

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



**Influencia del bagazo de caña de azúcar junto con cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del adobe, ciudad Lambayeque**

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

**AUTOR**

**Brando Fabrizio Li Zavaleta**

**ASESOR**

**Pedro Ramon Patazca Rojas**

**<https://orcid.org/000-0001-9630-7936>**

**Chiclayo, 2023**

**Influencia del bagazo de caña de azúcar junto con cáscara de arroz  
en las propiedades mecánicas del adobe, ciudad Lambayeque**

PRESENTADA POR:

**Brando Fabrizio Li Zavaleta**

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

Ingeniero Civil Ambiental

APROBADA POR:

Lorren Palomino Angel Alberto

PRESIDENTE

Fidel Ortiz Zapata

SECRETARIO

Pedro Ramon Patazca Rojas

VOCAL

## **Dedicatoria**

Dedico mi investigación a mi padre Fausto Li Pérez, pues sin él no lo había logrado. Por sus consejos, su ejemplo y el continuo apoyo físico, emocional y económico.

También se lo dedico a mis familiares, a mi madre Leonor que siempre fue muy cariñosa conmigo, a mis primas Antonieta y Lucila por sus enseñanzas académicas, porque han sido parte fundamental en mi formación gracias a sus valores brindados.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a todas las personas que participaron en este proyecto; a mis compañeros de la USAT, a los trabajadores de construcción y a los que me ayudaron con el transporte de material.

También agradezco a mi asesor metodológico y técnico por llevar el seguimiento cada semana de mi investigación.

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
9	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

## Índice

RESUMEN.....	23
ABSTRACT .....	24
INTRODUCCIÓN .....	25
REVISIÓN DE LITERATURA.....	29
Antecedentes del problema .....	29
Nivel internacional .....	29
Nivel nacional .....	30
Nivel local .....	31
Bases teóricas científicas.....	31
Adobe .....	31
Definición.....	31
Clases de adobe .....	32
Ventajas y desventajas.....	35
Propiedades físicas .....	35
Características específicas.....	37
Adobe como unidad de albañilería.....	37
Composición.....	37
Suelo.....	38
Agua .....	42
Fibras adicionantes .....	42
Dimensiones de la unidad de albañilería adobe .....	43
Proceso constructivo .....	46
Propiedades mecánicas por evaluar.....	60
Resistencia a la compresión de una unidad.....	60
Resistencia a la compresión de pilas .....	61
Resistencia a la compresión diagonal de muretes .....	62
Fibras vegetales .....	64
Cáscara de arroz .....	64
Definición.....	64
Características .....	65
Propiedades físicas y químicas.....	66
Proceso de extracción.....	67
Bagazo de caña de azúcar.....	74
Definición.....	74

Características .....	75
Propiedades físicas y químicas.....	76
Proceso de extracción.....	77
Mortero de barro.....	80
Definición.....	80
Proceso constructivo .....	80
Definición de términos básicos .....	81
Marco legal.....	82
MATERIALES Y MÉTODOS .....	83
Tipo y nivel de investigación .....	83
Tipo de investigación .....	83
Nivel de investigación.....	83
Diseño de investigación .....	83
Población, muestra de estudio y muestreo .....	84
Población.....	84
Muestra de estudio .....	85
Muestreo.....	86
Criterios de selección .....	87
Operacionalización de variables.....	87
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	90
Técnicas.....	90
Instrumentos y fuentes .....	90
Ensayos de laboratorio .....	90
Ensayos para evaluar el material “suelo” .....	90
Prueba “cinta de barro” .....	90
Prueba “presencia de arcilla” .....	91
Ensayos de contenido de sulfatos solubles.....	92
Ensayos de contenido de sales solubles .....	94
Peso volumétrico seco suelto .....	97
Peso volumétrico seco compactado.....	99
Granulometría.....	101
Límites de consistencia .....	105
Humedad en porcentaje.....	108
Clasificación SUCS.....	110
Ensayos para evaluar las fibras vegetales adicionantes.....	110

Cantidad de pH.....	110
Contenido de humedad.....	111
Densidad real y aparente .....	112
Porcentaje de cenizas.....	113
Poder calorífico promedio.....	113
Ensayos físicos a las unidades de albañilería de adobe.....	113
Peso .....	113
Variación dimensional.....	115
Alabeo .....	117
Succión.....	118
Ensayos mecánicos a las unidades de albañilería de adobe .....	120
Resistencia a la compresión en cubos .....	120
Resistencia a la flexión o módulo de rotura .....	122
Resistencia de la pila a la compresión.....	124
Resistencia del murete a la tracción indirecta .....	127
Ensayos al mortero .....	130
Resistencia a la compresión de cubos de mortero.....	130
Resistencia del mortero a tracción indirecta .....	132
Procedimientos.....	134
Plan de procesamiento y análisis de datos.....	136
Matriz de consistencia.....	138
Consideraciones éticas .....	139
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>140</b>
Ensayos para evaluar el material “suelo” .....	141
Prueba “cinta de barro” .....	141
Prueba “presencia de arcilla” .....	141
Ensayo contenido de sulfatos solubles.....	141
Ensayo contenido de sales solubles.....	144
Peso volumétrico seco suelto y compactado .....	147
Granulometría.....	148
Límites de consistencia .....	151
Humedad en porcentaje.....	152
Clasificación SUCS.....	152
Ensayos para evaluar las fibras vegetales adicionantes.....	152
Cantidad de pH.....	152

Contenido de humedad.....	153
Densidad real y aparente .....	153
Material volátil .....	153
Carbón fijo.....	153
Porcentaje de cenizas.....	154
Poder calorífico promedio .....	154
Óxido de Silicio (%SiO <sub>2</sub> ) .....	154
Ensayos físicos a las unidades de albañilería de adobe.....	154
Peso .....	155
Variación dimensional.....	156
Alabeo .....	161
Succión .....	162
Ensayos mecánicos a las unidades de albañilería de adobe .....	167
Resistencia a la compresión en cubos .....	167
Resistencia de la flexión o módulo de rotura. ....	176
Resistencia de la pila a la compresión.....	182
Resistencia del murete a la tracción indirecta .....	190
Ensayos al mortero .....	199
Resistencia a la compresión de cubos de mortero .....	199
Resistencia del mortero a tracción indirecta .....	200
EVALUACIÓN AMBIENTAL .....	201
Alcance.....	201
Marco legal.....	201
Constitución Política del Perú .....	201
Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM .....	201
Ley General del Ambiente- N° 28611 .....	201
Ley General de Salud- N°26842 .....	202
Ley General de Residuos Sólidos- N° 27314.....	202
Resolución del Consejo Directivo N°026-2016- OEFA/CD (modificación del N°004-2014- OEFA/CD). ....	202
Marco teórico .....	202
Impacto Ambiental (IA).....	202
Evaluación de impacto ambiental (EIA) .....	203
Metodología de evaluación .....	203
Método de Leopold .....	203



Ventajas y desventajas del método de Leopold .....	204
Descripción y análisis de la actividad .....	204
Área de influencia .....	209
Área de influencia directa.....	209
Área de influencia indirecta .....	210
Línea base.....	210
Línea base física .....	210
Clima .....	210
Calidad del aire.....	211
Fisiografía.....	211
Geomorfología .....	211
Uso actual de la tierra.....	212
Hidrología.....	212
Hidrografía .....	213
Calidad del agua .....	213
Línea base biológica.....	214
Formación ecológica .....	214
Flora y fauna silvestres.....	214
Línea base socioeconómica.....	217
Demografía.....	217
Educación .....	217
Salud.....	218
Economía.....	219
Uso de recursos naturales .....	220
Transportes y comunicaciones .....	221
Diagnóstico arqueológico.....	221
Identificación y evaluación de pasivos ambientales.....	221
Identificación y evaluación de impactos ambientales .....	222
Evaluación de impactos.....	223
Método de Leopold para la identificación de impactos. ....	225
Medidas de mitigación .....	228
Conclusiones y recomendaciones.....	230
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>231</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>237</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>239</b>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	240
ANEXOS.....	246

## Lista de ilustraciones

Figura 1. Unidad de albañilería de adobe.....	32
Figura 2. Adobes en "Buenos Aires"- Lambayeque.....	32
Figura 3. Molde de adobe con fondo, medidas internas 30x30x8cm.....	33
Figura 4. Adobera sin fondo.....	33
Figura 5. Prensa compactadora .....	33
Figura 6. Adobe compactado.....	33
Figura 7. Diferencias entre un muro de adobe convencional y un muro de tapial .....	34
Figura 8. Construcción de una vivienda empleando superadobe .....	34
Figura 9. Adobe en estado fresco .....	35
Figura 10. Adobe en estado seco.....	35
Figura 11. Otras formas existentes para el adobe: 1) Trapezoidales. 2) Cilíndricos. 3) Cónicos.....	36
Figura 12. Extracción de suelo para ensayar en la cantera "Buenos Aires" .....	39
Figura 13. Suelo transportado al sitio de fabricación.....	39
Figura 14. Clasificación de los suelos según SUCS.....	40
Figura 15. Madera y clavos para la fabricación del molde para adobes.....	44
Figura 16. Versión 1, adobera .....	44
Figura 17. Versión final, adobera.....	45
Figura 18. Adobera versión final, lista para realizar actividades .....	45
Figura 19. Molde de adobe para unidades cúbicas.....	45
Figura 20. Unidades de albañilería – Tanda 1 .....	52
Figura 21. Unidades de albañilería – Tanda 2.....	52
Figura 22. Unidades de albañilería – Tanda 3.....	53
Figura 23. Unidades de albañilería – Tanda 4.....	53
Figura 24. Unidades de albañilería – Tanda 5.....	53
Figura 25. Unidades de albañilería – Tanda 6.....	53
Figura 26. Unidades de albañilería – Tanda 7.....	53
Figura 27. Área de trabajo “Casuarinas” .....	54
Figura 28. Área de trabajo “Casuarinas” inicial.....	54
Figura 29. “Casuarinas” después del trabajo de desbroce y limpieza de terreno. ....	54
Figura 30. Asentamiento Buenos Aires – Área total.....	55
Figura 31. Trayecto desde “Buenos Aires” hasta “Casuarinas”.....	55
Figura 32. Cantera “Buenos Aires”, suministro de suelo.....	55

Figura 33. Cantera “Buenos Aires”, suministro de arena fina .....	55
Figura 34. Suministro de material “suelo” en motocarga .....	56
Figura 35. Suministro de material “arena fina” en motocarga .....	56
Figura 36. Almacenaje del material “suelo” .....	56
Figura 37. Montículo de “suelo” añadiendo agua para mezclarse .....	57
Figura 38. Dormido totalmente saturado.....	57
Figura 39. Añadiendo las fibras vegetales al dormido .....	57
Figura 40. Jornada 4 (0.4% mayoría de cáscara de arroz) .....	57
Figura 41. Colocando la mezcla de barro en la carretilla .....	58
Figura 42. Moldeando el adobe y enrasando con una regla de madera.....	58
Figura 43. Poniendo de canto los adobes después de 3 días .....	58
Figura 44. Adobes secándose .....	58
Figura 45. Apilando el adobe en 3 niveles de canto.....	59
Figura 46. Perfilando adobe con un machete .....	59
Figura 47. Ubicación del laboratorio” LEMS W&C EIRL” .....	60
Figura 48. Trayecto desde “Casuarinas” hasta laboratorio “LEMS W&C EIRL” .....	60
Figura 49. Transporte en motocarga de los adobes .....	60
Figura 50. Apilando las unidades de adobe en el laboratorio “LEMS W&C EIRL” .....	60
Figura 51. Unidades cubicas – tanda 4.....	61
Figura 52. Ejemplo teórico de pilas para medir la rotura mínima a la compresión .....	62
Figura 53. Ejemplo real de pilas para medir la rotura mínima a la compresión .....	62
Figura 54. Diseño de pila para investigación .....	62
Figura 55. Ejemplo teórico de muretes para calcular el esfuerzo de rotura a compresión diagonal .....	63
Figura 56. Ejemplo real de muretes para calcular el esfuerzo de rotura a compresión diagonal .....	63
Figura 57. Diseño de pila para investigación .....	63
Figura 58. Sacos de cáscara de arroz compactado .....	65
Figura 59. Quema de cáscara de arroz .....	65
Figura 60. Sacos de cáscara de arroz de un molino.....	65
Figura 61. Tubería donde cae la cáscara de arroz después del proceso de molienda.....	65
Figura 62. Fibra vegetal “cáscara de arroz” - medida .....	66
Figura 63. Material de fibra vegetal envueltas en bolsas selladas.....	67
Figura 64. Encomienda de mi material para envío a Trujillo.....	67
Figura 65. Pilas de sacos negro de cáscara de arroz en el molino “MOLINOR” .....	68

Figura 66. Máquina de compresión de pilas de cáscara de arroz en el molino “MOLINOR” .....	68
Figura 67. Visita al molino “MOLINOR” .....	68
Figura 68. Visita al molino “LAMBAYEQUE” .....	68
Figura 69. Extracción de la materia “cáscara de arroz” – molino “LAMBAYEQUE” .....	69
Figura 70. Área de estudio de los molinos .....	69
Figura 71. Molino “CASTILLO” .....	71
Figura 72. Molinería “SUDAMERICA” .....	71
Figura 73. Compañía agroindustrial” SANTA ANA” .....	71
Figura 74. “Molino’s Escobar” .....	71
Figura 75. “LOS ANGELES” molinos .....	71
Figura 76. “COMOLSA” .....	71
Figura 77. “SAN JORGE” molinos.....	72
Figura 78. “MOLICENTRO” .....	72
Figura 79. Molino “DELICIAS” .....	72
Figura 80. Molinerías grupo RAM sac.....	72
Figura 81. Molino El Pirata.....	72
Figura 82. Molino San Antonio.....	72
Figura 83. “MOLINOR” .....	73
Figura 84. Molino Chiclayo .....	73
Figura 85. Molino Santa Fe.....	73
Figura 86. Molinos Colpa.....	73
Figura 87. Piladora de Arroz El Marañon .....	73
Figura 88. El Molino del Agricultor.....	73
Figura 89. Molino San Nicolas srl.....	74
Figura 90. EMOL Perú.....	74
Figura 91. Molino San Fernando.....	74
Figura 92. Molino Lambayeque .....	74
Figura 93. Fibra vegetal “bagazo de caña de azúcar” .....	75
Figura 94. Longitud empleada para la fibra vegetal "bagazo de caña de azúcar" .....	76
Figura 95. Visita a las plantaciones cerca de "Casuarinas" .....	77
Figura 96. Área de estudio para caña de azúcar - vista satelital.....	77
Figura 97. Quema de bagazo de caña de azúcar.....	77
Figura 98. Proveedor de bagazo de caña de azúcar, Chiclayo - Vista Satelital .....	78
Figura 99. Proceso posterior del bagazo de caña de azúcar .....	79

Figura 100. Remoje y lavado del material “bagazo de caña de azúcar” .....	79
Figura 101. Secado del material “bagazo de caña de azúcar” .....	79
Figura 102. Recortando la fibra vegetal a una longitud de 10cm.....	79
Figura 103. Preparación del mortero de barro.....	80
Figura 104. Prueba de la cinta de barro.....	91
Figura 105. Bolita de tierra.....	91
Figura 106. Resultados de la prueba “presencia de arcilla” .....	91
Figura 107. Bolita de tierra a prueba.....	92
Figura 108. Cinta de barro a prueba .....	92
Figura 109. Materiales para ensayo de sulfatos .....	94
Figura 110. Ensayo de sulfatos al agua .....	94
Figura 111. Ensayo de sales solubles .....	97
Figura 112. Pipeta volumétrica .....	97
Figura 113. Recipiente caracterizado con peso y volumen .....	99
Figura 114. Recipiente con el material compactado .....	101
Figura 115. Muestra del suelo antes del lavado .....	104
Figura 116. Muestra siendo lavada.....	104
Figura 117. Recipiente con muestra lavada lista para el horno.....	104
Figura 118. Registro del peso del material suelo seco .....	104
Figura 119. Serie de tamiz estándar .....	105
Figura 120. Registro del peso retenido por cada tamiz .....	105
Figura 121. Ensayo de límite plástico .....	107
Figura 122. Cuchara de Casagrande.....	107
Figura 123. Taras para límites de consistencia.....	108
Figura 124. Registro de peso del límite líquido .....	108
Figura 125. Registro de peso del límite plástico .....	108
Figura 126. Muestra en el horno para ensayo de contenido de humedad .....	109
Figura 127. Peso de la muestra después de secarse en el horno.....	109
Figura 128. Registro de pH -Rivelab laboratorio .....	111
Figura 129. Registro de contenido de humedad % -Rivelab laboratorio .....	111
Figura 130. Registro de densidad por picnómetro -Rivelab laboratorio .....	112
Figura 131. Registro de densidad del bagazo de caña de azúcar incinerado -Rivelab laboratorio .....	112
Figura 132. Registro de densidad utilizando gravimetría -Rivelab laboratorio .....	112
Figura 133. Adobe tanda 1 registrando el peso en balanza .....	114

