% ya que no sería el único componente a sustituir en el mortero.

En nuestros antecedentes del aserrín, tenemos como conclusión que para una sustitución del 0%, 10% 15% 20% el aserrín calcinado mejora las propiedades [7]. Asimismo, no se observó pérdida de resistencia en el mortero para niveles de reemplazo de cemento de hasta el 20%. [16], por esa razón se tomaron las dosificaciones 5%, 10%, 15%, 20% para así tener una verificación de varios resultados.

Se realizó los ensayos del mortero, en este caso la resistencia a compresión para así verificar que la mezcla de mortero cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada y el tipo de estructura a realizar, de igual modo la resistencia por durabilidad al ciclo hielo deshielo ya que este fenómeno cíclico de congelamiento y descongelamiento del agua contenida en los poros, es un agente agresor más destructivo del mortero y sus componentes; estos ensayos han sido verificado a los 7, 14, 21, 28 días para así tener una resistencia estimada y precisa.

Para poder obtener nuestra relación cemento/arena y agua/cemento, se realizó nuestro diseño de mezcla del mortero en una relación en volumen de 1:3 de cemento:arena que es una proporción de tipo de mortero rico (Tabla 4. Usos del mortero de cemento), demostrando así gracias a nuestro diseño de mezcla conseguiremos una relación en peso de 1:2.75 de cemento:arena y agua/cemento de 0.85 tomando este dato gracias a nuestra referencia de que el resultado de las propiedades físicas mecánicas y fotocatalíticas del mortero de cemento

portland tipo I y relación a/c de 0.85 mejora las propiedades de adherencia, absorción y resistencia a compresión. [37]

Por consiguiente, se realizará probetas cubicas de mortero, formada con materiales constituyentes de concreto reciclado y aserrín calcinado que serán sometidas a ensayos.

Muestra: 351 Probetas cubicas de mortero de 50x50x50 mm a utilizar para los diferentes tipos de dosificaciones con una relación constante en peso arena/cemento de 2.75 y relación agua/cemento 0.85; porcentaje de la dosificación del cemento reciclado (10%, 20%, 30%); porcentaje de la dosificación del aserrín calcinado (5%, 10%, 15%, 20%); el ensayo de compresión y ciclo hielo-deshielo a los (7 días, 14 días, 21 días y 28 días) realizando por cada ensayo un total de 156 probetas y el ensayo de durabilidad por ataques de sulfatos de magnesio se efectuó 39 probetas con un tiempo de curado a los 28 días.

Muestreo: Se va aplicar de acuerdo a la norma ASTM C 109, ASTM 666 y NTP 400.016, 2011; en donde empezamos con la muestra de mortero sin los componentes sustitutorios, y luego de esto a cada porcentaje de cada elemento se va a realizar cada dosificación en sus diferentes etapas de curado para evaluar su mezcla.

Procedimiento

Durante el procedimiento se siguieron las anteriores metodologías, en primer lugar, los análisis de datos, buscando cualquier tipo de información con respecto al tema de estudiar.

Luego de eso se estudia los materiales componentes (Cemento, Agregado Fino, Concreto Reciclado, Aserrín calcinado, Agua) desde su obtención y su proceso de disposición. Después procederemos a los ensayos (Granulometría, Peso unitario, Contenido de Humedad, Peso específico y absorción, Porcentajes de Finos).

Posteriormente seguiremos con los diferentes tipos de diseño con el fin de cumplir con las propiedades esenciales del mortero, desde su estado fresco para demostrar su trabajabilidad, resistencia y durabilidad; y en el caso del estado endurecido para ser apto para otorgar resistencia a compresión requerida, resistencia al ciclo hielo-deshielo y resistencia por durabilidad a los ataques de sulfato de magnesio.

La nomenclatura para la identificación de cada mezcla se hará con respecto a la mezcla patrón y los porcentajes de sustitución de la arena y cemento reciclado además de cemento y aserrín calcinado; teniendo en cuenta la relación constante en peso arena/cemento de 2.75 y relación agua/cemento 0.85.

- Mortero patrón
- Mortero modificado con sustitución de CR en 10% y aserrín calcinado 5%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 10% y aserrín calcinado 10%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 10% y aserrín calcinado 15%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 10% y aserrín calcinado 20%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 20% y aserrín calcinado 5%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 20% y aserrín calcinado 10%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 20% y aserrín calcinado 15%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 20% y aserrín calcinado 20%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 30% y aserrín calcinado 5%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 30% y aserrín calcinado 10%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 30% y aserrín calcinado 15%
- Mortero modificado con sustitución de CR en 30% y aserrín calcinado 20%

Tras la nomenclatura de los diseños, posteriormente se realizará el proceso de curado donde pueden curarse en su molde y luego de su retiro son inmersos con agua.

Tabla 10. Muestras para ensayos de resistencia a compresión

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por %Agregado Fino		
		0%	10%	20%	30%
Sustitución de Aserrín Calcinado por % Cemento	0%	3 unidades	X	X	X
	5%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	10%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	15%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	20%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
Unidades		3 unidades	12 unidades	12 unidades	12 unidades
Total de Unidades		39 unidades			
EDAD		7 días	14 días	21 días	28 días
TOTAL		156 Unidades			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 11. Muestras para ensayos de resistencia al ciclo hielo-deshielo

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA AL CICLO HIELO-DESHIELO					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por %Agregado Fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de Aserrín Calcinado por % Cemento	0%	3 unidades	X	X	X
	5%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	10%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	15%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	20%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
Unidades		3 unidades	12 unidades	12 unidades	12 unidades
Total de Unidades		39 unidades			
EDAD		7 días	14 días	21 días	28 días
TOTAL		156 Unidades			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 12. Muestras para ensayos de durabilidad del mortero por ataques de sulfatos

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE DURABILIDAD DEL MORTERO POR ATAQUES DE SULFATOS					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por %Agregado Fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de Aserrín Calcinado por % Cemento	0%	3 unidades	X	X	X
	5%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	10%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	15%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
	20%	X	3 unidades	3 unidades	3 unidades
Unidades		3 unidades	12 unidades	12 unidades	12 unidades
Total de Unidades		39 unidades			
EDAD		28 días			
TOTAL		39 Unidades			

Fuente y Elaboración: Propia

Estado fresco del mortero y sus propiedades.

En esta ocasión se realizará los ensayos para saber el peso unitario y su fluidez, se sabe que cada ensayo se hará 3 muestras de la misma con sus respectivos porcentajes de cada muestra sustitutoria, sabiendo que su duración depende de la humedad, temperatura y su proceso de hidratación, este ensayo se puede manipular fácilmente por su estado plástico y trabajable.

Estado endurecido del mortero y sus propiedades.

Aquí es donde el material se encuentra en estado sólido y debería cumplir con las normas y exigencias reglamentarias estipuladas del proyecto.

Se verán el comportamiento en estado endurecido sus funciones estáticas y dinámicas para poder saber su absorción, soportar esfuerzos y cargas a través de la compresión simple, ciclo hielo-deshielo y su durabilidad a los sulfatos de magnesio. Las demostraciones para saber la calidad del mortero se darán las pruebas a los 7, 14, 21 y 28 días, cada etapa con 3 especímenes a una misma edad.

Método de análisis de datos

Sus propiedades físicas y mecánicas del mortero mejorarán, siendo un material trabajable aumentando su resistencia a compresión y su durabilidad por ataques de sulfato de magnesio y a cambios de temperatura teniendo así un adecuado temple térmico, enriqueciendo su fluidez, densidad, absorción de agua, adherencia, resistencia a la pila de albañilería del mortero y al murete de albañilería.

Aspectos éticos

Propio de nosotros los investigadores cumplimos durante el presente estudio compromisos éticos que se acaten la veracidad y confiabilidad de los resultados e identidad de la vigente investigación.

Resultados y discusión

Agregado fino

Granulometría

Granulometría de la arena

Peso Inicial Húmedo = 500g

Peso Inicial Seco = 497.8g

% de Humedad = 0.4

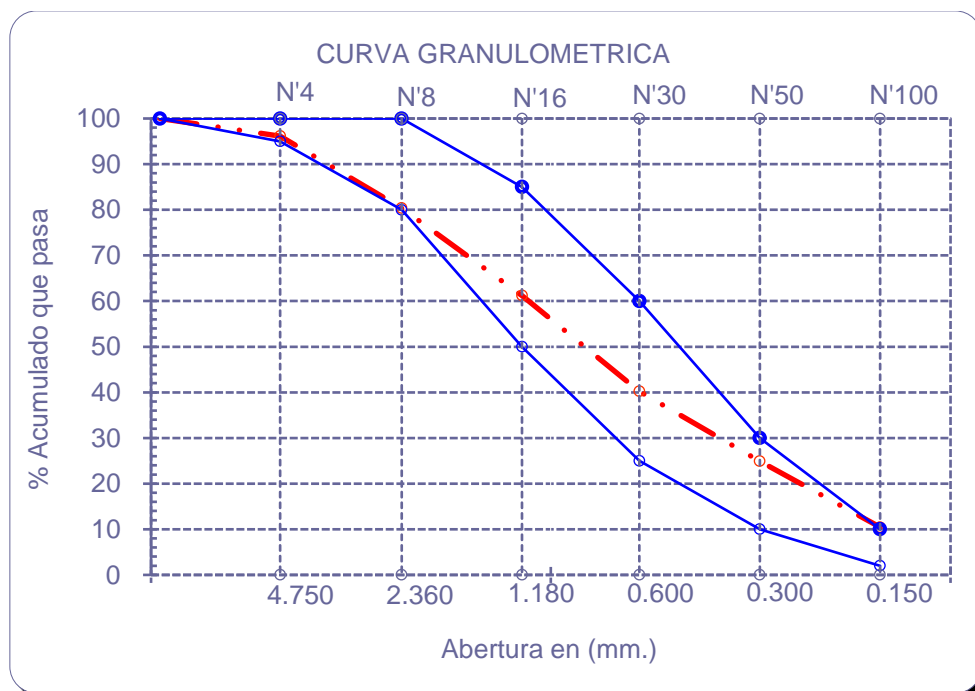
Módulo de Fineza = 2.867

Tabla 13. Granulometría de la arena

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	19.1	3.8	3.8	96.2	95	100
Nº 08	2.360	78.6	15.8	19.6	80.4	80	100
Nº 16	1.180	95.4	19.2	38.8	61.2	50	85
Nº 30	0.600	104.5	21.0	59.8	40.2	25	60
Nº 50	0.300	76.2	15.3	75.1	24.9	10	30
Nº 100	0.150	72.0	14.5	89.6	10.4	2	10
Fondo		52	10.4	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.867			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente y Elaboración: Propia

Figura 5. Curva Granulométrica de la Arena



Fuente y Elaboración: Propia

Los valores del ensayo de granulometría de la arena cumplen con la NTP 400.012, además no supera el 50% de agregado retenido entre mallas consecutivas, seguido que el módulo de fineza se encuentra dentro del parámetro establecido de arena para mortero según el RNE-E 070 de albañilería.

Granulometría del concreto reciclado

Peso Inicial Húmedo = 500g

Peso Inicial Seco = 486.8g

% de Humedad = 2.71

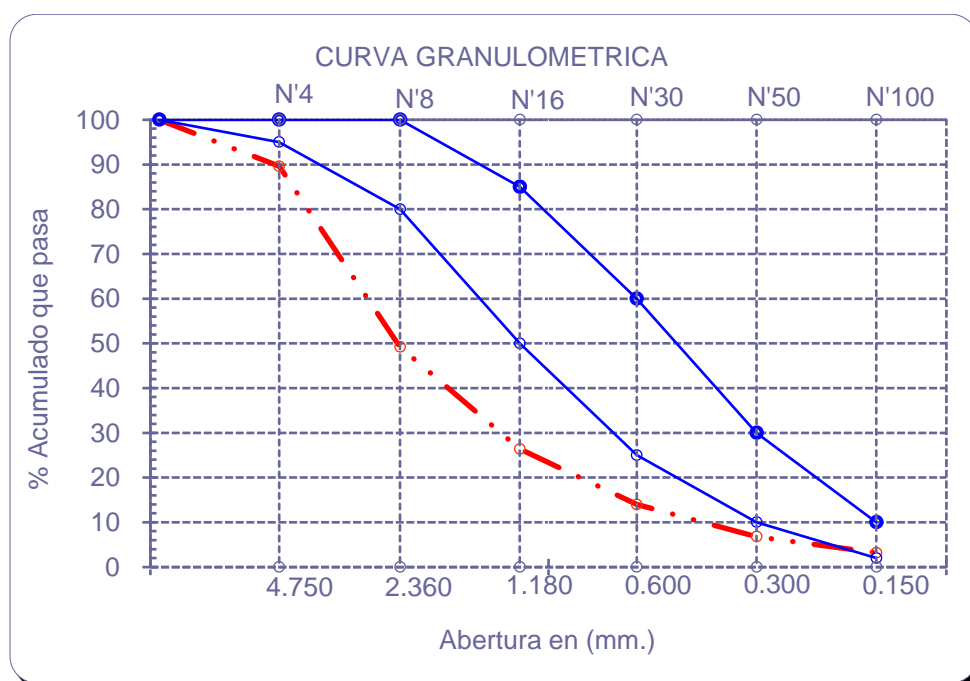
Módulo de Fineza = 4.11

Tabla 14. Granulometría del concreto reciclado

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	50.6	10.4	10.4	89.6	95	100
N° 08	2.360	196.7	40.4	50.8	49.2	80	100
N° 16	1.180	111	22.8	73.6	26.4	50	85
N° 30	0.600	60.4	12.4	86.0	14.0	25	60
N° 50	0.300	35.1	7.2	93.2	6.8	10	30
N° 100	0.150	17.5	3.6	96.8	3.2	2	10
Fondo		15.5	3.2	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				4.108			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente y Elaboración: Propia

Figura 6. Curva Granulométrica del Concreto Reciclado



Fuente y Elaboración: Propia

Los valores del ensayo de granulometría del concreto reciclado no cumplen con el RNE E-070 de albañilería ya que supera el 50% de agregado retenido entre dos mallas consecutivas N°4 - N°8 de (50.8 %) y N°8 - N°16 de (63.2%), además que el módulo de fineza no se encuentra dentro del parámetro establecido 1.60 y 2.50, de igual manera se procederá a laborar con este material ya que se busca investigar el comportamiento del mortero con este agregado reciclable.

Peso unitario

Peso unitario suelto del agregado fino

Tabla 15. Peso unitario suelto de la arena

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4690	4708
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material	(gr.)	4690	4708
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00308	0.00308
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1525	1531
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1521	

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 16. Peso unitario suelto del concreto reciclado

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7972	8120
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7972	8120
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00546	0.00546
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1460	1487
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1434	

Fuente y Elaboración: Propia

Teniendo los resultados del P.U.S. de las 2 muestras del agregado fino, el concreto reciclado tiene 94.28% con respecto a la arena, este menor valor es debido a que su

granulometría no es uniforme además que tiene más del 50% de porcentaje retenido entre sus mallas, ocasionando un mal acoplo entre sus granos.

Peso unitario compactado del agregado fino

Tabla 17. Peso unitario compactado de la arena

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	5392	5385
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material	(gr.)	5392	5385
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00308	0.00308
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1753	1751
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1744	

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 18. Peso unitario compactado del concreto reciclado

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8989	9023
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8989	9023
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00546	0.00546
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1646	1652
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1605	

Fuente y Elaboración: Propia

Teniendo los resultados del P.U.C. de las 2 muestras del agregado fino, el concreto reciclado tiene 92.03% con respecto a la arena; este menor valor es debido a que su granulometría no es uniforme, ocasionando vacíos entre sus granos que no se acoplan así se compacte con la varilla, caso muy diferente con la arena que tiene mejor distribución y uniformidad, cumpliendo con el RNE E-070

Contenido de humedad*Tabla 19. Contenido de humedad de la arena*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	497.8	497.8
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.44	0.44
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.44	

*Fuente y Elaboración: Propia**Tabla 20. Contenido de humedad del concreto reciclado*

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	486.8	486.8
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.71	2.71
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.71	

Fuente y Elaboración: Propia

El concreto reciclado se encuentra expuesta a condiciones ambiental por lo que se encuentra afectado a mayor humedad que el de la arena.

Peso específico y absorción**Peso específico y absorción de la arena**

Datos

Tabla 21. Datos del peso específico y absorción de la arena

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	960.0	960.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	648.7	648.7
3.- Peso del Agua	(g)	311.3	311.3
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	644.9	644.9
5.- Peso del Frasco	(g)	148.7	148.7
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

Fuente y Elaboración: Propia

Resultados

Tabla 22. Resultados del peso específico y absorción de la arena

A.- Peso específico de masa	(g/cm ³)	2.630
B.- Peso esp. de masa sat. sup. seco	(g/cm ³)	2.650
C.- Peso específico aparente	(g/cm ³)	2.684
D.- Porcentaje de absorción	(%)	0.77

Fuente y Elaboración: Propia

Peso específico y absorción del concreto reciclado

Datos

Tabla 23. Datos del peso específico y absorción del concreto reciclado

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	956.0	956.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	674	674
3.- Peso del Agua	(g)	282	282
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	630	630
5.- Peso del Frasco	(g)	174	174
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	456	456
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

Fuente y Elaboración: Propia

Resultados

Tabla 24. Resultados del peso específico y absorción del concreto reciclado

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.092
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.294
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.621
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	9.65

Fuente y Elaboración: Propia

La gran cantidad de finos que posee el concreto reciclado es causante de la mayor cantidad del peso específico y porcentaje de absorción comparado con la arena ya que gracias a sus finos retienen mayor cantidad de agua.

Porcentaje de finos - malla n°200

Tabla 25. Porcentaje de finos - malla N°200 de la arena

Muestra: Arena Gruesa - Cantera: Pátapo	
Material más fino que la malla (N°200) por la vía húmeda (%)	1.9

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 26. Porcentaje de finos - malla N°200 del concreto reciclado

Muestra: Concreto Reciclado - Lugar: San José	
Material más fino que la malla (N°200) por la vía húmeda (%)	3.7

Fuente y Elaboración: Propia

El porcentaje de finos que pasan la malla N°200 del concreto reciclado es mayor que la arena, debido a que en el proceso de trituración del concreto existen gran cantidad de cemento que no aglomero de manera adecuada en el proceso de mezclado de concreto.

Carbón y lignito

Tipo de Análisis: Análisis químico de la arena

Tabla 27. Carbón y lignito de la arena

Peso recipiente	420.5	453	436.5
Peso de muestra seca	200	200	200
Peso filtro (gasa)	12.3	12.35	12.79
Peso filtro + partículas decantadas seco	12.5	12.9	13.7
Peso de partículas decantadas	0.3	0.39	0.6
% de carbón y lignito (d/a)x100	0.15	0.195	0.3
% promedio	0.22		

Fuente y Elaboración: Propia

Tipo de Análisis: Análisis Químico del concreto reciclado

Tabla 28. Carbón y lignito del concreto reciclado

Peso recipiente	356.9	355	426.5
Peso de muestra seca	200	200	200
Peso filtro (gasa)	12.26	12.31	12.45
Peso filtro + partículas decantadas seco	12.88	12.96	13.25
Peso de partículas decantadas	0.62	0.65	0.8
% de carbón y lignito (d/a)x100	0.31	0.325	0.4
% promedio	0.35		

Fuente y Elaboración: Propia

Se encontró mayor cantidad de material liviano de carbón y lignito, en el concreto reciclado con respecto a la arena, debido a que los agregados del concreto contienen mayor cantidad de partículas de rocas sedimentarias.

Terrones de arcillas

Tabla 29. Terrones de arcillas de la arena

Terrones de arcilla y partículas friables (%)	0.19
---	------

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 30. Terrones de arcillas del concreto reciclado

Terrones de arcilla y partículas friables (%)	5.99
---	------

Fuente y Elaboración: Propia

El porcentaje de concreto reciclado es mayor a la de arena en la característica de terreno y arcilla, teniendo en cuenta que el concreto es de 5.99% referente al de arena que es de 0.19%, debido el momento de remojar el CR, las partículas de mayor dimensión se ablandan y pueden ser pasadas con mayor facilidad por su malla correspondiente.

Sales y cloruros totales

Tipo de Análisis: Análisis Químico de la Arena

Tabla 31. Sales y cloruros totales de la arena

Sales Solubles	ppm	175
Totales	%	0.018
Cloruros	ppm	65
CL	%	0.007
Sulfatos	ppm	32
SO ₄ ²⁻	%	0.003

Fuente y Elaboración: Propia

Tipo de Análisis: Análisis Químico del concreto reciclado

Tabla 32. Sales y cloruros totales del concreto reciclado

Sales Solubles	ppm	950
Totales	%	0.095
Cloruros	ppm	325
CL	%	0.033
Sulfatos	ppm	174
SO ₄ ²⁻	%	0.017

Fuente y Elaboración: Propia

El concreto reciclado contiene mayor cantidad de sales solubles con respecto a la arena, debido a que está expuesta a la intemperie y está contaminada, por eso contiene mayor cantidad de cloruros y sulfatos.

Desgaste por sulfato de magnesio

Desgaste por sulfato de magnesio de la arena

Datos

Tabla 33. Desgaste por sulfato de magnesio de la arena

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
3/8"	N° 4	0.7
9.5 mm	4.75 mm	

Nº 4 4.75 mm	Nº 8 2.36 mm	0.8
Nº 8 2.36 mm	Nº 16 1.18 mm	0.6
Nº 16 1.18 mm	Nº 30 600 µm	0.5
Nº 30 600 µm	Nº 50 300 µm	1.7
Nº 50 300 µm	Nº 100 150 µm	2.0

Fuente y Elaboración: Propia

Resultado

Tabla 34. Resultado - desgaste por sulfato de magnesio

Desgaste total (%)	6.3
--------------------	-----

Fuente y Elaboración: Propia

Desgaste por sulfato de magnesio del concreto reciclado

Datos

Tabla 35. Desgaste por sulfato de magnesio del concreto reciclado

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	0.4
Nº 4 4.75 mm	Nº 8 2.36 mm	1.1
Nº 8 2.36 mm	Nº 16 1.18 mm	1.8

Nº 16 1.18 mm	Nº 30 600 µm	2.2
Nº 30 600 µm	Nº 50 300 µm	3.1
Nº 50 300 µm	Nº 100 150 µm	2.2

Fuente y Elaboración: Propia

Resultado

Tabla 36. Resultado - desgaste por sulfato de magnesio

Desgaste total (%)	11.8
--------------------	------

Fuente y Elaboración: Propia

El desgaste por sulfato de magnesio no refleja los siguientes resultados referentes primero al de arena con un 6.3% congruente al de concreto reciclado que nos da un porcentaje de 11.8% debido a que está más expuesto a debilitarse y tener una mayor pérdida en porcentaje de peso.

Ceniza de aserrín

Densidad de ceniza de aserrín

Tabla 37. Densidad de la ceniza de aserrín

Masa de ceniza de aserrín	(gr)	50
Vol. Inicial kerosene	(ml)	0
Vol. Final desplazado kerosene	(ml)	22.4
Densidad de ceniza de aserrín	(g/ml)	2.23

Fuente y Elaboración: Propia

La densidad de la ceniza de aserrín nos sale menor que la del cemento que es de 2.85 g/cm³.

Mortero

Para realizar nuestro diseño de mezcla, nos hemos guiado según la norma E070.

Además, la fluidez influye para realizar este diseño, ya que podremos incorporar o disminuir el agua de acuerdo a la consistencia adecuada. [37]

Teniendo mi dosificación de mi mezcla patrón de 1:3 comenzaré a realizar un reajuste con respecto a cada uno de su sustitución, para así obtener su volumen y peso en proporción de cada uno de ellos, además de realizar su proporción por balde en relación a una bolsa de cemento.

Diseño de mezcla del mortero sin adiciones

1° paso: cálculo cantidad de material inicial

Si la dosificación para el mortero es de 1:3, entonces:

Cemento: 1 pie³ = 42.5 kg

Arena: 3 pie³

Usamos la siguiente fórmula para hallar la cantidad de arena 1m³ = 35.3147 pie³

$3\text{pie}^3 * (1\text{m}^3 / 35.3147\text{pie}^3) * \text{PUS}$

Arena: 129.2096492 kg

Usamos la siguiente fórmula para hallar la cantidad de agua, en función a la relación agua cemento de 0.85

Agua = 0.85 * 42.5 kg

Agua = 36.125

Para el aire atrapado se tiene:

Aire atrapado: 7.5%

2° paso: cálculo de volumen de material

Calculamos el volumen del cemento: P.E.Cemento: 2850 kg/m³

$\text{Cemento} = \frac{\text{Peso de bolsa de cemento}}{\text{Peso específico del cemento}}$

Cemento = 0.014912281 m³

Calculamos el volumen de arena: P.E.Arena: 2630 kg/m³

$\text{Arena} = \frac{\text{Peso de arena}}{\text{Peso específico de la arena}}$

Arena = 0.049874031 m³

Calculamos el volumen del agua: P.E.Agua: 1000 kg/m³

$$\text{Agua} = \frac{\text{Peso de bolsa de cemento} \times \text{relación a/c}}{\text{Peso específico del agua}} = \frac{42.5 \text{ kg} \times 0.85}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Agua} = 0.036125 \text{ m}^3$$

Sumamos los volúmenes obtenidos, para hallar el volumen de aire atrapado:

$$*\text{Sub Total} = 0.1001664 \text{ m}^3$$

$$*\text{Sub Total} = 0.0075125 \text{ m}^3$$

Calculamos el rendimiento, que será la suma total de los volúmenes obtenidos:

$$*\text{Total (Rendimiento)} = 0.107679 \text{ m}^3$$

3° paso: cálculo de material según rendimiento

Calculamos las cantidades de cemento, arena, agua y aire atrapado con las siguientes fórmulas:

$$*\text{Cemento} = 9.286869917 \text{ bolsas} = 394.6919715 \text{ kg}$$

$$*\text{Arena (kg)} = 1199.953205 \text{ kg}$$

$$*\text{Agua (litros)} = 335.4881758 \text{ Litros}$$

$$*\text{Aire atrapado} = 7.5\%$$

4° pasó: cálculo de la cantidad de agua y arena

$$*\text{Arena húmeda} = 1205.232999 \text{ kg}$$

$$*\text{Agua efectiva} = 339.4654447 \text{ Litros}$$

Para obtener el volumen del agua efectiva sin corrección, dividimos el agua efectiva de 339.4654447 lt entre la cantidad de cemento por bolsa según su rendimiento que es de 9.286869917 bls, así obtenemos el agua efectiva sin corrección.

Luego hallaremos la cantidad en peso de la arena que se obtiene dividiendo la arena fina humedad entre el material según su rendimiento del mismo; estos estarán en relación por 1kg de cemento.

Esta dosificación nos da un mortero seco, que no se encuentra dentro del rango permitido de la fluidez, por lo que esta dosificación del mortero patrón deberá ser corregida añadiéndole agua y volver a realizar una dosificación del mortero con corrección, en la siguiente tabla nos muestra los resultados sin corrección.

Tabla 38. Dosificación del mortero sin corrección

Material	Volumen	Peso
Cemento	1 m ³	1 kg
Arena	3 m ³	3.0536 kg
Agua Efectiva	36.553268 lt/bls	0.8601 lt/kg

Fuente y Elaboración: Propia

En lo que consiste en primer lugar el ENSAYO DE FLUIDEZ tenemos que para un tipo de estructura de mampostería estructural los porcentajes de fluidez permisibles es de 120% a 150% en donde en un comienzo se trabajó con una relación en volumen cemento/arena de 1/3, donde nos dio el resultado de fluidez del mortero patrón 109.2% por lo que se optó en añadir a la proporción inicial a/c, 0.084 lt de agua, para llegar así al porcentaje deseado y tener una relación en volumen arena/cemento de 2.98 y proporción en peso 2.75.

Se añadió agua = 0.084 lt

5° paso: corrección por fluidez

5.1 Diseño patrón:

Cemento: 1 kg

Arena: 3.053604 kg

Agua Efectiva: 0.8600769 lt

5.2 Agua adicional por fluidez = 0.084 lt

$$A/C = 0.85$$

$$C = (0.860076893 + 0.084) / 0.85 = 1.1106787$$

5.3 Nueva relación:

Cemento: 1.1106787 kg

Arena: 3.053604 kg

Agua Efectiva: 0.9440769 lt

5.4 Conversión de relación corregida: Dividimos la nueva relación entre 1.11067869

Tabla 39. Cantidad en peso de la dosificación del mortero

Cemento	1 kg
Arena Fina	2.7493136 kg
Agua	0.85 lt/kg

Fuente y Elaboración: Propia

Hallamos el peso requerido para 1 m³ de mortero para cada componente del mortero:

1° paso: cálculo cantidad de material inicial

Cemento = 1 pie = 42.5 kg

Arena = 2.749313591 pie = 116.85 kg

Agua Efectiva = 0.85 *Cemento = 36.125 litros

Aire atrapado = 7.5%

2° paso: cálculo de volumen de material

Cemento = 0.0149123 m³

Arena= 0.0444281 m³

Agua Efectiva = 0.036125 m³

Aire atrapado = 0.0071599 m³

Total (Rendimiento) = 0.1026253 m³

3° paso: cálculo final de material según rendimiento

Cemento (bls) = 9.7441903 bolsas = 414.13 Kg

Arena (kg) = 2.7493136 *Cemento= 1138.6 Kg

Agua (litros) = 0.85 *Cemento = 352.01 Litros

Tabla 40. Cantidad en volumen y peso de la dosificación del mortero patrón

Material	Volumen	Peso
Cemento	1 pie ³	1 kg
Arena	2.98 pie ³	2.75 kg
Agua	36.125 lt/bls	0.85 lt/kg

Fuente y Elaboración: Propia

4° paso: cálculo de cantidad de balde en obra

Utilizaremos el balde utilizado en obra de 20L = 0.020 m³, hallaremos este cálculo con respecto a los datos obtenidos del volumen de material por m³ (2° paso).

Cemento = 0.0149123 = 1 bolsa de cemento

$$\text{Arena} = 0.0444281 / 0.020 = 2.2 \text{ baldes } 20\text{L}$$

$$\text{Agua} = 0.036125 / 0.020 = 1.8 \text{ baldes } 20\text{L}$$

Tabla 41. volumen, baldes y peso en obra sin adición

Material	Volumen				Peso	
	Cemento	1	pie3	1	bls	1
Arena	2.98	pie3	2.2	balde 20L	2.75	kg
Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg

Fuente y Elaboración: Propia

Diseño de mezcla con adiciones

Vamos a tener como referencia el diseño de mezcla del mortero sin adiciones, en este caso la cantidad en volumen y peso de la dosificación del mortero patrón, hallaremos la dosificación de los demás diseños con respecto a la sustitución en peso; no existe ningún reajuste en los demás diseños en relación a cada porcentaje de sustitución en peso del concreto reciclado y el aserrín calcinado; la fluidez aumenta y se encuentra en el rango permisible de 120% a 150%.

Haremos un diseño con la sustitución en peso con porcentaje de 5% de aserrín calcinado por cemento y 10% de concreto reciclado por arena, después los demás diseños se rigen al mismo paso de este diseño por sustitución.

1° paso: Identificación de la cantidad de material del MP

$$\text{Cemento} = 1 \text{ pie} = 42.5 \text{ kg}$$

$$\text{Arena Fina} = 2.749313591 \text{ pie} = 116.846 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 0.85 * \text{Cemento} = 36.125 \text{ litros}$$

2° paso: Identificación de los porcentajes de sustitución

$$\text{Aserrín calcinado} = 5\%$$

$$\text{CR} = 10\%$$

3° paso: Cálculo de la cantidad de material inicial de la mezcla

$$\text{Cemento} = 40.375 \text{ kg} = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Aserrín calcinado} = 2.125 \text{ kg} = 0.053 \text{ kg}$$

$$\text{Arena Fina} = 105.161 \text{ kg} = 2.605 \text{ kg}$$

$$CR = 11.685 \text{ kg} = 0.289 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 36.125 \text{ litros} = 0.895 \text{ lt/kg}$$

4° paso: Ajuste de relación a/c

$$A/C = 0.85$$

$$\text{Cemento} = 1.053 \text{ kg}$$

5° paso: Nueva relación

$$\text{Cemento} = 1.053 \text{ kg}$$

$$\text{Aserrín calcinado} = 0.053 \text{ kg}$$

$$\text{Arena Fina} = 2.605 \text{ kg}$$

$$CR = 0.289 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 0.895 \text{ lt/kg}$$

6° paso: Dividimos la nueva relación entre 1.053

$$\text{Cemento} = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Aserrín calcinado} = 0.050 \text{ kg}$$

$$\text{Arena Fina} = 2.474 \text{ kg}$$

$$CR = 0.275 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 0.850 \text{ lt/kg}$$

7° paso: Cálculo de cantidad de material inicial

$$\text{Cemento} = 1 \text{ pie} = 42.5 \text{ kg}$$

$$\text{Aserrín calcinado} = 0.050 \text{ pie} = 2.125 \text{ kg}$$

$$\text{Arena Fina} = 2.474 \text{ pie} = 105.161 \text{ kg}$$

$$CR = 0.275 \text{ pie} = 11.685 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 0.850 * \text{cemento} = 36.125 \text{ lt}$$

8° paso: Cálculo de volumen de material

$$\text{Cemento} = 0.0149 \text{ m}^3$$

$$\text{Aserrín calcinado} = 0.0010 \text{ m}^3$$

$$\text{Arena Fina} = 0.0400 \text{ m}^3$$

$$CR = 0.0006 \text{ m}^3$$

Agua Efectiva = 0.0361 m³

Tabla 42. diseño de 5% de aserrín calcinado por cemento y 10%

Material	Volumen		Peso	
Cemento	1	pie3	1	kg
Aserrín calcinado	0.064	pie3	0.05	kg
Arena Fina	2.681	pie3	2.47	kg
CR	0.037	pie3	0.27	kg
Agua	36.125	lt/bls	0.85	lt/kg

Fuente y Elaboración: Propia

9° paso: cálculo de cantidad de balde en obra

Utilizaremos el balde empleado en obra de 20L = 0.020 m³, además utilizaremos un balde de 1L = 0.001 para el aserrín calcinado y el concreto reciclado, ya que son materiales que se utilizan en baja cantidad y sería más apropiado utilizarlo en esa medida, asimismo hallaremos este cálculo con respecto a los datos obtenidos del volumen de material por m³ (8° paso).

Cemento = 0.0149 m³ = 1 bolsa de cemento

Aserrín calcinado = 0.001 / 0.001 = 1 baldes 1L

Arena Fina = 0.0400 = 2.2 baldes 20L

CR = 0.0006 / 0.001 = 5.6 baldes 1L

Agua Efectiva = 0.0361 = 2.2 baldes 20L

Tabla 43. volumen, baldes y peso en obra con adición

Material	Volumen				Peso	
Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
Aserrín calcinado	0.064	pie3	1.0	balde 1L	0.05	kg
Arena	2.681	pie3	2.0	balde 20L	2.47	kg
CR	0.375	pie3	5.6	balde 1L	0.27	kg
Agua	36.125	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg

Fuente y Elaboración: Propia

Así como tenemos nuestro reajuste de 5% de aserrín calcinado por cemento y 10% de concreto reciclado por arena, lo mismo haremos con las demás sustituciones respectivas; en el siguiente cuadro mostraremos el resultado de la proporción de todas las sustituciones.

Tabla 44. Resultado de los diseños de las dosificaciones del mortero

Dosificación	Material	Volumen			Peso		
MP	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Arena Fina	2.98	pie3	2.2	balde 20L	2.75	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
5 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.06	pie3	1.0	balde 1L	0.1	kg
	Arena Fina	2.68	pie3	2.0	balde 20L	2.5	kg
	CR	0.37	pie3	5.6	balde 1L	0.3	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.9	lt/kg
5 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.06	pie3	1.0	balde 1L	0.05	kg
	Arena Fina	2.38	pie3	1.8	balde 20L	2.20	kg
	CR	0.75	pie3	11.2	balde 1L	0.55	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
5 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.06	pie3	1.0	balde 1L	0.05	kg
	Arena Fina	2.09	pie3	1.6	balde 20L	1.92	kg
	CR	1.12	pie3	16.8	balde 1L	0.82	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
10 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.13	pie3	1.9	balde 1L	0.10	kg
	Arena Fina	2.68	pie3	2.0	balde 20L	2.47	kg
	CR	0.37	pie3	5.6	balde 1L	0.27	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
10 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.13	pie3	1.9	balde 1L	0.10	kg
	Arena Fina	2.38	pie3	1.8	balde 20L	2.20	kg
	CR	0.75	pie3	11.2	balde 1L	0.55	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
10 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.13	pie3	1.9	balde 1L	0.10	kg
	Arena Fina	2.09	pie3	1.6	balde 20L	1.92	kg

	CR	1.12	pie3	16.8	balde 1L	0.82	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
15 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.19	pie3	2.9	balde 1L	0.15	kg
	Arena Fina	2.68	pie3	2.0	balde 20L	2.47	kg
	CR	0.37	pie3	5.6	balde 1L	0.27	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
15 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.19	pie3	2.9	balde 1L	0.15	kg
	Arena Fina	2.38	pie3	1.8	balde 20L	2.20	kg
	CR	0.75	pie3	11.2	balde 1L	0.55	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
15 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.19	pie3	2.9	balde 1L	0.2	kg
	Arena Fina	2.09	pie3	1.6	balde 20L	1.9	kg
	CR	1.12	pie3	16.8	balde 1L	0.8	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.9	lt/kg
20 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.26	pie3	3.8	balde 1L	0.20	kg
	Arena Fina	2.68	pie3	2.0	balde 20L	2.47	kg
	CR	0.37	pie3	5.6	balde 1L	0.27	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.85	lt/kg
20 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.26	pie3	3.8	balde 1L	0.2	kg
	Arena Fina	2.38	pie3	1.8	balde 20L	2.2	kg
	CR	0.75	pie3	11.2	balde 1L	0.5	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.9	lt/kg
20 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado	Cemento	1	pie3	1	bls	1	kg
	Aserrín calcinado	0.26	pie3	3.8	balde 1L	0.2	kg
	Arena Fina	2.09	pie3	1.6	balde 20L	1.9	kg
	CR	1.12	pie3	16.8	balde 1L	0.8	kg
	Agua	36.13	lt/bls	1.8	balde 20L	0.9	lt/kg

Fuente y Elaboración: Propia

Fluidez del de mortero**Fluidez del mortero patrón***Tabla 45. Fluidez del mortero patrón*

MORTERO PATRÓN				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	205.2	91	201.15	121.04
D2	199.7			
D3	197.2			
D4	202.5			

*Fuente y Elaboración: Propia***Fluidez del mortero 5% ceniza + 10% cr***Tabla 46. Fluidez del mortero 5% ceniza + 10% cr*

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 10% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	204.4	91	203.95	124.12
D2	206.6			
D3	201.3			
D4	203.5			

Fuente y Elaboración: Propia

Fluidez del mortero 5% ceniza + 20% cr*Tabla 47. Fluidez del mortero 5% ceniza + 20% cr*

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 20% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	209	91	212.25	133.24
D2	204			
D3	215			
D4	221			

*Fuente y Elaboración: Propia***Fluidez del mortero 5% ceniza + 30% cr***Tabla 48. Fluidez del mortero 5% ceniza + 30% cr*

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 30% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	216.5	91	217.95	139.51
D2	217.1			
D3	218.4			
D4	219.8			

Fuente y Elaboración: Propia

Fluidez del mortero 10% ceniza + 10% cr*Tabla 49. Fluidez del mortero 10% ceniza + 10% cr*

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 10% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	209.1	91	204.3	124.51
D2	206.3			
D3	198.2			
D4	203.6			

*Fuente y Elaboración: Propia***Fluidez del mortero 10% ceniza + 20% cr***Tabla 50. Fluidez del mortero 10% ceniza + 20% cr*

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 20% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	213.4	91	216.175	137.55
D2	216.1			
D3	215.8			
D4	219.4			

Fuente y Elaboración: Propia

Fluidez del mortero 10% ceniza + 30% cr

Tabla 51. Fluidez del mortero 10% ceniza + 30% cr

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 30% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	218.9	91	219.625	141.35
D2	216.1			
D3	223.6			
D4	219.9			

Fuente y Elaboración: Propia

Fluidez del mortero 15% ceniza + 10% cr

Tabla 52. Fluidez del mortero 15% ceniza + 10% cr

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 10% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	190.2	91	205.7	126.04
D2	209.5			
D3	218.7			
D4	204.4			

Fuente y Elaboración: Propia

Fluidez del mortero 15% ceniza + 20% cr*Tabla 53. Fluidez del mortero 15% ceniza + 20% cr*

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 20% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	212.8	91	218.025	139.59
D2	222.6			
D3	219.9			
D4	216.8			

*Fuente y Elaboración: Propia***Fluidez del mortero 15% ceniza + 30% cr***Tabla 54. Fluidez del mortero 15% ceniza + 30% cr*

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 30% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	221.2	91	223.575	145.69
D2	228.7			
D3	221.8			
D4	222.6			

Fuente y Elaboración: Propia

Fluidez del mortero 20% ceniza + 10% cr

Tabla 55. Fluidez del mortero 20% ceniza + 10% cr

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 10% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	216.7	91	209.775	130.52
D2	215.8			
D3	201.2			
D4	205.4			

Fuente y Elaboración: Propia

Fluidez del mortero 20% ceniza + 20% cr

Tabla 56. Fluidez del mortero 20% ceniza + 20% cr

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 20% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	221.4	91	223.275	145.36
D2	215.4			
D3	230.8			
D4	225.5			

Fuente y Elaboración: Propia

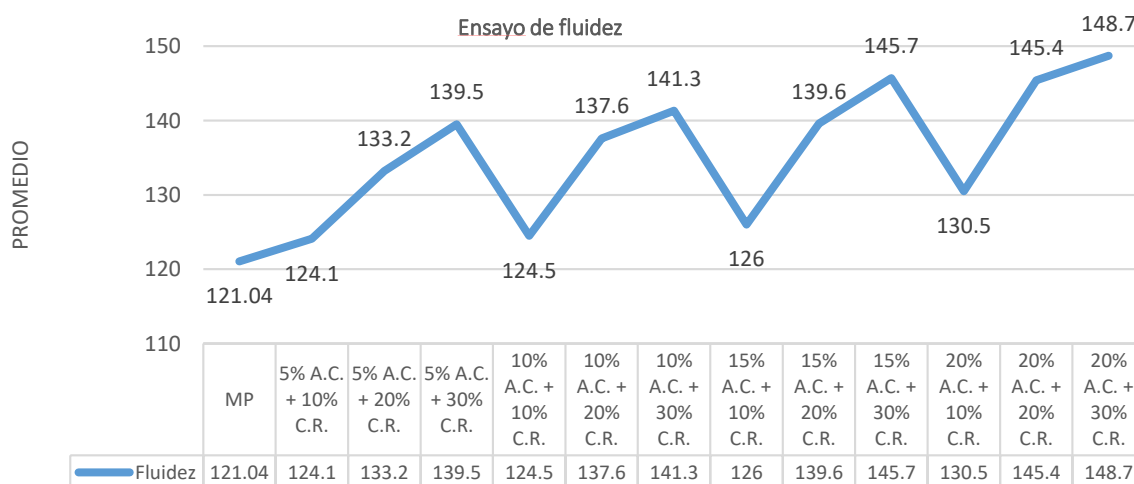
Fluidez del mortero 20% ceniza + 30% cr

Tabla 57. Fluidez del mortero 20% ceniza + 30% cr

DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 30% CR				
Ensayo de Fluidez	agua/cemento=0.85 y arena/cemento=2.75			
N° de Diámetros	Diámetros de la Muestra (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	Diámetro de Inicio (mm)	% De Fluidez
D1	225.4	91	226.325	148.71
D2	228.5			
D3	224.8			
D4	226.6			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 58. Resumen grafico del ensayo de fluidez



Fuente y Elaboración: Propia

En el ensayo de fluidez tenemos que para un tipo de estructura de mampostería estructural, los porcentajes de fluidez permisibles es de 120% a 150% en donde en un

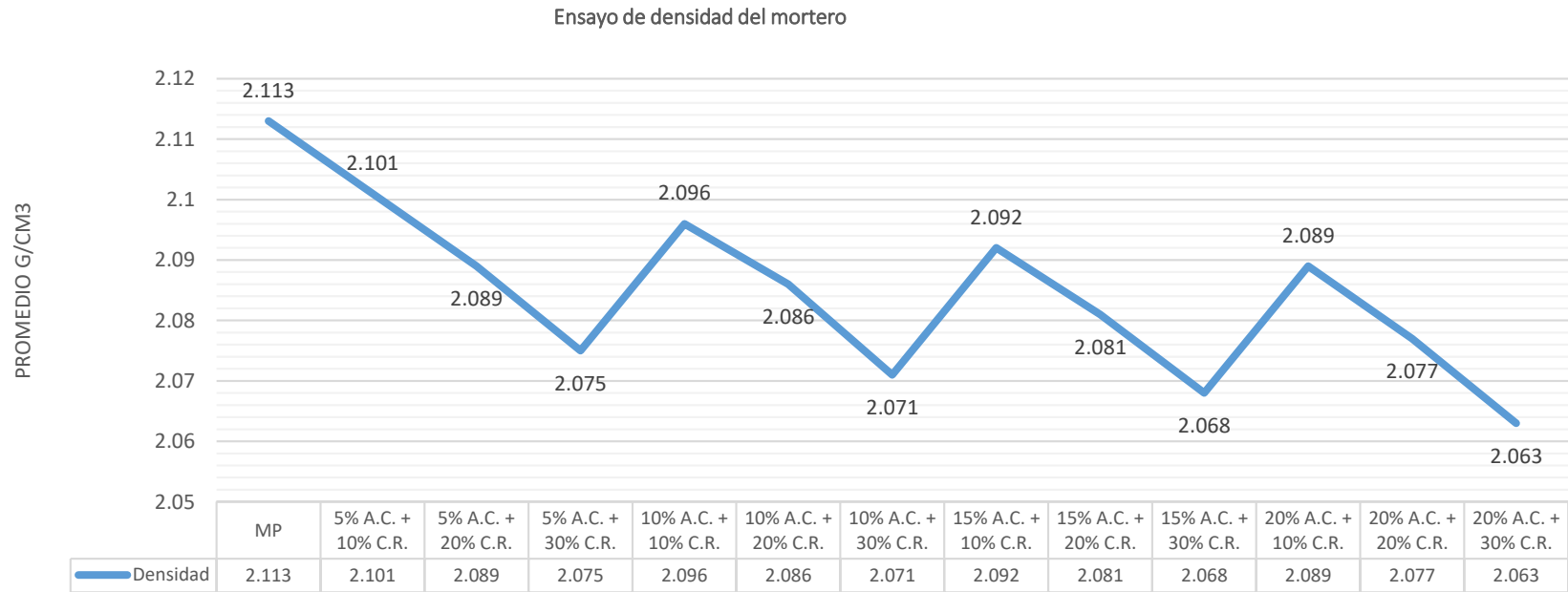
comienzo se trabajó con una relación en volumen cemento/arena de 1/3, donde nos dio el resultado de fluidez del mortero patrón 109.2% por lo que se optó en añadir a la proporción inicial a/c, 0.084 lt de agua, para llegar así al porcentaje deseado y tener una relación en volumen arena/cemento de 3.024 y proporción en peso 2.75; tenemos como resultados que la máxima fluidez de la dosificación es del 20% de ceniza de aserrín y 30 % de CR..

Densidad del mortero*Tabla 59. Resultados de la densidad del mortero*

DOSIFICACIÓN	Muestra Nº	Peso muestra (g)	Peso recipiente (g)	Volumen recipiente (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Peso muestra Promedio	Peso recipiente Promedio	Promedio Densidad (g/cm ³)
Mortero Patrón	1	3864	542	1570	2.116	3859	542	2.113
	2	3852	542	1570	2.108			
	3	3860	542	1570	2.113			
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	1	3846	542	1570	2.104	3841	542	2.101
	2	3842	542	1570	2.102			
	3	3836	542	1570	2.098			
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	1	3812	542	1570	2.083	3821	542	2.089
	2	3824	542	1570	2.090			
	3	3828	542	1570	2.093			
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	1	3806	542	1570	2.079	3800	542	2.075
	2	3802	542	1570	2.076			
	3	3792	542	1570	2.070			
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	1	3840	542	1570	2.101	3832	542	2.096
	2	3832	542	1570	2.096			
	3	3824	542	1570	2.090			
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	1	3826	542	1570	2.092	3817	542	2.086
	2	3808	542	1570	2.080			
	3	3816	542	1570	2.085			
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	1	3786	542	1570	2.066	3794	542	2.071
	2	3806	542	1570	2.079			
	3	3790	542	1570	2.069			
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	1	3812	542	1570	2.083	3827	542	2.092
	2	3842	542	1570	2.102			
	3	3826	542	1570	2.092			
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	1	3814	542	1570	2.084	3809	542	2.081
	2	3824	542	1570	2.090			
	3	3788	542	1570	2.068			
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	1	3796	542	1570	2.073	3789	542	2.068
	2	3792	542	1570	2.070			
	3	3780	542	1570	2.062			
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	1	3820	542	1570	2.088	3821	542	2.089
	2	3832	542	1570	2.096			
	3	3812	542	1570	2.083			
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	1	3798	542	1570	2.074	3803	542	2.077
	2	3820	542	1570	2.088			
	3	3790	542	1570	2.069			
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	1	3788	542	1570	2.068	3781	542	2.063
	2	3780	542	1570	2.062			
	3	3776	542	1570	2.060			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 60. Resumen gráfico de la densidad del mortero



Fuente y Elaboración: Propia

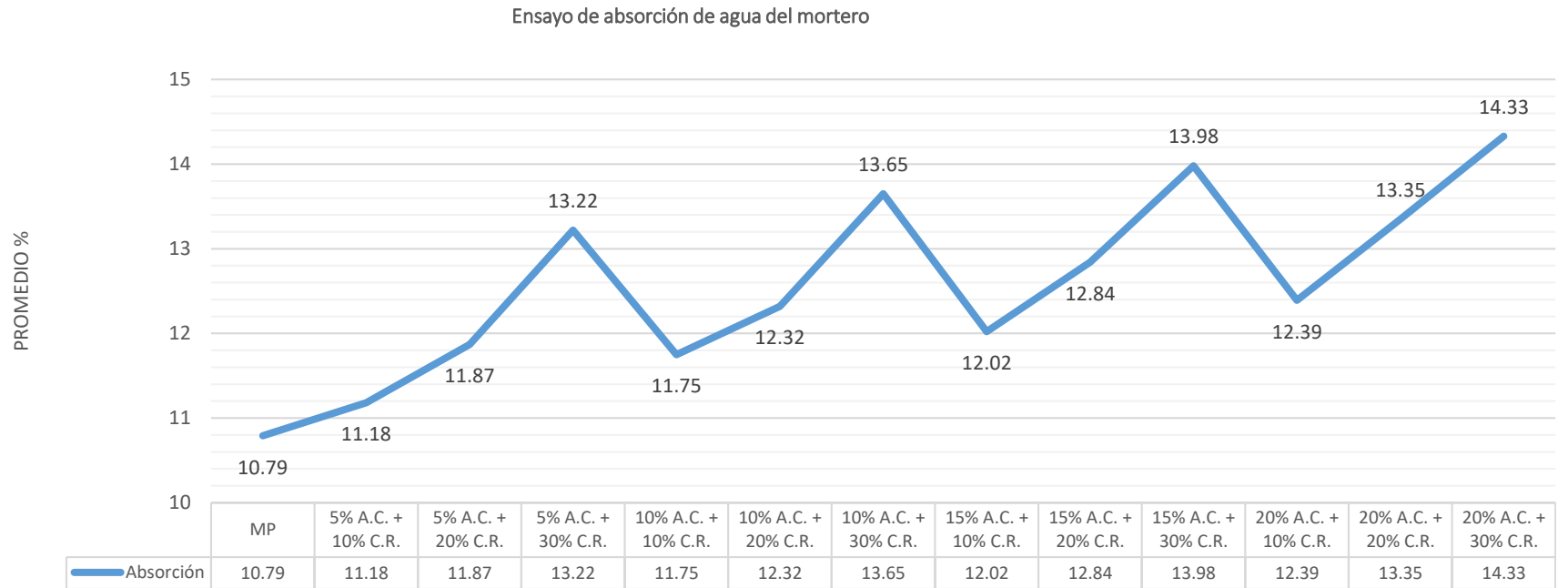
La densidad máxima es del mortero patrón 2.113 g/cm³ y la densidad mínima es de la máxima sustitución de 20% de ceniza de aserrín y 30% de CR 2.063 g/cm³

*Absorción de agua del mortero**Tabla 61. Resultados de la absorción de agua del mortero*

DOSIFICACIÓN	Muestra Nº	Peso Saturado (g)	Peso Seco (g)	Absorción (g/ml)	Peso Saturado Promedio	Peso Seco Promedio	Promedio Absorción (%)
Mortero Patrón	1	252.0	226.0	11.5	253	229	10.79
	2	256.0	230.0	11.3			
	3	252.0	230.0	9.6			
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	1	250.0	228.0	9.6	252	227	11.18
	2	254.0	226.0	12.4			
	3	252.0	226.0	11.5			
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	1	250.0	226.0	10.6	251	225	11.87
	2	252.0	224.0	12.5			
	3	252.0	224.0	12.5			
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	1	252.0	220.0	14.5	251	222	13.22
	2	250.0	222.0	12.6			
	3	252.0	224.0	12.5			
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	1	248.0	222.0	11.7	247	221	11.75
	2	248.0	220.0	12.7			
	3	246.0	222.0	10.8			
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	1	248.0	222.0	11.7	249	222	12.32
	2	250.0	220.0	13.6			
	3	250.0	224.0	11.6			
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	1	248.0	222.0	11.7	250	220	13.65
	2	252.0	218.0	15.6			
	3	250.0	220.0	13.6			
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	1	250.0	226.0	10.6	249	222	12.02
	2	248.0	220.0	12.7			
	3	248.0	220.0	12.7			
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	1	250.0	222.0	12.6	252	223	12.84
	2	252.0	224.0	12.5			
	3	254.0	224.0	13.4			
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	1	252.0	220.0	14.5	250	219	13.98
	2	250.0	220.0	13.6			
	3	248.0	218.0	13.8			
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	1	246.0	220.0	11.8	248	221	12.39
	2	250.0	222.0	12.6			
	3	248.0	220.0	12.7			
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	1	248.0	222.0	11.7	249	220	13.35
	2	252.0	218.0	15.6			
	3	248.0	220.0	12.7			
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	1	248.0	218.0	13.8	250	219	14.33
	2	250.0	218.0	14.7			
	3	252.0	220.0	14.5			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 62. Resumen gráfico de la absorción de agua del mortero



Fuente y Elaboración: Propia

En la absorción, la máxima absorción de agua del mortero es de 14.33% de la dosificación del 20% de ceniza de aserrín y 30% de CR, y la mínima es de 10.79% del mortero patrón.

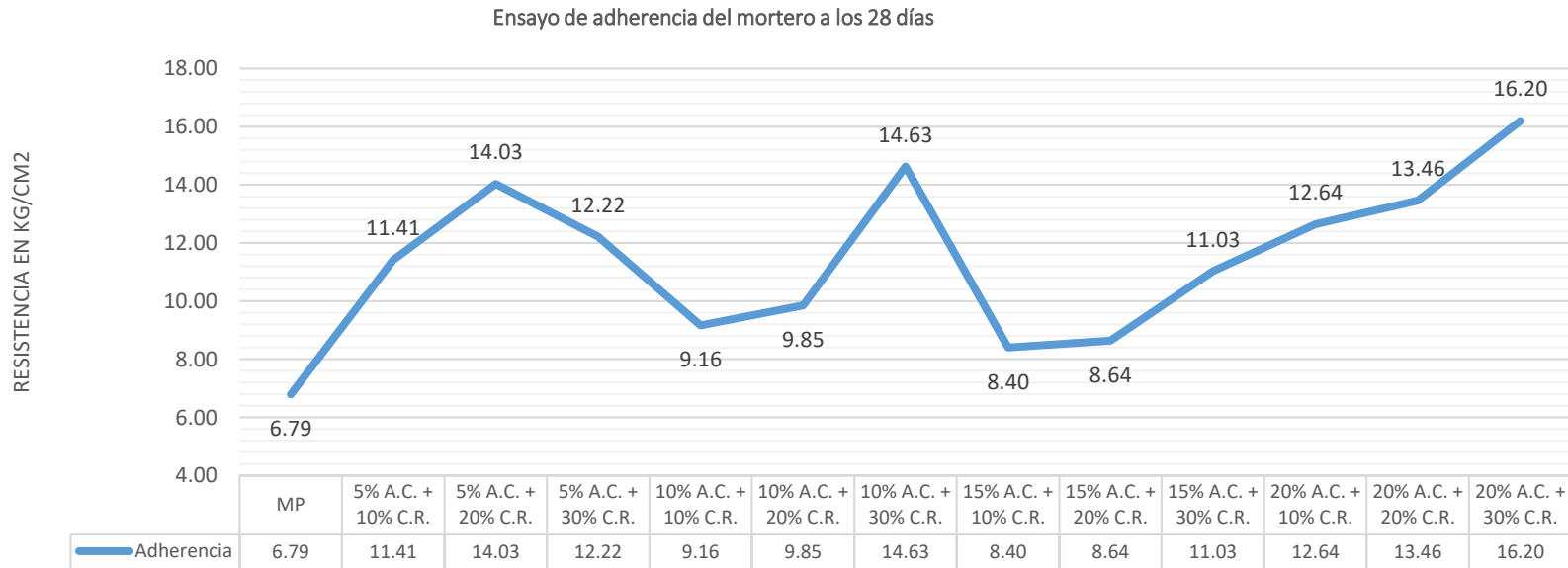
Adherencia del mortero

Tabla 63. Resultados de la adherencia del mortero

Dosificación	MUESTRA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Sección (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)	F _{b prom} (kg/cm ²)
MP	1	12.64	11.9	150	1020	7	7
	2	12.73	11.85	151	1060	7	
	3	12.68	11.89	151	990	7	
5% Ceniza - 10%CR	1	12.75	11.91	152	1820	12	11
	2	12.69	11.86	150	1610	11	
	3	12.78	11.88	152	1750	12	
5% Ceniza - 20%CR	1	12.68	11.85	150	2470	16	14
	2	12.67	11.92	151	1700	11	
	3	12.71	11.82	150	2160	14	
5% Ceniza - 30%CR	1	12.6	11.82	149	1880	13	12
	2	12.71	11.9	151	1830	12	
	3	12.64	11.87	150	1790	12	
10% Ceniza - 10%CR	1	12.68	11.91	151	1300	9	9
	2	12.66	11.93	151	1380	9	
	3	12.69	11.84	150	1460	10	
10% Ceniza - 20%CR	1	12.7	11.88	151	1470	10	10
	2	12.71	11.87	151	1560	10	
	3	12.63	11.87	150	1420	9	
10% Ceniza - 30%CR	1	12.65	11.93	151	2320	15	15
	2	12.74	11.92	152	2120	14	
	3	12.69	11.92	151	2200	15	
15% Ceniza - 10%CR	1	12.67	11.88	151	1210	8	8
	2	12.71	11.85	151	1280	8	
	3	12.67	11.87	150	1300	9	
15% Ceniza - 20%CR	1	12.76	11.85	151	1250	8	9
	2	12.68	11.86	150	1300	9	
	3	12.68	11.91	151	1360	9	
15% Ceniza - 30%CR	1	12.67	11.89	151	1660	11	11
	2	12.72	11.89	151	1610	11	
	3	12.69	11.88	151	1720	11	
20% Ceniza - 10%CR	1	12.65	11.91	151	1900	13	13
	2	12.74	11.86	151	1840	12	
	3	12.66	11.92	151	1980	13	
20% Ceniza - 20%CR	1	12.68	11.85	150	1980	13	13
	2	12.73	11.9	151	2000	13	
	3	12.74	11.89	151	2120	14	
20% Ceniza - 30%CR	1	12.67	11.92	151	2540	17	16
	2	12.7	11.86	151	2350	16	
	3	12.73	11.85	151	2440	16	
Máximo F _m prom (kg/cm ²)							16

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 64. Resumen gráfico de la adherencia del mortero



Fuente y Elaboración: Propia

Según la norma chilena Nch 167.of 2001 “construcción-ladrillo cerámicos-ensayos” nos da a recalcar que tiene un mínimo de resistencia al cizalle de 4.08 kg/cm² comparando con los resultados de mi investigación que tiene un mínimo de 7 kg/cm² y un máximo de 16 kg/cm² es decir que cumple referente al diseño que indica la norma chilena Nch 167.