Figura 134. Adobes de cada tanda para registrar su peso .....	114
Figura 135. Adobe tanda 2 registrando el peso en balanza .....	114
Figura 136. Adobe tanda 7 registrando el peso en balanza .....	114
Figura 137. Vernier para medir dimensiones .....	116
Figura 138. Unidades de albañilería – medida de la longitud .....	116
Figura 139. Unidades de albañilería – medida del ancho.....	116
Figura 140. Unidades de albañilería – medida del alto .....	116
Figura 141. Regla metálica y varilla con punta redondeada – “ensayo de alabeo” .....	118
Figura 142. Medida convexa de una superficie.....	118
Figura 143. Medida convexa de una esquina .....	118
Figura 144. Especímenes durante el ensayo de succión.....	120
Figura 145. Unidad cúbica instalada para realizar el ensayo de compresión.....	122
Figura 146. Maquina compresora en medio de un ensayo de compresión.....	122
Figura 147. Unidades cúbicas – dimensiones físicas .....	122
Figura 148. Unidades cúbicas después el ensayo de compresión .....	122
Figura 149. Unidad de albañilería instalada para realizar el ensayo de flexión.....	124
Figura 150. Maquina compresora en medio de un ensayo de flexión.....	124
Figura 151. Construcción de pilas de 4 hiladas.....	126
Figura 152. Preparación del mortero de barro para pegar las pilas.....	126
Figura 153. Pilas de adobe finalizadas .....	126
Figura 154. Pila de adobe sobre la maquina compresora .....	126
Figura 155. Perfilando las mitades de los adobes – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.....	129
Figura 156. Construcción de muretes – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.....	129
Figura 157. Izaje del espécimen – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.....	129
Figura 158. Izaje parte 2 – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.....	129
Figura 159. Izaje parte 3 – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.....	130
Figura 160. Espécimen en la maquina listo para ensayar – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta .....	130
Figura 161. Unidades cubicas de mortero .....	132
Figura 162. Recipiente con el material compactado .....	132
Figura 163. Espécimen para ensayo de resistencia del mortero a tracción indirecta.....	134
Figura 164. Espécimen después del ensayo de resistencia del mortero a tracción indirecta .....	134
Figura 165. Comparación del ensayo “determinación del peso” .....	155
Figura 166. Variación del peso del ensayo “determinación del peso” .....	156

Figura 167. Variación dimensional del largo (cm).....	158
Figura 168. Variación dimensional del largo (%) .....	158
Figura 169. Variación dimensional del ancho (cm) .....	159
Figura 170. Variación dimensional del ancho (%).....	159
Figura 171. Variación dimensional de la altura (cm).....	160
Figura 172. Variación dimensional de la altura (%) .....	160
Figura 173. Alabeo de las unidades de adobe (mm) .....	162
Figura 174. Comparación del ensayo de succión en unidades de albañilería de adobe (%) – gráfico de barras .....	166
Figura 175. Comparación de resistencia a la compresión de las unidades cubicas de suelo (%) – gráfico de barras .....	174
Figura 176. Comparación de resistencia a la compresión de las unidades cubicas de suelo (%) – gráfico de líneas.....	175
Figura 177. Comparación de resistencia a la flexión de las unidades (%) – gráfico de barras .....	181
Figura 178. Comparación de resistencia a la flexión de las unidades (%) – gráfico de líneas .....	181
Figura 179. Comparación de resistencia a la compresión de los prismas (%) – gráfico de barras .....	189
Figura 180. Comparación de resistencia a la compresión de los prismas (%) – gráfico de líneas.....	189
Figura 181. Comparación de resistencia a la tracción indirecta de los muretes (%) – grafico de barras .....	197
Figura 182. Comparación de resistencia a la tracción indirecta de los muretes (%) – grafico de líneas.....	198
Figura 183. Ubicación de la cantera “Buenos Aires” .....	205
Figura 184. Asentamiento humano “Buenos Aires” .....	205
Figura 185. Actividad adobera en “Buenos Aires” .....	205
Figura 186. Venta de lotes “Buenos Aires” 2021 .....	206
Figura 187. Paisaje de la cantera “Buenos Aires” .....	206
Figura 188. Noria contaminada .....	206
Figura 189. Extracción de casi 90cm de profundidad del suelo.....	206
Figura 190. Ubicación del sitio de construcción “Las Casuarinas” .....	207
Figura 191. Área influenciada directamente en “Buenos Aires” – puntos de extracción del suelo y norias.....	209
Figura 192. Zonas aledañas que también son influenciadas directamente en “Buenos Aires” – viviendas de la localidad .....	209



Figura 193. Área influenciada directamente en “Las Casuarinas” – Lugar de fabricación de adobes.....	210
Figura 194. Zonas aledañas que también son influenciadas directamente en “Las Casuarinas” – viviendas de la localidad .....	210
Figura 195. Variación económica por tandas (%).....	236

## Lista de tablas

Tabla 1. Leyenda de símbolos para la clasificación SUCS .....	40
Tabla 2. Proporción óptima para fabricación de adobes .....	41
Tabla 3. Composición de suelo para fabricación de adobes según diferentes fuentes de información .....	41
Tabla 4. Producción Agraria según los principales cultivos en la Región Lambayeque 2007 .....	43
Tabla 5. Cálculo de los pesos de las fibras vegetales con respecto al peso de la tanda para cada dosificación propuesta en la investigación.....	47
Tabla 6. Dosificación en peso de la tanda 1 “patrón” .....	47
Tabla 7. Dosificación en volumen de la tanda 1 “patrón” .....	48
Tabla 8. Dosificación en peso de la tanda 2 .....	48
Tabla 9. Dosificación en volumen de la tanda 2 .....	48
Tabla 10. Dosificación en peso de la tanda 3 .....	49
Tabla 11. Dosificación en volumen de la tanda 3 .....	49
Tabla 12. Dosificación en peso de la tanda 4 .....	49
Tabla 13. Dosificación en volumen de la tanda 4 .....	49
Tabla 14. Dosificación en peso de la tanda 5 .....	50
Tabla 15. Dosificación en volumen de la tanda 5 .....	50
Tabla 16. Dosificación en peso de la tanda 6 .....	50
Tabla 17. Dosificación en volumen de la tanda 6 .....	50
Tabla 18. Dosificación en peso de la tanda 7 .....	51
Tabla 19. Dosificación en volumen de la tanda 7 .....	51
Tabla 20. Tabla resumen de dosificaciones en peso y en volumen de las proporciones propuestas.....	52
Tabla 21. Tabla de resultados del estudio fisicoquímico a la cáscara de arroz.....	67
Tabla 22. Tabla resumen de los molinos visitados.....	70
Tabla 23. Tabla de resultados del estudio fisicoquímico al bagazo de caña de azúcar.....	76
Tabla 24. Muestra en la investigación.....	86
Tabla 25. Tipos de muestreos.....	87
Tabla 26. Operacionalización de Variables (variable independiente).....	88
Tabla 27. Operacionalización de Variables (variable dependiente).....	89
Tabla 28. Técnicas e instrumentos de la investigación .....	90
Tabla 29. Escala de colores para puntuar matriz de resultados.....	140
Tabla 30. Matriz de resultados .....	140
Tabla 31. Resultados en orden del más al menos optimo .....	140

Tabla 32. Resultados de los ensayos del material suelo - "Buenos Aires" – Lambayeque	141
Tabla 33. Análisis químico para sulfatos del suelo .....	142
Tabla 34. Análisis químico para sulfatos del agua.....	142
Tabla 35. Límites máximo permisibles (LMP) referenciales de los parámetros de calidad del agua .....	143
Tabla 36. Límites máximo permisibles (LMP) referenciales de sulfatos en el suelo categoría 1 .....	143
Tabla 37. Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos .....	144
Tabla 38. Análisis químico para sales solubles del suelo.....	144
Tabla 39. Análisis químico para sales solubles del agua .....	144
Tabla 40. Límites máximo permisibles (LMP) referenciales de los parámetros de calidad del agua .....	145
Tabla 41. Límites máximo permisibles (LMP) referenciales de cloruros en el suelo categoría 1 .....	145
Tabla 42. Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo.....	146
Tabla 43. Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo.....	146
Tabla 44. Peso volumétrico seco suelto .....	147
Tabla 45. Peso volumétrico seco compactado.....	147
Tabla 46. Pesos retenidos en cada tamiz de la serie estándar, peso total y peso después del lavado de finos.....	148
Tabla 47. Composición granulométrica .....	148
Tabla 48. Curva granulométrica .....	149
Tabla 49. Composición granulométrica (por sedimentación) .....	149
Tabla 50. Cálculo del diámetro de partícula según la ley de Stokes .....	150
Tabla 51. Cálculo de humedad para método de multipunto (límite líquido) .....	151
Tabla 52. Curva de límite líquido.....	151
Tabla 53. Cálculo de humedad para líquido plástico .....	151
Tabla 54. Cálculo de humedad .....	152
Tabla 55. Clasificación SUCS al material suelo .....	152
Tabla 56. Cantidad de pH de cáscara de arroz y caña de azúcar.....	152
Tabla 57. Cálculo de la cantidad de %Humedad de cáscara de arroz y caña de azúcar.....	153
Tabla 58. Cálculo de la densidad real y aparente de cáscara de arroz y caña de azúcar ....	153
Tabla 59. Cálculo de la cantidad de %Humedad de cáscara de arroz .....	153
Tabla 60. Cálculo de la cantidad de carbón fijo de cáscara de arroz.....	153
Tabla 61. Cálculo del porcentaje de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar .....	154

Tabla 62. Cálculo del poder calorífico promedio caña de azúcar .....	154
Tabla 63. Cálculo del oxido de silicio para caña de azúcar .....	154
Tabla 64. Tabla resumen de registro de pesos a las unidades de albañilería de adobe .....	155
Tabla 65. Resumen de medidas de las dimensiones de las unidades de albañilería – Variación dimensional .....	157
Tabla 66. Resumen de medidas de las dimensiones de las unidades de albañilería – Alabeo .....	161
Tabla 67. Ensayo de succión – Tanda 1 patrón.....	162
Tabla 68. Ensayo de succión – Tanda 2 .....	163
Tabla 69. Ensayo de succión – Tanda 3 .....	163
Tabla 70. Ensayo de succión – Tanda 4 .....	164
Tabla 71. Ensayo de succión – Tanda 5 .....	164
Tabla 72. Ensayo de succión – Tanda 6 .....	165
Tabla 73. Ensayo de succión – Tanda 7 .....	165
Tabla 74. Ensayo de succión en unidades de albañilería – resumen de resultados.....	166
Tabla 75. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 1 patrón.....	167
Tabla 76. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 1 PATRON.....	167
Tabla 77. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 2= 0.7% Arroz con 0.1% caña. 168	
Tabla 78. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 2.....	168
Tabla 79. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 3= 0.525% Arroz con 0.075% caña .....	169
Tabla 80. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 3.....	169
Tabla 81. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 4= 0.35% Arroz con 0.05% caña .....	170
Tabla 82. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 4.....	170
Tabla 83. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 5= 0.35% Caña con 0.05% arroz .....	171
Tabla 84. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 5.....	171
Tabla 85. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 6= 0.525% Caña con 0.075% arroz .....	172
Tabla 86. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 6.....	172
Tabla 87. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 7= 0.7% Caña con 0.1% arroz. 173	
Tabla 88. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 7 .....	173
Tabla 89. Resistencia a la compresión en cubos – resumen de resultados.....	174
Tabla 90. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 1 PATRON.....	176
Tabla 91. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda PATRON .....	176
Tabla 92. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 2.....	176

Tabla 93. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 2 .....	177
Tabla 94. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 3.....	177
Tabla 95. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 3 .....	177
Tabla 96. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 4.....	178
Tabla 97. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 4 .....	178
Tabla 98. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 5.....	178
Tabla 99. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 5 .....	179
Tabla 100. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 6.....	179
Tabla 101. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 6 .....	179
Tabla 102. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 7.....	180
Tabla 103. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 7 .....	180
Tabla 104. Resumen de resistencia de unidades a la flexión .....	180
Tabla 105. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 1 PATRON .....	182
Tabla 106. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 1 PATRON.....	182
Tabla 107. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 2= 0.7% ARROZ + 0.1% CAÑA .....	183
Tabla 108. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 2.....	183
Tabla 109. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 3= 0.525% ARROZ + 0.075% CAÑA.....	184
Tabla 110. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 3.....	184
Tabla 111. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 4= 0.35% ARROZ + 0.05% CAÑA .....	185
Tabla 112. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 4.....	185
Tabla 113. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 5= 0.35% CAÑA + 0.05% ARROZ .....	186
Tabla 114. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 5.....	186
Tabla 115. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 6= 0.525% CAÑA + 0.075% ARROZ .....	187
Tabla 116. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 6.....	187
Tabla 117. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 7= 0.7% CAÑA + 0.1% ARROZ .....	188
Tabla 118. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 7.....	188
Tabla 119. Resumen de resistencia de pilas a la compresión.....	188
Tabla 120. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 1 PATRÓN.....	190
Tabla 121. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 1 PATRÓN.....	190
Tabla 122. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 2= 0.7% Arroz con 0.1% caña.....	191

Tabla 123. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 2.....	191
Tabla 124. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 3= 0.525% Arroz con 0.075% caña .....	192
Tabla 125. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 3.....	192
Tabla 126. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 4= 0.35% Arroz con 0.05% caña.....	193
Tabla 127. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 4.....	193
Tabla 128. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 5= 0.35% Caña con 0.05% arroz.....	194
Tabla 129. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 5.....	194
Tabla 130. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 6= 0.525% Caña con 0.075% arroz .....	195
Tabla 131. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 6.....	195
Tabla 132. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 7= 0.7% Caña con 0.1% arroz.....	196
Tabla 133. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 6.....	196
Tabla 134. Resumen de resistencia del murete a la tracción indirecta.....	197
Tabla 135. Resistencia a la compresión de cubos de mortero.....	199
Tabla 136. Resultados del ensayo a la compresión para el mortero.....	199
Tabla 137. Resistencia del mortero a tracción indirecta .....	200
Tabla 138. Resultados del ensayo a la tracción indirecta para el mortero .....	200
Tabla 139. Actividades con potencial a causar impacto en el entorno.....	222
Tabla 140. Factores ambientales afectados .....	223
Tabla 141. Matriz de Leopold - patrón.....	227
Tabla 142. Matriz de Leopold - Modificado .....	227
Tabla 143. APU – Procesamiento de fibra “bagazo de caña de azúcar” .....	231
Tabla 144. APU – Procesamiento de fibra “cáscara de arroz” .....	231
Tabla 145. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 1 ..	232
Tabla 146. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 2 ..	232
Tabla 147. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 3 ..	233
Tabla 148. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 4 ..	233
Tabla 149. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 5 ..	234
Tabla 150. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 6 ..	234
Tabla 151. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 7 ..	235
Tabla 152. Resumen del análisis de costos unitarios .....	235

## RESUMEN

La presente investigación denominada “Influencia del bagazo de caña de azúcar junto con cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del adobe, ciudad de Lambayeque”, presenta como objetivo general el determinar cómo influye la pajilla de arroz y el bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del adobe en la ciudad de Lambayeque, considerándose una investigación tipo aplicada y descriptiva con un diseño experimental. Se considera como población a unidades de adobe convencional y adobe reforzado con 0.4%, 0.6% y 0.8% de fibras de arroz y con caña de azúcar de manera conjunta (teniendo una proporción del 12.5% y 87,5% de la dosificación asignada y para ambas fibras) siendo el porcentaje con respecto al peso de la tanda, mientras como muestra de estudio a 126 especímenes de adobe, correspondiendo 6 muestras de unidades cúbicas de adobe, 6 pilas de adobe y 6 muretes de adobe convencional y modificado, se determinará que tandas son las más óptimas. Después se realizó una comparación entre las alternativas de solución del carácter ambiental, constructivo y económico. Esta propuesta tiene como finalidad brindar una nueva alternativa de obtener una unidad de adobe con mejores propiedades mecánicas, aportando así con un nuevo conocimiento sobre el comportamiento del adobe como material constructivo y un uso diferente a los subproductos de origen vegetal como lo es la pajilla de arroz y el bagazo de caña de azúcar.

**Palabras clave:** adobe, arroz, caña de azúcar, propiedades mecánicas, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

The present research called “Influence of sugarcane bagasse together with rice husk on the mechanical properties of adobe, city of Lambayeque”, presents as a general objective to determine how rice straw and sugarcane bagasse influence the mechanical properties of adobe in the city of Lambayeque, considering an applied and descriptive type of research with an experimental design. The population is considered to be units of conventional adobe and adobe reinforced with 0.4%, 0.6% and 0.8% of rice fibers and sugar cane together (having a proportion of 12.5% and 87.5% of the assigned dosage and for both fibers) being the percentage with respect to the weight of the batch, while as a study sample of 126 adobe specimens, corresponding to 6 samples of cubic adobe units, 6 adobe piles and 6 walls of conventional and modified adobe, it will be determined What batches are the most optimal? Afterwards, a comparison was made between the environmental, constructive and economic solution alternatives. This proposal aims to provide a new alternative to obtain an adobe unit with better mechanical properties, thus providing new knowledge about the behavior of adobe as a construction material and a different use than by-products of plant origin such as straw, rice and sugar cane bagasse.

Keywords: adobe, rice, sugar cane, mechanical properties, compressive strength.



## INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, según Feng et al., el adobe es un material antiguo y dentro de los más ecológicos y sostenibles para el medio ambiente. Sin embargo, también se consideran uno de los materiales más vulnerables ante agentes de vientos, sismos e incluso lluvias, ya que, estos materiales al ser económicos y sostenibles no son mejorados durante su fabricación [1].

Las edificaciones construidas con adobe son considerados susceptibles altamente ante cargas laterales, siendo este el motivo de colapso de estas mismas durante terremotos, generando así grandes daños materiales y víctimas humanas [2].

Según Kourosch & Mostafa [3], estas construcciones se realizan en muchos países, específicamente en áreas rurales que están propensos a sismos, por lo que existe una gran demanda de investigaciones que buscan estudiar aspectos estructurales en conjunto de una edificación, así como la evaluación de las unidades de adobe.

El calentamiento del globo terráqueo se convirtió en una amenaza para los organismos vivos que afectan de manera considerable el cambio climático y nivel del mar, centrándose en innovaciones sostenibles y ecológicas [4]. Hoy en día, se ha evidenciado una preocupación mayor de la conciencia sobre innovar en materiales sostenibles para la construcción para reducir problemas medioambientales.

Las construcciones sostenibles con materiales de tierra son aquellas más vulnerables a agrietarse frente a las construcciones con otros materiales, debido a la existencia de gran cantidad de partículas finas siendo así más vulnerables a deformaciones excesivas por contracción por secado [5].

El problema principal en el Perú no solo es la construcción de viviendas con este material, sino que, principalmente estas unidades de adobe no presentan una correcta asistencia de un técnico con experiencia, así como ignorar lo establecido de la Normativa E-080 “Diseño y construcción con tierra reforzada”, por ende, esta autoconstrucción empleando métodos propios de los mismos pobladores, llegan a generar tragedias, accidentes a un corto y largo plazo [6].

En los departamentos de Arequipa, Cuzco y Puno, en épocas de heladas, el clima afecta estas zonas del sur alto andino, haciendo que la temperatura en las noches descienda hasta congelar el agua, convirtiéndose esto en un problema más grave en el bienestar, salud y satisfacción de los moradores [7].

Para Holguino, Olivera y Escobar, el adobe es un material termorregulador que se calienta en el invierno y se enfría en verano [8]. Asimismo, afirman que existe un mal empleo de materiales de construcción originando graves problemas ambientales, mientras que las edificaciones hechas con adobe presentan una mayor sostenibilidad por presentar cualidades acústicas, ambientales y térmicas, debido a estar hechas de suelo con partículas de arcillas, arenas y limos siendo mezcladas con fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. [8]

Según el Diario El Comercio, en la ciudad de Caral, con antigüedad de más de cinco mil años, considera como la construcción más antigua de América, fue construida por materiales sostenibles, dentro de la cual se consideró el adobe como aquel material de construcción predominante [9].

En la región Lambayeque, existe un porcentaje de 53.50% de viviendas en condiciones precarias fabricadas de quincha y adobe, mientras que el 46.50% son viviendas construidas de materiales como ladrillos o bloques de cemento [10]. En la parte urbana de la provincia de Lambayeque, según el censo hecho por el INEI en 2017, existen un total de 20413 viviendas hechas con ladrillo o bloque de cemento y 15063 viviendas hechas de adobe, y a nivel distrital en el casco urbano existe un total de 7869 viviendas de ladrillo o bloque de cemento y 6247 viviendas de adobe [11], a su vez, según los principales cultivos por la producción agraria en la región de Lambayeque son el arroz cáscara y la caña de azúcar generando gran cantidad de subproductos por el mismo proceso industrial [12].

De esta forma, esta propuesta de tesis se centra en incentivar el empleo de materiales sostenibles mediante el mejoramiento de sus propiedades mecánicas de materiales existentes como el adobe y reaprovechamiento de los subproductos del proceso industrial de las fibras vegetales a estudio combinándolos. Por ello, esta investigación busca evaluar el comportamiento mecánico de unidades de adobe con adición de fibras de caña de azúcar y arroz en la ciudad de Lambayeque, provincia y departamento de Lambayeque.

Entonces, planteo la pregunta: ¿De qué manera influye la adición de cáscara de arroz junto con el bagazo de caña en las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería de adobe en la ciudad de Lambayeque?

El presente tema de tesis se justifica en el ámbito económico debido que, esta propuesta tiene como objetivo, impulsar un material de construcción ecológico con refuerzo de fibra de arroz y caña de azúcar con un costo menor de fabricación en comparación a materiales como el concreto que es elaborado de agregados y cemento, que tienden a presentar un costo mayor. Ya que, la obtención de tierra, fibra de arroz y caña de azúcar de caña nos proporciona ciertos

beneficios al ser materiales más fáciles de obtención en la misma zona, fácil de manejar y elaborar, añadiendo que, desde ya, el adobe es económico, por lo que, es un material predominante en zonas rurales o familias con bajos recursos. Teniendo en consideración, que Lambayeque, presenta una tasa de pobreza del 18.2% y 24.7% [13], convirtiéndose en indicadores, que esta alternativa puede llegar a convertirse en la solución de las familias de contar con una vivienda económica y segura, al llegar a obtener un mejor comportamiento mecánico sin alterar su bajo costo de estas unidades.

Dentro del tema ambiental, solo el hecho de proponer una manera de aumentar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe mediante la incorporación de pajilla de arroz y bagazo de caña de azúcar se convierte en una opción más ecológica de lo que ya es el adobe convencional al usar los subproductos de la producción industrial. De esta manera, esta investigación, se considera de total importancia que permite incrementar su calidad misma, siendo posible que este material llegue a competir con la unidad de ladrillo cocido, permitiendo así la reducción de contaminación de aire que se produce en el momento de su fabricación. Sin embargo, la fabricación de estas unidades de adobe no necesitaría hornos para llevar a cabo su proceso de cocción, ya que, solo requiere de rayos solares para secar y ser empleados, permitiendo así la reducción de ladrilleras a nivel regional, siendo posible así la reducción considerable de contaminación ambiental.

En el ámbito social, esta propuesta genera un impacto social positivo en el distrito de Lambayeque, ya que, serían beneficiadas muchas familias que buscan construir sus viviendas a bajo costo, pero garantizando seguridad a sus usuarios, permitiendo así convertirse este adobe reforzado con fibras de arroz y trigo en un material constructivo eficiente, brindando mejorar la calidad de vida de los pobladores ayudando así que la pobreza económica disminuya.

Desde el punto de vista tecnológico, parte la necesidad de obtener propuestas innovadoras que brinden un gran impacto a nivel general, permitiendo así la incorporación de fibras de arroz y caña de azúcar incrementar y mejorar las propiedades mecánicas del adobe a obtener mejores resistencias a la compresión de estas mismas. Si bien es cierto, no se puede calcular el valor del aporte que puede brindar esta propuesta a la ciencia, sino dependerá del uso que se pueda realizar con este conocimiento, teniendo en consideración que esta permitirá abrir puertas a nuevas propuestas o investigaciones. Es importante sacar conclusiones con los materiales locales de la ciudad de Lambayeque.

Se determina como hipótesis a lo siguiente: “La adición de pajilla de arroz junto con el bagazo de caña mejora las propiedades mecánicas del adobe en la ciudad de Lambayeque”.

El objetivo general es determinar cómo influye la adición de fibras de cáscara de arroz junto con el bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del adobe en viviendas ubicadas en la ciudad de Lambayeque al periodo 2021.

Para cumplir con el objetivo general, se ha planteado los siguientes objetivos secundarios: identificar las características físicas y mecánicas del material suelo que conforma la unidad de adobe; determinar las propiedades físicas y químicas de la cascara de arroz y bagazo de caña de azúcar como material agregado en fibra; diseñar las características geométricas y la dosificación de una unidad de adobe para una resistencia a la compresión de 1 MPa en cumplimiento con la NTP e.0.80 del reglamento nacional de edificaciones; analizar las propiedades mecánicas del adobe de diseño con la adición de fibra de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar combinándolas en una proporción del 12.5% para una fibra y 87.5% para la otra; para cada dosificación: 0.4, 0.6% y 0.8% del peso seco del material suelo; evaluar la variación de resistencia a la compresión en unidades cúbicas, pilas y muretes, del adobe convencional y modificado con las fibras de estudio; y por último, comparar las alternativas de estudio a través de su condición económica, proceso constructivo e impacto ambiental.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Antecedentes del problema

#### Nivel internacional

Según Muñoz, Letelier, Muñoz y Bustamante (2020), en su investigación presentó como objetivo general la evaluación del comportamiento técnico y mecánico de los adobes con adición de desechos y pulpa de papel, bajo una metodología experimental [14]. Obteniendo como resultados que, la resistencia a la compresión se puede incrementar hasta en un porcentaje del 190% ante la adición del 12.5% de PPR como reemplazo de fibras vegetales, mientras que, su conductividad térmica es reducida en un 30% aproximadamente. Finalmente, el adobe obtenido llega a cumplir con todos los estándares y lineamientos de calidad según la normativa vigente, determinando como porcentaje óptimo de adición de la sustitución del 12.5% de PPR en el adobe patrón [14].

Según Silveira, Varum y Costa (2013), en su estudio presentó como objetivo general fue realizar un estudio de la influencia de los procedimientos de ensayo en las propiedades mecánicas de los ladrillos de adobe usados en el distrito de Aveiro, Portugal. Muestras cilíndricas y cúbicas de adobe sometidos a compresión simple, los ladrillos de adobe sometidos a flexión y las muestras de adobe cilíndricas a pruebas de hendidura. Se concluye el aumento de información local de los materiales y el comportamiento mecánico del adobe, también se relacionó los resultados con los diferentes procedimientos [15].

Según Chuya y Ayala (2018), en su investigación presentó su objetivo general el análisis y comparación de las propiedades mecánicas de los adobes de estudio, tantos adobes reforzados con fibra de vidrio frente a adobes convencionales o patrón, bajo una metodología experimental. Obteniendo como resultados en su prueba de resistencia a la compresión de un adobe patrón alcanzó un esfuerzo de 1,220Mpa, mientras que, con adición, pero sin cortar un esfuerzo de 1,398Mpa, existiendo una diferencia del 14%, mientras que, de los casos de estudio, tres de estos sobrepasan un valor de 25% máximo, resaltando el caso 5 que adquirió una resistencia mayor con 1,519Mpa, siendo 1.5 veces mayor al indicado por la norma técnica. En cuanto a su resistencia a la flexión, el adobe patrón logró un esfuerzo de 0,199Mpa y en los demás casos obtuvieron esfuerzos mayores a 0,658Mpa y máximo de 1,042Mpa. Finalmente, en su ensayo de muretes a compresión diagonal, de logró obtener, esfuerzos en el adobe tradicional de 0,031Mpa, mientras que, para los casos de adición de refuerzo, el caso óptimo fue el caso 01 alcanzando un valor de esfuerzo promedio de 0.052Mpa. De esta manera, se concluye que el

caso 1 y el caso 5 son los más eficientes, correspondiendo un refuerzo con una longitud de 60cm y 10cm, con un volumen en porcentaje del 3.40% y 0.60% [16].

Según Llumitasig y Siza (2017), en su investigación presentó como objetivo obtener la resistencia a la compresión de adobes convencionales con adición de estiércol de vaca, savia de penca de tuna y paja, sangre de toro con fines de estabilizar, mediante una metodología experimental. Obteniendo como resultados que, los adobes reforzados con paja alcanzaron resistencias a compresión de 10.08 kg/cm<sup>2</sup> a los 30 días de ensayo, evidenciando así un incremento de un 2.44% con respecto al adobe patrón, mientras que con la adición de estiércol de vaca, alcanzó la resistencia a la compresión de 10.21 kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 3.76%, con sangre de toro y savia de penca de tuna, alcanzaron resistencias de 10.36% kg/cm<sup>2</sup> y 10.26 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, representando así un incremento de 5.28% y 4.27% respectivamente. Finalmente, se concluyó, los adobes adicionando la savia de penca de tuna fue aquella dosificación que brindó mejores condiciones brindando un mayor incremento en su resistencia a compresión de estos adobes modificados frente a las unidades de adobe convencional [17].

#### Nivel nacional

Según Aliaga y González (2020), en su presentó como objetivo principal comparar la resistencia a compresión del adobe convencional frente al adobe reforzado con fibras de maguey en una dosificación del 2%, bajo una metodología experimental. Obteniendo como resultados, del estudio de suelos, permitió identificar su naturaleza gravosa y arenosa con una fracción acumulada que es retenida por la malla #200. Asimismo, su resistencia a compresión de pilas de adobe sin refuerzo logró obtener un esfuerzo de 2.515 kg/cm<sup>2</sup>, mientras aquellas pilas con refuerzo de 2% de fibras de maguey logró alcanzar un valor de 3.219 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, se determinó que el adobe reforzado con la fibra de maguey en 2% de adición referente al peso cumple con todas las especificaciones de la normativa E.080, determinando así incluso que esta adición permite obtener un mejor comportamiento por presentar una capacidad de carga mayor y así brindando mayor resistencia en cuanto a su deformación [18].

Según Briones y Estrada (2018), en su investigación presentó como objetivo general evaluar la resistencia a compresión de los adobes con y sin adición de paja ichu, arroz y de trigo, mediante la evaluación de sus suelos y determinar el cumplimiento de las condiciones necesarias, mediante una metodología experimental. Obteniendo como resultados, en cuanto a su resistencia a compresión del adobe convencional sin adición un 21.03 kg/cm<sup>2</sup>, y al incorporar paja de arroz, el porcentaje de 5% al alcanzar la resistencia de 24.25 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, con paja de trigo, se obtuvo 25.29 kg/cm<sup>2</sup>, y con paja ichu alcanzó una resistencia de 30.92 kg/cm<sup>2</sup>. Para finalizar, el investigador determinó, ante una adición mayor de 10% de fibras vegetales,

podría perjudicar el comportamiento mecánico del adobe, ya que, sus resistencias se reducen, a diferencia que con la adición del 0.5% y 1.0% se evidencia mejores resultados, siendo la dosificación óptima del 0.5% en cualquier tipo de fibra vegetal como adición [19].

Según Mantilla (2018), en su investigación determinó la variación que presentan las propiedades del adobe incorporando caucho y viruta en porcentajes de 2%, 3% y 5%, bajo una metodología experimental y cuantitativa. Obteniendo como resultados, de 245 unidades de adobe, obteniendo resistencias a compresión, un valor máximo de 30.25 kg/cm<sup>2</sup> adicionando 3% de viruta, una resistencia a flexión con el valor máximo de 8.35 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, se obtuvo una reducción del porcentaje de absorción en un 4% con la incorporación del 5% de caucho, presentando así un menor desgaste de unidades de adobe en saturación total. Finalmente, se concluyó que, se obtienen resultados favorables en sus propiedades física y mecánicas del adobe mediante la adición de viruta con caucho [20].

#### Nivel local

Según Díaz y Puyen (2019), en su tuvo por objetivo general evaluar la adición de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro con fines de mejorar la resistencia de un adobe estabilizado ante acción de agua, bajo una metodología experimental. Obteniendo como resultados, en su estudio de suelo, que este se encontraba dentro de los parámetros mínimos para ser utilizados como material para elaboración de unidades de adobe, al presentar un índice de plasticidad de 12.04%, porcentaje de partículas finas y gruesas de 56.32% y 43.68% respectivamente, mientras que a estas mismas unidades se buscaba lograr su estabilización con la adición de 3%, 6%, 9% y 12% de jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro, alcanzando un incremento del 29.88% con la adición del último porcentaje de estudio. Sin embargo, se evaluó un incremento del 20% del costo para fabricación del adobe estabilizado. Finalmente, concluyen que el porcentaje óptimo de adición fue aquel de 12% para ambos estabilizantes, evidenciando un incremento significativo de su comportamiento de la unidad de adobe y siendo una alternativa más económica [13].

#### Bases teóricas científicas

##### Adobe

##### Definición

Según Mantilla, el adobe es un bloque macizo conformado por tierra sin cocción, y puede estar reforzado con pajas u otros materiales con fin de brindar mejores propiedades frente a agentes externos [20].

El adobe son bloques de barro realizados a mano, que son rellenos en moldes para luego ser expuestos a la intemperie para ser secados. Su composición de la tierra varía según el lugar donde se obtiene, teniendo que su composición presenta en diferentes proporciones de limo, arcilla y agregados [21].

El adobe es una unidad o bloque macizo conformado por tierra sin cocer o cruda que puede estar mezclada con paja, arena gruesa u otro material con fin de brindar una mejor resistencia, durabilidad y a la vez favorecer su estabilidad [22].



*Figura 1. Unidad de albañilería de adobe*

Fuente: [18].



*Figura 2. Adobes en "Buenos Aires"-Lambayeque*

Fuente: Propia

#### Clases de adobe

En términos constructivos, el adobe se puede clasificar de la siguiente manera:

- Unidad de albañilería de adobe artesanal, que son unidades cortadas utilizando un molde y tierra saturada con agua conocido como dormido. Este tipo de unidad se subdivide en dos dependiendo del molde que se va a usar: gavera con fondo o sin fondo, la diferencia es que el molde tiene una tabla adicional para evitar irregularidades. En esta investigación se ha utilizado una gavera sin fondo.





*Figura 3. Molde de adobe con fondo, medidas internas 30x30x8cm*

Fuente: [23]



*Figura 4. Adobera sin fondo*

Fuente: Propia

- Unidad de albañilería de adobe compactado, que aprovecha las ventajas del adobe tradicional, con la diferencia que aumenta su resistencia al reducir su porosidad y se obtiene un material más homogéneo. Se utiliza una prensa en su fabricación.



*Figura 5. Prensa compactadora*

Fuente: [24]



*Figura 6. Adobe compactado*

Fuente: [24]

- Tapial, que son paneles de madera o caña con cerramiento de barro continuo (similar al sistema Drywall, ya que existen paneles prefabricados). Según la norma E 0.80, se vierte tierra húmeda en moldes en formas de tableros móviles de madera para ser compactada, de manera paralela y sujetos entre sí para resistir la compactación [22].

En la figura 10 podemos ver una comparación de un muro tradicional de adobe con un muro de tapial.

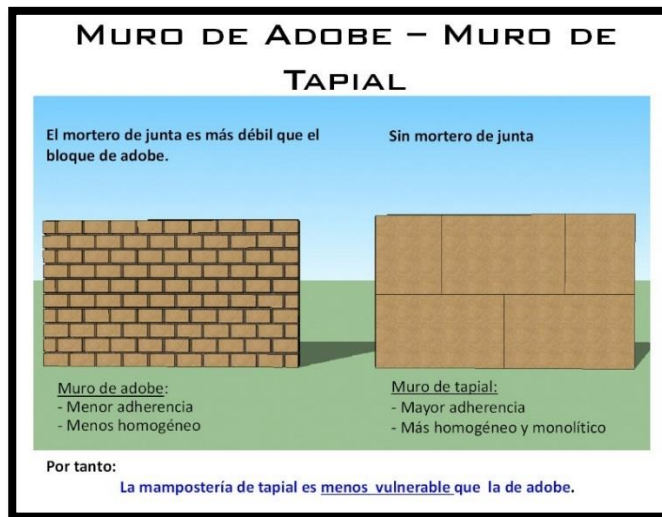


Figura 7. Diferencias entre un muro de adobe convencional y un muro de tapial

Fuente: [25]

- Adobe Nader Khalili o superadobe, se usa para restringir el movimiento lateral de una vivienda ocasionada por un sismo, se fabrica con saco de arena, tierra y alambre de púas.