Los diferentes tipos de fallas que se han visto en la adherencia se encuentra en [la tabla de falla de adherencia](#), donde se observa que la dosificación de 20% de cenizas de aserrín y 30% de CR tiene una falla de pieza.

Existen varios tipos de falla de adherencia en las cuales las clasificamos en falla de junta, falla de pieza y falla mixta. [50]

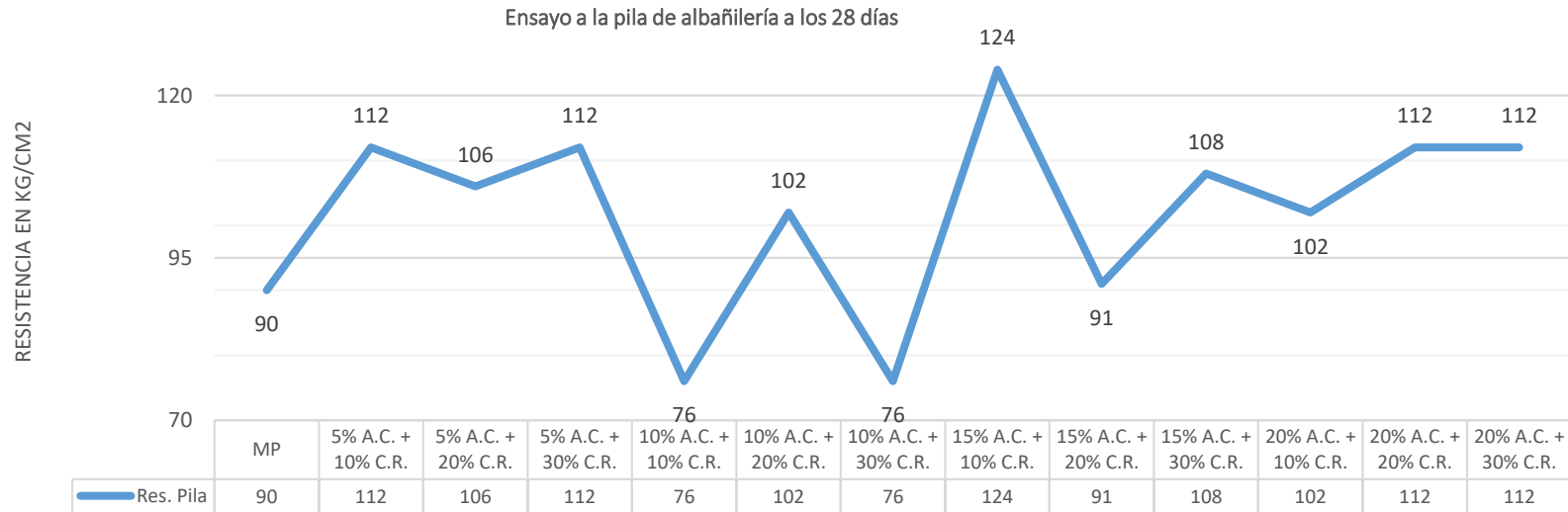
Resistencia a la pila de albañilería

Tabla 65. Resultados a la pila de albañilería

Dosificación	C	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.	F'm prom
	Nº	(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
MP	1	33.2	12.7	2.618	300	25805	1.05	90	90
	2	32.4	12.7	2.543	301	25480	1.04	88	
	3	32.8	12.7	2.583	301	26156	1.04	91	
5% Ceniza - 10%CR	1	33.37	12.6	2.648	298	31928	1.05	124	112
	2	31.68	12.69	2.496	300	27859	1.04	106	
	3	32.4	12.68	2.555	300	27703	1.04	106	
5% Ceniza - 20%CR	1	32.39	12.75	2.540	304	26351	1.04	100	106
	2	32.39	12.68	2.554	302	27859	1.04	106	
	3	32.39	12.64	2.563	300	29042	1.05	111	
5% Ceniza - 30%CR	1	33.37	12.6	2.648	298	31928	1.05	124	112
	2	31.68	12.69	2.496	300	27859	1.04	106	
	3	32.4	12.68	2.555	300	27703	1.04	106	
10% Ceniza - 10%CR	1	32.28	12.78	2.526	304	18252	1.04	69	76
	2	32.84	12.74	2.578	304	21034	1.04	80	
	3	32.32	12.68	2.549	300	20644	1.04	79	
10% Ceniza - 20%CR	1	32.18	12.7	2.534	301	26260	1.04	100	102
	2	32.24	12.69	2.541	301	27924	1.04	106	
	3	32.26	12.69	2.542	303	26598	1.04	101	
10% Ceniza - 30%CR	1	32.19	12.67	2.541	302	18980	1.04	72	76
	2	32.37	12.74	2.541	302	20150	1.04	76	
	3	32.24	12.71	2.537	301	20592	1.04	78	
15% Ceniza - 10%CR	1	32.29	12.67	2.549	301	37440	1.04	143	124
	2	32.34	12.65	2.557	301	30732	1.04	117	
	3	31.98	12.66	2.526	302	29718	1.04	113	
15% Ceniza - 20%CR	1	32.18	12.76	2.522	302	22347	1.04	85	91
	2	32.29	12.73	2.537	302	25220	1.04	96	
	3	31.48	12.74	2.471	303	24505	1.04	92	
15% Ceniza - 30%CR	1	31.94	12.71	2.513	302	27079	1.04	103	108
	2	32.28	12.68	2.546	301	29445	1.04	112	
	3	32.26	12.67	2.546	301	28574	1.04	109	
20% Ceniza - 10%CR	1	32.64	12.66	2.578	302	24791	1.04	94	102
	2	32.54	12.72	2.558	302	26637	1.04	101	
	3	32.68	12.73	2.567	303	28808	1.04	109	
20% Ceniza - 20%CR	1	32.74	12.73	2.572	302	28236	1.04	108	112
	2	32.63	12.65	2.579	302	30628	1.04	117	
	3	32.9	12.7	2.591	302	29237	1.05	111	
20% Ceniza - 30%CR	1	32.74	12.71	2.576	302	27677	1.04	105	112
	2	32.95	12.67	2.601	301	29484	1.05	113	
	3	32.65	12.64	2.583	301	30875	1.04	118	
Máximo F'm prom (kg/cm ²)									124.16

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 66. Resumen gráfico de la resistencia a la pila de albañilería del mortero



Fuente y Elaboración: Propia

El ensayo a la pila de albañilería nos da un valor máximo que es 124.16 kg/cm² teniendo una dosificación del 15% de ceniza de aserrín y 10% de CR y con respecto a la norma técnica peruana su valor mínimo reglamentario es de 85 kg/cm², es decir si cumple y va a resistir de manera de compresión axial.

Los diferentes tipos de fallas que se han visto en las pilas se encuentra en la [tabla de falla de pilas](#), donde se observa que la dosificación de 15% de cenizas de aserrín y 10% de CR tiene una falla explosiva.

Existen varios tipos de falla de muretes en las cuales las clasificamos en falla por agrietamiento vertical, falla cónica de forma piramidal, falla por aplastamiento local de piezas, falla por flexión, falla por cortante y falla explosiva. [50]

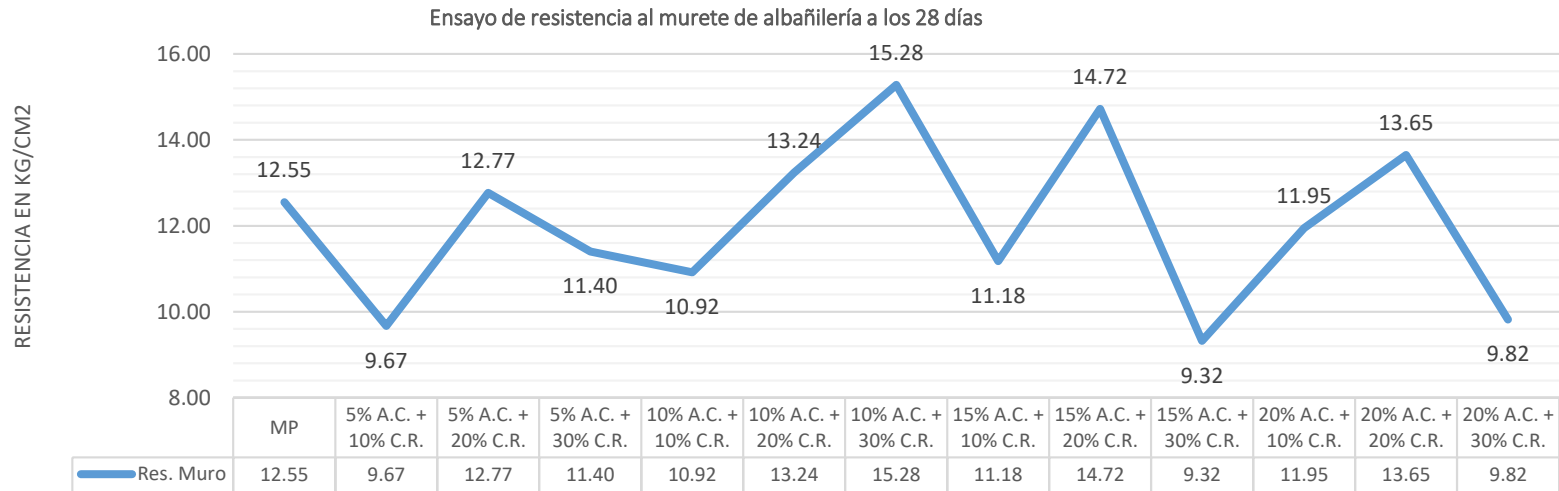
Resistencia al murete de albañilería

Tabla 67. Resultados de la resistencia al murete de albañilería

Muestra Nº	Identificación	DÍAS	l	h	e	Área bruta	Carga	V/m	V/m prom
			(cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
01	Mortero Patrón	28	59.80	60.60	12.40	746.48	8724	9.50	12.55
02		28	59.70	60.50	12.20	733.22	14306	15.86	
03		28	59.70	60.80	12.20	735.05	11116	12.30	
04	Mortero con 5% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	28	59.80	61.20	12.30	744.15	11963	13.07	9.67
05		28	59.90	60.90	12.20	736.88	5473	6.04	
06		28	59.90	60.60	12.20	735.05	8955	9.91	
07	Mortero con 5% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	28	59.60	60.70	12.20	733.83	11487	12.73	12.77
08		28	59.80	60.30	12.20	732.61	10835	12.02	
09		28	59.60	60.70	12.20	733.83	12225	13.54	
10	Mortero con 5% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	28	59.70	60.90	12.50	753.75	11865	12.80	11.40
11		28	59.60	60.80	12.64	760.93	10193	10.89	
12		28	59.90	60.70	12.66	763.40	9877	10.52	
13	Mortero con 10% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	28	59.70	60.40	12.70	762.64	9006	9.60	10.92
14		28	59.80	60.90	12.68	765.24	11773	12.51	
15		28	59.90	60.70	12.71	766.41	10044	10.66	
16	Mortero con 10% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	28	59.60	60.70	12.61	758.49	11989	12.85	13.24
17		28	59.90	60.90	12.70	767.08	12232	12.97	
18		28	59.90	60.60	12.68	763.97	13067	13.91	
19	Mortero con 10% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	28	59.60	60.80	12.64	760.93	14488	15.48	15.28
20		28	59.80	60.40	12.71	763.87	15015	15.98	
21		28	59.70	60.80	12.61	759.75	13443	14.39	
22	Mortero con 15% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	28	59.90	60.70	12.68	764.60	10168	10.81	11.18
23		28	59.80	60.30	12.64	759.03	11345	12.15	
24		28	59.60	60.70	12.64	760.30	9884	10.57	
25	Mortero con 15% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	28	59.70	60.40	12.71	763.24	14035	14.95	14.72
26		28	59.60	60.50	12.69	762.03	13886	14.82	
27		28	59.90	60.90	12.67	765.27	13540	14.39	
28	Mortero con 15% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	28	59.70	60.50	12.68	762.07	8501	9.07	9.32
29		28	59.80	60.90	12.70	766.45	9006	9.55	
30		28	59.90	60.60	12.67	763.37	8774	9.35	
31	Mortero con 20% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	28	59.70	60.80	12.68	763.97	11562	12.30	11.95
32		28	59.80	60.50	12.71	764.51	10886	11.58	
33		28	59.60	60.90	12.68	763.97	11258	11.98	
34	Mortero con 20% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	28	59.80	60.80	12.66	763.40	12832	13.67	13.65
35		28	59.80	60.20	12.64	758.40	12464	13.36	
36		28	59.90	60.80	12.69	765.84	13104	13.91	
37	Mortero con 20% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	28	59.60	60.60	12.70	763.27	9325	9.93	9.82
38		28	59.70	60.50	12.65	760.27	9124	9.76	
39		28	59.70	60.80	12.68	763.97	9186	9.78	
Máximo F _m prom (kg/cm ²)									15.28

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 68. Resumen gráfico de la resistencia al murete del mortero



Fuente y Elaboración: Propia

Verificamos el ensayo de resistencia al murete según la norma técnica peruana e-0.70 me indica que el mínimo a diseñar es 9.32 kg/cm², por lo cual mi resultado de la investigación es de 15.28 kg/cm² de la dosificación de 10% de cenizas de aserrín y 30% de CR.

Los diferentes tipos de fallas que se han visto en los muretes se encuentra en la [tabla de figuras de fallas de muretes](#), donde se observa que la dosificación de 10% de cenizas de aserrín y 30% de CR tiene una falla por tensión diagonal.

Existen varios tipos de falla de muretes en las cuales las clasificamos en falla por tensión diagonal donde atraviesa la pieza y junta, falla de cortante por adherencia de las juntas, falla combinada que es la combinación del cortante y la tensión diagonal, finalizando con la falla por aplastamiento de las esquinas, esta no es admitida. [50]

Ensayo de resistencia a la compresión axial

Tabla 69. Resistencia a la compresión - mortero patrón

MEZCLA CARACTERISTICA	MORTERO PATRÓN											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	4383	4878	4229	4740	4704	4677	5478	5548	6525	5652	5774	5132
F'c (Kg/cm ²)	175.32	195.12	169.16	189.6	188.16	187.08	219.12	221.92	261	226.08	230.96	205.28
F'c promedio (Kg/cm ²)	179.87			188.28			234.01			220.77		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 70. Resistencia a la compresión - 5% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 10% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	4123	4323	3583	5506	5874	6073	5948	5182	5365	5570	5176	6144
F'c (Kg/cm ²)	164.92	172.92	143.32	220.24	234.96	242.92	237.92	207.28	214.6	222.8	207.04	245.76
F'c promedio (Kg/cm ²)	160.39			232.71			219.93			225.20		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 71. Resistencia a la compresión - 5% ceniza + 20% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 20% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	4290	3987	4436	5132	4825	4305	4571	4828	4795	5473	5335	5634
F'c (Kg/cm ²)	171.6	159.48	177.44	205.28	193	172.2	182.84	193.12	191.8	218.92	213.4	225.36
F'c promedio (Kg/cm ²)	169.51			190.16			189.25			219.23		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 72. Resistencia a la compresión - 5% ceniza + 30% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 30% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2124	4278	4819	5127	6050	5495	4806	5711	6659	6150	7030	6095
F'c (Kg/cm ²)	84.96	171.12	192.76	205.08	242	219.8	192.24	228.44	266.36	246	281.2	243.8
F'c promedio (Kg/cm ²)	149.61			222.29			229.01			257.00		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 73. Resistencia a la compresión - 10% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 10% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2633	3511	3226	4815	4295	4471	3715	4076	3286	4500	4865	5311
F'c (Kg/cm ²)	105.32	140.44	129.04	192.6	171.8	178.84	148.6	163.04	131.44	180	194.6	212.44
F'c promedio (Kg/cm ²)	124.93			181.08			147.69			195.68		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 74. Resistencia a la compresión - 10% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 20% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	3087	3438	3949	4820	3461	4920	4405	4462	4572	4790	4765	5401
F'c (Kg/cm ²)	123.48	137.52	157.96	192.8	138.44	196.8	176.2	178.48	182.88	191.6	190.6	216.04
F'c promedio (Kg/cm ²)	139.65			176.01			179.19			199.41		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 75. Resistencia a la compresión - 10% ceniza + 30% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 30% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2600	3001	2798	3147	2541	3249	4048	3882	2854	4764	4267	3838
F'c (Kg/cm ²)	104	120.04	111.92	125.88	101.64	129.96	161.92	155.28	114.16	190.56	170.68	153.52
F'c promedio (Kg/cm ²)	111.99			119.16			143.79			171.59		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 76. Resistencia a la compresión - 15% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 10% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2580	2040	2400	2580	2920	2920	3050	2070	2630	3040	3190	3080
F'c (Kg/cm ²)	103.2	81.6	96	103.2	116.8	116.8	122	82.8	105.2	121.6	127.6	123.2
F'c promedio (Kg/cm ²)	93.60			112.27			103.33			124.13		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 77. Resistencia a la compresión - 15% ceniza + 20% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 20% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1700	1940	1720	2530	2940	2710	2990	1960	2340	2620	2816	2780
F'c (Kg/cm ²)	68	77.6	68.8	101.2	117.6	108.4	119.6	78.4	93.6	104.8	112.64	111.2
F'c promedio (Kg/cm ²)	71.47			109.07			97.20			109.55		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 78. Resistencia a la compresión - 15% ceniza + 30% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 30% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1840	1730	2350	2510	2920	2970	1520	2100	3130	3000	2781	2932
F'c (Kg/cm ²)	73.6	69.2	94	100.4	116.8	118.8	60.8	84	125.2	120	111.24	117.28
F'c promedio (Kg/cm ²)	78.93			112.00			90.00			116.17		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 79. Resistencia a la compresión - 20% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 10% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm2)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2408	2090	1950	2890	3140	3270	2050	2880	3330	3455	3980	3600
F'c (Kg/cm2)	96.32	83.6	78	115.6	125.6	130.8	82	115.2	133.2	138.2	159.2	144
F'c promedio (Kg/cm2)	85.97			124.00			110.13			147.13		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 80. Resistencia a la compresión - 20% ceniza + 20% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 20% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1960	1640	2340	3180	3080	3080	3290	3100	2810	3360	3080	3786
F'c (Kg/cm ²)	78.4	65.6	93.6	127.2	123.2	123.2	131.6	124	112.4	134.4	123.2	151.44
F'c promedio (Kg/cm ²)	79.20			124.53			122.67			136.35		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 81. Resistencia a la compresión - 20% ceniza + 30% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 30% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2060	2090	2360	2780	2470	3210	2850	3030	2830	4450	3388	3850
F'c (Kg/cm ²)	82.4	83.6	94.4	111.2	98.8	128.4	114	121.2	113.2	178	135.52	154
F'c promedio (Kg/cm ²)	86.80			112.80			116.13			155.84		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 82. Resultados - Ensayo de resistencia a compresión a los 7 días

Ensayos de resistencia a compresión a los 7 días					
		Muestra patrón	Sustitución de concreto reciclado por % agregado fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de aserrín calcinado por % cemento	0%	179.87	x	x	x
	5%	x	160.39	169.51	149.61
	10%	x	124.93	139.65	111.99
	15%	x	93.60	71.47	78.93
	20%	x	85.97	79.20	86.80
Muestra con mayor resistencia		Muestra patrón			
		179.867			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 83. Resultados - Ensayo de resistencia a compresión a los 14 días

Ensayos de resistencia a compresión a los 14 días					
		Muestra patrón	Sustitución de concreto reciclado por % agregado fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de aserrín calcinado por % cemento	0%	188.28	x	x	x
	5%	x	232.71	190.16	222.29
	10%	x	181.08	176.01	119.16
	15%	x	112.27	109.07	112.00
	20%	x	124.00	124.53	112.80
Muestra con mayor resistencia		5% Ceniza de aserrín + 10% cr			
		232.707			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 84. Resultados - Ensayo de resistencia a compresión a los 21 días

Ensayos de resistencia a compresión a los 21 días					
		Muestra patrón	Sustitución de concreto reciclado por % agregado fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de aserrín calcinado por % cemento	0%	234.01	x	x	x
	5%	x	219.93	189.25	229.01
	10%	x	147.69	179.19	143.79
	15%	x	103.33	97.20	90.00
	20%	x	110.13	122.67	116.13
Muestra con mayor resistencia		Muestra patrón			
		234.0133			

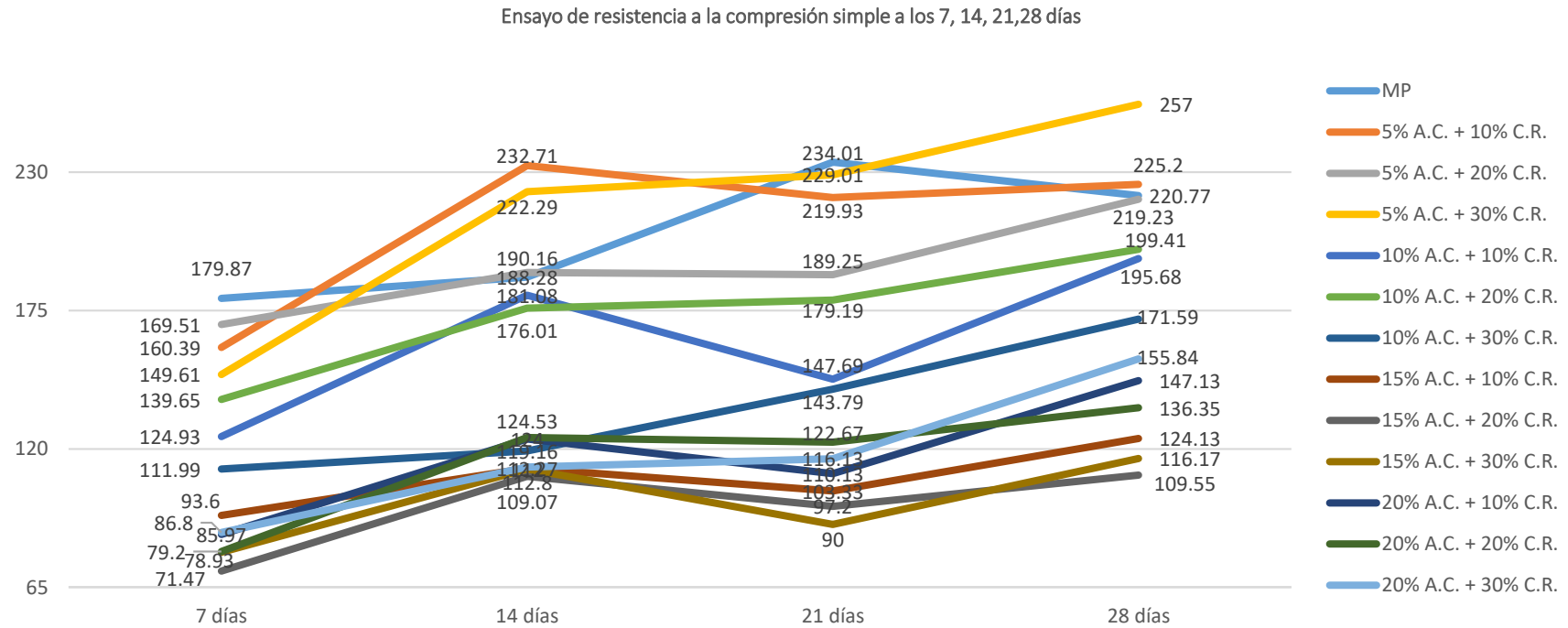
Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 85. Resultados - Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días

Ensayos de resistencia a compresión a los 28 días					
		Muestra patrón	Sustitución de concreto reciclado por % agregado fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de aserrín calcinado por % cemento	0%	220.77	x	x	x
	5%	x	225.20	219.23	257.00
	10%	x	195.68	199.41	171.59
	15%	x	124.13	109.55	116.17
	20%	x	147.13	136.35	155.84
Muestra con mayor resistencia		5% Ceniza de aserrín + 30% cr			
		257			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 86. Resumen gráfico de la resistencia a la compresión del mortero



El ensayo de resistencia a la compresión simple, teniendo en cuenta la resistencia del mortero de la muestra patrón que es de 220.77 kg/cm², tenemos la dosificación de 5% de ceniza de aserrín + 30% de CR nos da una resistencia de 257 kg/cm² es decir está en lo permisible.

Ensayo de resistencia por durabilidad al ciclo hielo - deshielo

Tabla 87. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, mortero patrón

MEZCLA CARACTERISTICA	MORTERO PATRÓN											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1630	1450	2030	1590	1420	1060	820	980	1120	628	720	660
F'c (Kg/cm ²)	65.2	58	81.2	63.6	56.8	42.4	32.8	39.2	44.8	25.12	28.8	26.4
F'c promedio (Kg/cm ²)	68.13			54.27			38.93			26.77		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 88. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 5% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 10% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2410	2220	2080	2510	1950	2140	1410	540	690	607	540	680
F'c (Kg/cm ²)	96.4	88.8	83.2	100.4	78	85.6	56.4	21.6	27.6	24.28	21.6	27.2
F'c promedio (Kg/cm ²)	89.47			88.00			35.20			24.36		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 89. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 5% ceniza + 20% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 20% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1660	1550	1510	1650	2320	2250	1070	710	710	510	530	571
F'c (Kg/cm ²)	66.4	62	60.4	66	92.8	90	42.8	28.4	28.4	20.4	21.2	22.84
F'c promedio (Kg/cm ²)	62.93			82.93			33.20			21.48		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 90. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 5% ceniza + 30% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 5% CENIZA + 30% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2260	1440	1790	1990	2590	2140	1480	1550	1550	1210	1120	1172
F'c (Kg/cm ²)	90.4	57.6	71.6	79.6	103.6	85.6	59.2	62	62	48.4	44.8	46.88
F'c promedio (Kg/cm ²)	73.20			89.60			61.07			46.69		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 91. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 10% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 10% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1790	1700	1310	1020	2160	1410	760	1810	890	721	680	860
F'c (Kg/cm ²)	71.6	68	52.4	40.8	86.4	56.4	30.4	72.4	35.6	28.84	27.2	34.4
F'c promedio (Kg/cm ²)	64.00			61.20			46.13			30.15		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 92. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 10% ceniza + 20% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 20% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1740	1940	1450	1600	2080	1450	770	1380	1490	839	930	790
F'c (Kg/cm ²)	69.6	77.6	58	64	83.2	58	30.8	55.2	59.6	33.56	37.2	31.6
F'c promedio (Kg/cm ²)	68.40			68.40			48.53			34.12		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 93. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 10% ceniza + 30% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 10% CENIZA + 30% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1220	2210	1380	1960	1770	1600	2020	1350	1290	1110	1373	1240
F'c (Kg/cm ²)	48.8	88.4	55.2	78.4	70.8	64	80.8	54	51.6	44.4	54.92	49.6
F'c promedio (Kg/cm ²)	64.13			71.07			62.13			49.64		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 94. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 15% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 10% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	810	970	870	860	780	750	1090	1530	1030	889	720	1080
F'c (Kg/cm ²)	32.4	38.8	34.8	34.4	31.2	30	43.6	61.2	41.2	35.56	28.8	43.2
F'c promedio (Kg/cm ²)	35.33			31.87			48.67			35.85		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 95. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 15% ceniza + 20% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 20% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1530	1330	1190	1610	1330	1350	1660	1100	1050	870	1050	895
F'c (Kg/cm ²)	61.2	53.2	47.6	64.4	53.2	54	66.4	44	42	34.8	42	35.8
F'c promedio (Kg/cm ²)	54.00			57.20			50.80			37.53		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 96. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 15% ceniza + 30% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 15% CENIZA + 30% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1960	1480	1930	1380	1760	1720	1520	2100	3130	1380	1620	1506
F'c (Kg/cm ²)	78.4	59.2	77.2	55.2	70.4	68.8	60.8	84	125.2	55.2	64.8	60.24
F'c promedio (Kg/cm ²)	71.60			64.80			90.00			60.08		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 97. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 20% ceniza + 10% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 10% CR											
EDAD (Días)	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2408	2090	1950	2890	3140	3270	2050	2880	3330	2078	2410	2200
F'c (Kg/cm ²)	96.32	83.6	78	115.6	125.6	130.8	82	115.2	133.2	83.12	96.4	88
F'c promedio (Kg/cm ²)	85.97			124.00			110.13			89.17		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 98. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 20% ceniza + 20% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 20% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	1960	1640	2340	3180	3080	3080	3290	3100	2810	2265	2680	2440
F'c (Kg/cm ²)	78.4	65.6	93.6	127.2	123.2	123.2	131.6	124	112.4	90.6	107.2	97.6
F'c promedio (Kg/cm ²)	79.20			124.53			122.67			98.47		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 99. Resistencia a la compresión al ciclo hielo - deshielo, 20% ceniza + 30% cr

MEZCLA CARACTERISTICA	DOSIFICACIÓN DE MORTERO 20% CENIZA + 30% CR											
	7			14			21			28		
PRUEBAS	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (cm ²)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
F (Kg)	2060	2090	2360	2780	2470	3210	2090	1170	1060	1250	1030	1076
F'c (Kg/cm ²)	82.4	83.6	94.4	111.2	98.8	128.4	83.6	46.8	42.4	50	41.2	43.04
F'c promedio (Kg/cm ²)	86.80			112.80			57.60			44.75		

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 100. Ensayo de resistencia a compresión al ciclo hielo - deshielo a los 7 días

Ensayo de durabilidad de la resistencia al ciclo hielo - deshielo a los 7 días					
		Muestra patrón	Sustitución de concreto reciclado por % agregado fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de aserrín calcinado por % cemento	0%	68.13	x	x	x
	5%	x	89.47	62.93	73.20
	10%	x	64.00	68.40	64.13
	15%	x	35.33	54.00	71.60
	20%	x	85.97	79.20	86.80
Muestra con mayor resistencia		5% Ceniza de aserrín + 10% cr			
		89.467			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 101. Ensayo de resistencia a compresión al ciclo hielo - deshielo a los 14 días

Ensayo de durabilidad de la resistencia al ciclo hielo - deshielo a los 14 días					
		Muestra patrón	Sustitución de concreto reciclado por % agregado fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de aserrín calcinado por % cemento	0%	54.27	x	x	x
	5%	x	88.00	82.93	89.60
	10%	x	61.20	68.40	71.07
	15%	x	31.87	57.20	64.80
	20%	x	124.00	124.53	112.80
Muestra con mayor resistencia		20% ceniza de aserrín + 20%cr			
		124.533			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 102. Ensayo de resistencia a compresión al ciclo hielo - deshielo a los 21 días

Ensayo de durabilidad de la resistencia al ciclo hielo - deshielo a los 21 días					
		Muestra patrón	Sustitución de concreto reciclado por % agregado fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de aserrín calcinado por % cemento	0%	38.93	x	x	x
	5%	x	35.20	33.20	61.07
	10%	x	46.13	48.53	62.13
	15%	x	48.67	50.80	90.00
	20%	x	110.13	122.67	57.60
Muestra con mayor resistencia		20% Ceniza de aserrín + 20% cr			
		122.667			

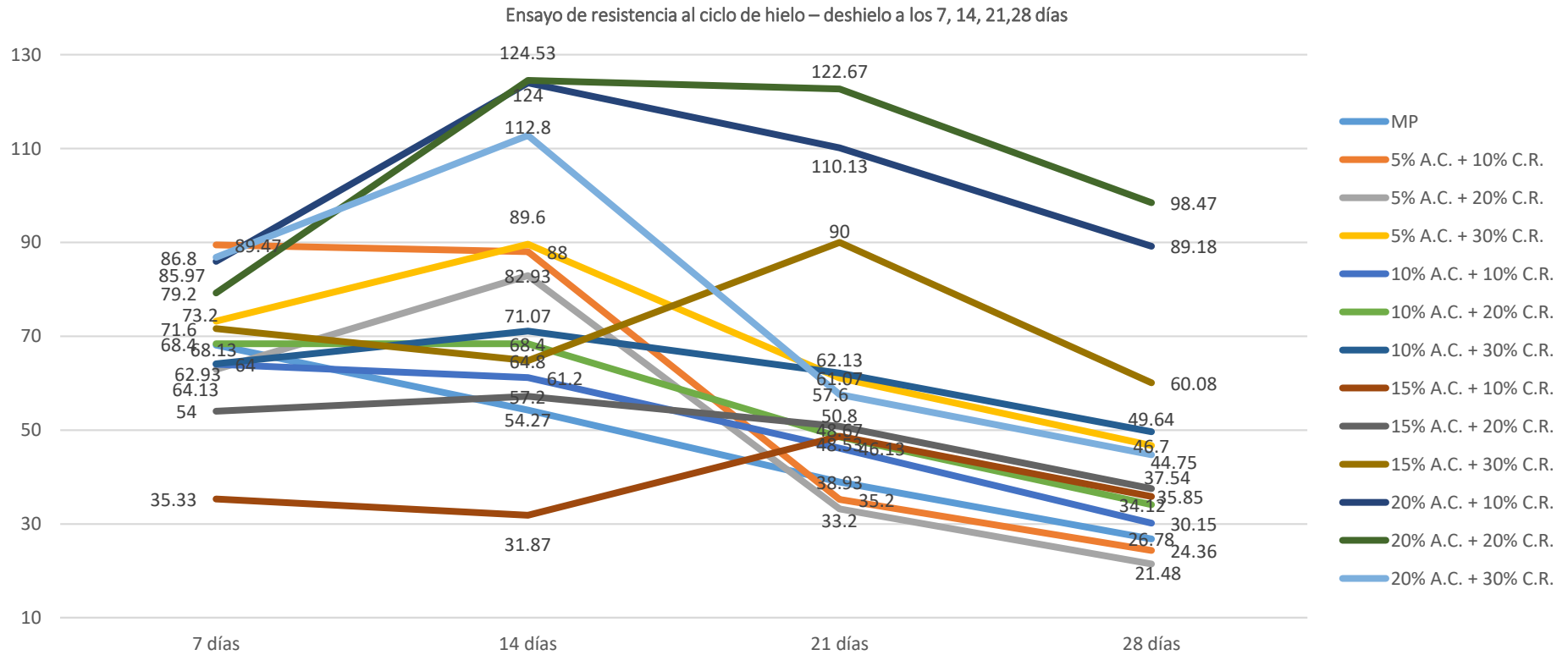
Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 103. Ensayo de resistencia a compresión al ciclo hielo - deshielo a los 28 días

Ensayo de durabilidad de la resistencia al ciclo hielo - deshielo a los 28 días					
		Muestra patrón	Sustitución de concreto reciclado por % agregado fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de aserrín calcinado por % cemento	0%	26.78	x	x	x
	5%	x	24.36	21.48	46.70
	10%	x	30.15	34.12	49.64
	15%	x	35.85	37.54	60.08
	20%	x	89.18	98.47	44.75
Muestra con mayor resistencia		20% Ceniza de aserrín + 20% cr			
		98.47			

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 104. Resumen gráfico de la resistencia al ciclo hielo-deshielo del mortero



Fuente y Elaboración: Propia

Ensayo de resistencia al ciclo de hielo – deshielo nos muestra los resultados de esta investigación que es indispensable y cuenta con una resistencia de 98.47 kg/cm², más resistentes al cambio de temperaturas heladas de -18°C con ello tenemos una dosificación de 20% ceniza de aserrín + 20% de CR.

Ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio

Datos

Tabla 105. Datos del mortero por durabilidad al sulfato de magnesio

CUBOS DOSIFICACIÓN	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
MP	0.23
5% Ceniza - 10%CR	0.22
5% Ceniza - 20%CR	0.25
5% Ceniza - 30%CR	0.24
10% Ceniza - 10%CR	0.20
10% Ceniza - 20%CR	0.20
10% Ceniza - 30%CR	0.22
15% Ceniza - 10%CR	0.23
15% Ceniza - 20%CR	0.25
15% Ceniza - 30%CR	0.21
20% Ceniza - 10%CR	0.23
20% Ceniza - 20%CR	0.20
20% Ceniza - 30%CR	0.21

Fuente y Elaboración: Propia

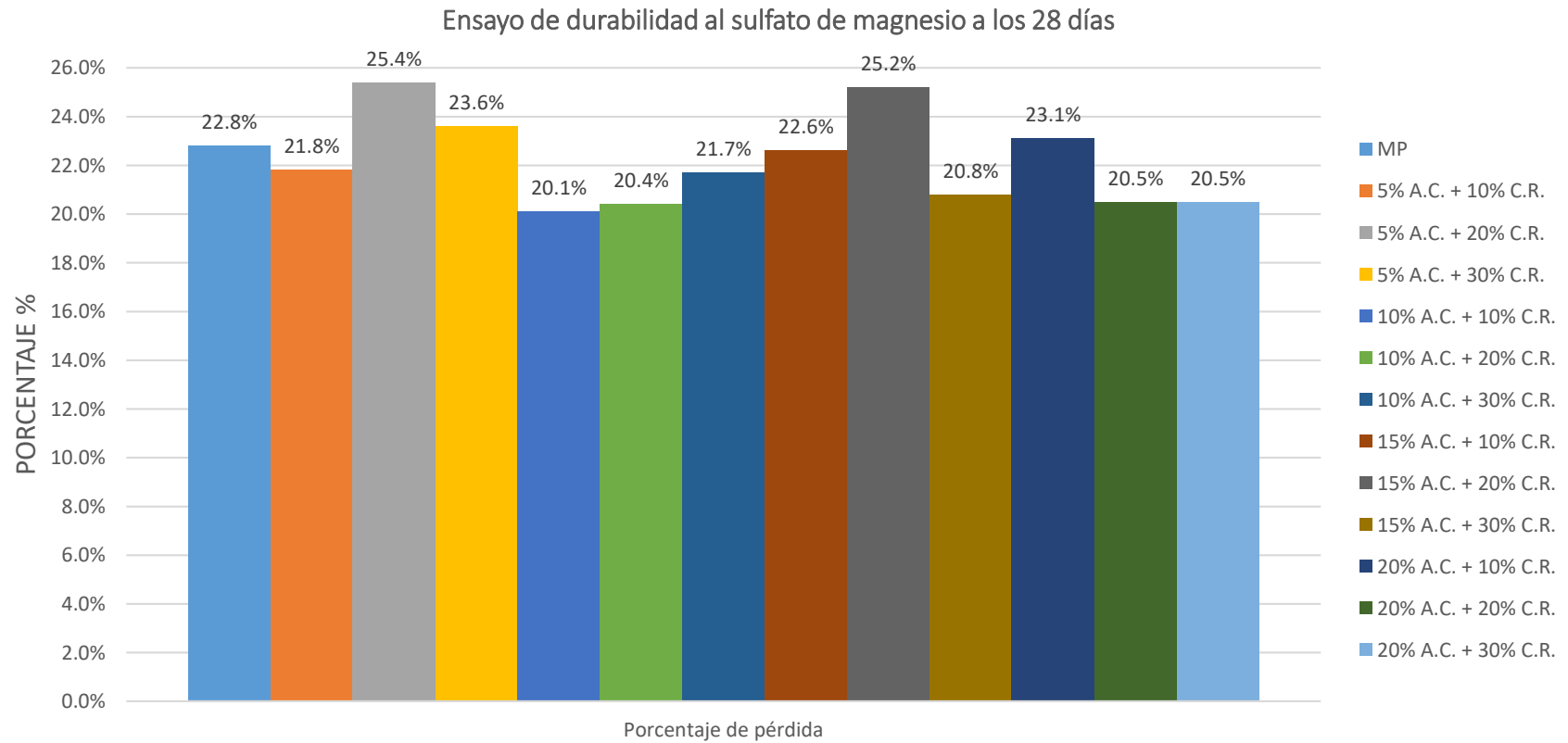
Resultado

Tabla 106. Resultados del mortero por durabilidad al sulfato de magnesio

DESGASTE TOTAL	(%)	2.9
----------------	-----	-----

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 107. Resumen gráfico de la durabilidad al sulfato de magnesio del mortero



Fuente y Elaboración: Propia

El ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio teniendo los resultados, nos da que la proporciones de 10% de ceniza de aserrín y 10% de CR tiene como mínimo un porcentaje de pérdida de 20.1%.

Ladrillo**Variación dimensional**

Tabla 108. Datos de variación dimensional del largo del ladrillo

Muestra N°	Descripción de la unidad	L (mm)				Largo (mm) (e)	δ	&V(%)
M1	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	237.5	237.8	236.8	236.1	237.05	0.76	1.546
M2	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	235.8	236.2	236.3	236.35	236.16	0.25	1.703
M3	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	235.8	235.7	235.5	235.5	235.63	0.15	1.885
M4	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.1	236	236.7	235.8	236.15	0.39	1.766
M5	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	239.2	237.1	237.25	239	238.14	1.12	1.241
M6	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	235.5	235.75	235.5	236.35	235.78	0.40	1.928
M7	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.2	236.1	236.2	236.85	236.34	0.34	1.670
M8	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.7	236.8	236.2	236.85	236.64	0.30	1.525
M9	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	235.2	235.3	245.9	245.5	240.48	6.04	2.317
M10	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.1	236.6	236.25	236.5	236.36	0.23	1.611
		PROMEDIO				236.87	1.00	1.72

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 109. Datos de variación dimensional del ancho y altura del ladrillo

A (mm)				Ancho (mm) (l)	δ	&V(%)	H (mm)				Altura (mm) (h)	δ	&V(%)
126.2	126	126.8	126.6	126.4	0.37	3.050	89.1	88.5	90.2	89	89.2	0.72	1.685
126.7	126.5	127	126.35	126.6	0.28	2.803	89.1	89.15	88.8	89.8	89.2	0.42	1.343
126.5	126.2	126.1	126.7	126.4	0.28	3.000	88.7	88.8	89.9	89.5	89.2	0.57	1.499
125.9	126.6	126.2	126.25	126.2	0.29	3.115	88.5	88.8	88.1	89.5	88.7	0.59	2.073
125.4	125.3	125.95	125.3	125.5	0.31	3.711	91.5	89.8	89.9	91.85	90.8	1.06	0.335
126.5	126.6	126.2	126.5	126.5	0.17	2.864	89.2	89	89.1	90	89.3	0.46	1.258
127	126.2	127.1	126.7	126.8	0.40	2.811	89.05	89.9	88.8	89.95	89.4	0.59	1.291
127.2	127.1	126.8	126.75	127.0	0.22	2.507	89.2	89.5	89.1	90.9	89.7	0.83	1.288
126.9	126.85	126.4	126.5	126.7	0.25	2.759	89.55	89.2	90.25	89.4	89.6	0.46	0.952
126.9	127.1	127.2	127	127.1	0.13	2.369	89.4	89.3	90.35	89.55	89.7	0.48	0.920
PROMEDIO				126.5	0.3	2.9	PROMEDIO				89.5	0.6	1.3

Fuente y Elaboración: Propia

Se observa que los resultados obtenidos del ladrillo lark, obtiene resultados de unidad de albañilería tipo V según la norma E070.

*Alabeo**Tabla 110. Resultados de alabeo*

MUESTRA # / CÓDIGO	LADRILLO KING KONG TIPO V			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
% Dosific.	mm			
M - 1	2.25	0.00	0.00	1.00
M - 2	1.25	0.00	0.00	1.50
M - 3	2.00	0.00	0.00	0.50
M - 4	1.25	0.00	0.00	0.75
M - 5	1.25	0.00	0.00	0.00
M - 6	1.80	0.00	0.00	1.75
M - 7	1.75	0.00	0.00	0.75
M - 8	2.40	0.00	0.00	0.75
M - 9	1.90	0.00	0.00	1.25
M-10	2.25	0.00	0.00	1.50
PROMEDIO	1.81	0.00	0.00	0.98
D. EST. (%)	0.44	0.00	0.00	0.53

Fuente y Elaboración: Propia

Los resultados del análisis de alabeo del ladrillo lark, nos da que los promedios de las medidas cóncavas y convexas de sus caras son menores a 2 mm, esto clasifica a unidad de albañilería tipo V según la norma E070.

*Succión**Tabla 111. Resultados de la absorción del ladrillo*

Muestra N°	Peso		Dimensiones		Área cm ²	Succión gr
	Húmedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
01	3540.0	3494.0	23.9	12.8	305.3	30.1
02	3532.0	3478.0	23.7	13.05	309.0	35.0
03	3530.0	3480.0	23.8	12.85	305.4	32.7
Desviación estándar (σ)						2.41593067
Coefficiente de variación (V%)						0.07408396
Succión promedio (gr)						32.61

Fuente y Elaboración: Propia

Se realizó el ensayo de los tres ladrillos donde sacamos el promedio de succión; nos indica que su nivel de succión es muy elevado según lo especifica la norma E070 en el cual debe estar comprendida entre 10 y 20 gr/200cm²-min.

Absorción*Tabla 112. Resultados de la absorción del ladrillo*

Muestra N°	Descripción de la unidad	Peso Saturado (g)	Peso Seco (g)	Absorción (%)	Peso Saturado Promedio	Peso Seco Promedio	Promedio Absorción (%)
M6	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	3834.0	3470.0	10.5			
M7	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	3832.0	3466.0	10.6			
M8	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	3856.0	3470.0	11.1			
M9	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	3834.0	3468.0	10.6			
M10	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	3856.0	3466.0	11.3	3842	3468	10.8

Fuente y Elaboración: Propia

Tenemos el resultado de los promedios de absorción de los 5 ladrillos que nos sale 10.8%, sabiendo que la norma E070 nos rige un valor máximo de 22% y este resultado es menor, por lo que cumple con los requisitos de la norma.

Porcentaje de vacíos*Tabla 113. Resultados del porcentaje de vacío*

Muestra N°	Descripción de la unidad	Ancho (cm) (e)	Largo (cm) (l)	Altura (cm) (h)	Volumen Ladrillo (Vl) (Vl)	Densidad (cm ³) (d)	Peso Arena	Volumen Arena (Va)	% Área Vacíos
01	LADRILLO LARK TIPO V	12.62	23.90	8.96	2701	1.52	1230	809	30
02	LADRILLO LARK TIPO V	12.61	23.64	8.98	2676	1.52	1234	811	30
03	LADRILLO LARK TIPO V	12.60	23.69	9.19	2740	1.52	1224	805	29
04	LADRILLO LARK TIPO V	12.68	24.55	8.95	2786	1.52	1236	813	29
05	LADRILLO LARK TIPO V	12.70	23.61	9.00	2697	1.52	1238	814	30
06	LADRILLO LARK TIPO V	12.64	23.65	9.00	2690	1.52	1234	811	30
07	LADRILLO LARK TIPO V	12.71	23.69	9.09	2736	1.52	1232	810	30
08	LADRILLO LARK TIPO V	12.72	23.64	8.94	2688	1.52	1228	807	30
09	LADRILLO LARK TIPO V	12.68	23.58	8.90	2661	1.52	1230	809	30
10	LADRILLO LARK TIPO V	12.62	23.55	8.95	2660	1.52	1224	805	30

Fuente y Elaboración: Propia

El resultado promedio de porcentaje de vacíos de las 10 muestras de ladrillo lark, nos indica un resultado de 29.9%, por lo que cumple con la norma E070 de ser menor al 30%.

Resistencia a compresión de la unidad de albañilería


Tabla 114. Resultados de la resistencia del ladrillo

Muestra N°	Denominación de la unidad	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
M1	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.64	23.71	300	68540	229
M2	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.66	23.62	299	58170	195
M3	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.64	23.56	298	60910	205
M4	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.62	23.62	298	71830	241
M5	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.55	23.81	299	71230	238
					Promedio	221

Fuente y Elaboración: Propia

El promedio de la resistencia a compresión de las 5 unidades de albañilería nos da 221 kg/cm², lo que supera a los 180 kg/cm² normado en la norma E070 , caracterizando así a la unidad de albañilería tipo V

Tabla 115. Ficha técnica del mortero con sustitución de aserrín calcinado y concreto reciclado

FICHA TÉCNICA DEL MORTERO CON SUSTITUCIÓN DE ASERRÍN CALCINADO Y CONCRETO RECICLADO				
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
Denominación:	Mortero con sustitución de aserrín calcinado y concreto reciclado			
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL UTILIZADO				
Ensayos del agregado fino	UND	Arena	Concreto Reciclado	
Módulo de finura		2.87	4.108	
P.U.S.	Kg/m ³	1521	1434	
P.U.C.	Kg/m ³	1744	1605	
Contenido de humedad	%	0.44	2.71	
Peso específico de masa	g/cm ³	2.63	2.09	
Absorción	%	0.77	9.65	
Finos que pasan la malla	%	1.90	3.7	
Carbón o lignito	%	0.22	0.35	
Terrones de arcilla	%	0.19	5.99	
Sales solubles	%	0.018	0.095	
Cloruros	%	0.007	0.033	
Sulfatos	%	0.003	0.017	
Desgaste por sulfato de magnesio	%	6.3	11.8	
Ensayos de la ceniza de aserrín	UND	Aserrín calcinado		
Densidad	g/cm ³	2.23		
Porcentaje de sustitución				
Aserrín calcinado (A.C.)	5%	10%	15%	20%
Concreto reciclado (C.R.)	-	10%	20%	30%
Usos	Aspecto		Color	
Mampostería	Pastosa		Gris	
Ventajas y Desventajas				
Ventajas	Mejor trabajabilidad			
	Mejor adherencia			
	Resistencia estructural			
	Resistencia a cambio de temperatura			
Desventajas	Disminuye la densidad del mortero			
	Aumenta la absorción del mortero			
Proceso de Mezclado	Teniendo nuestra dosificación de 1Bl de cemento : Arena : Agua, se debe utilizar el balde de 20L y para nuestra proporción de 1Bl de cemento : A.C. : C.R. se debe emplear nuestro balde de 1L, para así obtener nuestro resultado deseado con respecto a cada ensayo mostrado			

Muestras analizadas	1Bls : Arena : Agua – 20L	1Bls : A.C. : C.R. – 1L	Fluidez	Densidad	Absorción	Adherencia	Resistencia Compresión de Pilas	Resistencia a la tracción Muretes	Resistencia a la compresión	Resistencia al ciclo hielo - deshielo	Durabilidad al sulfato
MP	1 : 2.2 : 1.8		121.04	2.113	10.79	6.79	90	12.55	220.8	26.78	22.8%
5% A.C. + 10% C.R.	1 : 2 : 1.8	1 : 1 : 5.6	124.1	2.101	11.18	11.41	112	9.67	225.2	24.36	21.8%
5% A.C. + 20% C.R.	1 : 1.8 : 1.8	1 : 1 : 11.2	133.2	2.089	11.87	14.03	106	12.77	219.2	21.48	25.4%
5% A.C. + 30% C.R.	1 : 1.6 : 1.8	1 : 1 : 16.8	139.5	2.075	13.22	12.22	112	11.40	257.0	46.7	23.6%
10% A.C. + 10% C.R.	1 : 2 : 1.8	1 : 1.9 : 5.6	124.5	2.096	11.75	9.16	76	10.92	195.7	30.15	20.1%
10% A.C. + 20% C.R.	1 : 1.8 : 1.8	1 : 1.9 : 11.2	137.6	2.086	12.32	9.85	102	13.24	199.4	34.12	20.4%
10% A.C. + 30% C.R.	1 : 1.6 : 1.8	1 : 1.9 : 16.8	141.3	2.071	13.65	14.63	76	15.28	171.6	49.64	21.7%
15% A.C. + 10% C.R.	1 : 2 : 1.8	1 : 2.9 : 5.6	126	2.092	12.02	8.4	124	11.18	124.1	35.85	22.6%
15% A.C. + 20% C.R.	1 : 1.8 : 1.8	1 : 2.9 : 11.2	139.6	2.081	12.84	8.64	91	14.72	109.6	37.54	25.2%
15% A.C. + 30% C.R.	1 : 1.6 : 1.8	1 : 2.9 : 16.8	145.7	2.068	13.98	11.03	108	9.32	116.2	60.08	20.8%
20% A.C. + 10% C.R.	1 : 2 : 1.8	1 : 3.8 : 5.6	130.5	2.089	12.39	12.64	102	11.95	147.1	89.18	23.1%
20% A.C. + 20% C.R.	1 : 1.8 : 1.8	1 : 3.8 : 11.2	145.4	2.077	13.35	13.46	112	13.65	136.4	98.47	20.5%
20% A.C. + 30% C.R.	1 : 1.6 : 1.8	1 : 3.8 : 16.8	148.7	2.063	14.33	16.2	112	9.82	155.8	44.75	20.5%
Max. Valor			148.7	2.113	14.33	16.2	124	15.28	257	98.47	0.254

Fuente y Elaboración: Propia

Evaluación de impacto ambiental

Identificaremos los principales problemas que crean estos residuos en el medio ambiente, en todo el proceso de su eliminación, transformación y destino final. Verificaremos todos los factores del ámbito donde vivimos, factores físicos-químicos, biológicos y culturales; todo lo referente a problemas directamente o indirectamente, positivos o negativos, veremos en lo absoluto en la ejecución de este proyecto, para así moderar los impactos ambientales.

Matriz de Leopold

Utilizaremos este método de reporte, para evaluar toda la información de la evaluación de impacto ambiental, a través del análisis de matrices. Durante todo el trayecto de la investigación, identificaremos y evaluaremos todos los impactos al mismo tiempo, dado de las distintas actividades, para así poderlos mitigar. Está conformado por 2 ejes, en el eje horizontal veremos todas las acciones que causan impacto ambiental y en el eje vertical, las condiciones afectadas en el ambiental existente, estarán calificados en una escala de 1 a 10, según su magnitud e importancia.

Plan de Manejo Ambiental

Durante la ejecución del proyecto de investigación, para prevenir y moderar los impactos ambientales que perjudican en nuestro ámbito, plantearemos un plan de manejo ambiental (PMA), que será necesario como documento técnico, que guíe como remediar estos impactos a través de sus indicaciones constituidas.

Aplicaremos el programa de prevención y mitigación de los impactos ambientales, que será de importancia para identificar y evaluar los impactos ambientales más significativos y poderlos aminorar, además que podemos maximizar los impactos positivos.

Tabla 116. Tabla de la matriz de leopold

ACCIONES DEL PROYECTO			MATRIZ DE LEOPOLD											PROMEDIOS POSITIVOS	PROMEDIOS NEGATIVOS	IMPACTO POR SUBCOMPONENTES	IMPACTO POR COMPONENTE	IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO	
			Obtención del CR	Trituración y Elección	Obtención del Aserrín	Proceso de Quemado de Aserrín	Transporte	Frabricación del mortero	Construcción de las muestras para ensayos	Almacenamiento del producto	Ensayos Realizados	Transporte de los Residuos de los Ensayos Realizados	Deposito de los residuos de los Ensayos						
FACTORES AMBIENTALES																			
	FACTORES FÍSICOS - QUÍMICOS	Tierra	Morfología del Terreno	-3	-3													0	2
Calidad del Suelo			-3	-3													0	3	-30
Aire		Ruido		-4													0	5	-41
		Calidad del aire (Polvo)		-2													0	4	-21
		Calidad del aire (Gases, Humo)		-3													0	5	-48
Agua		Calidad del agua															0	2	-12
		Consumo de agua															0	2	-15
		Toxicidad															0	2	-15
Luz		Consumo de Energia														0	5	-24	
BIOLÓGICO		Flora	Diversidad														0	2	-48
	Fauna	Hábitat														0	2	-48	
FACTORES CULTURALES	Estética	Vistas Panorámicas	8													5	2	216	
		Calidad de Vida	6													4	2	99	
	Cultural	Salud y seguridad															3	-43	
		Empleo Estacional															8	0	72
	Actividades	Eliminación de residuos	6														8	1	129
Beneficios economicos		5														11	0	171	
PROMEDIO POSITIVO			4	2	4	2	4	5	3	4	3	3	3	1	36				
PROMEDIO NEGATIVO			3	6	3	5	4	4	4	2	2	6	3		42				
PROMEDIO ARITMÉTICO			124	-20	96	-88	53	99	-6	96	28	-19	-39					324	

Fuente y Elaboración: Propia

Análisis de la tabla de matriz de leopold

Teniendo en cuenta todas las acciones del proyecto y sus factores ambientales, hemos calificado cada número según la tabla de magnitud e importancia de los impactos, sabiendo que la escala de su calificación va de 1 a 10, dependiendo como esta acción influye en el factor, sabiendo que, a mayor escala mayor efecto, teniendo en cuenta si su magnitud es negativa o positiva según su impacto, además de su intensidad que va a de baja a muy alta y de su afectación que puede ser baja, media o alta. El valor de la importancia, siempre va a ser positivo, considerando su duración temporal, media o permanente y su influencia que puede ser puntual, local, regional o nacional, dado su espacio.

La matriz de leopold es una matriz interactiva donde en su intersección de las acciones o actividades del proyecto que va en un eje y los factores o componentes ambientales que van en el otro eje de la matriz pueden verse afectados, asimismo describiremos su tamaño y significado, ya que cada acción provoca un cambio en un elemento ambiental. [51]

Tabla 117. Magnitud e importancia del impacto negativo para su calificación en la matriz de leopold

Impactos Negativos

MAGNITUD				IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación		Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1		Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2		Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3		Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4		Temporal	Local	+4
Media	Media	-5		Media	Local	+5
Media	Alta	-6		Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7		Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8		Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9		Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10		Permanente	Nacional	+10

Fuente y Elaboración: Facultad de ingeniería en mecánica y ciencias de la producción.