Figura 8. Construcción de una vivienda empleando superadobe

Fuente: [26]

Por otra parte, según su incorporación de materiales adicionales se divide en 2:

- Adobe estabilizado, donde se adiciona otros materiales tales como asfalto, cemento, cal con el fin de mejorar su resistencia a la compresión y estabilidad ante la humedad [22].
- Adobe no estabilizado, que sería el adobe tradicional.

### Ventajas y desventajas

Dentro de las ventajas de utilizar el adobe tenemos:

- El precio es asequible para todos los pobladores.
- Permite realizar formas redondeadas y curvadas.
- Permite un bajo consumo energético por sus cualidades aislantes
- Fácil de remodelar, ejemplo futuras reformas de muros o nuevas instalaciones sanitarias o eléctricas.

Dentro de las desventajas, tenemos:

- No es adecuado para zonas donde la humedad está en el ambiente o en lugares donde existe movimientos sísmicos frecuentes.
- El espesor de muros requiere mucho espacio, por lo que no es adecuado en zonas donde existe alta densidad constructiva.

### Propiedades físicas

Dentro de las propiedades físicas tenemos:

- Color:

El color depende del tipo de suelo que haya en la cantera y la humedad que esta contenga. Da un indicio de la cantidad de arcilla (más oscura) o limos (más amarilla). Como se puede apreciar en la figura 9, el adobe en estado fresco tiene un color marrón muy oscuro; por otra parte, en la figura 10, el adobe en estado seco posee un color marrón claro (muy similar al suelo).



*Figura 9. Adobe en estado fresco*

Fuente: Elaboración propia



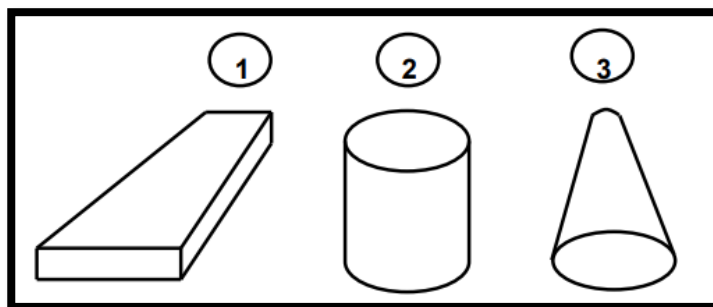
*Figura 10. Adobe en estado seco*

Fuente: Elaboración propia

- Dimensiones y forma:

Las dimensiones de la unidad de albañilería del adobe por dos maneras: A base de prueba y error entre los mismos pobladores locales maestros adoberos, y por otra parte tenemos a la normativa que rige este elemento de construcción.

En cuanto a la forma, puede ser cuadrado o rectangular los convencionales y típicos. El autor Benites – Zapata, nos menciona otras formas ya que como los moldes no necesariamente deben de ser rectangulares, existen diversas formas variadas que dependen del lugar y la cultura de la región donde se fabrican, teniendo formas poco útiles en la construcción como figuras trapezoidales, cilíndricas o cónicas [27].



*Figura 11. Otras formas existentes para el adobe: 1) Trapezoidales. 2) Cilíndricas. 3) Cónicas.*

Fuente: [27]

Según la norma E 0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada, en el capítulo IV- Construcción de edificaciones de adobe reforzado nos da recomendaciones importantes como:

- El bloque de adobe cuadrado no debe sobrepasar los 0,40m de lado por el peso de este.
- El bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho
- La altura del bloque debe medir entre 0,08m y 0,12m [22].

Tenemos también otras fuentes bibliográficas tales como “Edificaciones antisísmicas de adobe – Manual de construcción” hecho por Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento donde nos recomiendan una forma rectangular o cuadrada al menos la planta y las dimensiones [28]:

- Para adobes rectangulares, el largo debe ser aproximadamente el doble del ancho
- La relación entre el largo y la altura debe ser de 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8cm.

En el “Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras” hecho por Marcial Blondet de la Pontificia universidad Católica del Perú donde nos da las siguientes recomendaciones [29]:

- Adobes cuadrados de 40x40x10cm.
- Adobes medios de 40x20x10cm.

#### Características específicas

Tenemos que el adobe es económico, porque los materiales que se usan son baratos y fáciles de conseguir; también es térmico, ya que guarda el calor en temporada de frío y mantiene la casa fresca en temporada de calor.

Es reciclable y sostenible, pues los mismos materiales se puede deshacer con agua y no genera contaminación; es resistente a agentes vivos externos, ya que absorbe la humedad y no permite el crecimiento de hongos y polillas.

El adobe es manejable, pues permite moldear cualquier forma conocida en la construcción (cubos, rectángulos, curvas, parábolas, etc.).

La retracción o contracción de las dimensiones del adobe cuando se seca es una característica que hay que tener en cuenta al momento de diseñar la unidad de albañilería de adobe, para poder dimensionar adecuadamente la adobera. Esta disminución en sus dimensiones es, por lo general, 1 cm.

La fisuración del bloque de adobe debido a la retracción durante el secado es una característica que se debe de tomar en cuenta al momento del diseño de mezcla ya que en la norma E.080, capítulo IV nos menciona que para controlar la fisuración del bloque de adobe se debe añadir paja o fibras similares pero no nos menciona las dimensiones de estas o cuanta cantidad es la máxima [22]. En esta investigación se indaga de manera secundaria el porcentaje del total en peso de la mezcla y las medidas de la fibra vegetal añadida para evitar que el bloque se fisure, ya que añadir más cantidad de fibra vegetal no necesariamente ayuda a contrarrestar la fisuración, si no la propicia; a su vez, utilizar dimensiones incorrectas de la fibra vegetal añadida también la propicia.

#### Adobe como unidad de albañilería

##### Composición

La unidad de albañilería de adobe se requiere la selección del suelo rico en arcilla, arena y la fibra vegetal que suele emplearse dependiendo de la localidad (arroz, trigo, grass, bagazo de caña de azúcar, ichu, etc.) trozos de 10cm en un porcentaje de alrededor del 1% en peso [30].

La dosificación en peso usada para el adobe patrón (60 unidades) se calculó de la siguiente manera:

- 343 kg de sólidos.
- 126 litros de agua.

Se puede representar en porcentajes como: 75% de sólidos y 25 % de agua.

### Suelo

Según Cañar, se conoce al suelo como aquel material que se puede encontrar de manera superficial en la corteza terrestre originado por descomposición o alteración como producto de actividades del ser humano o meteorización de las rocas de forma natural [31].

El suelo es un material muy útil para la construcción, su ventaja radica en la disponibilidad, accesibilidad y su relativa facilidad de extracción. Según Briones, el suelo es un compuesto de minerales, materia orgánica, organismos vivos vegetales y animales, aire y agua [19].

Los suelos para adobes deben garantizar una gradación adecuada para su respectiva fabricación, por lo que, se debe encontrar dentro de los siguientes rangos aproximados, con una presencia de limos en un 15%- 25%, arcilla entre el 10% - 20% y arena dentro del 55% - 70%, no debe de tratarse de suelos orgánicos [20].

Una de las razones de escoger esta cantera fue porque en el asentamiento humano “Buenos Aires” se está construyendo una ciudad con viviendas de adobe y es necesario conocer las propiedades de este material para poder verificar si es útil utilizarla.

Para poder realizar los respectivos ensayos al material “suelo” se ha extraído en las primeras visitas a la cantera “Buenos aires” localizada en Lambayeque. Por la recomendación del técnico de laboratorio, me recomendó recoger la muestra de las paredes de la excavación, a partir de 1,20 metro de profundidad como se puede apreciar en la figura 12.



*Figura 12. Extracción de suelo para ensayar en la cantera "Buenos Aires"*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 13. Suelo transportado al sitio de fabricación*

Fuente: Elaboración propia

- **Análisis granulométrico**

Hace referencia a determinar los porcentajes de diversos tamaños de sus partículas que conforma un suelo [20]. Esta composición granulométrica de los suelos es representada gráficamente mediante una curva granulométrica.

- **Límites de Atterberg**

Es aquel ensayo donde al suelo se determina sus límites de consistencia, las cuales permite la clasificación de suelos arcillosos en función a la humedad que ejerce en su consistencia, evaluando así su plasticidad [32].

- **Clasificación de suelos**

Este sistema de clasificación se caracteriza por presentar su clasificación de suelos mediante grupos de símbolos, como GW, GP, CL, SW, SC, GC, CH, MH, ML, PL, entre otras.

Es indispensable tener en cuenta la granulometría y plasticidad que presente el tipo de suelo evaluado para poder clasificar este mismo mediante el Sistema SUCS.

DIVISION MAYOR	GRUPO SIMBOLOS	DESCRIPCION	CRITERIO DE CLASIFICACION DEL LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRIOSO Mas de la mitad del material es mayor que el tamiz N° 200	GRAVAS (Mas de la mitad gruesa es mayor que el tamiz N° 4) GRAVA LIMPIA (Poco o ningun finos)	GW	Grava bien graduado o mezcla de arena y grava. Poco o ningunos finos.	$C_u = \frac{D_{60} \text{ mayor que } 4}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$ No reúne los requisitos de granulometria para GW Limites de Atterberg bajo la línea "A" o I.P. menor de 4 Limites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. mayor 7 $C_u = \frac{D_{60} \text{ mayor que } 6}{D_{10}}$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$ No reúne los requisitos de granulometria para SW Limites de Atterberg la línea "A" o I.P. menor de 4 Limites de Atterberg sobre la línea "A" o I.P. menor de 7		
		GP	Grava mal graduado o mezcla de grava y arena. Poco o ningunos finos			
		GM u	d		Grava con finos. Grava mal graduado muy limoso. Mezcla grava, arena y arcilla.	
			GC		Mezcla bien graduado de grava, arena y arcilla. Excelente aglutinante.	
	ARENAS (Mas de la mitad gruesa es mayor que el tamiz N° 40) ARENA LIMPIA (Poco o ningun finos)	SW	Grava bien graduada y arena gravilosa. Poco o ningunos finos.			
			SP		Arena mal graduado. Arena gravilosa. Poco o ningunos finos.	
		SM u	d		Arena con finos. Area muy limoso. Mal graduado mezcla arena y arcilla	
			SC		Mezcla bien graduado arena y arcilla. Excelente aglutinante	
		SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el tamiz N° 200	LIMO Y ARCILLA (Límite líquido es menor de 50) ARCILLA (Límite líquido es menor de 30)		ML	Limos inorgánico y arena muy fina. Polvo roca. Arena fino con ligera plasticidad.
					CL	Arcilla inorgánica de baja o medias plasticidad. Arcilla arenosa. Arcilla gravilosa. Arcilla limosa. Arcilla floja
OL	Limos. Orgánico. Limos – arcilla orgánico de baja plasticidad.					
MH	Limos inorgánicos, arena fina micáceo o diamatáceo o suelo limoso, suelo elástico					
CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad. Arcillas grasas					
OH	Arcilla orgánica de media o alta plasticidad					
PL	Turba (pect) y otros materiales altamente orgánicos.					

Figura 14. Clasificación de los suelos según SUCS

Fuente: [33]

El Sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos:

Símbolo	Descripción
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Limo o arcilla orgánica
Pt	Turba
H	Alta plasticidad
L	Baja plasticidad
W	Mal graduado
P	Bien graduado

Tabla 1. Leyenda de símbolos para la clasificación SUCS

Fuente: [34].

SUCS considera tres tipos de suelo: de grano grueso, de grano fino y altamente orgánico.



Para poder clasificarlo me ayudé con la norma NTP 339.134 “Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS), donde define al suelo como una mezcla en diferentes proporciones de arenas, limos y arcillas [34].

Para la extracción del suelo es recomendable desechar la capa superficial (30 a 60cm), una mezcla optima que se propone según Briones [19]:

Arcilla	5 a 35 %
Limo	0 a 20 %
Arena	40 a 80 %

*Tabla 2. Proporción óptima para fabricación de adobes*

Fuente: [19]

Otra proporción las podemos encontrar en la investigación de Benites [27]:

<b>Autor/Fuente</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Limo</b>	<b>Arena</b>	<b>Materia Orgánica</b>
Bush (1984, USA)	20%	15%	65%	0%
Bengtsson y Whitaker (1986, Roma)	10-30%	10-40%	40-80%	0-0.3%
Barrios et al (1986, España)	35-45%		55-65%	0%
Smith et al. (1989, USA)	15-45%		55-85%	0%
Doat et al. (1991, Francia)	15-18%	10-28%	55-75%	<3%
Morales et al. (1993, Perú)	25-45%		55-75%	0%
Norma E. 0.80	10-20%	15-25%	55-70%	0%
Ducman et al. (2004, USA)	30%	0%	0%	0%
Aguilar (2008, México)	20-30%	0%	60%	0%
Saroza et al. (2008, Cuba)	>15%	0%	0%	0%
Vélez (2010, Venezuela)	20%	0%	80%	0%

*Tabla 3. Composición de suelo para fabricación de adobes según diferentes fuentes de información*

Fuentes: [27]

En esta investigación se ha utilizado suelo de la cantera “Buenos Aires” localizada en la ciudad de Lambayeque.

### Agua

El agua es muy importante al momento de fabricar unidades de albañilería de adobe, ya que activa la arcilla, permitiendo que la mezcla (mejor conocido como dormido) tenga trabajabilidad y también hace que se combinen todos los componentes. Según la norma E 0.80, el agua debe ser potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión; estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, alcálisis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas [22].

Para la cantidad de agua que se usa aproximadamente por cada 96 unidades de albañilería más 6 unidades cúbicas (para esta investigación) se utilizó 6 galoneras de 25 litros cada una, en total usándose 150 litros aproximadamente. Esto es variable y depende del tipo de suelo, de las medidas de la unidad de albañilería del adobe y de la humedad natural del suelo. Para fines prácticos, el maestro adobero sabe cuanta agua es suficiente por la contextura de la mezcla.

### Fibras adicionantes

En esta investigación se utilizaron dos fibras vegetales adicionantes, la cáscara de arroz y el bagazo de caña de azúcar. Algunas de sus propiedades físicas y químicas tanto como su extracción se detallarán en el subíndice “FIBRAS VEGETALES”. De la tabla 4, se decidió usar estas dos fibras por la alta producción que genera en Lambayeque.

Cabe aclarar que se utilizaron datos de la producción Agraria según los principales cultivos de la Región Lambayeque para poder elegir que fibra se cultiva en grandes cantidades y la podemos ver en esta tabla:

Cultivo	Superficie cosechada (has)	Producción (TM)	Rendimiento (kg/ha)
Arroz Cáscara	39012	299658	7681
Maíz Amarillo Duro	17666	87758	4968
Caña de azúcar	15322	1319555	86122
Algodón	8030	21950	2733
Frijol Caupí	4747	5949	1253
Alfalfa	3338	158612	47517
Mango	2503	29376	11736
Maíz Choclo	2448	22673	9262
Limón Sutil	2351	56377	23980
Camote	1754	22252	12686
Trigo	1639	1364	832
Arveja gr. Seco	1470	917	624
Zarandaja	1385	1678	1212
Papa	1293	9472	7326
Ají Piquillo	1245	29808	23942
Yuca	1110	9278	8359
Ají Paprika	278	1270	4568

Tabla 4. Producción Agraria según los principales cultivos en la Región Lambayeque 2007

Fuente: [12]

Se puede realizar más investigaciones en Lambayeque, añadiendo diferentes tipos de fibras para la creación del adobe como por ejemplo alfalfa o algodón.

Para la dosificación de una fibra vegetal, según Altamirano, se recomienda usar 1% del peso seco de la tanda de fibra vegetal (kilogramos) [30]. Es por esta razón que se usaron las dosificaciones de 0.4%, 0.6% y 0.8% del peso seco de la tanda para esta investigación.

Si a otro investigador le conviene usar dosificaciones en porcentaje de volumen de la tanda, se debe usar 1 volumen de paja por 5 de tierra [30].

#### Dimensiones de la unidad de albañilería adobe

Según la norma E 0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada, en el capítulo 4 “Construcción de edificaciones de adobe reforzado”, artículo 18, para unidades de albañilería utilizadas en laboratorio:

- El bloque de adobe cuadrado no debe sobrepasar los 0,40m de lado por el peso de este.
- El bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho.
- La altura del bloque debe medir entre 0,08m y 0,12m [22].

En base a estos parámetros, mi diseño para la unidad de albañilería de adobe usé las siguientes dimensiones para ensayar en laboratorio:

$a = 29\text{cm}$

$b = 14\text{cm}$

$h = 9\text{ cm}$

donde,  $a$  es el largo,  $b$  es el ancho y  $h$  es la altura de la unidad de albañilería.

Para lograr estas dimensiones y teniendo en cuenta que se encoje la unidad de adobe [28], se recomienda 1 centímetro más a todas las dimensiones al molde o adobera.



Figura 15. Madera y clavos para la fabricación del molde para adobes

Fuente: Propia

La primera versión de este diseño se propuso de la siguiente manera:

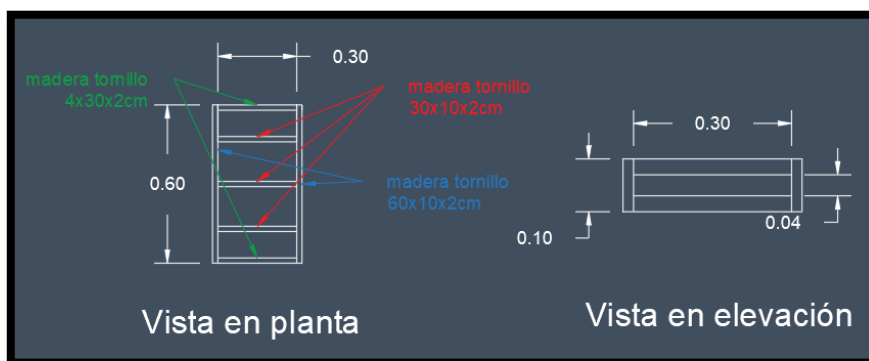
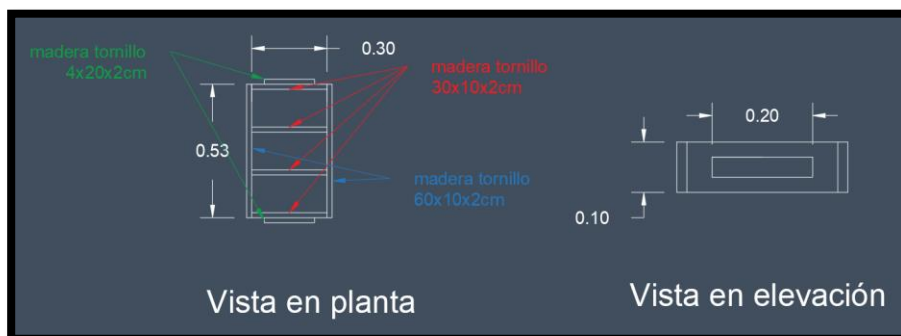


Figura 16. Versión 1, adobera

Fuente: Elaboración propia

En esta versión, como se puede apreciar en la figura, se han utilizado 2 maderas tornillo de 4x30x2 cm (agarraderas), 3 maderas tornillo de 30x10x2 cm, 2 maderas tornillo de 60x10x2 cm y 16 clavos de 3", donde el molde se pensaba tener las dos agarraderas alejadas y que se podía realizar 2 adobes en simultáneo.