Tabla 118. Magnitud e importancia del impacto positivo para su calificación en la matriz de leopold

Impactos Positivos

MAGNITUD				IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación		Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1		Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2		Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3		Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4		Temporal	Local	+4
Media	Media	+5		Media	Local	+5
Media	Alta	+6		Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7		Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8		Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9		Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10		Permanente	Nacional	+10

Fuente y Elaboración: Facultad de ingeniería en mecánica y ciencias de la producción.

Análisis de los Impactos Ambientales

Teniendo los resultados de la matriz de la matriz de leopold, podemos verificar que el proceso de un mortero modificado de concreto reciclado y aserrín calcinado, tendrá un número total positivo, que será un impacto muy beneficioso en el medio ambiente.

Con respecto al medio físico tenemos que el mayor impacto negativo tenemos en el factor aire (Gases, Humo), por motivo del proceso de quemado de aserrín; en relación al medio biológico tenemos que ambos factores de flora y fauna, tienen el mismo impacto negativo, ya que ambos son a causa de la obtención del aserrín que es un producto de cortar y cepillar la madera, proveniente de la tala de árboles; finalizamos con el factor cultural que tiene un minucioso impacto negativo en la salud y seguridad, sin embargo comparando con todos los resultados, es el que tiene mayor impacto y de manera positiva en el factor estético (Vista Panorámica), motivo de la recolección de estos residuos, siguiendo la actividad económica, origen de los residuos que es un producto que se obtiene de manera gratuita y fácil de poseer.

Propuesta de Mitigación

Se han propuesto medidas de prevención y eliminación de componentes que afecten en el proyecto de la elaboración de un mortero modificado, elaborado con concreto reciclado y aserrín calcinado, por lo que se plantea mejorar y fortalecer los beneficios para su elaboración, teniendo en cuenta ya todos los impactos ambientales que se han identificado y evaluado.

Tierra:

- Evitar volver a malgastar el suelo, producto de los desechos de residuos después de los ensayos.

Calidad de Aire:

- Realizar el quemado en un horno espacial para mitigar el gas expulsado, producto de la combustión.
- Al transportar el aserrín deberá estar tapado con una manta, ya que son partículas minuciosas que pueden ser ventiladas con facilidad.
- Realizar el chancado del concreto en una zona adecuada, aislada, para evitar ruidos incómodos al ciudadano.

Agua:

- Poseer una dosificación exacta, después de tener los resultados de los ensayos, que se realizan a los componentes del mortero para evitar desperdicios de agua.

Flora y Fauna:

- Como el aserrín es un componente primordial del mortero, y es un elemento proveniente de los árboles, se recomienda reforestar las áreas verdes, para así tener un mejor hábitat.

Salud y Seguridad:

- Siempre se recomienda tener completos los EPP para la obtención y proceso de estos residuos, para evitar así los accidentes.

Evaluación económica

Se hizo este análisis de costo teniendo como referencia las cuadrillas del libro CAPECO según corresponda la cuadrilla, a pesar de ello el rendimiento de la trituración del concreto reciclado, el quemado de aserrín y el tamizado para ambos materiales, se calculó en cuanto a la experiencia propia.

En este caso se toma los precios actuales del mercado de cada costo, además teniendo en cuenta las maquinarias necesarias para la producción del concreto reciclado y el aserrín calcinado.

Análisis de costos de producción del concreto reciclado

Tabla 119. Análisis de costo unitario de la trituración del CR

Partida	TRITURACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO			Costo S/.	2.561
Rendimiento	kg/d	60			
Recursos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	1	0.133	18.65	2.487
					2.487
Materiales					
CR	kg		60	0.000	0.000
					0.000
Equipos					
Herramientas	%M.O		3	2.49	0.075
					0.075

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 120. Análisis de costo unitario de tamizado de CR

Partida	CONCRETO RECICLADO POR LA MALLA 3/8			Costo S/.	6.176
Rendimiento	kg/d	30			
Recursos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Mano de Obra

Operario	hh	0.1	0.027	26.22	0.699
Peón	hh	1	0.267	18.650	4.973
					5.673

Materiales

CR	kg		30	0.000	0.000
					0.000

Equipos

Herramientas	%M.O		3	5.67	0.170
Tamiz N° 3/8	he	1	0.27	1.25	0.333
					0.504

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 121. Precio unitario del concreto reciclado

Partida	Precio
Trituración del concreto reciclado	S/ 2.561
Concreto reciclado por la malla 3/8	S/ 6.176
Precio total	S/ 8.737

Fuente y Elaboración: Propia

El concreto reciclado tiene un precio total por kg de S/8.737, monto importante para el análisis de costos del mortero.

Análisis de costos unitarios de la ceniza de aserrín

Tabla 122. Análisis de costo unitario del quemado de aserrín

Partida	QUEMADO DE ASERRIN		Costo S/.		79.114
Rendimiento	kg/d	15			
Recursos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Operario	hh	1	0.533	26.22	13.984

Oficial		0.1	0.053	20.60	1.099
Peón	hh	1	0.533	18.65	9.947
					25.029
Materiales					
Ceniza	kg		15.000	0.000	0.000
					0.000
Equipos					
Herramientas	%M.O		3.000	25.03	0.751
Horno efectivo	he	1.000	0.533	50	26.667
Kit de oxicorte	he	1.000	0.533	50	26.667
					54.084

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 123. Análisis de costo unitario de tamizado de la ceniza de aserrín

Partida	CENIZA DE ASERRIN POR LA MALLA N°200			Costo S/.	20.773
Rendimiento	kg/d	12			
Recursos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Operario	hh	0.1	0.067	26.220	1.748
Peón	hh	1	0.667	18.650	12.433
					14.181
Materiales					
Ceniza	kg		12.000	0.000	0.000
					0.000
Equipos					
Herramientas	%M.O		3.000	14.181	0.425
Molino eléctrico	he	1	0.667	8	5.333
Tamiz N°200	he	1	0.667	1.25	0.833
					6.592

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 124. Precio unitario del aserrín calcinado

Partida	Precio
Quemado de aserrín	S/ 79.114
Ceniza de aserrín por la malla n°200	S/ 20.773
Precio total	S/ 99.887

Fuente y Elaboración: Propia

El aserrín calcinado tiene un precio total por kg de S/99.887, monto importante para el análisis de costos del mortero.

Análisis de la cantidad de materiales del mortero

Teniendo los resultados del mortero sin adiciones, tenemos los resultados del cálculo de volumen del material de mortero:

1° paso: Cálculo de volumen de material

$$V_{\text{Cemento}} = 0.014912281 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Arena}} = 0.044428071 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Agua}} = 0.036125 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Aire atrapado}} = 0.007159901 \text{ m}^3$$

$$\text{Total (Rendimiento)} = 0.102625253 \text{ m}^3$$

2° paso: Cálculo del factor cemento según el rendimiento

$$\text{Factor cemento (FC)} = \frac{1}{\text{Rendimiento}} = \frac{1 \text{ m}^3}{0.102625253 \text{ m}^3} = 9.744190308 \text{ bls}$$

3° paso: Cantidad de ladrillo lark kk tipo v en muro de 1 m²

Tabla 125. Dimensión del ladrillo lark kk tipo v

	Alto (m)	Ancho (m)	Largo (m)
Ladrillo lark kk tipo v	0.09	0.13	0.24

Fuente y Elaboración: Propia

La medida de junto de muro es 15 cm = 0.015 m

$$CL = \frac{1}{(0.09 + 0.015) \times (0.24 + 0.015)} = 37.34827264 \text{ ladrillo/m}^2$$

CL = Cantidad de ladrillo

4° paso: Volumen de mortero en 1 m² de muro

$$V_{mo} = V_{mu} - CL \times V_{lad}$$

$$V_{mo} = 1 \times 1 \times 0.13 - 37.34827264 \times (0.09 \times 0.13 \times 0.24)$$

$$V_{mo} = 0.02512605$$

V_{mo} = Volumen del mortero

V_{mu} = Volumen del muro

V_{lad} = Volumen del ladrillo

CL = Cantidad de ladrillo

5° paso: Volumen de la cantidad de materiales por 1 m² de muro

- $Cemento = FC \times V_{mo}$
- $Cemento = 9.744190308 \times 0.02512605$
- $Cemento = 0.244833017 \text{ bls}/m^2$

- $Arena = (V_{Arena} \times FC) \times V_{mo}$
- $Arena = (0.044428071 \times 9.744190308) \times 0.02512605$
- $Arena = 0.010877459 \text{ m}^3/m^2$

- $Agua = (V_{Agua} \times FC) \times V_{mo}$
- $Agua = (0.036125 \times 9.744190308) \times 0.02512605$
- $Agua = 0.008844593 \text{ m}^3/m^2$

6° paso: Cantidad de material con desperdicio

Desperdicio de material; Mortero:10% y Ladrillo:5%.

- $Cemento = 0.244833017 \times (1 + 10\%) = 0.269316319 \text{ bls}/m^2$
- $Arena = 0.010877459 \times (1 + 10\%) = 0.011965205 \text{ m}^3/m^2$
- $Agua = 0.008844593 \times (1 + 10\%) = 0.009729052 \text{ m}^3/m^2$
- $CL = 37.34827264 \times (1 + 5\%) = 39.21568627 \text{ ladrillo}/m^2$

7° paso: Volumen de la cantidad de materiales con sustitución de componentes

Se sabe que tenemos nuestro mortero con sustitución del 10% de ceniza de aserrín por cemento y 30% de concreto reciclado por arena, disponemos de la siguiente tabla:

Tabla 126. Tabla de volumen del 10 % aserrín calcinado y 30% concreto reciclado

10 % ASERRÍN CALCINADO Y 30% CONCRETO RECICLADO			
Material	Volumen		Peso
Cemento	1	pie3	1 kg
Aserrín calcinado	0.128	pie3	0.1 kg
Arena Fina	2.086	pie3	1.925 kg
CR	0.112	pie3	0.825 kg
Agua	36.125	lt/bls	0.85 lt/kg

Fuente y Elaboración: Propia

Teniendo la disposición de la cantidad de material con desperdicio y la tabla de proporción de material con 10 % aserrín calcinado y 30% concreto reciclado, obtendremos el volumen de la cuantía de materiales con sustitución en 1 m^2 de muro.

- $Cemento = 0.269316319 / (1 + 0.128) = 0.2388 \text{ bls}/m^2$
- $Aserrín\ calcinado = 0.269316319 - 0.2388 = 0.0305 \text{ bls}/m^2$
- $Aserrín\ calcinado = 0.0305 \times V_{Cemento} \times P.E_{Aserrín}$
- $Aserrín\ calcinado = 0.0305 \times 0.014912281 \times 2232 = 1.016 \text{ kg}/m^2$
- $Arena = 0.011965205 / \left(1 + \frac{0.112}{2.086}\right) = 0.0114 \text{ m}^3/m^2$
- $Concreto\ reciclado = 0.011965205 - 0.0114 = 0.0006 \text{ m}^3/m^2$
- $Concreto\ reciclado = 0.0305 \times P.E_{CR}$
- $Concreto\ reciclado = 0.0305 \times 2092 = 1.281 \text{ kg}/m^2$
- $Agua = 0.009729052 \text{ m}^3/m^2$
- $CL = 37.34827264 \times (1 + 5\%) = 39.21568627 \text{ ladrillo}/m^2$

Análisis de costos unitarios del muro de tipo sogá con mortero convencional.

Tabla 127. Análisis de costos unitarios del muro de tipo sogá con mortero convencional

Análisis de costo unitario: Muro con mortero convencional

MURO DE LADRILLO KK TIPO V SOGA M					
Partida	1:3; E=1.5 CM		Costo S/.		213.580
Rendimiento	m2/d	7.75			
Recursos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Operario	hh	1.0	1.032	26.22	27.066
Peón	hh	0.5	0.516	18.65	9.626
					36.692
Materiales					
Arena Gruesa	m3		0.012	43.22	0.517
Agua	m3		0.010	6.13	0.060
Cemento Portland tipo GU	bls		0.269	27.50	7.406
Ladrillo kk 18H Tipo V	mll		0.039	2150.00	84.314
					92.297
Equipos					
Herramientas	%M.O.		5.000	36.692	1.835
Madera andamiaje	p2		0.062	5.600	0.349
Andamio metal tablas alquiler	Jgo		0.129	638.820	82.408
					84.592

Fuente y Elaboración: Propia

Análisis de costos unitarios del muro de tipo sogá con mortero modificado.

Tabla 128. Análisis de costos unitarios del muro de tipo sogá con mortero modificado

Análisis de costo unitario: Muro con mortero Modificado

MURO DE LADRILLO KK TIPO V SOGA M						
Partida	1:3; E=1.5 CM			Costo S/.	325.377	
Rendimiento	m2/d	7.75				
Recursos	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
Operario	hh	1.0	1.032	26.22	27.066	
Peón	hh	0.5	0.516	18.65	9.626	
					36.692	
Materiales						
Arena Gruesa	m3		0.011	43.22	0.491	
30% Concreto Reciclado	kg		1.281	8.74	11.191	
Agua	m3		0.010	6.13	0.060	
Cemento Portland tipo GU	bls		0.239	27.50	6.567	
10% Ceniza de Aserrin	kg		1.016	99.89	101.472	
Ladrillo kk 18H Tipo V	mll		0.039	2150.00	84.314	
					204.094	
Equipos						
Herramientas	%M.O.		5.000	36.692	1.835	
Madera andamiaje			0.062	5.600	0.349	
Andamio metal tablas alquiler	Jgo		0.129	638.820	82.408	
					84.592	

Fuente y Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta los resultados del costo total de un muro por m^2 , con un mortero convencional (s/213.580 soles), comparado con un mortero modificado (s/325.377 soles), se tiene la diferencia de s/111.797 soles por muro, siendo así que un mortero modificado con sustitución de 10% de ceniza de aserrín y 30% de concreto reciclado, es más caro que un mortero convencional.

Conclusiones

Se diseñaron diferentes tipos de mezclas de mortero, un total de 13 dosificaciones con el fin de viabilizar un mortero con los diferentes porcentajes de sustitución. Se ha optado por utilizar ciertas normas que han hecho a fin de los agregados y mortero, ya que no ha existido alguna norma en concreto, los resultados fueron los siguientes.

El valor obtenido del concreto reciclado en el ensayo de granulometría no fue el más adecuado ya que supera el 50% de agregado retenido entre sus mallas consecutivas N°4 - N°8 de (50.8 %) y N°8 - N°16 de (63.2%), además del módulo de fineza de 4.108 que no se encuentra dentro del parámetro establecido 1.60 – 2.50, no cumpliendo así con el RNE E070 de albañilería; a pesar de ello se obtuvieron resultados finales óptimos.

Teniendo como resultado el P.U.S. y P.U.C. del concreto reciclado de 94.28% y 92.03% respectivamente, ambas comparaciones hacen referencia al 100% de la arena, teniendo así que los granos del CR no se acomodan bien, dejando vacíos, incluso si fuera compactada con la varilla.

El contenido de humedad del concreto reciclado es de 2.71% mayor que el de la arena que es 0.44%, debido a las condiciones ambientales que estuvieron expuestas. Además, mayor en su absorción, que es 9.65% comparado con la arena de 0.77 %, a causa de la gran cantidad de finos que posee, pero si tiene menor peso específico de 2.09 % a 2.63 % por motivo de los grandes vacíos que contiene.

Como se sabe que el CR contiene grandes cantidades de finos, realizando el ensayo de finos que pasan la malla N°200, se obtuvo 5.99% a comparación de la arena de 1.90 %, debido que al momento de triturar el concreto, se obtuvo cemento, que no fue aglomerado de manera adecuada en la mezcla del concreto, aun así, se obtuvieron resultados satisfactorios en sus propiedades mecánicas.

Se encontró mayor cantidad de material liviano de carbón y lignito, en el concreto reciclado con respecto a la arena, debido a que los agregados del concreto contienen mayor cantidad de partículas de rocas sedimentarias. Así como el porcentaje de concreto reciclado es mayor a la de arena en la característica de terreno y arcilla, teniendo en cuenta que el concreto es de 5.99% referente al de arena que es de 0.19%, debido al momento de remojar el CR, las partículas de mayor dimensión se ablandan y pueden ser pasadas con mayor facilidad por su malla correspondiente.

El concreto reciclado contiene mayor cantidad de sales solubles con respecto a la arena, debido a que está expuesta a la intemperie y está contaminada, por eso contiene mayor cantidad de cloruros y sulfatos. El desgaste por sulfato de magnesio nos refleja los siguientes resultados referente primero al de arena con un 6.3% congruente al de concreto reciclado que nos da un porcentaje de 11.8% debido a que está más expuesto a debilitarse y tener una mayor pérdida en porcentaje de peso.

Teniendo la densidad de la ceniza de aserrín que es de 2.23 g/cm³, nos sale menor que la de un cemento convencional de 2.85 g/cm³, esto es debido a que el proceso de quemado de la ceniza no es tan óptimo como en una fábrica de cemento, aludiendo así que aún hay partículas en la ceniza que necesitan llegar a cierta temperatura.

Realizando el ensayo de fluidez tenemos como conclusión que a mayor porcentaje de sustitución de concreto reciclado y ceniza de aserrín, la mezcla se vuelve más fluida, mejor trabajable. El ensayo de Fluidez nos indica los porcentajes de 120% a 150% para estructuras de mampostería y los resultados máximos en si son de 20% de ceniza de aserrín y 30 % de CR para establecer dicho ensayo con 148.7% de fluidez.

La densidad del mortero disminuye cada vez que se sustituye por gran cantidad de porcentaje en sus componentes; la densidad máxima es del mortero patrón 2.113 g/cm³ y la densidad mínima es de la máxima sustitución de 20% de ceniza de aserrín y 30% de CR 2.063 g/cm³, este resultado mínimo es debido a que no hay buena compactación a causa de las partículas granulares del CR que generan vacíos entre ellas.

La absorción del mortero aumenta cada vez que aumenta el porcentaje de sustitución de sus componentes, debido a que presenta mayor cantidad de finos en el concreto reciclado, teniendo el resultado máximo de 14.33% a una dosificación sustitutoria de 20% de ceniza y 30% de CR.

Posteriormente se realizó el ensayo de Pila de Albañilería que indica un valor máximo de 124.16 kf/cm² la dosificación correspondiente a ello es del 15% de ceniza de aserrín y también el 10% de CR y con respecto a la norma técnica peruana su valor mínimo reglamentario es de 85 kg/cm² con lo cual nos indica que resiste de compresión axial.

Consiguiente a ello se realiza el ensayo de adherencia al mortero cuyos resultados nos indican que tiene una resistencia al cizalle de 4.08 kg/cm² según la “Construcción-Ladrillo cerámicos – Ensayos” haciendo una comparativa cuyos resultados del artículo presente es de 7 kg/cm² y 16 kg/cm² eso nos indica que alcanza para el diseño según la normativa chilena Nch. También se realizó el ensayo de resistencia al murete la cual nos dio como resultado un 15.28

kg/cm² de la dosificación de 10% de cenizas de aserrín y 30% de CR nos indica que si cumple según la NTP.

El ensayo de resistencia a la compresión simple nos rige una dosificación de 5% de ceniza de aserrín + 30% de CR nos da una resistencia de 257 kg/cm² lo cual está en lo normal según el RNE.

Verificaciones el ensayo de Hielo y Deshielo con una temperatura de -18°C con ello tenemos una dosificación de 20% ceniza de aserrín + 20% de CR lo cual nos indica que resiste unos 98.47 kg/cm².

Concluyo con el ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio que nos indica las proporciones de 10% de ceniza de aserrín y 10% de CR con un porcentaje de pérdida de 0.201%.

Teniendo todos estos resultados de los ensayos, concluyo que la dosificación más óptima para un mortero modificado, sería teniendo un mortero con sustitución del 10% de ceniza de aserrín por cemento y 30% de concreto reciclado por arena, así tenemos un mortero que cumpla con los parámetros establecidos según la norma técnica peruana y el reglamento nacional de edificaciones; además comparando con un mortero convencional, este tiene un mejor comportamiento en todos sus ensayos, en específico su resistencia, adherencia, durabilidad.

Se hizo un análisis de costos unitarios de muro, con un mortero convencional y uno modificado, donde se tiene como conclusión, que un mortero modificado con sustitución de 10% de ceniza de aserrín y 30% de concreto reciclado, es más caro que uno convencional.

La evaluación de impacto ambiental, nos da a conocer que un mortero conformado con residuos de concreto y aserrín, nos da un impacto ambiental positivo, además de conocer cómo podemos mitigar los problemas de sus factores, siendo el más importante el factor aire, producto del quemado de aserrín, puesto que la ceniza es un elemento primordial para un mortero modificado.

Recomendaciones

- Se recomienda que, para tener una mayor resistencia en la adherencia y muro de albañilería, se debe emplear la sustitución del 10 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado en porcentaje del peso del cemento, pues presenta el valor más alto.
- Se recomienda que, para tener un mejor comportamiento en el mortero, se debe utilizar una sustitución del 10% de ceniza aserrín, pues se alcanzaron los mejores resultados en sus ensayos.
- Se sugiere para estudios con respecto al mortero donde se sustituye la arena por concreto reciclado, el porcentaje de sustitución no sea excesivo ya que la mezcla se vuelve fluida y va a rebalsar la mesa de flujo, además que no cumplirá con la NTP.
- Se recomienda normalizar el uso de residuos de construcción y elementos reciclables, para elementos estructurales y así volverlo una ordenanza a nivel nacional, además de proponer su utilización en expediente técnicos, así generaría beneficios indirectos y beneficios ambientales.
- Se aconseja a los municipios contar con jerarquía en la supervisión de RCD, en sí realizar un diagnóstico y caracterización de estos residuos, así mismo proponer rellenos sanitarios, plantas de tratamiento y realizar campañas ecológicas para informar al ciudadano.
- Se recomienda que haya más estudios profundos sobre el concreto reciclado y el aserrín, para así corroborar datos; además de enfocarlos en diferentes puntos aplicables de la construcción.
- La succión del ladrillo nos sale mayor de lo que establece la norma E070, por lo que se recomienda antes de utilizarlo, mojar el ladrillo por unos minutos para que este no quite agua al mortero y no perjudique su resistencia.

Referencias

Referencias bibliográficas

- [1] S. S. Carbonel Galopino, Reaprovechamiento de residuos urbanos para suelos contaminados generando materiales sostenibles de construcción en el eje Chiclayo – San José, Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019.
- [2] W. Lu, J. Lou, C. Webster, F. Xue, Z. Bao y B. Chi, «Estimating construction waste generation in the Greater Bay Area, China using machine learning,» *Waste Management*, vol. 134, n° 1, pp. 78-88, 2020.
- [3] S. H. Arzapalo Huancas, “DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO Y TÉCNICO DE LOS ASERRADEROS EN LA LOCALIDAD DE JAÉN - CAJAMARCA 2018”, Jaén: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2020.
- [4] H. Uzzal y P. Chi Sun, «Comparative LCA of wood waste management strategies generated from building construction activities,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 177, n° 1, pp. 387-397, 2018.
- [5] M. A. Díaz Barón y M. E. Murga Mendoza, “INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN DE AGREGADO RECICLADO Y TIEMPO DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO PROCEDENTE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, CAJAMARCA, 2018”, Cajamarca: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, 2019.
- [6] J. Clemente Cruz, “ESTUDIO DE MORTERO RECICLADO”, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017.
- [7] A. D. Ortega Sánchez y H. Gil, «Estudio del comportamiento mecánico de morteros modificados con fibras de aserrín bajo esfuerzos de compresión,» *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 37, n° 1, p. 14, 2019.
- [8] R. J. Teque Curo, Diagnóstico y caracterización de los residuos de construcción y demolición generado en el distrito de San José, Lambayeque, San José: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2020.
- [9] Z. Zhao, S. Remond, D. Damidot y W. Xu, «Influence of fine recycled concrete aggregates on the properties of mortars,» *Construction and Building Materials*, vol. 81, n° 1, pp. 179-186, 2015.
- [10] E. Ledesma, J. Jiménez, J. Fernández, A. Galvín, F. Agrela y A. Barbudo, «Properties of masonry mortars manufactured with fine recycled concrete aggregates,» *Construction and Building Materials*, vol. 71, n° 1, pp. 289-298, 2014.

- [11] L. Li, B. J. Zhan, J. Lu y C. S. Poon, «Systematic evaluation of the effect of replacing river sand by different particle size ranges of fine recycled concrete aggregates (FRCA) in cement mortars,» *Construction and Building Materials*, vol. 209, n° 1, pp. 147-155, 2019.
- [12] V. Letelier, B. Henríquez y M. Giacomo, «Combined use of waste concrete and glass as a replacement for mortar raw materials,» *Waste Management*, vol. 94, n° 1, pp. 107-119, 2019.
- [13] I. Raini, R. Jabrane, L. Mesrar y M. Akdim, «Evaluation of mortar properties by combining concrete and brick wastes as fine aggregate,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 13, n° 1, pp. 1-13, 2020.
- [14] M. Pavlíková, L. Zemanová, J. Pokorný, M. Záleská, O. Jankovský, M. Lojka, D. Sedmidubský y Z. Pavlík, «Valorization of wood chips ash as an eco-friendly mineral admixture in mortar mix design,» *Waste Management*, vol. 80, n° 1, pp. 89-100, 2018.
- [15] C. Cheah y M. Ramli, «The implementation of wood waste ash as a partial cement replacement material in the production of structural grade concrete and mortar: An overview,» *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 55, n° 1, pp. 669-685, 2011.
- [16] T. Ramos, A. Matos y J. Sousa-Coutinho, «Mortar with wood waste ash: Mechanical strength carbonation resistance and ASR expansion,» *Construction and Building Materials*, vol. 49, n° 1, pp. 343-351, 2013.
- [17] A. Ortega, H. Gil y J. Pérez, «Mechanical behavior of mortar reinforced with sawdust waste,» *Procedia Engineering*, vol. 200, n° 1, pp. 325-332, 2017.
- [18] J. Clemente Cruz, ESTUDIO DE MORTERO RECICLADO, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017.
- [19] M. A. Díaz Barón y M. E. Murga Mendoza, INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN DE AGREGADO RECICLADO Y TIEMPO DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO PROCEDENTE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN, CAJAMARCA, 2018, Cajamarca: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, 2019.
- [20] C. S. Ibañez Neciosup y Y. K. Rodríguez Morales, Propiedades físico mecánicas del ladrillo de concreto al sustituir el cemento por cenizas de aserrín en un 10% 15% y 20% Nuevo Chimbote - 2018, Chimbote: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2018.
- [21] W. A. Sánchez Carranza, “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'_c=175\text{kg/Cm}^2$) distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo –Lambayeque”, Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019.
- [22] R. N. E. Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, Reglamento nacional de edificaciones. Norma E.070 Albañilería, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales, 2019.

- [23] r. e. Mori Sánchez, “Capacidad adherente del óptimo mortero para la union de unidades de ladrillo de suelo – cemento compactado – cajamarca 2015”, U. n. d. cajamarca, Ed., cajamarca: Facultad de ingeniería, 2017.
- [24] B. A. Quispe Muñoz, «Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el mortero con aditivo que incrementa la adherencia», U. n. d. ingeniería, Ed., Lima: Facultad de ingeniería civil, 2018.
- [25] H. Gallegos y C. Casabonne Rasselet, Albañilería estructural, Lima: Pontifica universidad católica del Perú, 2005.
- [26] Á. F. San Bartolomé Ramos, Construcciones de albañilería : comportamiento sísmico y diseño estructural, Lima: Pontifica universidad catolica del Perú, 1994.
- [27] N. T. P. 400.012, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2001.
- [28] N. T. P. 400.017, AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales – INDECOPI, 1999.
- [29] M. T. C. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Ensayo de Materiales,» Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Lima - Perú, 2016.
- [30] N. T. P. 400.022, AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales – INDECOPI, 2013.
- [31] N. T. P. 400.018, AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) por lavado en agregados, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales – INDECOPI, 2013.
- [32] N. T. P. 339.152, Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales – INDECOPI, 2002.
- [33] N. T. P. 400.016, AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2011.
- [34] N. T. P. 334.005, CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2011.
- [35] G. A. Rivera L., Tecnología del concreto y mortero, Colombia: Universidad del Cauca, 2013.
- [36] N. T. P. 399.610, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA- Especificación normalizada para morteros, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2003.

- [37] C. S. Carazas Tito y N. A. Palomino Valverde, EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS Y FOTOCATALÍTICAS DEL MORTERO PATRÓN DE CEMENTO RESPECTO AL MORTERO DE CEMENTO ADICIONADO CON DIÓXIDO DE TITANIO AL 3%, 5% Y 7% - CUSCO 2020, Cusco: UNIVERISAS ANDINA DEL CUSCO, 2020.
- [38] N. T. P. 334.057, CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland., Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2002.
- [39] N. T. P. 339.046, HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) CIUDAD, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2008.
- [40] N. T. P. 400.021, AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2018.
- [41] N. C. O. 167.Of2001, Construcción - Ladrillos cerámicos - Ensayos, Santiago: INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, INN - CHILE, 2001.
- [42] N. T. P. 334.051, CEMENTOS. MÉTODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND CUBOS DE 50MM DE LADOAÑO, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 1998.
- [43] Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing., ASTM C666, 2003.
- [44] M. C. Guillermo Paucar y R. J. Ingaroca Gómez, “Análisis de la durabilidad y luminancia de un mortero con aluminato de estroncio para señalizaciones.”, U. c. vallejo, Ed., Lima: Facultad de ingeniería y arquitectura, 2020.
- [45] N. T. P. 339.613, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2005.
- [46] N. T. P. 334.009, CEMENTOS. Cementos Portland Requisitos, Lima: Comisión de Reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2005.
- [47] R. Hernandez y R. Mendoza, Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Mexico: Mc Graw Hill Education, 2018.
- [48] F. Arias, El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica, científica, Caracas: Episteme, 2006.
- [49] D. Alan y L. Cortez, Procesos y fundamentos de la investigación científica, Machala: UTMACH, 2018.

- [50] A. D. Zacaria Vital y S. Sanchez Tizapa, «Cal como factor influyente en la resistencia a compresión diagonal de la mampostería,» *Cuaderno Activa*, vol. 1, n° 13, pp. 61-72, 2021.
- [51] M. Torres López, Impactos Ambientales Producidos en el Mantenimiento Periódico de la Carretera Rosaspata – Vilcabamba Lares Cusco 2020, cusco: Escuela Profesional De Ingeniería Ambiental - Facultad De Ingeniería Y Arquitectura - Universidad César Vallejo, 2021.
- [52] D. S. Apaza Hito, Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azucar (CBCA) con cemento portland, ante agentes agresivos, Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2018.
- [53] M. L. Chalán Caja y M. Rodas, “Diseño de la estructura de costos en la producción de agregados de la cantera no metálica la tuna blanca - santa cruz, Cajamarca 2019”, Cajamarca, Cajamarca: Facultad de Ingeniería – Universidad Privada del Norte, 2019.
- [54] M. d. e. y. minas, Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético - Industrias Cementeras, Perú: Dirección General de Eficiencia Energética, 2022.
- [55] C. Pacasmayo, «Reporte de Clasificación,» Apoyo & Asociados, Perú, 2022.
- [56] A. G. Requena Muro, J. P. Candela Mendoza y Y. E. Fabian Aliaga, "Valorización de cementos pacasmayo S.A.A.", Lima: Universidad del pacífico, 2022.

Anexos

Anexo tablas

Tabla 129. Estimación de Residuo de construcción y demolición (RCD) en el Distrito de San José

Año	Población	Generación Per cápita [m3/hab/año]	Generación de RCD[m3/año]	RCD acumulados [m3]
2021	17193	0.74000	12722.82	12722.82
2022	2 18301	0.74666	13664.62	26387.44
2023	18713	0.75338	14098.00	40485.44
2024	19129	0.76016	14541.11	55026.55
2025	19549	0.76700	14994.12	70020.67
2026	19974	0.77390	15457.97	85478.64
2027	20403	0.78087	15932.09	101410.73
2028	20836	0.78790	16416.64	117827.37
2029	21274	0.79499	16912.59	134739.97
2030	21717	0.80214	17420.16	152160.12

Fuente y Elaboración: Renzo Jesús Teque Curo, en su tesis denominada “Diagnóstico y caracterización de los residuos de construcción y demolición generado en el distrito de San José, Lambayeque” de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. [8]

Tabla 130. Producción anual de sacos de aserrín en el distrito de San José

Talleres		#Sacos/Semana	Semanas/Año	# Sacos/Año
Formales	10	50	52	26,000
Informales	5	20	52	5,200
Total				31,200

Fuente y Elaboración: Propia

Tabla 131. Producción anual (kg) de aserrín en el distrito de San José

	# Sacos/Año	# Kg/Saco	# Kg /Año
Aserrín	31 200	70	2,184,000

Fuente y Elaboración: Propia

Anexo imágenes

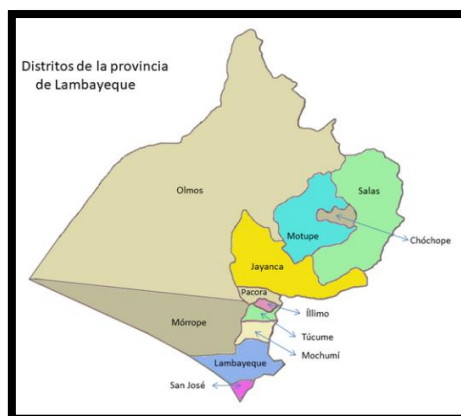
Localización nacional

Figura 7. Localización Nacional



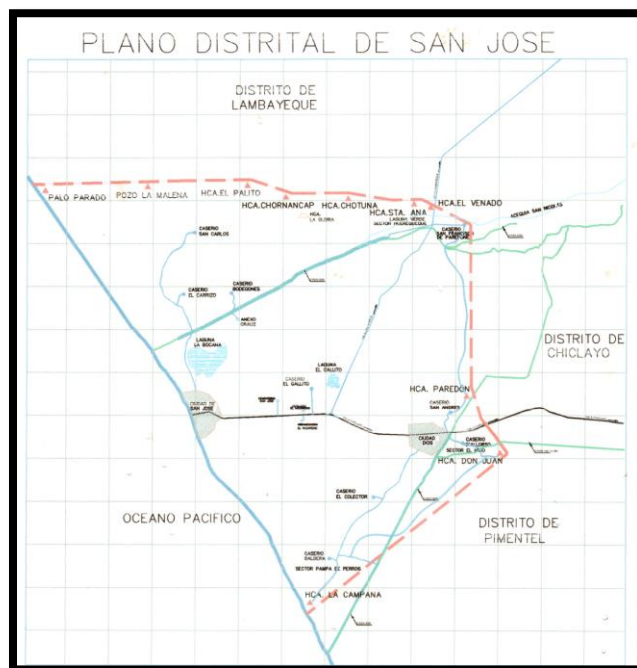
Localización departamental

Figura 8. Localización Departamental



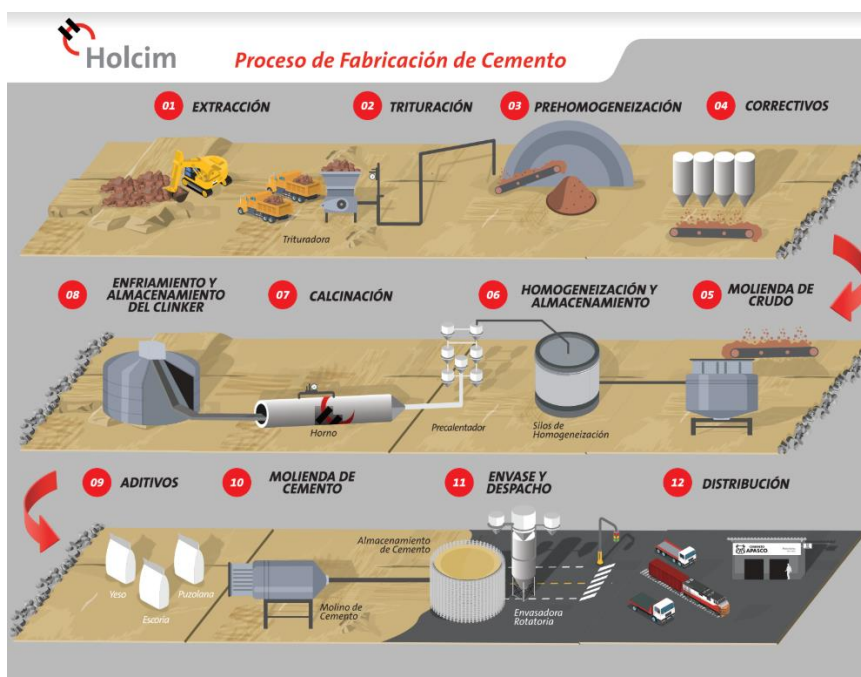
Localización distrital

Figura 9. Localización Distrital



Proceso de fabricación de cemento

Figura 10. Proceso de fabricación de cemento



Anexo fotografías

Fallas e imperfecciones en el distrito de San José

Imagen 1. Desprendimiento de Mortero en Sardinel



Imagen 2. Falta de Recubrimiento en Sardinel



Imagen 3. Desprendimiento de Mortero en Fachadas



Imagen 4. Desprendimiento de Mortero en Veredas



Imagen 5. Falta de mortero en Losa de Veredas



Concreto reciclado

Concreto desechados en escombreras

Imagen 6. Botadero de Concreto, Carretera Chiclayo – San José.



Imagen 7. Botadero de grandes rocas de Concreto.



Imagen 8. Botadero de residuos de construcción en furgoneta



Imagen 9. Botadero de grandes áreas de residuos de construcción



Imagen 10. Botadero de montañas de concreto disueltas



Proceso de chancado de concreto

Imagen 11. Separación del Concreto Reciclado



Imagen 12. Elección del Concreto Reciclado



Imagen 13. Pre-cribado



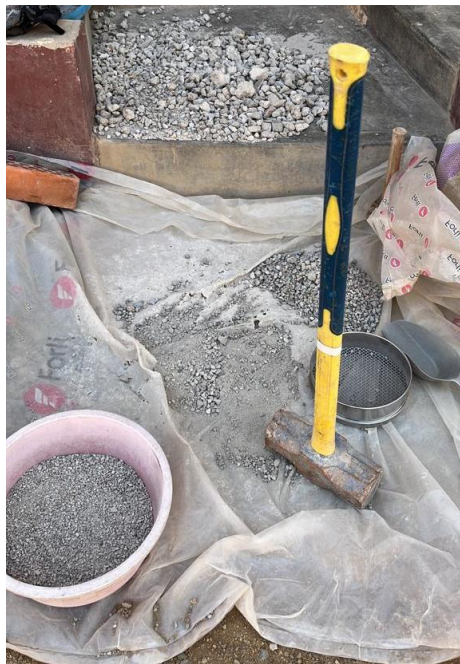
Imagen 14. Clasificación Y Limpieza



Imagen 15. Trituración Primaria Y/O Secundaria



Imagen 16. Cribado Final



Aserrín

Residuos de aserrín

Imagen 17. Aserrín



Imagen 18. Obtención Del Aserrín



Imagen 19. Viruta de Aserrín



Imagen 20. Desperdicios de Madera



Imagen 21. Construcciones Navales



Imagen 22. Dueño del Aserradero “Luis Alejandro Ramos Kong”



Imagen 23. Astillero “Nuestra Señora de Fátima”



Imagen 24. Maquina Fragua



Imagen 25. Horno efectivo



Imagen 26. Quemado principal del aserrín



Imagen 27. Quemado secundario del aserrín



Imagen 28. Moldeado y pulverizado



Imagen 29. Luis Alexander tesen bravo, dueño de la factoría, “Metal mecánica industrial tesen”



Anexo fotos de ensayos

Agregado fino

Granulometría

Imagen 30. Cuarteo



Imagen 31. Tamices del agregado fino

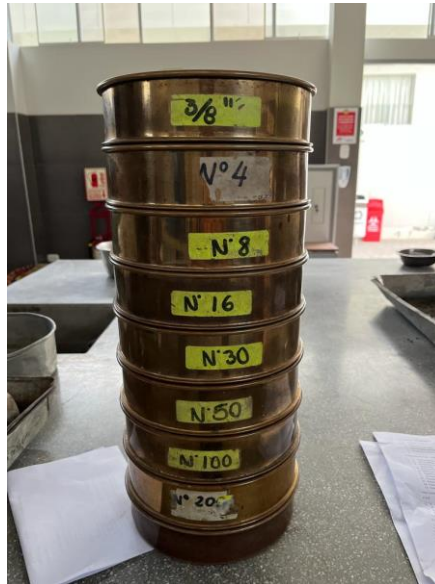


Imagen 32. Granulometría



Peso unitario*Imagen 33. Peso Unitario Suelto**Imagen 34. Peso Unitario Compactado*

Peso específico, contenido de humedad y absorción

Imagen 35. Cono de abrahams



Imagen 36. Peso del picnómetro con agua



Imagen 37. Peso del picnómetro con arena más agua



Imagen 38. Muestras al horno



Porcentaje de finos - malla n°200

Imagen 39. Proceso del ensayo de porcentaje de finos - Malla N°200



Terrones de arcillas

Imagen 40. Ensayo De Terrones De Arcillas



Imagen 41. Peso De Muestras Para Los Terrones De Arcillas



Desgaste por sulfato de magnesio

Imagen 42. Proceso Del Desgaste Por Sulfato De Magnesio



Imagen 43. Muestras con sulfato de magnesio



Imagen 44. Muestras con sulfato de magnesio después del secado en horno



Mortero

Cubos de mortero

Imagen 45. Proceso previo a la mezcla



Imagen 46. Llenado de los moldes cúbicos



Imagen 47. Apisonamiento de los morteros moldeados



Imagen 48. Enrasamiento de los moldes cúbicos



Fluidez del de mortero

Imagen 49. Materiales para el ensayo de fluidez



Imagen 50. Llenado de molde



Imagen 51. Apisonamiento de la mezcla



Imagen 52. Limpieza y secado de la meza de flujo



Imagen 53. Muestra asentada luego de quitar el molde



Imagen 54. Levantamiento de la plataforma de la mesa de flujo



Imagen 55. Medida de los 4 diámetros de la muestra fluida



Densidad del mortero

Imagen 56. Molde Para El Ensayo De Densidad Del Mortero



Absorción de agua del mortero

Imagen 57. Cubos de mortero sumergidos en agua



Imagen 58. Cubos de mortero en el horno



Imagen 59. Cubos de mortero después del secado en horno



Adherencia al cizalle

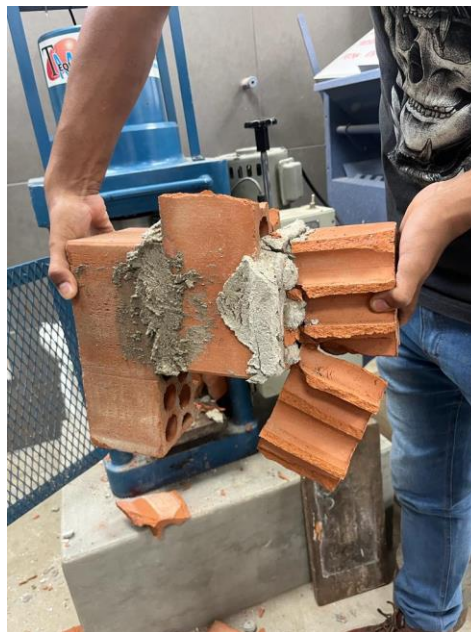
Imagen 60. Muestras de ladrillos para ensayo de cizalle



Imagen 61. Ensayo de adherencia al cizalle



Imagen 62. Mortero con buenas adherencias al ladrillo



Fallas en la resistencia a la adherencia al cizalle

*Imagen 63. Adherencia al Mortero patrón –
Falla junta*



*Imagen 64. Adherencia al 5 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla junta*



*Imagen 65. Adherencia al 5 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla pieza*



*Imagen 66. Adherencia al 5 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla mixta*



*Imagen 67. Adherencia al 10 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla junta*



*Imagen 68. Adherencia al 10 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla junta*



*Imagen 69. Adherencia al 10 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla pieza*



*Imagen 70. Adherencia al 15 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla junta*



*Imagen 71. Adherencia al 15 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla junta*



*Imagen 72. Adherencia al 15 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla junta*



*Imagen 73. Adherencia al 20 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla junta*



*Imagen 74. Adherencia al 20 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla junta*



*Imagen 75. Adherencia al 20 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla pieza*



Resistencia a la pila de albañilería

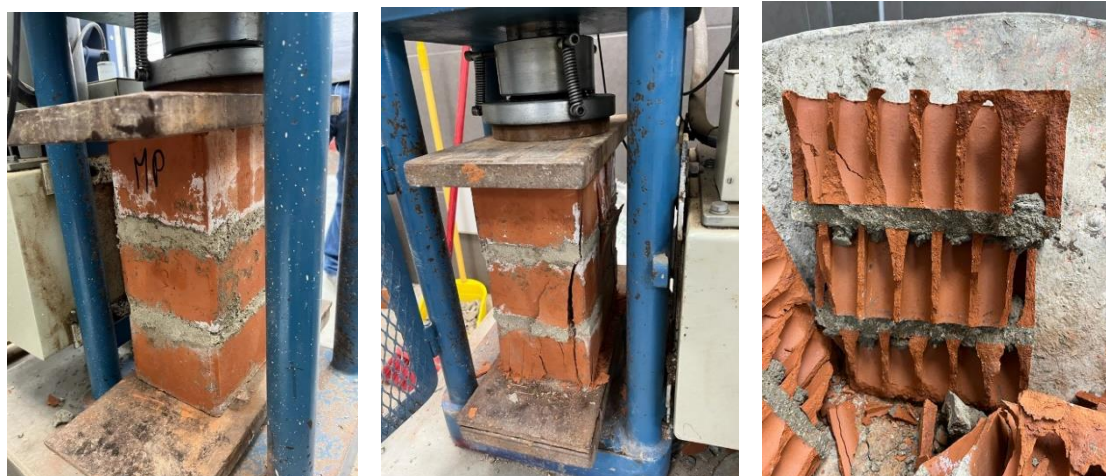
Imagen 76. Proceso para el ensayo de pila de albañilería



Imagen 77. Muestras de pila de albañilería



Imagen 78. Compresión a la pila de albañilería



Fallas en la resistencia a compresión a la pila de albañilería.

*Imagen 79. Pila del Mortero patrón –
Falla por agrietamiento vertical*



*Imagen 80. Pila del 5 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla por agrietamiento vertical*



*Imagen 81. Pila del 5 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla por cortante*



*Imagen 82. Pila del 5 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla por agrietamiento vertical*



*Imagen 83. Pila del 10 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla cónica*



*Imagen 84. Pila del 10 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla por aplastamiento*



*Imagen 85. Pila del 10 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla explosiva*



*Imagen 86. Pila del 15 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla explosiva*



*Imagen 87. Pila del 15 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla por agrietamiento vertical*



*Imagen 88. Pila del 15 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla por agrietamiento vertical*



*Imagen 89. Pila del 20 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla por Flexión*



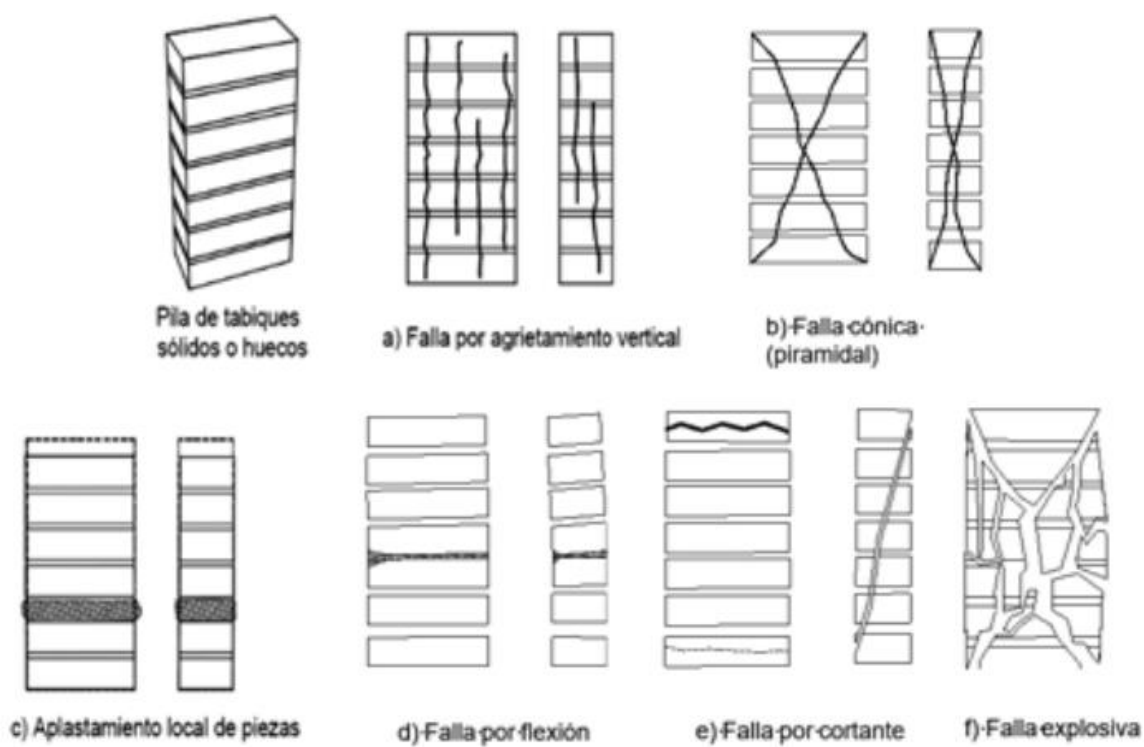
*Imagen 90. Pila del 20 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla por agrietamiento vertical*



*Imagen 91. Pila del 20 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla por flexión*



Imagen 92. Fallas de las pilas.



Resistencia al murete de albañilería

Imagen 93. Proceso para el ensayo de resistencia al murete de albañilería



Imagen 94. Muro de albañilería 60x60 cm



Imagen 95. Muros de albañilería con diferente dosificación



Imagen 96. Rotura de muros de albañilería



Fallas en la resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería.

*Imagen 97. Murete con mortero patrón
- Falla combinada*



*Imagen 98. Murete del 5 % Aserrín
calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla combinada*



*Imagen 99. Murete del 5 % Aserrín
calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla por tensión*



*Imagen 100. Murete del 5 % Aserrín
calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla por tensión*



*Imagen 101. Murete del 10 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla por tensión*



*Imagen 102. Murete del 10 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla combinada*



*Imagen 103. Murete del 10 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla por tensión*



*Imagen 104. Murete del 15 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla por tensión*



*Imagen 105. Murete del 15 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla combinada*



*Imagen 106. Murete del 15 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla combinada*



*Imagen 107. Murete del 20 % Aserrín calcinado y 10% Concreto Reciclado –
Falla combinada*



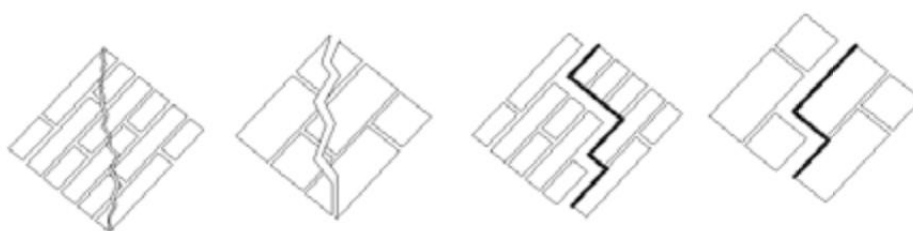
*Imagen 108. Murete del 20 % Aserrín calcinado y 20% Concreto Reciclado –
Falla combinada*



*Imagen 109. Murete del 20 % Aserrín calcinado y 30% Concreto Reciclado –
Falla por tensión*

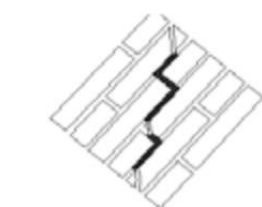


Imagen 110. Fallas en muretes



a) Falla por tensión diagonal
(atraviesa pieza y junta)

b) Falla de cortante (por
adherencia de las juntas)



c) Falla combinada cortante-
tensión diagonal



d) Falla por aplastamiento de las
esquinas (no admitida)

Resistencia a la compresión simple

Imagen 111. Muestras de cubos de mortero



Imagen 112. Rotura de probetas y lectura



Resistencia por durabilidad al ciclo de hielo-deshielo

Imagen 113. Proceso del ciclo hielo-deshielo para cubos de mortero

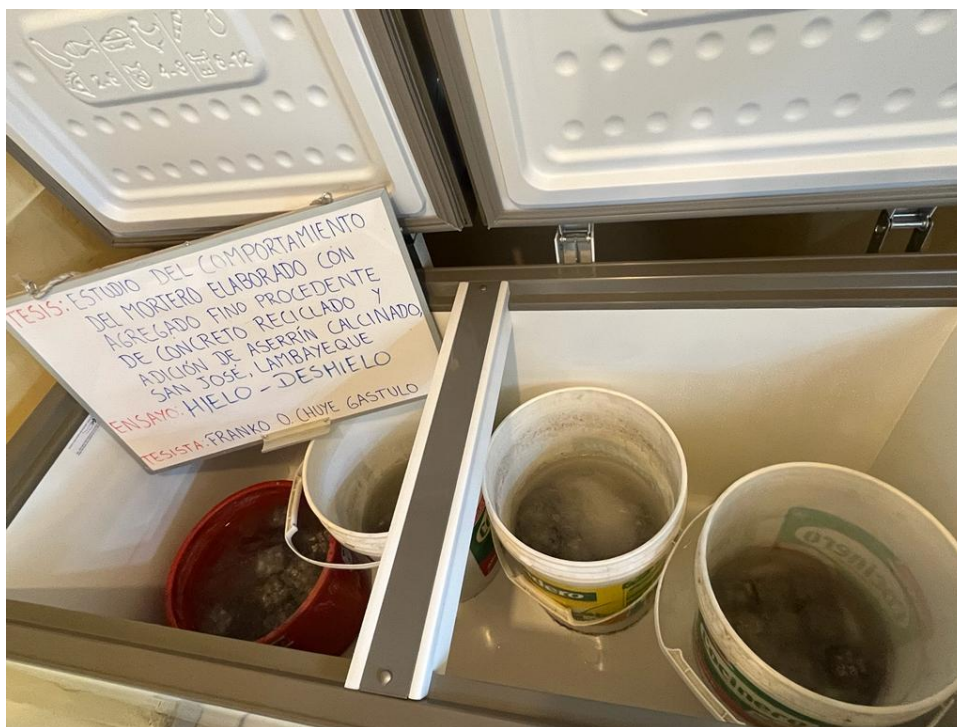


Imagen 114. Cubos de mortero en el descongelamiento



Imagen 115. Ficha técnica del congelador coldex ch40 339L

14/7/23, 0:37		Congeladora Coldex Ch40 BI 339LT Blanco EFE	
Cerradura con llave:	Si		
Función dual:	Congelador/Conservador		
Información adicional:	Multi Action: Congela los alimentos y enfría bebidas Panel con luz indicadora y posición Fast freezing 2 Canastillas multiuso súper resistente y de fácil limpieza Autonomía 36 horas (después del corte de energía con puerta cerrada) Capacidad de congelamiento en 24horas a -18°C: 14 kg Fabricación de hielo en 24 horas 31 litro(medido en bolsas de 1 litro) Manijas laterales embutidas Cerradura en puertas		
Despacho a domicilio:	Despacho a domicilio		
Retiro en tienda:	Retiro en tienda		

Retira tu compra en más de 200 puntos a nivel nacional

Envíos a todo el Perú. Más de 1,800 distritos

Atención al cliente (01) 200-2890



Haz tus compras fácilmente

Con total seguridad y privacidad



Razón Social: CONECTA RETAIL S.A

RUC: 20141189850

CONVERSA CON
NUESTROS ESPECIALISTAS

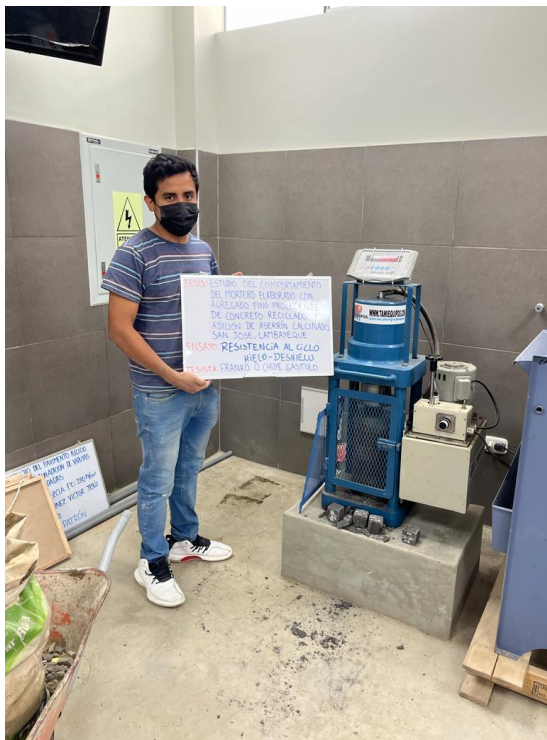


(01) 200 2890 - OPCIÓN 1

<https://www.efc.com.pe/efe/congeladora-coldex-ch40-bi-339-litros---blanco-ch40-p>