En campo, se conversó con el maestro Walter, la persona especialista para fabricar los adobes, sobre mi diseño y quedamos en fabricar uno donde se realicen 3 adobes en simultáneo, por lo cual se actualizó el diseño quedando de esta manera:



*Figura 17. Versión final, adobera*

Fuente: Elaboración propia

Donde se han utilizado 2 maderas tornillo de 4x20x2 cm (agarraderas), 4 maderas tornillo de 30x10x2 cm, 2 maderas tornillo de 53x10x2 cm y 20 clavos de 3", de esta manera se pudieron realizar 3 adobes en simultáneo. Además, se ha utilizado una madera tornillo de 40x6x2cm para usarla como regla de enrasar. Finalmente, se realizó un molde más para las unidades cúbicas de adobe, se utilizaron 2 maderas tornillo de 10x10x2 cm y 2 maderas tornillo de 14x10x2 cm, además de 8 clavos de 2":



*Figura 18. Adobera versión final, lista para realizar actividades*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 19. Molde de adobe para unidades cúbicas*

Fuente: Elaboración propia

### Proceso constructivo

Para el proceso constructivo de la unidad de albañilería de adobe, se buscó una persona especialista en la fabricación de adobes en la ciudad de Lambayeque y participando en conjunto para poder monitorear mejor los resultados.

En total se han fabricado 714 unidades de albañilería más 42 unidades cúbicas. Para cada una de las 7 dosificaciones en peso propuestas se han trabajado 7 tandas, en cada tanda se han fabricado 102 unidades de albañilería más 6 unidades cúbicas.

Para el cálculo de la cantidad de fibra vegetal para cada tanda propuesta hizo por dos formas:

Usando volúmenes y peso volumétrico:

El Volumen de una unidad de adobe de la investigación es  $0.0036\text{m}^3$  y el peso volumétrico seco compactado calculado en esta investigación es de  $1450.75\text{kg}/\text{m}^3$ , sabiendo que se usarán 102 unidades de albañilería + 6 unidades cúbicas entonces el peso de la tanda total es de 549.41 kg.

Usando la experiencia de la primera tanda:

La experiencia del maestro fue muy importante ya que se encargaba de añadir los materiales y mientras los taraba para controlar el suelo y fibras utilizadas. Cuando se hizo la primera tanda, para el suelo se calculó los pesos utilizando una balanza y un balde de 18 litros, se registró el peso de cada suelo en el balde =  $24.50\text{kg}/\text{balde}$  y del balde con arena =  $23.5\text{kg}/\text{balde}$ . Se añadieron 14 baldes de sólidos (9 baldes de suelo más 5 de arena fina) dando un total de 343kg aproximadamente. Para la cáscara de arroz, se han utilizado 2 sacos de cáscara de arroz con un peso total de 4.2kg. Con respecto al agua se usaron 7 baldes de 18L dando un total de 126 litros. Con estos materiales se fabricaron 60 unidades de albañilería de adobe. Se calcula el porcentaje de peso seco de la tierra de la cáscara de arroz: 1.22%.

Entonces teniendo estos datos se considera un peso de tanda de 612 kg, se calcula los pesos de cada fibra vegetal para cada tanda, los porcentajes utilizados representan a los materiales sólidos en estado natural de la tanda para poder fabricar la cantidad de unidades necesarias.

TANDA	Dosificación en peso (% peso de tanda)	Peso de tanda considerado (kg)	Porcentaje (%)		Fibra vegetal (kg)	
					Arroz	Caña
1	patrón (1.22% arroz)	612	100		7.47	0.00
2	0.8% predominancia en arroz		87.5	12.5	4.28	0.61
3	0.6% predominancia en arroz		87.5	12.5	3.21	0.46
4	0.4% predominancia en arroz		87.5	12.5	2.14	0.31
5	0.4% predominancia en caña		12.5	87.5	0.31	2.14
6	0.6% predominancia en caña		12.5	87.5	0.46	3.21
7	0.8% predominancia en caña		12.5	87.5	0.67	4.28

Tabla 5. Cálculo de los pesos de las fibras vegetales con respecto al peso de la tanda para cada dosificación propuesta en la investigación

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculado la dosificación en peso se han calculado las dosificaciones en volumen, para eso se ha realizado la conversión de la siguiente forma:

Dosificación en peso de la tanda patron:

Barro	Fibra de arroz	Agua (litros)
612 kg	7,47 kg	225lts
1	0,0122	0.37 lts

Tabla 6. Dosificación en peso de la tanda 1 "patrón"

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0,0122 : 0 con 0.37 lts de agua por cada 1 kilo de barro y se desea conocer en volumen equivalente:

- Peso volumétrico suelto del barro: 1279.18kg/m<sup>3</sup>
- Densidad real cáscara de arroz: 1.51 gr/cm<sup>3</sup> o 1510 kg/m<sup>3</sup>

Calculo en metro cubico por tanda:

- Barro:  $612\text{kg}/1279.18\text{kg/m}^3 = 0.478 \text{ m}^3$
- Cáscara de arroz:  $7,47\text{kg}/1510\text{kg/m}^3 = 0.004947 \text{ m}^3$

Barro	Fibra de arroz	Agua (litros)
0.478 m <sup>3</sup>	0.0049m <sup>3</sup>	225lts
1	0.01	470.71lts

Tabla 7. Dosificación en volumen de la tanda 1 “patrón”

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.01 : 0 con 470.71 lts de agua por cada metro cubico de barro utilizado.

Repitiendo el mismo procedimiento se han calculado todas las dosificaciones tanto en peso como en volumen propuestas por esta investigación

Dosificación en peso de la tanda 2:

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
612 kg	4.28 kg	0.61 kg	225lts
1	0.007	0.001	0.37 lts

Tabla 8. Dosificación en peso de la tanda 2

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.007 : 0.001 con 0.37 lts de agua por cada 1 kilo de barro y se desea conocer en volumen equivalente:

- a) Peso volumétrico suelto del barro: 1279.18kg/m<sup>3</sup>
- b) Densidad real cáscara de arroz: 1.51 gr/cm<sup>3</sup> o 1510 kg/m<sup>3</sup>
- c) Densidad real bagazo de caña de azúcar: 0.16 gr/cm<sup>3</sup> o 160 kg/m<sup>3</sup>

Calculo en metro cubico por tanda:

- a) Barro:  $612\text{kg}/1279.18\text{kg}/\text{m}^3 = 0.478 \text{ m}^3$
- b) Cáscara de arroz:  $4.28\text{kg}/1510\text{kg}/\text{m}^3 = 0.0028 \text{ m}^3$
- c) Bagazo de caña de azúcar:  $0.61 \text{ kg}/160\text{kg}/\text{m}^3 = 0.0038 \text{ m}^3$

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
0.478 m <sup>3</sup>	0.0028m <sup>3</sup>	0.0038 m <sup>3</sup>	225lts
1	0.0060	0.0080	470.71 lts

Tabla 9. Dosificación en volumen de la tanda 2

Fuente: Propia



Entonces la dosificación será 1 : 0.0060 : 0.0080 con 470.71 lts de agua por cada metro cubico de barro utilizado.

Dosificación en peso de la tanda 3:

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
612 kg	3.21 kg	0.46 kg	225lts
1	0.0053	0.0007	0.37 lts

*Tabla 10. Dosificación en peso de la tanda 3*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.0053 : 0.0007 con 0.37 lts de agua por cada 1 kilo de barro.

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
0.478 m3	0.002m3	0.003 m3	225lts
1	0.0042	0.0063	470.71 lts

*Tabla 11. Dosificación en volumen de la tanda 3*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0,0042 : 0,0063 con 470.71 lts de agua por cada metro cubico de barro utilizado.

Dosificación en peso de la tanda 4 :

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
612 kg	2.14 kg	0.31 kg	225lts
1	0.0035	0.0005	0.37 lts

*Tabla 12. Dosificación en peso de la tanda 4*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.0035 : 0.0005 con 0.37 lts de agua por cada 1 kilo de barro.

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
0.478 m3	0.0014m3	0.0019 m3	225lts
1	0.0030	0.0040	470.71 lts

*Tabla 13. Dosificación en volumen de la tanda 4*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.003 : 0.004 con 470.71 lts de agua por cada metro cubico de barro utilizado.

Dosificación en peso de la tanda 5 :

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
612 kg	0.31 kg	2.14 kg	225lts
1	0.0005	0.0035	0.37 lts

*Tabla 14. Dosificación en peso de la tanda 5*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.0005 : 0.0035 con 0.37 lts de agua por cada 1 kilo de barro.

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
0.478 m3	0.0002m3	0.0134 m3	225lts
1	0.0004	0.028	470.71 lts

*Tabla 15. Dosificación en volumen de la tanda 5*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.0004 : 0.028 con 470.71 lts de agua por cada metro cubico de barro utilizado.

Dosificación en peso de la tanda 6 :

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
612 kg	0.46 kg	3.21 kg	225lts
1	0.0007	0.0053	0.37 lts

*Tabla 16. Dosificación en peso de la tanda 6*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.0007 : 0.0053 con 0.37 lts de agua por cada 1 kilo de barro.

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
0.478 m3	0.0003m3	0.02 m3	225lts
1	0.0006	0.0418	470.71 lts

*Tabla 17. Dosificación en volumen de la tanda 6*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.0006 : 0.0418 con 470.71 lts de agua por cada metro cubico de barro utilizado.

Dosificación en peso de la tanda 7 :

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
612 kg	0.61 kg	4.28 kg	225lts
1	0.001	0.007	0.37 lts

*Tabla 18. Dosificación en peso de la tanda 7*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.001 : 0.007 con 0.37 lts de agua por cada 1 kilo de barro.

Barro	Fibra de arroz	Fibra de caña	Agua (litros)
0.478 m <sup>3</sup>	0.0004m <sup>3</sup>	0.0268 m <sup>3</sup>	225lts
1	0.0008	0.056	470.71 lts

*Tabla 19. Dosificación en volumen de la tanda 7*

Fuente: Propia

Entonces la dosificación será 1 : 0.0008 : 0.056 con 470.71 lts de agua por cada metro cubico de barro utilizado.

Resumen de dosificaciones		
Tanda	Por Peso	Por Volumen
Patrón	1 : 0.0122 : 0 con 0.37 lts de agua por kilo de barro	1 : 0.01 : 0 con 470.71 lts de agua por metro cubico de barro utilizado.
2	1 : 0,007 : 0,001 con 0.37 lts de agua por kilo de barro.	1 : 0,006 : 0,008 con 470.71 lts de agua por metro cubico de barro utilizado.
3	1 : 0,0053 : 0,0007 con 0.37 lts de agua por kilo de barro	1 : 0,0042 : 0,0063 con 470.71 lts de agua por metro cubico de barro utilizado
4	1 : 0,0035 : 0,0005 con 0.37 lts de agua por kilo de barro	1 : 0,003 : 0,004 con 470.71 lts de agua por metro cubico de barro utilizado
5	1 : 0.0005 : 0.0035 con 0.37 lts de agua por kilo de barro	1 : 0.0004 : 0.028 con 470.71 lts de agua por metro cubico de barro utilizado
6	1 : 0.0007 : 0.0053 con 0.37 lts de agua por kilo de barro	1 : 0.0006 : 0.0418 con 470.71 lts de agua por m3 de barro utilizado.
7	1 : 0.001 : 0.007 con 0.37 lts de agua por kilo de barro.	1 : 0.0008 : 0.056 con 470.71 lts de agua por m3 de barro utilizado.

Tabla 20. Tabla resumen de dosificaciones en peso y en volumen de las proporciones propuestas

Fuente: Propia



Figura 20. Unidades de albañilería – Tanda 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Unidades de albañilería – Tanda 2

Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Unidades de albañilería – Tanda 3

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Unidades de albañilería – Tanda 4

Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Unidades de albañilería –  
Tanda 5

Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Unidades de albañilería – Tanda  
6

Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Unidades de albañilería – Tanda 7

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento que he hecho es el siguiente:

- Preparación de área de trabajo = Se debe tener un área amplia, libre de plantas y escombros. En mi investigación, el área escogida no fue en la misma cantera ya que solo venden adobes a sus conocidos, es por eso por lo que se escogió un terreno de área 10x14m en las Casuarinas- Lambayeque (figura 28). Se tuvo que realizar trabajo de desbroce y limpieza de terreno, además de nivelar el terreno. “Casuarinas” se encuentra localizado en la parte este de Lambayeque, entre las calles Avelino Cáceres y Los Alisos (figura 27).



Figura 27. Área de trabajo “Casuarinas”

Fuente: Google Maps



Figura 28. Área de trabajo “Casuarinas” inicial

Fuente: Elaboración propia



Figura 29. “Casuarinas” después del trabajo de desbroce y limpieza de terreno.

Fuente: Elaboración propia

- Suministro de materiales = Se debe buscar un proveedor seguro del material “suelo” y “arena fina” de la cantera “Buenos aires” para que la actividad de fabricación de la unidad de albañilería de adobe no cese.

La ubicación de la cantera “Buenos aires” es al oeste-sur de la ciudad Lambayeque, como referencia es pasando el comedor de la universidad “Pedro Ruiz Gallo”.

Se conversó con varias motocargas con capacidad de aproximadamente 700 kg para poder suministrarlo con un costo de 40 soles por viaje el costo del “suelo” y 30 soles el costo de la “arena fina”. Una vez dispuesto en el área de trabajo “Casuarinas”, se cubre con una lona de plástico para evitar que el viento lo desperdigue. El tiempo de transporte más la descarga demoró cerca de 30 minutos.



Figura 30. Asentamiento Buenos Aires – Área total

Fuente: Propia

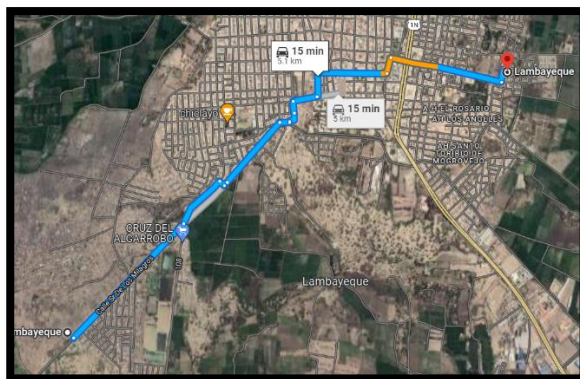


Figura 31. Trayecto desde “Buenos Aires” hasta “Casuarinas”

Fuente: Propia

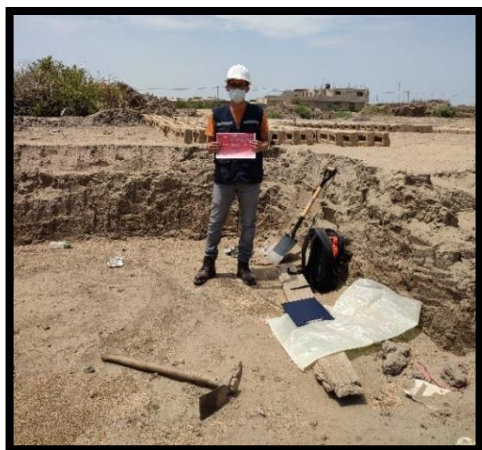


Figura 32. Cantera “Buenos Aires”, suministro de suelo

Fuente: Propia



Figura 33. Cantera “Buenos Aires”, suministro de arena fina

Fuente: Propia



Figura 34. Suministro de material “suelo” en motocarga

Fuente: Propia



Figura 35. Suministro de material “arena fina” en motocarga

Fuente: Propia



Figura 36. Almacenaje del material “suelo”

Fuente: Propia

- Preparación y mezclado del barro o “dormido” = Remojar el suelo y dejar reposar 24 horas (dormido), con el objetivo de mejorar la trabajabilidad de la mezcla y activar la arcilla que posee.

Se coloca la cantidad de suelo necesaria para hacer una tanda, empleando pala y 1 balde de 18 litros, sobre una lona de plástico, se hace un montículo hueco y se satura. Poco a poco se va mezclando y añadiendo una parte de las fibras vegetales que tenemos ya en las taras plásticas (cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar) utilizando una pala y se tiene que dejar un tiempo que el material suelo absorba el agua. Finalmente, cuando el “dormido” está preparado, se tapa con otra lona de plástico para evitar un secado abrupto ocasionado por el sol y por el viento.

Todo este proceso demora de 2 a 3 horas.