3/4

Imagen 116. Rotura de cubos de mortero en el ensayo del ciclo hielo-deshielo



Durabilidad al sulfato de magnesio

Imagen 117. Muestra de sulfato de magnesio

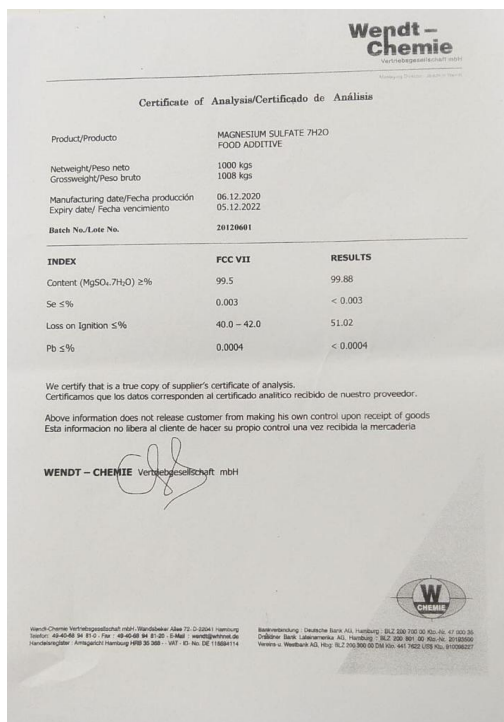
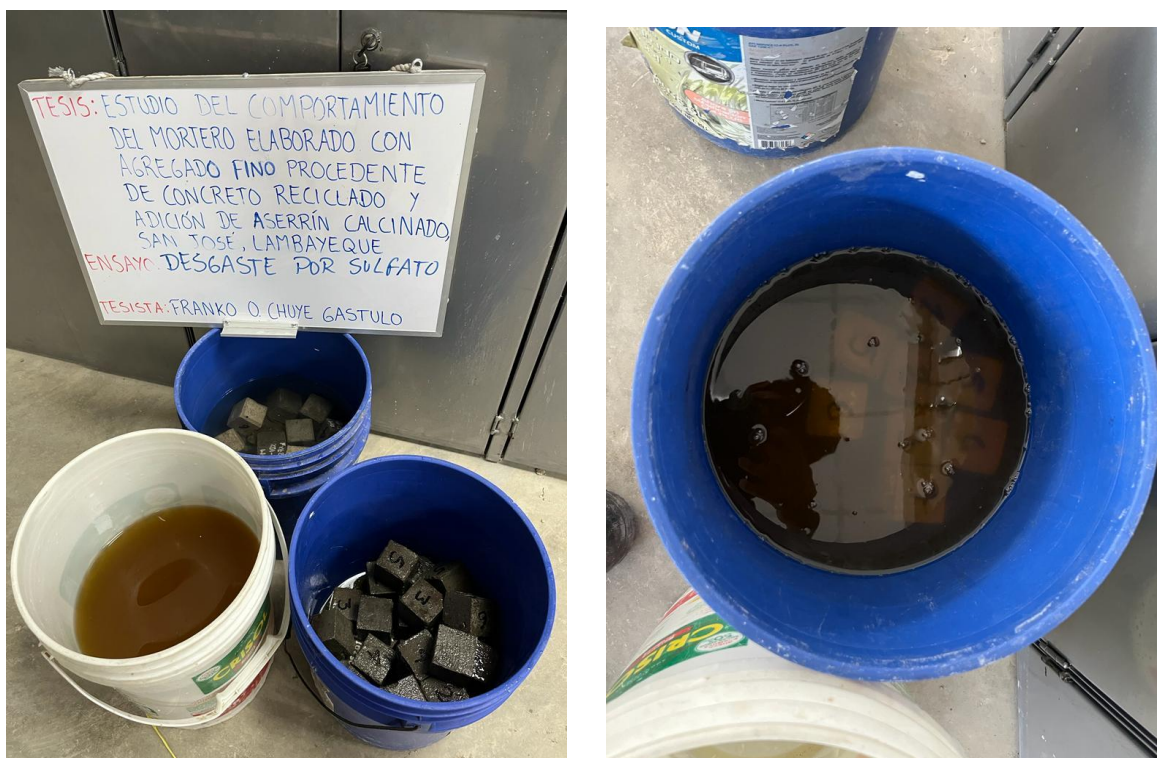


Imagen 118. Proceso de ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio



Ladrillo

Unidad de ladrillo

Imagen 119. Muestras de ladrillo lark tipo v

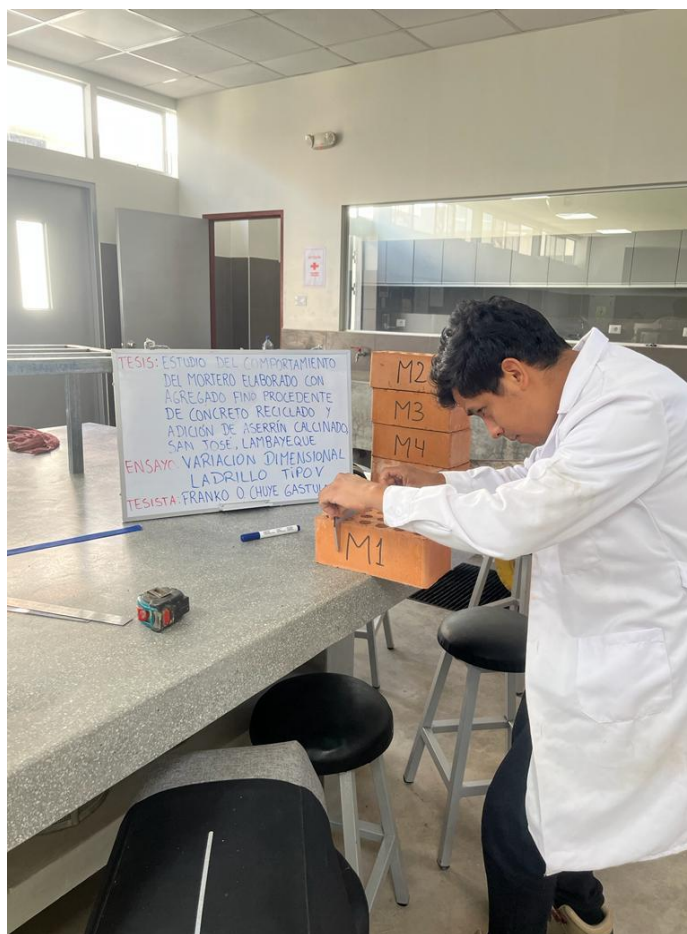


Imagen 120. Ladrillo lark tipo v



Variación dimensional

Imagen 121. Variación dimensional del ladrillo



Alabeo

Imagen 122. Ensayo de alabeo

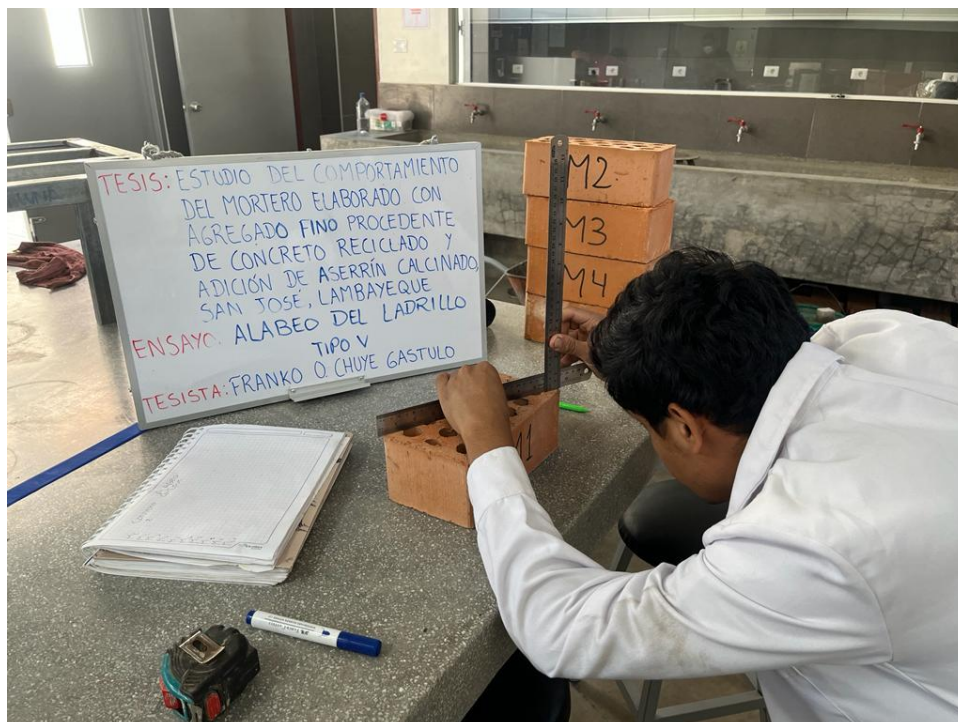


Imagen 123. Medida cóncava o convexa de alabeo



Succión

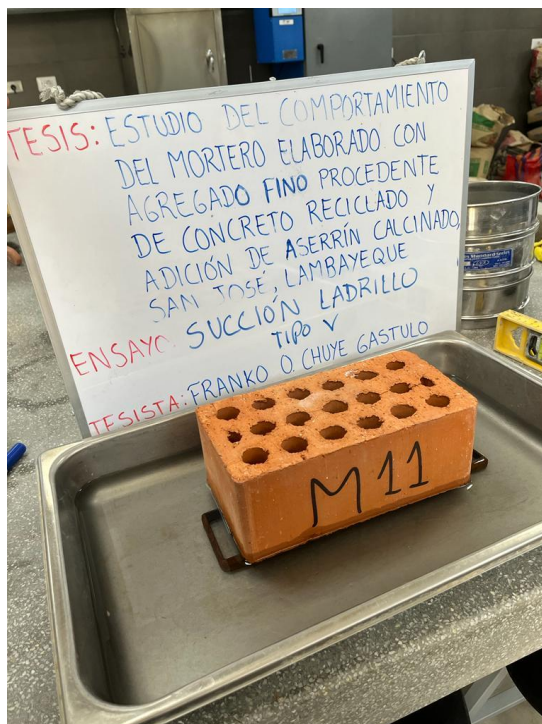
Imagen 124. Soporte para ensayo de succión



Imagen 125. Proceso de ensayo de succión



Imagen 126. Ladrillo lark tipo v, ensayo de succión



Absorción

Imagen 127. Ladrillos sumergidos para el ensayo de absorción

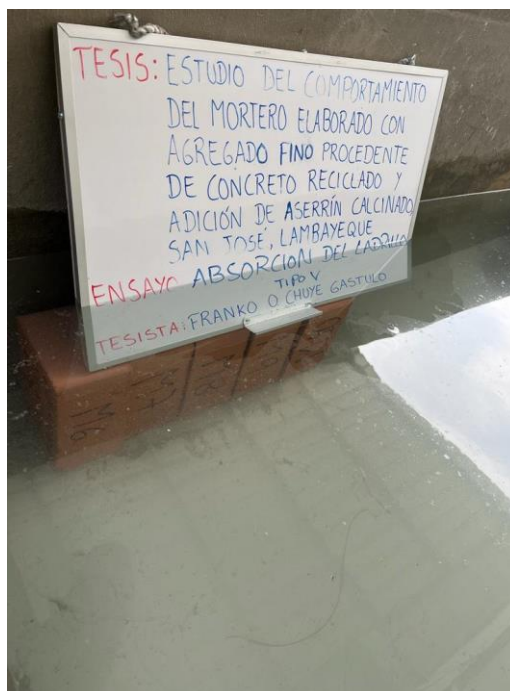
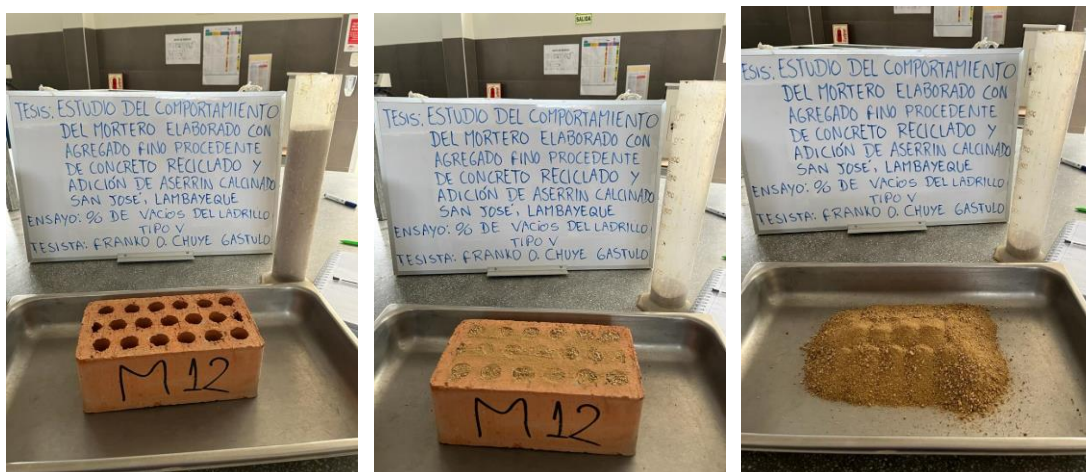


Imagen 128. Proceso de pesado de ladrillos



Porcentaje de vacíos

Imagen 129. Proceso de ensayo de porcentaje de vacíos



Resistencia a compresión de la unidad de albañilería

Imagen 130. Refrentado del ladrillo



Imagen 131. Muestras para el ensayo de compresión a la unidad de albañilería

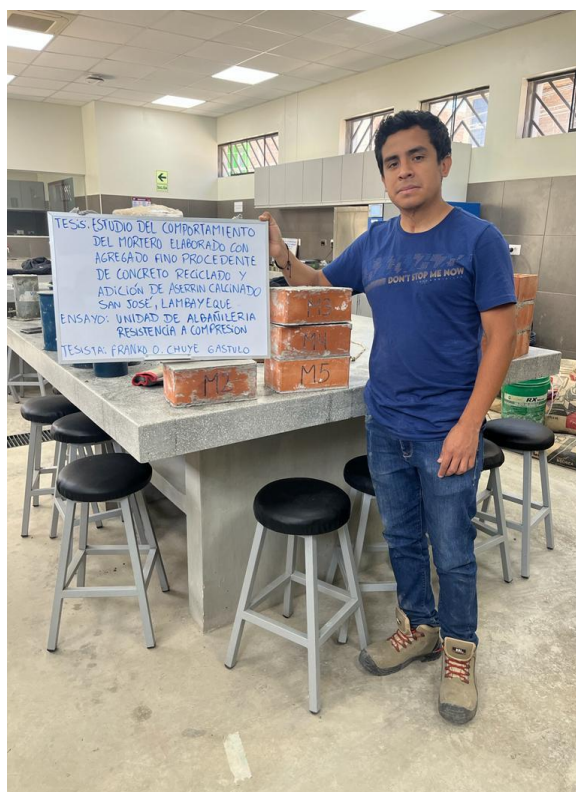


Imagen 132. Ensayo de compresión a la unidad de albañilería

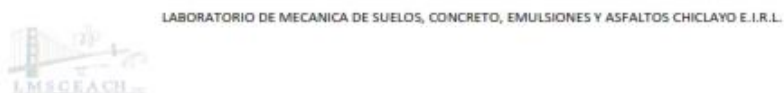


Anexo certificado de ensayos de laboratorio

Agregado fino

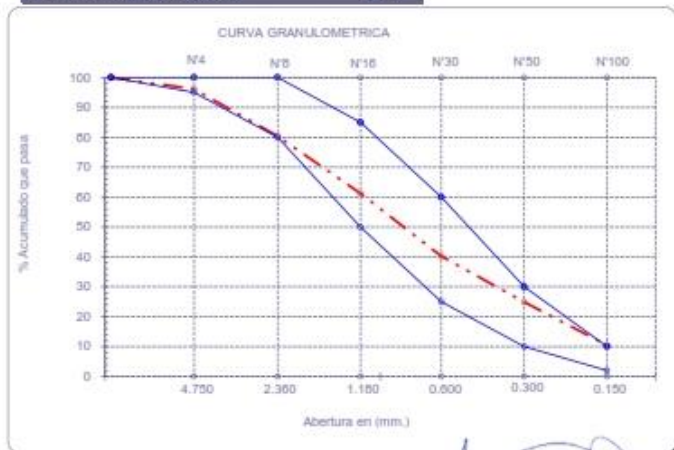
Granulometría

Imagen 133. Certificado de granulometría de la arena



Solicitante : Franko Oroses Chuyé Gastulo
 Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 Tema : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERÉN CALCIDADO, SAN JOSÉ, LAMBAVEQUE"
 Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAVEQUE
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022
 Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 o N.T.F. 809.21.2

Malla	Pulg.	(mm.)	Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
Nº 04	4.750	19.1	3.8	3.8	96.2	95	100	
Nº 08	2.360	78.6	15.8	19.6	80.4	80	100	
Nº 16	1.180	95.4	19.2	28.8	61.2	50	85	
Nº 30	0.600	104.5	21.0	59.8	40.2	25	60	
Nº 50	0.300	76.2	15.3	75.1	24.9	10	30	
Nº 100	0.150	72.0	14.5	89.6	10.4	2	10	
Fondo		52	10.4	100.0	0.0			
Módulo de Fineza				2.867				
Abertura de malla de referencia				9.500				



[Signature]
 RESONES MANUEL SORRILES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 147898

LMSCEACH
[Signature]
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA TECNICA DE NIVEL SUPERIOR
 DE INGENIEROS Y FARMACÉUTICOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Via de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.

Imagen 134. Certificado de granulometría del concreto reciclado



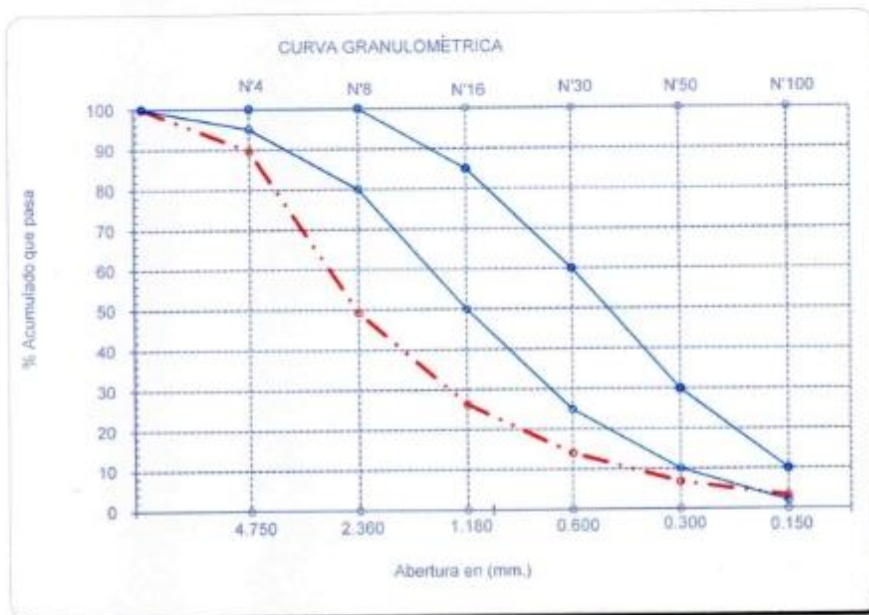
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Franko Orestes Chuye Gastulo
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del concreto reciclado
 Referencia : Norma ASTM C-136 o N.T.P. 400.012

Cantera	: Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.	P. Inicial H.	500.0	% de Humedad =	2.71	Modulo de Fineza:	4.11	
		P. Inicial S.	486.8					
Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:		
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa			
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
Nº 04	4.750	50.6	10.4	10.4	89.6	95	100	
Nº 08	2.360	196.7	40.4	50.8	49.2	80	100	
Nº 16	1.180	111	22.8	73.6	26.4	50	85	
Nº 30	0.600	60.4	12.4	86.0	14.0	25	60	
Nº 50	0.300	35.1	7.2	93.2	6.8	10	30	
Nº 100	0.150	17.5	3.6	96.8	3.2	2	10	
Fondo		15.5	3.2	100.0	0.0			
Módulo de Fineza				4.108				
Abertura de malla de referencia				9.500				



Peso unitario y contenido de humedad

Imagen 135. Certificado de peso unitario y contenido de humedad de la arena

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Tesis : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Patapo

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4690	4708
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		4690	4708
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00308	0.00308
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1525	1531
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1521	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	5392	5385
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		5392	5385
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00308	0.00308
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1753	1751
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1744	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185


C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	497.8	497.8
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.44	


INGENIERO MANUEL MORALES MELLOVES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 147898

LMSCEACH
 SINDICATO NACIONAL DE INGENIEROS CIVILES
 SINDICATO NACIONAL DE INGENIEROS DE SISTEMAS DE INGENIERIA

Imagen 136. Certificado de peso unitario y contenido de humedad del concreto reciclado



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Franko Orestes Chuye Gastulo
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE "
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : Peso unitario del concreto reciclado
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7972	8120
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7972	8120
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00546	0.00546
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1460	1487
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1434	


2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8989	9023
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8989	9023
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00546	0.00546
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1646	1652
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1605	

Ensayo : Contenido de humedad del concreto reciclado
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	486.8	486.8
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.7	2.7
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.71	



USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO

Peso específico y absorción

Imagen 137. Certificado de peso específico y absorción de agregado fino



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Patapo

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + f	(g)	960.0	960.0
2.- Pes Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	648.7	648.7
3.- Peso del Agua	(g)	311.3	311.3
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	644.9	644.9
5.- Peso del Frasco	(g)	148.7	148.7
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500




II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.630
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.650
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.684
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.77

INGENIERO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.P. N° 147566

LMSCEACH
 INGENIERO MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.P. N° 147566

Imagen 138. Certificado de peso unitario y contenido de humedad del concreto reciclado

	<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</p>		
<p>Tesista : Franko Orestes Chuye Gastulo Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental Tesis : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE "</p> <p>Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022</p> <p style="margin-left: 40px;">Ensayo : Peso específico y Absorción del concreto reciclado Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022 Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.</p>			
I.- Datos.			
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	956.0	956.0
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasc	(g)	674	674
3.- Peso del Agua	(g)	282	282
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasc	(g)	630	630
5.- Peso del Frasco	(g)	174	174
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	456	456
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500
II.- Resultados			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.092	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.294	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.621	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	9.65	
			

Porcentaje de finos - malla n°200

Imagen 139. Certificado de porcentaje de finos - malla N°200 de la arena

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
CHICLAYO E.I.R.L.**

Solicitante : Franko Crestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

ENSAYO : AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado en agua.
REFERENCIA : NORMA: NTP 400.018 / ASTM C-117

Muestra	: Patapo
Cantera	: Arena gruesa

Material más fino que la malla (N° 200) por vía húmeda	E.I.R.L.	%	1.9
--	----------	---	-----




OBSERVACIONES :

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

DESNER MANRIQUE MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147899

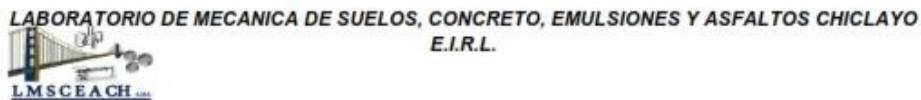
**Av. Augusto B. Leguía N°287 (Vía de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.:
 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC:
 20561193372.**

Imagen 140. Certificado del Porcentaje De Finos - Malla N°200 Del Concreto Reciclado

 <p>USAT Universidad Católica del Santo Toribio de Mogrovejo</p>	<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</p>			
<p>Solicitante</p> <p>Atención</p> <p>Proyecto</p> <p>Lugar</p> <p>Fecha de emisión</p> <p>ENSAYO</p> <p>REFERENCIA</p>	<p>: Franko Orestes Chuye Gastulo</p> <p>: UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE *</p> <p>: DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE</p> <p>: Chiclayo, 10 de Junio del 2022</p> <p>: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado en agregados</p> <p>: NORMA NTP 400.018 / ASTM C-117</p>			
<p><i>Muestra</i> : San José</p> <p><i>Cantera</i> : Concreto Reciclado</p>				
<p>Material más fino que la malla (N° 200) por vía húmeda</p>		<table border="0"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">%</td> <td style="padding: 0 10px;">3.7</td> </tr> </table>	%	3.7
%	3.7			
<p>OBSERVACIONES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muestra provista e identificada por el solicitante. - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993) 				
 <p>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</p> <p>USAT</p> <p>TECNICO DE LABORATORIO</p>				

Carbón y lignito

Imagen 141. Certificado de carbón o lignito de los agregados



Solicitante : Franko Orestes Chuyé Gastulo
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

ENSAYO : Determinación de Carbón Lignito en Agregados
 REFERENCIA : NORMA MTC E 215 - 1999, ASTM D 123

Tipo de Análisis : Análisis Químico

	Arena		
	1	2	3
PESO RECIPIENTE	420.5	453	436.5
PESO DE MUESTRA SECA	200	200	200
PESO FILTRO (GASA)	12.3	12.35	12.79
PESO FILTRO + PARTICULAS DECANTADAS SECO	12.5	12.9	13.7
PESO DE PARTICULAS DECANTADAS	0.3	0.39	0.6
% DE CARBON Y LIGNITO (DIA/100)	0.15	0.195	0.3
% PROMEDIO	0.22		





Observaciones:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 CESAR MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: N° 147898

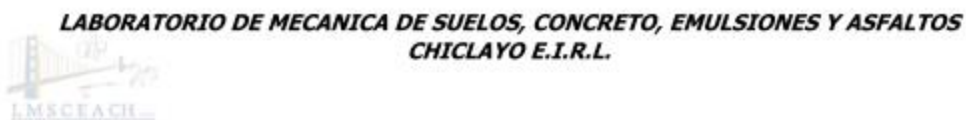

 LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 ORGANISMO ASESORADO OFICIAL
 INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS Y PATENTES

Imagen 142. Certificado de Carbón Y Lignito Del Concreto Reciclado

		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES	
INFORME DE ENSAYO N°4069			
(Pág. 01 de 01)			
Expediente N°	: 2062 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C		
Solicitante	: Franko Orestes Chuye Gastulo		
Atención	: UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		
Proyecto	: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO. SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE "		
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.		
Fecha de emisión:	Chiclayo, 27 de Septiembre del 2022		
ENSAYO : Determinación de Carbón Lignito en Agregados REFERENCIA : NORMA MTC E 215 - 1999, ASTM D 123			
Tipo de Análisis : Analisis Químico			
Arena			
PESO RECIPIENTE	356.9	354.6	426.5
PESO DE MUESTRA SECA	200	200	200
PESO FILTRO (GASA)	12.26	12.31	12.45
PESO FILTRO + PARTICULAS DECANTADAS SECO	12.06	12.96	13.25
PESO DE PARTICULAS DECANTADAS	0.62	0.65	0.6
% DE CARBON Y LIGNITO (DVA)x100	0.31	0.33	0.40
% PROMEDIO	0.35		
Observaciones: - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.			
  			
964423859 - 943011231 Ca. José Galvez N° 120		fermatisac@gmail.com www.fermatisac.cf	

Terrones de arcillas

Imagen 143. Certificado de terrones de arcillas de la arena



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
CHICLAYO E.I.R.L.**

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO
 PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALGINADO, SAN JOSÉ,
 LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

ENSAYO : Terrones de Arcilla y partículas Friables
REFERENCIA : Norma N.T.P. 400.015 ASTM C-142

Cantera : Patapo
Muestra : Agregado Fino

Terrones de arcilla y partículas friables	%	0.19
---	---	------

OBSERVACIONES :

- Muestra de arena ventada
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : G004:1993)


 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147890


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 CHICLAYO E.I.R.L.
 JORGE ARZÚBAL POMAPASCA BUITA
 TITULO DE INGENIERO Y PATRONO

Imagen 144. Certificado de Terrones De Arcillas Del Concreto Reciclado



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

ENSAYO : Terrones de Arcilla y partículas Friables
REFERENCIA : Norma N.T.P. 400.015 ASTM C-142

Muestra : Concreto Reciclado

Terrones de arcilla y partículas friables	%	5.99
---	---	------

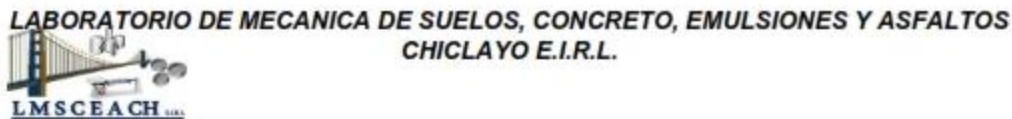
OBSERVACIONES :

- Muestra de arena ventada
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : G004:1993)



Sales y cloruros totales

Imagen 145. Certificado de sales y cloruros totales de la arena



Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO REICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
 Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.177 :2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.175 :2003

Tipo de Análisis : Analisis Químico

		Arena
Sales Solubles Totales	ppm	175
	%	0.018
Cloruros Cl ⁻	ppm	65
	%	0.007
Sulfatos SO ₄ ²⁻	ppm	32
	%	0.003

Observaciones:


- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: N° 147896


 DIRECTOR GENERAL OMAPASCA BARTA
 TITULO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. Augusto B. Leguía N°287 (Via de evitamiento Km. 787+080) Simón Bolívar - Chiclayo. Teléf.: 074-437218 / Celular: Bitel 990336658 CORREO: george3062@hotmail.com / RUC: 20561193372.

Imagen 146. Certificado de sales y cloruros totales del concreto reciclado



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO N°4069

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 2062 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON A GREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALGINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 27 de Septiembre del 2022




ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.177 :2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.176 :2003


Tipo de Análisis : Analisis Químico


		RCD
Sales Solubles	ppm	950
	%	0.095
Cloruros	ppm	325
	%	0.033
Sulfatos	ppm	174
	%	0.017


Observaciones:


- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

 964423859 - 943011231

 fermatisac@gmail.com

 Ca. José Galvez N° 120

 www.fermatisac.cf

Desgaste por sulfato de magnesio

Imagen 147. Certificado de desgaste por sulfato de magnesio de la arena



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCIDADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad
Referencia : de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
Referencia : NORMA N.T.P. 400.018 ASTM C-88

EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Cantera Patapo
Muestra : Arena gruesa

I.- DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
3/8"	Nº 4	0.7
9.5 mm	4.75 mm	
Nº 4	Nº 8	0.8
4.75 mm	2.36 mm	
Nº 8	Nº 16	0.6
2.36 mm	1.18 mm	
Nº 16	Nº 30	0.5
1.18 mm	600 µm	
Nº 30	Nº 50	1.7
600 µm	300 µm	
Nº 50	Nº 100	2.0
300 µm	150 µm	

II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL	(%)	6.3
----------------	-----	-----

OBSERVACIONES :

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de Inicio al final del ensayo son 5.


 RESINER MANUEL ROJAS MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.S. N° 147890


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 PROFESOR MATEO ANTONIO BARRERA
 TECNICO EN SELECCION Y FAVORABILIDAD

Imagen 148. Certificado de desgaste por sulfato de magnesio del concreto reciclado



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Solicitante : Franko Crestes Chuyé Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE."
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : AGREGADOS: Determinación de la inalterabilidad
Referencia : de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Concreto Reciclado

I.- DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
3/8"	Nº 4	0.4
9.5 mm	4.75 mm	
Nº 4	Nº 8	1.1
4.75 mm	2.36 mm	
Nº 8	Nº 16	1.8
2.36 mm	1.18 mm	
Nº 16	Nº 30	2.2
1.18 mm	600 µm	
Nº 30	Nº 50	3.1
600 µm	300 µm	
Nº 50	Nº 100	2.2
300 µm	150 µm	

II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL	(%)	11.8
----------------	-----	------

OBSERVACIONES :









- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.



Ceniza de aserrín

Densidad

Imagen 149. Certificado de la densidad de la ceniza de aserrín

 FERMATI <i>Constructora y Servicios Generales</i>		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO N°4144		
Expediente N°	: 2134 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C	
Solicitante	: Franko Orestes Chuye Gastulo	
Proyecto/Tesis	: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE "	
Ubicación	: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.	
Fecha de emisión	: 6 de Octubre del 2022	
ENSAYO	: CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland	
NORMA	: NTP 334.005	
Muestra	Ceniza de arroz	
Masa de Ceniza de ASERRÍN	(gr)	50
Vol.inicial kerosene	(ml)	0
Vol.final desplazado kerosene	(ml)	22.4
Densidad Ceniza de ASERRÍN	(g/ml)	2.23
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.		
  		
 964423859 - 943011231  Ca. José Galvez N° 120	 fermatisac@gmail.com  www.fermatisac.cf	

Mortero
Fluidez

Imagen 150. Certificado del ensayo de fluidez del mortero



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Solicitante : Franko Orestes Chuyo Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : CEMENTOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND

Referencia : NTP 334.057

ENSAYOS DE FLUIDEZ					
	Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por %Agregado Fino			
		0%	10%	20%	30%
Sustitución de Aserrín Calcinado por %Cemento	0%	205.2			
		199.7			
		197.2	X	X	X
		202.5			
		121.04			
	5%		204.4	209	216.5
			206.6	204	217.1
		X	201.3	215	218.4
			203.5	221	219.8
			124.1	133.2	139.5
	10%		209.1	213.4	218.9
			208.3	216.1	216.1
		X	198.2	215.8	223.6
			203.6	219.4	219.9
			124.6	137.6	141.3
	15%		190.2	212.8	221.2
			209.5	222.6	228.7
		X	218.7	219.9	221.8
			204.4	216.8	222.6
			126.0	139.6	146.7
	20%		216.7	221.4	225.4
			215.8	215.4	228.5
		X	201.2	230.8	224.8
			206.4	225.5	226.6
		130.5	145.4	148.7	
Muestra con mayor Fluidez		20% CENIZA + 30% CR			
		148.7			



Densidad

Imagen 151. Certificado de la densidad del mortero



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DEL MORTERO

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)
 NORMA APLICADA N.T.P. 338.046 : 2008

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de Ensayo : miércoles, 14 de Setiembre de 2022

Dosificación	Pm	Pr	Vr	Dm
	(g)	(g)	(cm ³)	(g/cm ³)
Mortero Patrón	3859	542	1570	2.113
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	3841	542	1570	2.101
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	3821	542	1570	2.089
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	3800	542	1570	2.075
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	3832	542	1570	2.096
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	3817	542	1570	2.086
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	3794	542	1570	2.071
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	3827	542	1570	2.092
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	3809	542	1570	2.081
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	3789	542	1570	2.068
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	3821	542	1570	2.089
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	3803	542	1570	2.077
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	3781	542	1570	2.063

DONDE:

Pm : PESO DE LA MUESTRA PROMEDIO, EXPRESADO EN GRAMOS

Pr : PESO DEL RECIPIENTE, EXPRESADO EN GRAMOS


Vr : VOLUMEN DEL RECIPIENTE, EXPRESADO EN CENTÍMETROS CÚBICOS

Dm : ES LA DENSIDAD DEL MORTERO, EXPRESADO EN GRAMOS POR CENTÍMETROS CÚBICOS, PROMEDIADA DE 3 UNIDADES



Absorción de agua

Imagen 152. Certificado del ensayo de absorción del mortero



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DEL MORTERO


AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso
NORMA APLICADA N.T.P. 400.021 : 2013

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"

Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de Ensayo : miércoles, 14 de Setiembre de 2022

Dosificación	G4	G3	A
	(g)	(g)	(%)
Mortero Patrón	253	229	10.79
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	252	227	11.18
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	251	225	11.87
Mortero con 5% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	251	222	13.21
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	247	221	11.75
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	249	222	12.31
Mortero con 10% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	250	220	13.64
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	249	222	12.01
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	252	223	12.84
Mortero con 15% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	250	219	13.98
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	248	221	12.39
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	249	220	13.33
Mortero con 20% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	250	219	14.33

DONDE:
 G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSIÓN EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.
 A : ES LA ABSORCIÓN DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE PROMEDIO DE LAS 3 UNIDADES



.....
TÉCNICO DE LABORATORIO

Adherencia al cizalle

Imagen 153. Certificado del ensayo de adherencia del mortero



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE ALBANILERIA
ENSAYO DE ADHERENCIA AL CIZALLE ENTRE MORTERO Y LADRILLO
 NCh 187.00201. CONSTRUCCIÓN. Ladrillos cerámicos Ensayos.

Solicitante : Franko Ortes Chuyé Gastúo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE.
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de Ensayo : miércoles, 14 de Setiembre de 2022

Designación	MUESTRA	Ancho (cm)	Largo (cm)	Sección (cm ²)	Carga (kg)	F ₀ (kg/cm ²)	F _{1, prom} (kg/cm ²)
MP	1	12.64	11.90	150	1020	7	7
	2	12.73	11.85	151	1060	7	
	3	12.68	11.89	151	990	7	
5% Ceniza - 10%CR	1	12.75	11.91	152	1820	12	11
	2	12.69	11.86	150	1610	11	
	3	12.78	11.88	152	1780	12	
5% Ceniza - 20%CR	1	12.69	11.85	150	2470	16	14
	2	12.87	11.92	151	1700	11	
	3	12.71	11.82	150	2160	14	
5% Ceniza - 30%CR	1	12.60	11.82	149	1880	13	12
	2	12.71	11.90	151	1830	12	
	3	12.84	11.87	160	1790	12	
10% Ceniza - 10%CR	1	12.68	11.91	151	1300	9	9
	2	12.86	11.93	151	1380	9	
	3	12.69	11.84	150	1450	10	
10% Ceniza - 20%CR	1	12.70	11.88	151	1470	10	10
	2	12.71	11.87	151	1560	10	
	3	12.63	11.87	150	1420	9	
10% Ceniza - 30%CR	1	12.65	11.93	151	2320	15	15
	2	12.74	11.92	152	2120	14	
	3	12.69	11.92	151	2200	15	
15% Ceniza - 10%CR	1	12.67	11.88	151	1210	8	8
	2	12.71	11.86	151	1280	8	
	3	12.67	11.87	150	1300	9	
15% Ceniza - 20%CR	1	12.76	11.85	151	1250	8	9
	2	12.88	11.86	150	1300	9	
	3	12.66	11.91	151	1360	9	
15% Ceniza - 30%CR	1	12.67	11.89	151	1860	11	11
	2	12.72	11.89	151	1610	11	
	3	12.69	11.88	151	1720	11	
20% Ceniza - 10%CR	1	12.85	11.91	151	1800	13	13
	2	12.74	11.86	151	1840	12	
	3	12.66	11.92	151	1980	13	
20% Ceniza - 20%CR	1	12.68	11.85	150	1880	13	13
	2	12.73	11.90	151	2000	13	
	3	12.74	11.89	151	2120	14	
20% Ceniza - 30%CR	1	12.67	11.92	151	2540	17	16
	2	12.70	11.86	151	2390	16	
	3	12.73	11.85	151	2440	16	
Máximo Fin prom (kg/cm ²)							16

- Muestras ensayado el día



Resistencia a la pila de albañilería

Imagen 154. Certificado del ensayo a la pila de albañilería



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Solicitante : Franko Orezas Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERIÓN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de Ensayo : miércoles, 14 de Setiembre de 2022

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Fabricante : "Jorge Campos Ochoa"

Designación	Muestra	h (cm)	e (cm)	Relación	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F _m corr. (kg/cm ²)	F _m prom (kg/cm ²)
MP	1	33.2	12.7	2.618	300	25805	1.05	90	95
	2	32.4	12.7	2.543	301	25480	1.04	88	
	3	32.8	12.7	2.583	301	26156	1.04	91	
5% Ceniza - 10%CR	1	33.37	12.6	2.648	298	31928	1.05	124	112
	2	31.68	12.69	2.498	300	27859	1.04	106	
	3	32.4	12.68	2.555	300	27703	1.04	106	
5% Ceniza - 20%CR	1	32.39	12.75	2.540	304	26351	1.04	100	99
	2	32.39	12.68	2.554	302	27859	1.04	106	
	3	32.39	12.64	2.563	300	29042	1.05	111	
5% Ceniza - 30%CR	1	33.37	12.6	2.648	298	31928	1.05	124	112
	2	31.68	12.69	2.498	300	27859	1.04	106	
	3	32.4	12.68	2.555	300	27703	1.04	106	
10% Ceniza - 10%CR	1	32.28	12.76	2.528	304	18252	1.04	69	76
	2	32.84	12.74	2.578	304	21034	1.04	80	
	3	32.32	12.69	2.549	300	20644	1.04	79	
10% Ceniza - 20%CR	1	32.18	12.7	2.534	301	26260	1.04	100	102
	2	32.24	12.69	2.541	301	27994	1.04	106	
	3	32.26	12.69	2.542	303	26596	1.04	101	
10% Ceniza - 30%CR	1	32.19	12.67	2.541	302	18890	1.04	72	76
	2	32.37	12.74	2.541	302	20190	1.04	76	
	3	32.24	12.71	2.537	301	20502	1.04	78	
15% Ceniza - 10%CR	1	32.29	12.67	2.549	301	37440	1.04	143	124
	2	32.34	12.65	2.567	301	30732	1.04	117	
	3	31.98	12.66	2.525	302	29718	1.04	113	
15% Ceniza - 20%CR	1	32.18	12.76	2.522	302	22347	1.04	85	91
	2	32.29	12.73	2.537	302	25220	1.04	96	
	3	31.48	12.74	2.471	303	24505	1.04	82	
15% Ceniza - 30%CR	1	31.94	12.71	2.513	302	27079	1.04	103	106
	2	32.28	12.68	2.546	301	26445	1.04	112	
	3	32.26	12.67	2.545	301	26574	1.04	109	
20% Ceniza - 10%CR	1	32.64	12.66	2.578	302	24791	1.04	94	102
	2	32.54	12.72	2.558	302	26637	1.04	101	
	3	32.68	12.73	2.567	303	28808	1.04	109	
20% Ceniza - 20%CR	1	32.74	12.73	2.572	302	28236	1.04	108	112
	2	32.63	12.65	2.579	302	30628	1.04	117	
	3	32.9	12.7	2.591	302	29237	1.05	111	
20% Ceniza - 30%CR	1	32.74	12.71	2.576	302	27677	1.04	105	112
	2	32.95	12.67	2.601	301	29454	1.05	113	
	3	32.65	12.64	2.583	301	30875	1.04	118	
Máximo F _m prom (kg/cm ²)									124.16

DONDE:
h : altura del prisma.
e : espesor del prisma.



Resistencia al murete de albañilería

Imagen 155. Resistencia Al Murete - Mortero Patrón

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0000509

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20400701334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
 Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO REICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero Patrón	29/08/2022	26/09/2022	26	595	606	124	74646	96390	0.93	9.50
02		29/08/2022	26/09/2022	26	597	605	122	73322	161339	1.56	15.86
03		29/08/2022	26/09/2022	26	597	606	121	72903	124339	1.21	12.30

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 realizados por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Imagen 156. Resistencia Al Murete - 5% Ceniza + 10% Cr



Certificado INDECOPIN°00137704 RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20460781334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 5% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado.	29/08/2022	26/09/2022	26	595	612	123	74415	134910	1.26	13.07
02		29/08/2022	26/09/2022	26	599	606	122	73666	61723	0.59	6.04
03		29/08/2022	26/09/2022	26	599	606	121	72903	100165	0.97	9.91

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 realizados por el solicitante.



Imagen 157. Resistencia al murete - 5% ceniza + 20% cr



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 5% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado.	29/08/2022	26/09/2022	26	596	607	122	73366	129516	1.25	12.73
02		29/08/2022	26/09/2022	26	598	604	122	73292	122240	1.16	12.02
03		29/08/2022	26/09/2022	26	596	607	121	72797	136764	1.33	13.54

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 realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Imagen 158. Resistencia Al Murete - 5% Ceniza + 30% Cr



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm2)
01	Mortero con 5% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado.	29/08/2022	26/09/2022	26	597	609	125	75375	133812	1.26	12.80
02		29/08/2022	26/09/2022	26	596	608	126	76093	114954	1.07	10.89
03		29/08/2022	26/09/2022	26	599	607	121	72963	106461	1.03	10.52

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 realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. EN CARROS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Imagen 159. Resistencia Al Murete - 10% Ceniza + 10% Cr



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20400781334
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm2)
01	Mortero con 10% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado.	29/08/2022	26/09/2022	26	597	604	127	76264	101567	0.94	9.60
02		29/08/2022	26/09/2022	26	595	609	127	76524	132772	1.23	12.51
03		29/08/2022	26/09/2022	26	599	607	121	72963	107634	1.04	10.65

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 realizados por el solicitante.



Imagen 160. Resistencia Al Murete - 10% Ceniza + 20% Cr



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20450761334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 10% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado.	29/05/2022	26/09/2022	26	596	607	126	75649	135204	1.26	12.85
02		29/05/2022	26/09/2022	26	599	609	127	76706	137950	1.27	12.97
03		29/05/2022	26/09/2022	26	599	606	121	72903	140627	1.36	13.91

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 realizados por el solicitante.



Imagen 161. Resistencia Al Murete - 10% Ceniza + 30% Cr



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50605599

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480761334

Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
 Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
 Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 10% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado.	29/05/2022	26/09/2022	26	596	608	126	76093	163369	1.52	15.48
02		29/05/2022	26/09/2022	26	598	604	127	76387	169331	1.57	15.98
03		29/05/2022	26/09/2022	26	597	608	121	72903	145472	1.41	14.39

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 realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

 WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Imagen 162. Resistencia Al Murete - 15% Ceniza + 10% Cr



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50605559

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20450781334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 15% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	29/08/2022	26/09/2022	28	599	607	127	76460	114669	1.06	10.81
02		29/08/2022	26/09/2022	28	598	603	126	75903	127947	1.19	12.15
03		29/08/2022	26/09/2022	28	596	607	121	72782	106706	1.04	10.57

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 realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Ángel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Imagen 163. Resistencia Al Murete - 15% Ceniza + 20% Cr



Certificado INDECOPi N°00137704 RNP Servicios 50505589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo - Lambayeque

R.U.C. 20480761334

Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
 Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).

Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 15% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	29/08/2022	26/09/2022	26	597	605	127	76355	150348	1.47	14.95
02		29/08/2022	26/09/2022	26	596	605	127	76203	150602	1.45	14.82
03		29/08/2022	26/09/2022	26	599	609	121	73069	145795	1.41	14.39

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 realizados por el solicitante.


 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Imagen 164. Resistencia Al Murete - 15% Ceniza + 30% Cr

 <p>LEMS W&C EIRL Certificado INDECOPI N°00137704. RNP Servicios S0005509</p>	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo - Lambayeque R.U.C. 20450761334 Email: lemswceir@gmail.com
--	---

Solicitante	: FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto	: Tests: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación	: Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado	: Lunes, 26 de septiembre del 2022.
<u>Título</u>	: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
<u>Norma</u>	: NTP 399.621 (revisada el 2015).
<u>Ensayo</u>	: Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 15% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	29/06/2022	26/09/2022	26	597	605	127	76207	95070	0.89	9.07
02		29/06/2022	26/09/2022	26	595	609	127	76645	101567	0.94	9.55
03		29/06/2022	26/09/2022	26	599	606	121	72903	94497	0.92	9.34

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 realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Imagen 165. Resistencia Al Murete - 20% Ceniza + 10% Cr



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50605559

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20450751334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 20% cenizas de aserrín + 10% de concreto reciclado	29/08/2022	26/09/2022	28	597	605	127	76387	130359	1.21	12.30
02		29/08/2022	26/09/2022	28	595	605	127	76451	122769	1.14	11.55
03		29/08/2022	26/09/2022	28	596	609	121	72903	121151	1.17	11.95

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 realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Imagen 166. Resistencia Al Murete - 20% Ceniza + 20% Cr



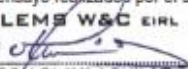
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20450781334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRIN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".
Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).
Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra Nº	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 20% cenizas de aserrín + 20% de concreto reciclado	29/08/2022	26/09/2022	26	598	608	127	76340	144717	1.34	13.67
02		29/08/2022	26/09/2022	26	598	602	126	75540	140569	1.31	13.36
03		29/08/2022	26/09/2022	26	599	608	121	73024	140912	1.36	13.91

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 realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Imagen 167. Resistencia Al Murete - 20% Ceniza + 30% Cr



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20400781334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitante : FRANKO ORESTES CHUYE GASTULO
Proyecto : Tesis: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE".

Ubicación : Dist. San José, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de asentado : Lunes, 26 de septiembre del 2022.

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Norma : NTP 399.621 (revisada el 2015).

Ensayo : Resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

Muestra N°	Identificación	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	V'm (Mpa)	V'm (Kg/cm ²)
01	Mortero con 20% cenizas de aserrín + 30% de concreto reciclado	29/08/2022	26/09/2022	28	596	606	127	76327	105167	0.97	9.93
02		29/08/2022	26/09/2022	28	597	605	127	76027	102901	0.96	9.76
03		29/08/2022	26/09/2022	28	597	606	121	72903	98861	0.96	9.76

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 realizados por el solicitante.



Resistencia a la compresión simple

Imagen 168. Certificado de la resistencia a la compresión simple



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Solicitante : Franko Orestes Chuyé Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO
PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ,
LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022.

Ensayo : CEMENTOS. MÉTODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS
DE CEMENTO PORTLAND CUBOS DE 50MM DE LADO
Referencia : NTP 334.051.1998

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por % Agregado Fino		
		0%	10%	20%	30%
Sustitución de Aserrín Calcinado por % Cemento	0%	179.87	X	X	X
	5%	X	160.39	169.51	149.61
	10%	X	124.93	139.65	111.99
	15%	X	93.80	71.47	78.93
	20%	X	85.97	79.20	86.80
Muestra con mayor Resistencia		Muestra Patrón 179.867			

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por % Agregado Fino		
		0%	10%	20%	30%
Sustitución de Aserrín Calcinado por % Cemento	0%	188.28	X	X	X
	5%	X	232.71	190.16	222.29
	10%	X	181.08	176.01	119.18
	15%	X	112.27	109.07	112.00
	20%	X	124.00	124.53	112.80
Muestra con mayor Resistencia		5% Ceniza de Aserrín + 10%CR 232.707			

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 21 DÍAS

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 21 DÍAS					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por % Agregado Fino		
		0%	10%	20%	30%
Sustitución de Aserrín Calcinado por % Cemento	0%	234.01	X	X	X
	5%	X	219.93	189.25	229.01
	10%	X	147.89	179.19	143.79
	15%	X	103.33	97.20	90.00
	20%	X	110.13	122.67	116.13
Muestra con mayor Resistencia		Muestra Patrón 234.0133			

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por % Agregado Fino		
		0%	10%	20%	30%
Sustitución de Aserrín Calcinado por % Cemento	0%	220.77	X	X	X
	5%	X	225.20	219.23	257.00
	10%	X	195.88	199.41	171.59
	15%	X	124.13	109.55	116.17
	20%	X	147.13	136.35	155.64
Muestra con mayor Resistencia		5% Ceniza de Aserrín + 30%CR 257			



Resistencia por durabilidad al ciclo de hielo-deshielo

Imagen 169. Certificado de la resistencia por durabilidad al ciclo de hielo-deshielo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO
PROCEDENTE DE CONCRETO RECIKLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ,
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : Resistencia del Concreto al Congelamiento Rápido y el Deshielo

Referencia : ASTM C 866

ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA RESISTENCIA AL CICLO HIELO - DESHIELO A LOS 7 DÍAS

ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA RESISTENCIA AL CICLO HIELO - DESHIELO A					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por % Agregado Fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de Aserrín	0%	68.13	X	X	X
	5%	X	69.47	62.93	73.20
	10%	X	64.00	66.40	64.13
	15%	X	35.33	54.00	71.60
	20%	X	85.97	79.20	86.80
Muestra con mayor Resistencia		5% Ceniza de Aserrín + 10%CR			
		89.467			

ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA RESISTENCIA AL CICLO HIELO - DESHIELO A LOS 14 DÍAS

ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA RESISTENCIA AL CICLO HIELO - DESHIELO A					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por % Agregado Fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de Aserrín	0%	54.27	X	X	X
	5%	X	88.00	82.93	89.60
	10%	X	61.20	68.40	71.07
	15%	X	31.67	57.20	64.80
	20%	X	124.00	124.53	112.80
Muestra con mayor Resistencia		20% Ceniza de Aserrín + 20%CR			
		124.533			

ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA RESISTENCIA AL CICLO HIELO - DESHIELO A LOS 21 DÍAS

ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA RESISTENCIA AL CICLO HIELO - DESHIELO A					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por % Agregado Fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de Aserrín	0%	38.93	X	X	X
	5%	X	35.20	33.20	61.07
	10%	X	46.13	48.53	62.13
	15%	X	48.67	50.80	90.00
	20%	X	110.13	122.67	57.60
Muestra con mayor Resistencia		20% Ceniza de Aserrín + 20%CR			
		122.667			

ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA RESISTENCIA AL CICLO HIELO - DESHIELO A LOS 28 DÍAS

ENSAYO DE DURABILIDAD DE LA RESISTENCIA AL CICLO HIELO - DESHIELO A					
		Muestra Patrón	Sustitución de Concreto Reciclado por % Agregado Fino		
			0%	10%	20%
Sustitución de Aserrín	0%	26.78	X	X	X
	5%	X	24.36	21.48	46.70
	10%	X	30.15	34.12	49.64
	15%	X	35.85	37.54	60.08
	20%	X	89.18	96.47	44.75
Muestra con mayor Resistencia		20% Ceniza de Aserrín + 20%CR			
		96.47			



Durabilidad al sulfato de magnesio

Imagen 170. Ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio del mortero



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : Franko Crestas Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Junio del 2022

Ensayo : AGREGADOS: Determinación de la inalterabilidad
Referencia : de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

EXAMEN CUANTITATIVO**Muestra** : Cubos de Mortero**I.- DATOS**

CUBOS DOSIFICACIÓN	PORCENTAJE DE PÉRDIDA
MP	0.23
5% Ceniza - 10%CR	0.22
5% Ceniza - 20%CR	0.25
5% Ceniza - 30%CR	0.24
10% Ceniza - 10%CR	0.20
10% Ceniza - 20%CR	0.20
10% Ceniza - 30%CR	0.22
15% Ceniza - 10%CR	0.23
15% Ceniza - 20%CR	0.25
15% Ceniza - 30%CR	0.21
20% Ceniza - 10%CR	0.23
20% Ceniza - 20%CR	0.20
20% Ceniza - 30%CR	0.21

II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL	(%)	2.9
----------------	-----	-----

OBSERVACIONES :

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.



Ladrillo

Variación dimensional

Imagen 171. Certificado de variación dimensional



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DE ALBAÑILERÍA
 Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en
 albañilería
 NORMA APLICADA N.T.P. 399.613

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
 Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO
 PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN
 JOSÉ, LAMBAYEQUE "

Fecha de recepción : 11 de Agosto del 2022
 Fecha de emisión : 05 de Septiembre del 2022

Fabricante: "Ladrillos Lark Tipo V"

Largo	Ancho	Altura
240	130	90

Muestra N°	Denominación de la unidad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
M1	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	237.1	126.4	89.2
M2	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.2	126.6	89.2
M3	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	235.6	126.4	89.2
M4	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.2	126.2	88.7
M5	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	238.1	125.5	90.8
M6	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	235.8	126.5	89.3
M7	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.3	126.8	89.4
M8	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.6	127.0	89.7
M9	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	240.5	126.7	89.6
M10	Ladrillos Lark de 18 Huecos Tipo V	236.4	127.1	89.7

	Medida	δ	$\delta/V(\%)$
L (promedio)	236.87	1.00	1.72
A (promedio)	126.50	0.27	2.90
H (promedio)	89.48	0.62	1.26

OBSERVACIONES :



Alabeo

Imagen 172. Certificado de alabeo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha : Chiclayo, 30 de Septiembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES: Método de ensayo para el Alabeo

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Fabricante: LADRILLOS LARK TIPO V.

ALABEO EN LADRILLOS				
MUESTRA	LADRILLO KING KONG TIPO V			
	CARA ARRIBA		CARA ABAJO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
# / CÓDIGO	mm		mm	
M - 1	2.25	0.00	0.00	1.00
M - 2	1.25	0.00	0.00	1.50
M - 3	2.00	0.00	0.00	0.50
M - 4	1.25	0.00	0.00	0.75
M - 5	1.25	0.00	0.00	0.00
M - 6	1.80	0.00	0.00	1.75
M - 7	1.75	0.00	0.00	0.75
M - 8	2.40	0.00	0.00	0.75
M - 9	1.90	0.00	0.00	1.25
M-10	2.25	0.00	0.00	1.50
PROMEDIO	1.81	0.00	0.00	0.98
D. EST. (%)	0.44	0.00	0.00	0.53

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Succión

Imagen 173. Certificado de succión



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DE ALBAÑILERÍA
 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (periodo inicial de absorción "succión")
 NORMA APLICADA N.T.P. 399.613 : 2005

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE "
Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de Ensayo : miércoles, 14 de Setiembre de 2022

Muestra N°	Peso		Dimensiones		Area cm ²	Succión gr
	Humedo (g)	Seco (g)	Largo cm	Ancho cm		
01	3540.0	3494.0	23.9	12.8	305.3	30.1
02	3532.0	3478.0	23.7	13.05	309.0	35.0
03	3530.0	3480.0	23.8	12.85	305.4	32.7
Desviación estandar (σ)						2.41593067
Coeficiente de variación (V%)						0.07408396
Succión promedio (gr)						32.61

SUCCIÓN: ES LA SUCCIÓN DE AGUA, EXPRESADA EN (gr/200) PROMEDIADA DE 3 UNIDADES DE LADRILLOS LARK TIPO V



Absorción

Imagen 174. Certificado de absorción del ladrillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaria Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO DE ALBAÑILERÍA
 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de
 ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación de porcentaje
 de Absorción)
 NORMA APLICADA N.T.P. 399.613 : 2005

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON
 AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE
 ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE "
Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de Ensayo : miércoles, 14 de Setiembre de 2022

Denominación	G4	G3	A
	(g)	(g)	(%)
Porcentaje de Absorción	3842	3468	10.8

DONDE:

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.

A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE PROMEDIADA DE 5 UNIDADES



Porcentaje de vacíos

Imagen 175. Certificado de porcentajes de vacíos



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO
PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ,
LAMBAYEQUE"
Ubicación : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Septiembre del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. (Determinación de porcentaje de vacíos)

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 - 2005

Fabricante: LADRILLOS LARK TIPO V

Muestra N°	Denominación de la unidad	Volumen Ladrillo	Peso Arena	Volumen Arena	% de área de vacíos
01	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2701	1230	809	30
02	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2676	1234	811	30
03	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2740	1224	805	29
04	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2786	1236	813	29
05	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2697	1238	814	30
06	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2690	1234	811	30
07	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2736	1232	810	30
08	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2688	1228	807	30
09	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2661	1230	809	30
10	LADRILLO 18 HUECOS LARK TIPO V	2660	1224	805	30

Promedio **29.9**

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Resistencia a compresión de la unidad de albañilería

Imagen 176. Certificado de resistencia a compresión de la unidad de albañilería



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE ALBAÑILERÍA
MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DA LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA. (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)
NORMA APLICADA N.T.P. 399.613 : 2005

Solicitante : Franko Orestes Chuye Gastulo
Atención : UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL MORTERO ELABORADO CON AGREGADO FINO PROCEDENTE DE CONCRETO RECICLADO Y ADICIÓN DE ASERRÍN CALCINADO, SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE"
Lugar : DISTRITO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
Fecha de emisión : 26 de Septiembre del 2022

Muestra N°	Denominación de la unidad	Ancho (cm)	Largo (cm)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	F _b (kg/cm ²)
M1	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.64	23.71	300	68540	229
M2	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.66	23.62	299	58170	195
M3	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.64	23.56	298	60910	205
M4	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.62	23.62	298	71830	241
M5	King Kong Tipo V de Dieciocho Huecos	12.55	23.81	299	71230	238
					Promedio	221

- Muestras ensayada el día 26/09/2022