Figura 37. Montículo de "suelo" añadiendo agua para mezclarse

Fuente: Propia



Figura 38. Dormido totalmente saturado

Fuente: Propia



Figura 39. Añadiendo las fibras vegetales al dormido

Fuente: Propia

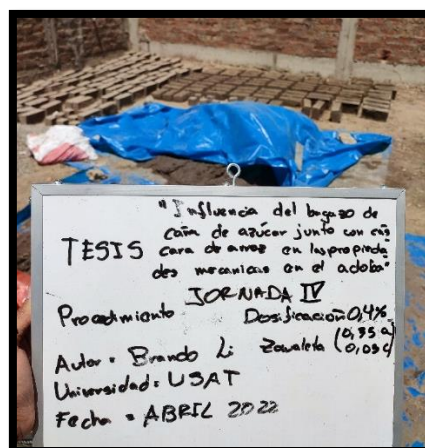


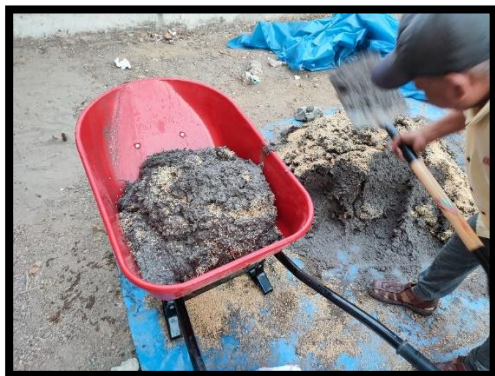
Figura 40. Jornada 4 (0.4% mayoría de cáscara de arroz)

Fuente: Propia

- Moldeo de la unidad de albañilería de adobe o botado de adobe= Con la adobera de madera de medidas 30x15x10cm de medidas internas se usa para poder moldear la unidad de adobe se realiza un día después del mezclado del dormido.

En esta etapa se aconseja mezclar el dormido por lo menos 15 minutos e ir añadiendo agua y fibra vegetal tanto se requiera. Previamente se prepara el lugar donde se va a "botar" el adobe, colocando una cama de arena fina con la finalidad de que no se pegue al terreno. Para trabajar mejor se compró una carretilla para poder mover el barro. La adobera tiene que estar mojada permanentemente en todo el proceso de moldeo. Se procede a lavar el molde y esparcir arena fina en sus caras para evitar que se pegue. Finalmente se forma una

bola de barro y se arroja al molde con fuerza, con ayuda de los dedos se intenta colocar en los costados del molde, y se utiliza una regla de madera para enrasar el material excedente.



*Figura 41. Colocando la mezcla de barro en la carretilla*

Fuente: Propia



*Figura 42. Moldeando el adobe y enrasando con una regla de madera*

Fuente: Propia

- Secado= Utilizar una superficie horizontal limpia, si es posible usar arena fina para evitar que el suelo se pegue al adobe. Luego de 3 días los adobes se podrán poner de canto. Después de una semana se puede apilar de canto, con el objetivo de ganar área en el sitio para poder fabricar más tandas, por 1 semana más y después se transporta. A su vez, como son artesanales tienden a derramar parte de su material por los costados, es decir se tienen que recortar la unidad de albañilería utilizando un machete.



*Figura 43. Poniendo de canto los adobes después de 3 días*

Fuente: Propia



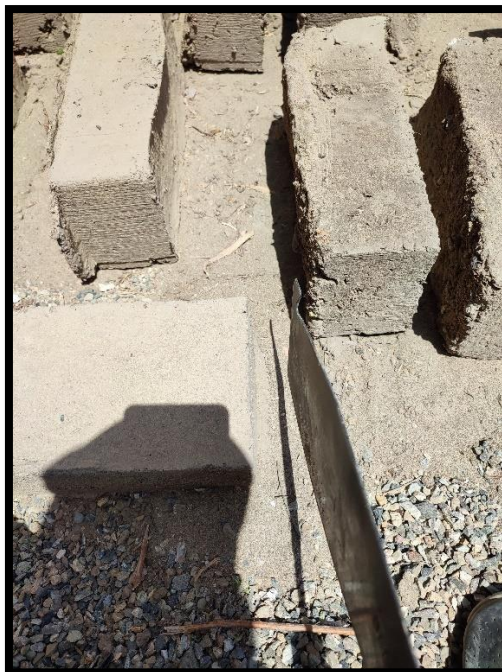
*Figura 44. Adobes secándose*

Fuente: Propia



*Figura 45. Apilando el adobe en 3 niveles de canto*

Fuente: Propia



*Figura 46. Perfilando adobe con un machete*

Fuente: Propia

- Transporte y puesta en obra= Después de 2 a 3 semanas iniciado el secado, es posible transportarlo y disponerlo en cancha. En este caso, el laboratorio “LEMS W&C EIRL” ubicado en carretera Chiclayo – Pimentel con referencia detrás de la UDCH, será el lugar de disposición final ya que se harán los posteriores ensayos a las unidades de albañilería, unidades cubicas, muretes, pilas, etc.

En este proceso se tuvo que contratar el transporte (motocarga) de cada tanda, ya que no había espacio en el laboratorio y, por otra parte, no equivocarme al momento de fabricar cada dosificación en peso. El costo de cada transporte fue de 40 soles. El proceso de carga y descarga de las unidades de albañilería demoró en total 40 minutos por cada tanda.



Figura 47. Ubicación del laboratorio "LEMS W&C EIRL"

Fuente: Google maps

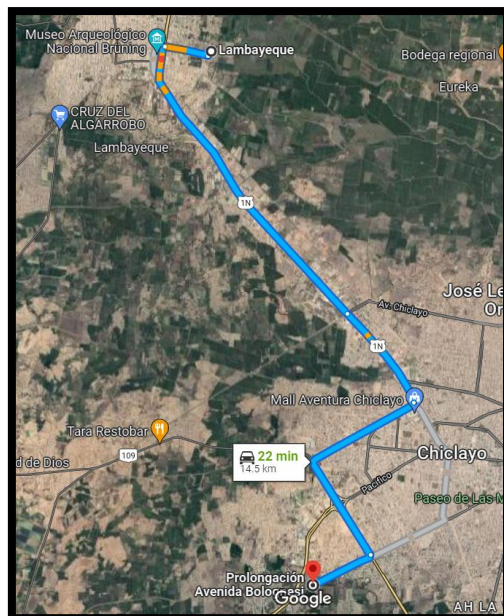


Figura 48. Trayecto desde "Casuarinas" hasta laboratorio "LEMS W&C EIRL"

Fuente: Google maps



Figura 49. Transporte en motocarga de los adobes

Fuente: Propia



Figura 50. Apilando las unidades de adobe en el laboratorio "LEMS W&C EIRL"

Fuente: Propia

Propiedades mecánicas por evaluar

Resistencia a la compresión de una unidad

Es una característica mecánica simple, definiéndose como capacidad de soportar una carga por una unidad de área, con las unidades de  $\text{kg/cm}^2$  [18].

Para medir los esfuerzos de rotura mínima del material tierra a la compresión, se requiere cumplir para cubos con aristas de 0.1m. Asimismo, las siguientes consideraciones [22]:

- La resistencia última, se obtiene mediante el desarrollo de la siguiente expresión

$$f_{o=1.0 MPa=10.2 kgf/cm^2}$$

- El promedio de las muestras de adobe debe ser obtenidas de las cuatro mejores (de seis muestras) deben ser igual o mayor a la resistencia ultima indicada [22].



Figura 51. Unidades cúbicas – tanda 4

Fuente: Propia

#### Resistencia a la compresión de pilas

Para medir los esfuerzos de rotura mínima del material tierra a compresión para pilas, se requiere cumplir con las siguientes consideraciones [22].

La resistencia última debe encontrarse dentro del siguiente rango  $0.6 MPa = 6.12 kgf/cm^2$ .

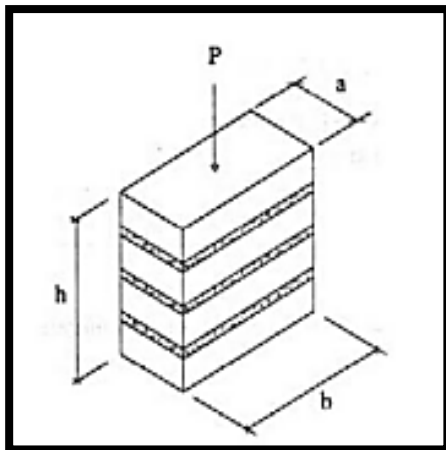


Figura 52. Ejemplo teórico de pilas para medir la rotura mínima a la compresión

Fuente: [22]



Figura 53. Ejemplo real de pilas para medir la rotura mínima a la compresión

Fuente: Propia

Para el diseño de la pila se tuvo en cuenta la norma e 0.80, el ensayo de compresión en muretes de adobe o tapial de altura igual a tres veces la menor dimensión de la base [22].

$$a = 14\text{cm}$$

$$h = 43.5\text{cm}$$

$$\text{entonces: } h/a = 3.1$$

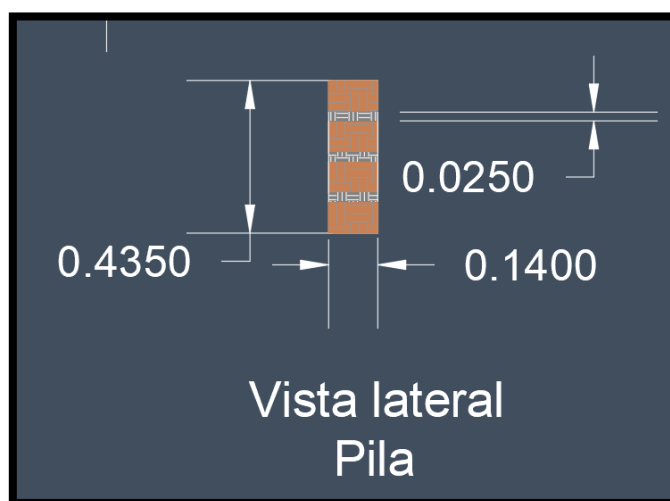


Figura 54. Diseño de pila para investigación

Fuente: Propia

Resistencia a la compresión diagonal de muretes

Para medir el esfuerzo de rotura de las muestras de muretes a compresión diagonal, se requiere lo siguiente: [22].

La resistencia última debe encontrarse dentro del siguiente rango  $0.025 \text{ MPa} = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$ .

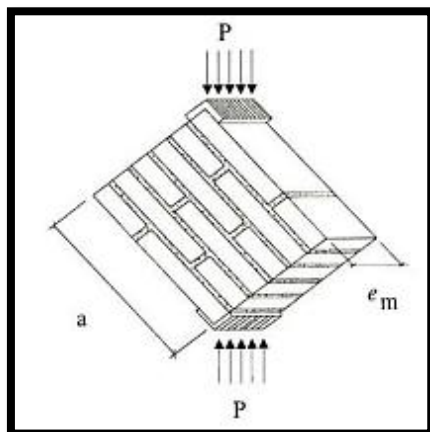


Figura 55. Ejemplo teórico de muretes para calcular el esfuerzo de rotura a compresión diagonal

Fuente: [22]



Figura 56. Ejemplo real de muretes para calcular el esfuerzo de rotura a compresión diagonal

Fuente: Propia

Este ensayo debe ser en muretes de adobe con medidas aproximadas de  $0.65\text{m} \times 0.65\text{m} \times e_m$  [22].

La dimensión del murete depende de la medida del bloque de adobe, es por eso el diseño del murete tuvo unas dimensiones de  $0.625\text{m} \times 0.625\text{m} \times 0.14\text{m}$ .

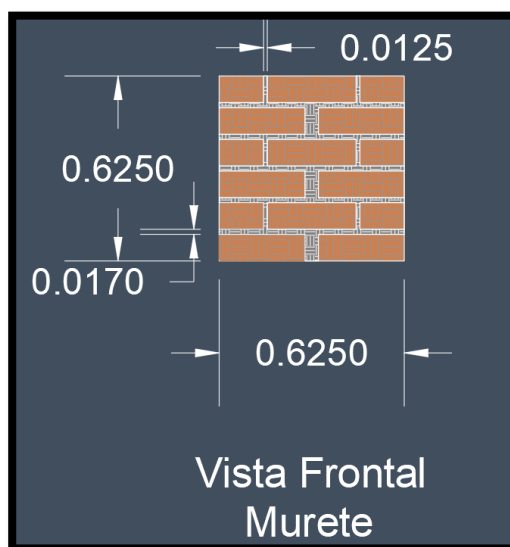


Figura 57. Diseño de pila para investigación

Fuente: Propia

## Fibras vegetales

La investigación tiene como objetivo proponer fibras vegetales para aumentar la resistencia mecánica de la unidad del adobe, mas no controlar su fisuración. A lo largo del desarrollo se descubrió que, añadirle más bagazo de caña de azúcar no aumenta su resistencia y aumenta su fisuración, mientras que añadir más cascara de arroz aumenta su resistencia y disminuye su fisuración; pero al añadirle ambas fibras, contribuye a, por un lado, disminuir su fisuración y a su vez, aumentar su resistencia mecánica. Los porcentajes de dosificación con respecto a su peso ideales para aumentar su resistencia mecánica rondan entre 0.3% - 0.5%, un porcentaje de 0.8% de bagazo de caña de azúcar, presenta gran cantidad de fisuras en la unidad de adobe.

También cabe mencionar que, dentro de los antecedentes propuestos, añadir estas fibras vegetales a una unidad de albañilería de adobe solo aumenta su resistencia mecánica y controla su fisuración, pero no ayuda a mejorar la resistencia contra la acción del agua (inundación). Dentro de esta investigación se realizó el ensayo de succión a las unidades de albañilería de adobe de todas las tandas, demostrando que todas las unidades se desmoronaron en poco tiempo y descartarlo al no tener resultados coherentes.

En este subíndice se hablará de las fibras vegetales utilizadas (cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar) sobre su definición, características, propiedades físicas y químicas, y su proceso previo para implementarlo en la unidad de albañilería de adobe.

### Cáscara de arroz

#### Definición

Es uno de los subproductos más problemáticos de eliminar durante la cosecha del arroz. Ante la dificultad, elevado costo de su retirada y nulo aprovechamiento, la práctica más frecuente por los agricultores es quemarla en el campo, lo que genera una gran concentración de emisiones al aire, provocando la contaminación del lugar y zonas aledañas, con partículas y gases resultantes de la combustión. Por ello su utilización en la elaboración de adobes es un gran aporte para la disminución de la contaminación ambiental [35].





*Figura 58. Sacos de cáscara de arroz compactado*

Fuente: Propia



*Figura 59. Quema de cáscara de arroz*

Fuente: Propia

Según testimonios de los trabajadores adoberos, suelta una sustancia ligante dentro del dormido que permite una liga más fuerte del adobe final, esto no está comprobado oficialmente.

La cáscara de arroz puede provenir de varios tipos de arroz, ya que en el molino solo se encarga de molerlo y juntarla a través de una tubería (figura 61). También se puede decir que es considerado un desperdicio para algunos, sin embargo, otros molinos lo apilan en sacos negros de aproximadamente 50 kilos y lo comercializan. Cuesta 230 soles la tonelada, aproximadamente 23 soles el saco de 12 kilos, en Lambayeque.



*Figura 60. Sacos de cáscara de arroz de un molino*

Fuente: Propia



*Figura 61. Tubería donde cae la cáscara de arroz después del proceso de molienda*

Fuente: Propia

#### Características

Como un material lignocelulósico, lo cual le confiere estas principales características [36]:

- Es insoluble en el agua.
- Rígido, funciona como soporte estructural a una planta.
- Color pardo, conferido por la lignina.
- Es resistente a la exposición al medio ambiente.
- Baja conductividad térmica (es un buen aislante).
- No se quema con facilidad, alta temperatura de incineración.
- Baja densidad.
- Alta dureza.
- Puede convertirse en biomasa.
- Unirse como material de construcción.
- Elaboración de abonos.
- Obtención de papel.
- Alimento para animales de granja.

#### Propiedades físicas y químicas

Las propiedades físicas y químicas se estudiaron en el laboratorio Rivelab, localizado en Trujillo. Se envió medio kilo en bolsas selladas y en una caja. Las propiedades que se estudiaron tienen relación con la investigación, que es como material de construcción civil. La medida de la cáscara ronda de 1cm a 2 cm. Estos ensayos van relacionados con la perdurabilidad a través del tiempo y la resistencia al medio ambiente.



*Figura 62. Fibra vegetal "cáscara de arroz" - medida*

Fuente: Propia



Figura 63. Material de fibra vegetal envueltas en bolsas selladas

Fuente: Propia



Figura 64. Encomienda de mi material para envío a Trujillo

Fuente: Propia

Determinación	Unidades	Resultados
pH	Unidad de pH	6.72
Humedad	%	9.8
Densidad real	g/cm <sup>3</sup>	1.51
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	0.097
Material volátil	%	62.98
Carbón fijo	%	12.38
Ceniza	%	24.64

Tabla 21. Tabla de resultados del estudio fisicoquímico a la cáscara de arroz

Fuente: Informe de ensayo "RIVELAB"

#### Proceso de extracción

El proceso de extracción fue pensado para la investigación que se encuentra en la ciudad de Lambayeque, es por eso por lo que se ha escogido los molinos de la carretera Chiclayo-Lambayeque (en específico, comienza desde la av. Chiclayo hasta el grifo PRIMAX en Lambayeque), con el objetivo de conseguir una distribución perpetua a lo largo de mi investigación.



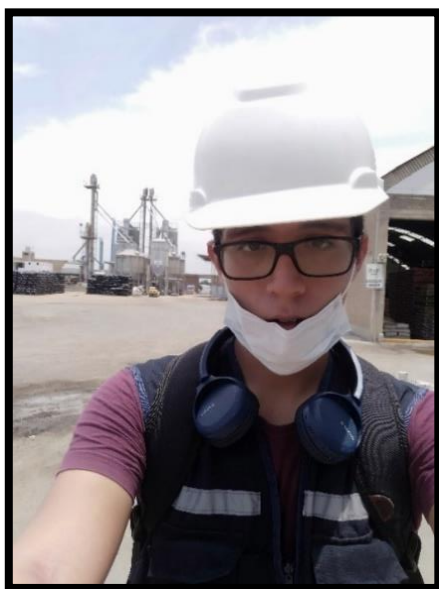
*Figura 65. Pilas de sacos negro de cáscara de arroz en el molino "MOLINOR"*

Fuente: Propia



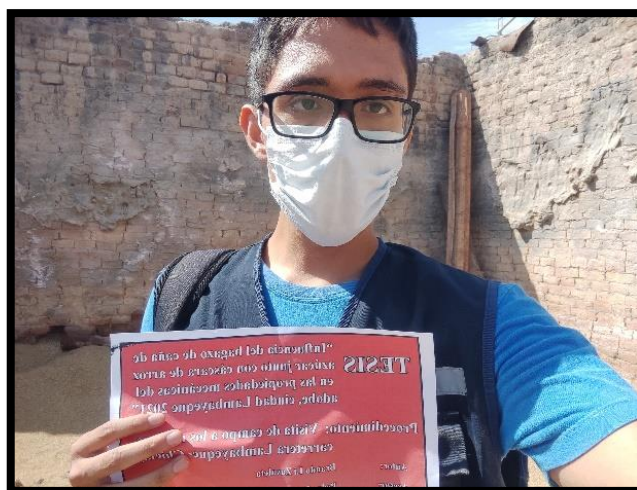
*Figura 66. Máquina de compresión de pilas de cáscara de arroz en el molino "MOLINOR"*

Fuente: Propia



*Figura 67. Visita al molino "MOLINOR"*

Fuente: Propia



*Figura 68. Visita al molino "LAMBAYEQUE"*

Fuente: Propia



Figura 69. Extracción de la materia “cáscara de arroz” – molino “LAMBAYEQUE”

Fuente: Propia

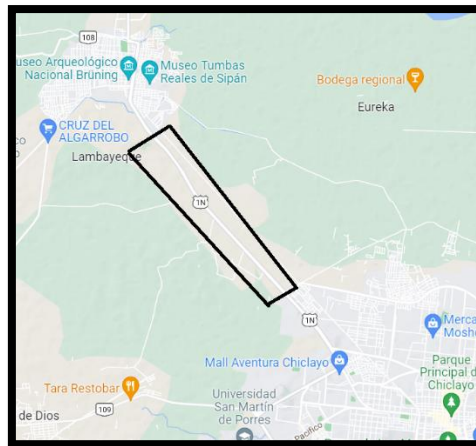


Figura 70. Área de estudio de los molinos

Fuente: Propia

Teniendo identificadas los molinos donde me permitan recoger el material “cáscara de arroz” se procedió a ponerlo en sacos e ir almacenándolos en “Casuarinas” para su posterior adición a los adobes, se realizaron varios viajes en moto. Se tiene que resaltar el molino “MOLINOR” y a su personal por su visita guiada, molino “MOLICENTRO” porque me regalaron alrededor de 10 kg y finalmente, molino “LAMBAYEQUE” por regalarme alrededor de 5 kg.

<b>Ítem</b>	<b>Molino</b>
1	Molino Castillo
2	Molinera Sudamérica
3	Compañía Agroindustrial Santa Ana
4	Molino's Escobar
5	Los Angeles Molinos
6	Molicentro
7	Molino Las Delicias
8	Molinerías grupo RAM sac.
9	Molino El Pirata
10	Molino San Antonio
11	Molinos
12	Molino Chiclayo
13	Molino Santa Fe
14	Molinos Colpa
15	Piladora de Arroz El Marañon
16	El Molino del Agricultor
17	Molino San Nicolas srl.
18	EMOL Perú
19	Molino San Fernando
20	Molino Lambayeque

*Tabla 22. Tabla resumen de los molinos visitados*

Fuente: Propio

A continuación, se presenta fotografías de las visitas a los molinos:



*Figura 71. Molino "CASTILLO"*

Fuente: Propia



*Figura 72. Molinería "SUDAMERICA"*

Fuente: Propia



*Figura 73. Compañía agroindustrial "SANTA ANA"*

Fuente: Propia



*Figura 74. "Molino's Escobar"*

Fuente: Propia



*Figura 75. "LOS ANGELES" molinos*

Fuente: Propia



*Figura 76. "COMOLSA"*

Fuente: Propia



Figura 77. "SAN JORGE" molinos

Fuente: Propia



Figura 78. "MOLICENTRO"

Fuente: Propia



Figura 79. Molino "DELICIAS"

Fuente: Propia



Figura 80. Molinerías grupo RAM sac.

Fuente: Propia



Figura 81. Molino El Pirata

Fuente: Propia



Figura 82. Molino San Antonio

Fuente: Propia





Figura 83. "MOLINOR"

Fuente: Propia



Figura 84. Molino Chiclayo

Fuente: Propia



Figura 85. Molino Santa Fe

Fuente: Propia



Figura 86. Molinos Colpa

Fuente: Propia



Figura 87. Piladora de Arroz El Marañon

Fuente: Propia



Figura 88. El Molino del Agricultor

Fuente: Propia



Figura 89. Molino San Nicolas srl.

Fuente: Propia



Figura 90. EMOL Perú

Fuente: Propia



Figura 91. Molino San Fernando

Fuente: Propia



Figura 92. Molino Lambayeque

Fuente: Propia

No existe ningún proceso adicional para esta fibra, es decir, ni bien se extrae está listo para utilizarse. Cabe añadir que la cáscara de arroz de Lambayeque no está bien caracterizada tanto como el grano de arroz y este estudio impulsa a investigar acerca de este tema.

### Bagazo de caña de azúcar

#### Definición

Es el residuo fibroso que se obtiene después del proceso de triturar y comprimir la caña de azúcar. Representa el 28% en peso de la caña que se procesa. Constituido por 4 fracciones: Fibra (45%), sólidos insolubles (2-3%), sólidos solubles (2-3%) y agua (50%); representa el coproducto de mayor tonelaje y volumen de la producción industrial del azúcar de la caña [35].

Según Martínez, el bagazo de caña de azúcar absorbe el agua y otros hidrocarburos es decir funciona como sorbente, además de ser un material lignocelulósico que le confiere sus propiedades ya mencionadas [37].

Al ser una fibra vegetal que retiene mucha agua, al momento de secarse el adobe este hace que se raje por la contracción abrupta y es muy importante controlar su dosificación en peso en la tanda a fabricar.



*Figura 93. Fibra vegetal “bagazo de caña de azúcar”*

Fuente: Propia

#### Características

Al igual que la fibra vegetal “cáscara de arroz”, es un material ligninacelulósico y le confiere las mismas propiedades ya mencionadas de las cuales las más importantes son:

- Rígido, funciona como soporte estructural a una planta.
- La pulpa o parte interior tiene la capacidad de retener mucha agua.
- La cobertura o la parte externa tiene gran capacidad de resistencia a la tracción y compresión.
- Posee un color blanco el interior y verde amarillento el exterior.
- Es resistente a la exposición al medio ambiente.
- Baja conductividad térmica (es un buen aislante).
- No se quema con facilidad, alta temperatura de incineración.
- Baja densidad.
- Alta dureza.
- Puede convertirse en biomasa.
- Portador energético, su uso favorece al medio ambiente al reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> por su empleo como fuente renovable.

### Propiedades físicas y químicas

Las propiedades físicas y químicas se estudiaron en el laboratorio Rivelab, localizado en Trujillo, al igual que la fibra “cáscara de arroz”. Se envió medio kilo en bolsas selladas y en una caja.

La longitud empleada para esta investigación de la fibra fue de 10 cm, se invita a otras investigaciones a variar esta longitud entre 4 a 10 cm.



Figura 94. Longitud empleada para la fibra vegetal "bagazo de caña de azúcar"

Fuente: Propia

Determinación	Unidades	Resultados
pH	Unidad de pH	6.94
Humedad	%	5.81
Densidad real	g/cm <sup>3</sup>	0.1584
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	0.0816
Oxido de Silicio (%SiO <sub>2</sub> )	%	62.30
Poder Calórico Promedio	KJ/kg	15260
Cenizas	%	2.50

Tabla 23. Tabla de resultados del estudio fisicoquímico al bagazo de caña de azúcar

Fuente: Informe de ensayo “RIVELAB”

### Proceso de extracción

Si bien en un inicio se planteó visitar las agroindustriales que se encuentren cerca de la ciudad de Lambayeque, esto no fue posible ya que cuando iba a visitar estos negocios, su respuesta fue muy rotunda e inclusive pobladores cercanos me comentaron que los dueños son muy celosos con su negocio y que tenga cuidado porque puede atentar mi vida al tratar de investigar acerca de esta fibra vegetal. Algunas fotografías que estuve buscando cerca de las “Casuarinas” hacia el este donde tenía la información de que antes había plantaciones de caña de azúcar.

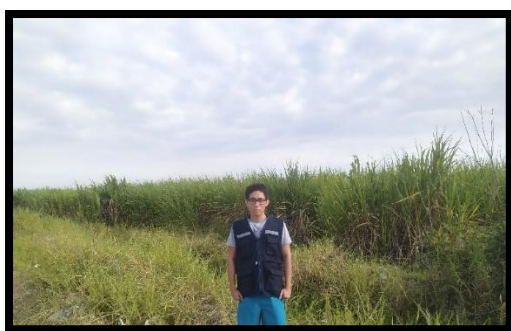


Figura 95. Visita a las plantaciones cerca de "Casuarinas"

Fuente: Propia

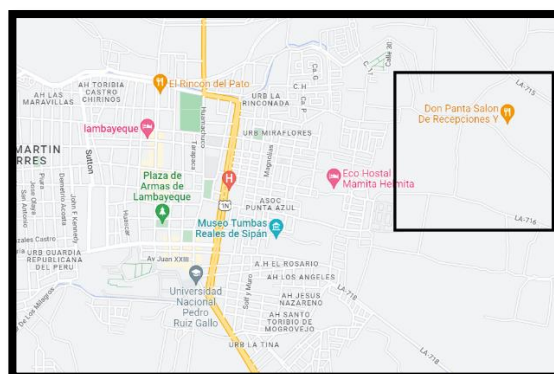


Figura 96. Área de estudio para caña de azúcar - vista satelital

Fuente: Propia



Figura 97. Quema de bagazo de caña de azúcar

Fuente: Propia

Para no interrumpir mi investigación, se optó por buscar “bagazo de caña de azúcar” en negocios pequeños donde venden jugo de caña de azúcar. Así fue como investigué en que mercados podría encontrar este tipo de lugares.

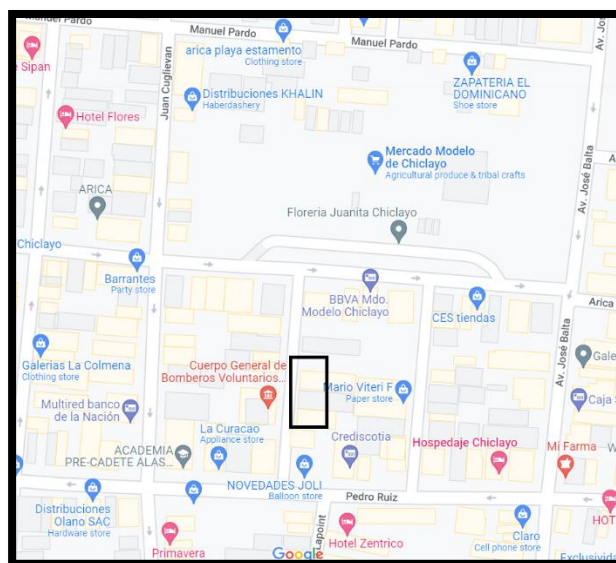


Figura 98. Proveedor de bagazo de caña de azúcar, Chiclayo - Vista Satelital

Fuente: Propia

Se pudo conseguir un proveedor de bagazo de caña de azúcar, localizado cerca del mercado Modelo en Chiclayo, con referencia al frente de la estación de bomberos, un local donde me compartían su residuo de su actividad. De esta forma, se pudo recopilar el material suficiente para mi investigación en sacos o en bolsas cada día que se requería. Algunos datos interesantes que se pudo recopilar acerca de este negocio, a través de la conversación hacia el dueño fueron:

- Al día se genera entre 20kg a 30kg de bagazo de caña de azúcar.
- Poseen una maquinaria eléctrica especializada en esa actividad.
- La caña proviene de Jaén.

Una vez conseguido el material, se tiene que procesar, ya que la fibra vegetal viene en longitudes de 80cm a 100cm, además de tener azúcar residual lo cual invita a agentes nocivos para la salud como los insectos y zancudos si se tiene almacenado por mucho tiempo. Es por eso por lo que se optó por primero, en enjuagar el bagazo de agua de azúcar y después secar al sol por 1 día. Después que seque, es posible cortarlo con tijeras o con un machete. Finalmente, se tiene que separar las fibras que aún se encuentra juntas, nos ayudamos con

guantes ya que el bagazo astilla los dedos y hay que tener mucho cuidado, para posteriormente almacenarlo en sacos y transportarlo a “Casuarinas”.



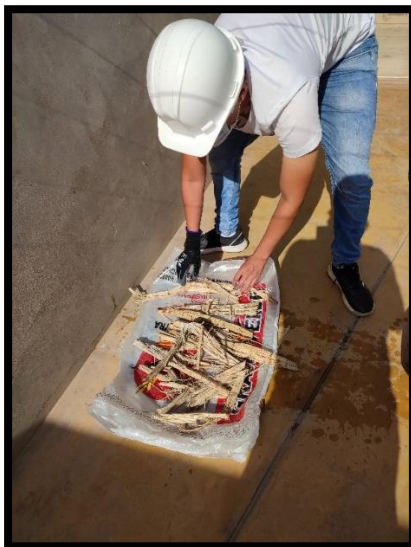
*Figura 99. Proceso posterior del bagazo de caña de azúcar*

Fuente: Propia



*Figura 100. Remoje y lavado del material “bagazo de caña de azúcar”*

Fuente: Propia



*Figura 101. Secado del material “bagazo de caña de azúcar”*

Fuente: Propia



*Figura 102. Recortando la fibra vegetal a una longitud de 10cm*

Fuente: Propia

## Mortero de barro

### Definición

Es el material de unión de los adobes en una albañilería. Debe ser de barro mezclado con paja o con arena gruesa y eventualmente con otras sustancias naturales espesas para controlar las fisuras del proceso de secado (cal, mucílagos de cactus, y otros comprobados) [22].

La dosificación en peso utilizada para el mortero de barro se calculó de la siguiente manera:

- 1/2 saco de suelo = 16 kg
- 2 baldes pequeños de agua= 3.5kg
- 0.25 kg de pajilla de arroz

Resulta 82% de sólidos con 18% de agua.

### Proceso constructivo

El mortero se empleó en la fabricación de las pilas y los muretes de adobe y se fabricó in situ en el laboratorio “LEMS W&C eirl”.

Primero se limpió una carretilla que va a funcionar como recipiente para la fabricación, se usó material “suelo” de la cantera “Buenos Aires”, arena gruesa, cáscara de arroz y agua. Por cada tanda se pudo construir 3 pilas y 3 muretes, el tiempo fue de 30 minutos para su preparación.



*Figura 103. Preparación del mortero de barro*

Fuente: Propia



### Definición de términos básicos

**ADOBE:** Es uno de los materiales de construcción más antiguos y que aún se encuentran en uso, este material se hace gracias a la de barro y paja, moldeado a la forma de un ladrillo, sin cocer y es secado a la intemperie [38].

**ARCILLA:** Es un material activo e indispensable del suelo, la cual al estar en contacto con el agua permite ser amasado [22].

**COMPRESIÓN:** Es una característica mecánica simple, definiéndose como capacidad de soportar una carga por una unidad de área, expresada en kg/cm<sup>2</sup> [18].

**ARENA FINA:** Es un componente inerte sin propiedades cohesivas y presentan partículas finas entre 0.08mm a 0.50mm [22].

**REFUERZO:** Son elementos conformados por materiales con una gran capacidad de tracción, permitiendo así controlar desplazamientos de muros en casos de fisuras estructurales, deben ser con baja dureza y flexibles para no dañar el elemento de tierra como el adobe [22].

### Marco legal

- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E080: Diseño y construcción con tierra reforzada. Lima.

Establece el diseño, construcción, reparación y reforzamiento de edificaciones de tierra reforzada.

Con este reglamento me he guiado para elaborar las unidades de albañilería de adobe. También dicta los ensayos mecánicos que se someten estas unidades.

- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E070: Albañilería. Lima.

Se considera esta norma ya que el ladrillo de arcilla cocida tiene similitud con la unidad de adobe en una edificación para la ejecución de algunos ensayos.

- Norma Técnica Peruano 339.127: 1998

Establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

- Norma Técnica Peruano 339.128: 1999

Establece el método de análisis granulométrico por tamizado y por la sedimentación de los suelos.

- Norma Técnica Peruano 339.129: 1999

Establece los métodos de ensayo para poder determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de una muestra de suelo (límites de Atterberg).

- Norma Técnica Peruano 339.134: 1999

Establece los métodos de clasificación de suelos según SUCS.

- Norma Técnica Peruano 399.613: 1999

Establece los ensayos a las unidades de albañilería.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### Tipo y nivel de investigación

#### Tipo de investigación

Según el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), una investigación aplicada está dirigida a determinar los medios por los cuales se pueden cubrir una necesidad reconocida y específica, utilizando el conocimiento específico [39].

La investigación aplicada es aquello que basándose en los resultados de la investigación básica está orientada a resolver los problemas sociales de una comunidad, tales como combatir la pobreza, la delincuencia, la infraestructura de una edificación, etc.; se formulan problemas e hipótesis para resolverlos [40].

Se pueden definir 3 enfoques: cuantitativo, cualitativo y mixto. En este estudio se usará para el nivel de investigación un enfoque cuantitativo, que se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas, utiliza la recolección de datos y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar la hipótesis formulada. Además, confía en la medición de variables e instrumentos de investigación, con el uso de la estadística (muestreo). A su vez, esta investigación tiene la estructura de un proyecto de I+D, contenida en el documento brindado por el CONCYTEC [39].

De esta manera, esta investigación, se considera aplicada con un enfoque cuantitativo, al tener como finalidad realizar la descripción de las propiedades mecánicas del adobe adicionando las fibras de arroz y bagazo de caña de azúcar en comparación con el adobe tradicional.

#### Nivel de investigación

Según su nivel es descriptivo – correlacional, debido a que recoge información de manera conjunta (suelo y fibras vegetales) para poder realizar una relación de varianza entre las alternativas de solución, es decir de las diferentes dosificaciones en peso [41].

#### Diseño de investigación

Para el diseño de la investigación se considerará un método experimental, es el método de investigación más refinado para recabar datos y verificar hipótesis, utiliza técnicas más sofisticadas como la matemática (estadística) y la lógica (control de variables y medición de diferencias estadísticas de resultados), es por eso que se utiliza en ciencias como la física,

química, biología e ingeniería ya que manipula una o más variables independientes y observa la variable dependiente en busca de una variación. [40].

Otra fuente nos indica que se puede dividir el diseño experimental en cuasiexperimental, pues el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. Previamente ya se han formado antes del experimento, también llamados grupos intactos [41].

Grupo A (18 muestras) → Dosificación A

Grupo B (18 muestras) → Dosificación B

Grupo F (18 muestras) → Grupo de control

Entonces el diseño de la investigación es considerado un diseño cuasiexperimental porque se encarga de la manipulación de sus variables para demostrar las hipótesis y además existen grupos ya formados antes de la experimentación. En esta investigación, al considerar de este diseño, se cree conveniente evaluar el efecto que genera una variable sobre otra. Para lo que se considera necesario mostrar el esquema lógico de sus variables.

$$X1 \rightarrow Y1$$

X= Propiedades mecánicas del adobe.

Y= Fibras de arroz con fibras de caña de azúcar en dosificación 0.4%,0.6% y 0.8% del peso del material “suelo” natural

Población, muestra de estudio y muestreo

Población

Se define como el total de las unidades de estudio, que contienen las características requeridas para la investigación (personas, objetos o conglomerados) [40].

Hernández Sampieri describe que la población debe tener límites muy claros y no debe representarse de manera automática. Es preferible establecer con claridad las características de la población con la finalidad de delimitar cuáles serán los parámetros muestrales [41].

En esta investigación toma como población a todas las unidades de adobe convencional sin agregar ninguna fibra vegetal y adobes que son reforzados con fibras de arroz junto con caña de azúcar fabricados en la ciudad de Lambayeque.

### Muestra de estudio

La muestra es una porción representativa de la población que tiene las características requeridas para la investigación y es suficientemente clara para que no haya confusión, permitiendo la generalización de los resultados obtenidas de la población [40].

Según NTP E. 0.80 indica un mínimo de 6 cubos para ensayo a compresión [22]. Por ello, se considera muestra de estudio a 54 especímenes de estudio de adobe con adición de 0.4%, 0.6% y 0.8% de fibras de arroz junto con fibras de caña de azúcar en una proporción del 12.5% y 87.5% de la dosificación, es decir para una dosificación del 4% del peso seco de la muestra se tomará en cuenta 0.05% para la fibra de arroz y 0.35% para la fibra de caña de azúcar y viceversa para todas las dosificaciones, como se detalla a continuación; además 18 muestras más para adobe convencional.

Se han considerado 6 adobes para cada dosificación más para realizar el ensayo de succión de la unidad de adobe, por recomendación del técnico de laboratorio. También se han realizado 6 muestras cúbicas para probar el mortero a compresión y 6 muestras para ensayo de resistencia del mortero a la tracción.

MUESTRAS DE ESTUDIO	Compresión de unidades	Compresión de pilas	Compresión diagonal
Adobe patrón	6	6	6
Adobe con 0.05% de fibras de arroz más 0.35% de fibras de caña de azúcar con respecto al peso seco de la muestra	6	6	6
Adobe con 0.075% de fibras de arroz más 0.525% de fibras de caña de azúcar con respecto al peso seco de la muestra	6	6	6
Adobe con 0.1% de fibras de arroz más 0.7% de fibras de caña de azúcar con respecto al peso seco de la muestra	6	6	6
Adobe con 0.35% de fibras de arroz más 0.05% de fibras de caña de azúcar con respecto al peso seco de la muestra	6	6	6
Adobe con 0.525% de fibras de arroz más 0.075% de fibras de caña de azúcar con respecto al peso seco de la muestra	6	6	6
Adobe con 0.7% de fibras de arroz más 0.1% de fibras de caña de azúcar con respecto al peso seco de la muestra	6	6	6
Total de muestras	126		

*Tabla 24. Muestra en la investigación*

*Fuente:* Elaboración propia.

### Muestreo

El muestreo es un procedimiento que permite la selección de las unidades de estudio que conforman la muestra (garantizando la confianza y la exigencia de la investigación), y su fin es recopilar datos requeridos para la investigación. [40].

<b>Muestréos Probabilísticos</b>	<b>Muestréos no Probabilísticos</b>
Aleatorio simple	Por conveniencia
Al azar sistemático	Opinático
Estratificado	Por cuotas
Por conglomerados	Elección razonada

*Tabla 25. Tipos de muestréos*

*Fuente:* Metodología de la investigación de Hernández Sampieri [41]

Entonces el muestreo elegido es no probabilístico, pues no depende de la probabilidad si no del criterio del investigador y por conveniencia del estudio en sí.

#### Criterios de selección

Para la selección del material suelo se buscó una localización que tengan actividad relacionada con el adobe, en la ciudad Lambayeque. Este requisito solo lo cumplía el asentamiento humano “Buenos aires” y además se le realizó los estudios empíricos brindados por la norma E 0.80 con tal de conseguir el nivel óptimo de arcilla requeridos para la fabricación de la unidad adobe. Se evidencia el incremento significativo de viviendas de adobe en este asentamiento.

Para la selección de la fibra vegetal “cáscara de arroz” se realizó visitas a los molinos que se localizan en la carretera Panamericana Norte (carretera Chiclayo – Lambayeque) para poder recopilar datos relevantes para esta investigación.

Para la selección de la fibra vegetal “bagazo de caña de azúcar” en un inicio se realizó fichas de observación para las agroindustrias visitadas. Sin embargo, por el impedimento de estas se optó por negocios locales donde se extraiga jugo de caña con una maquina eléctrica con la intención de no frenar la investigación.

#### Operacionalización de variables

El paso de una variable teórica a indicadores empíricos verificables y medibles e ítems o equivalentes se le denomina operacionalización [41].

Para este proceso se optó por variable independiente a bagazo de caña de azúcar junto con cáscara de arroz ya que es la causa de la variación de las propiedades mecánicas del adobe, que es la variable dependiente, además de la composición del material suelo, como también lo estipulado en el último objetivo (comparación económica, proceso constructivo y ambiental).

Dentro de la metodología del instrumento se optó a usar ficha de laboratorio, observación participante, escala numérica, ficha de investigación y hoja de codificación. En las escalas de medición tenemos a: nominal, intervalo y de razón.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
Bagazo de caña de azúcar junto con cáscara de arroz	Ensayos fisicoquímicos del bagazo de caña de azúcar	Determinación del pH	Ficha de laboratorio	Ordinal
		Humedad	Ficha de laboratorio	Medición de razón
		Oxido de Silicio (%SiO <sub>2</sub> )	Ficha de laboratorio	Medición de razón
		Poder calorífico promedio	Ficha de laboratorio	Ordinal
		Densidad real	Ficha de laboratorio	Ordinal
		Densidad aparente	Ficha de laboratorio	Ordinal
	Ensayos fisicoquímicos de la cáscara de arroz	Determinación del pH	Ficha de laboratorio	Ordinal
		Humedad	Ficha de laboratorio	Medición de razón
		Densidad real	Ficha de laboratorio	Ordinal
		Densidad aparente	Ficha de laboratorio	Ordinal
		Material Volátil	Ficha de laboratorio	Medición de razón
		Carbón Fijo	Ficha de laboratorio	Medición de razón

Tabla 26. Operacionalización de Variables (variable independiente)

Fuente: Elaboración propia



VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
Propiedades mecánicas del adobe	Pruebas empíricas al material suelo	Cinta de barro	Observación participante	Nominal
		Presencia de arcilla o resistencia seca	Observación participante	Nominal
	Ensayos físicos al material suelo	Granulometría	Ficha de laboratorio	Medición de razón
		Límites de consistencia	Ficha de laboratorio	Intervalo
		Clasificación SUCS	Ficha de laboratorio	Medición de razón
		Contenido de humedad	Ficha de laboratorio	Medición de razón
	Ensayos físico-mecánicos a las unidades de albañilería de adobe	Resistencia a la compresión de la unidad cúbica	Ficha de laboratorio	Medición de razón
		Resistencia a la compresión en pilas de adobe	Ficha de laboratorio	Medición de razón
		Resistencia a la compresión en diagonal de muretes de adobe	Ficha de laboratorio	Medición de razón
	Evaluación ambiental	Impacto ambiental de la fabricación de la unidad de albañilería utilizando grupo patrón y modificado	Escala Numérica	Medición de razón
	Evaluación de costos	Costo unitario de la fabricación de la unidad de albañilería utilizando grupo de patrón y modificado	Ficha de investigación/ hoja de codificación	Medición de razón

Tabla 27. Operacionalización de Variables (variable dependiente)

Fuente: Elaboración propia

## Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### Técnicas

Las técnicas de investigación son un conjunto de normas y procedimientos para regular un determinado proceso y alcanzar un determinado objetivo. Los instrumentos de investigación son las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se recoge los datos e informaciones, estas dependen de las técnicas a utilizar [40].

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Observación directa, Observación participante	Ficha de observación
Ensayos de laboratorio, experimentación	Fichas de laboratorio
Análisis de contenido	Ficha bibliográfica, guía de revisión documentaria

*Tabla 28. Técnicas e instrumentos de la investigación*

*Fuente:* Elaboración propia.

### Instrumentos y fuentes

Con respecto a los instrumentos de recolección se utilizarán fuentes y programas tales como normativas peruanas (norma e 080 Diseño y construcción con tierra, Manual de ensayo de materiales, ASTM); tenemos también fuentes de información y se muestran en las referencias; los programas que se utilizarán serán: Microsoft Office Word, Excel y Power Point.

### Ensayos de laboratorio

#### Ensayos para evaluar el material “suelo”

Para verificar si el tipo de suelo que se ha escogido es el óptimo para la fabricación de adobes, se realizarán estos ensayos:

#### Prueba “cinta de barro”

Es la primera evaluación que se le hace a un suelo para evaluar la existencia de arcilla, se utiliza una muestra de barro con agua que permita hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, se coloca en la mano, y se aplana poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4 mm de espesor e ir descolgando todo lo que se pueda. Si la cinta alcanza entre 20cm a 25 cm de longitud, quiere decir que es un suelo muy arcilloso, por lo contrario, si alcanza menos de 10 cm el suelo tiene poca arcilla [22].

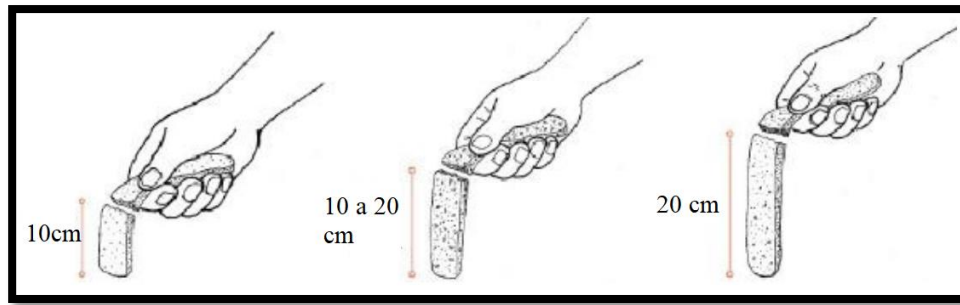


Figura 104. Prueba de la cinta de barro

Fuente: [42]

### Prueba “presencia de arcilla”

Es la segunda prueba de la norma E 080, sirve para identificar si a un suelo le falta arcilla. Se forman 4 bolitas de tierra de la cantera, utilizando una cantidad de 500gr de suelo más agua. Una vez que secan por 48 horas, se realiza una presión con el pulgar y el índice. Si se agrieta cualquiera de las muestras, repetir el ensayo. Desechar el suelo si al menos una muestra grietas, por ende, este material no es apto como material de construcción [22].

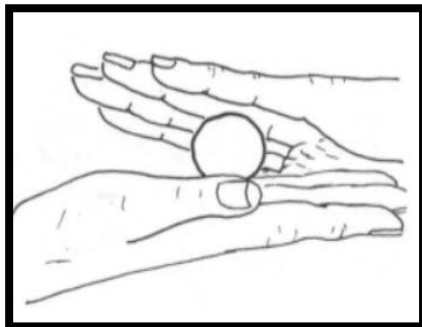


Figura 105. Bolita de tierra

Fuente: [22].



Figura 106. Resultados de la prueba “presencia de arcilla”

Fuente: [22].



*Figura 107. Bolita de tierra a prueba*

Fuente: Propia

Ensayos de contenido de sulfatos solubles

- Definición:

El ion sulfato soluble en suelos y aguas subterránea es útil conocerlo para evitar eflorescencia al bloque de adobe.

- Normativa:

En base a la normativa NTP 339.178.

- Objetivo:

Determinar el contenido de ion sulfato soluble de una muestra de suelo y agua subterránea, utilizando el método gravimétrico.

- Instrumentos y equipos:

Un cucharón

Un horno

Tamices

Mortero

Una tara de aluminio pequeña

Frasco Erlenmeyer de 500mL

Agua destilada

Centrifuga



*Figura 108. Cinta de barro a prueba*

Fuente: Propia

Aparato de filtración

Filtro de papel

Guantes

Una balanza con capacidad de 5 kg, con aproximación de 0.1gr

Pipetas volumétricas

Crisol

Reactivos (  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , HF)

- Procedimiento:

Primero, el material “suelo” se esparce sobre una superficie plana para secar al aire libre.

Segundo, tarar el recipiente y cuartear el suelo.

Tercero, recoger una porción de material suelo y tarar el recipiente más el suelo.

Cuarto, moler las partículas de suelo con el mortero.

Quinto, utilizando el tamiz N° 10 se separa la muestra seca en dos teniendo que pasar 250g de material.

Sexto, pesar 100 g en un frasco Erlenmeyer, añadir 300 mL de agua destilada y agitar durante 20 segundos.

Séptimo, repetir después de 1 hora y centrifugar la muestra.

Octavo, si se muestra turbidez en la mezcla se pasa por el filtro de papel.

Noveno, en la muestra de agua subterránea se pasa por el filtro de papel.

Decimo, utilizando el método gravimétrico se pipetea 30ml del extracto suelo o 50ml de agua subterránea en un vaso.

Onceavo, calentar la solución hasta ebullición y añadir 5ml de  $\text{BaCl}_2$  manteniendo la temperatura por debajo de la ebullición hasta que el líquido comience a clarificarse y los precipitados hayan sedimentado totalmente.

Doceavo, utilizar papel filtro a la suspensión de  $\text{BaSO}_4$  añadir  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y HF.

Treceavo, utilizar horno, enfriar y pesar el  $\text{BaSO}_4$ .

- Cálculo:

Se calcula el contenido de sulfatos solubles mediante la siguiente formula.

$$\text{Sulfato (ppm)} = \left( \frac{W * 411500}{M} \right)$$

Donde:

W= gramos de BaSO4

M= gramos de muestra de suelo ajustado por la dilución hecha en el paso 8 y 9

- Panel fotográfico:



Figura 109. Materiales para ensayo de sulfatos

Fuente: Propia

Ensayos de contenido de sales solubles

- Definición:

Las sales solubles o también conocido como sólidos disueltos en aguas en suelos y aguas subterránea es útil conocer para evitar el ataque químico a forma de eflorescencia al bloque de adobe.

- Normativa:

En base a la normativa NTP 339.152.

- Objetivo:

Determinar el contenido de sales solubles de una muestra de suelo y agua subterránea.



Figura 110. Ensayo de sulfatos al agua

Fuente: Propia

- Instrumentos y equipos:

Un cucharón

Un horno

Tamices

Mortero

Una tara de aluminio pequeña

Frasco Erlenmeyer de 500mL

Agua destilada

Centrifuga

Aparato de filtración

Embudo con pinza de sujeción y placa de vidrio

Filtro de microfibra de vidrio de 110mm y 47 mm

Agitador magnético y barra agitadora

Pipeta volumétrica

Guantes

Una balanza analítica con capacidad de 5 kg, con aproximación de 0.1gr

- Procedimiento:

Primero, el material “suelo” se esparce sobre una superficie plana para secar al aire libre.

Segundo, tarar el recipiente y cuartear el suelo.

Tercero, recoger una porción de material suelo y tarar el recipiente más el suelo.

Cuarto, moler las partículas de suelo con el mortero.

Quinto, utilizando el tamiz N° 10 se separa la muestra seca en dos teniendo que pasar 100g de material.

Sexto, pesar 100 g en un frasco Erlenmeyer, añadir 300 mL de agua destilada y agitar de forma mecánica durante 1 hora.

Séptimo, filtrar la suspensión con el papel filtro de 110mm en el embudo Buchne.

Octavo, si se muestra turbidez en la mezcla se pasa por el filtro de 47mm.

Noveno, se extrae 100mL de alícuota de la muestra filtrada.

Décimo, para el análisis del agua subterránea colocar el agua en el agitador magnético con una pipeta un volumen conocido ( de 10mg a 200mg) sobre el embudo con un papel filtro de 47 mm.

Onceavo, preparar taras de cerámica en el cual se calentará a 180°C +- 2°C por 1 hora en el horno.

Doceavo, se transfiere cada muestra a las taras y evaporar a sequedad sobre baño de vapor.

Treceavo, repetir el ciclo de secado al menos 1 hora hasta obtener peso constante.

- Cálculo:

Se calcula el contenido de sales solubles en la muestra del suelo mediante la siguiente formula.

$$SS = \left( \frac{(m2 - m1) * D}{E} \right) * 10^6$$

Donde:

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

(m2-m1)= Peso del residuo de evaporación, en gr

D= Relación de la mezcla suelo : agua

E= Volumen de extracto acuoso evaporado, mL

Se calcula el contenido de sales solubles en la muestra del suelo mediante la siguiente formula.

$$TSD = \left( \frac{(m2 - m1)}{V} \right) * 10^6$$

Donde:

TSD= Total de solidos disueltos, en ppm (mg/kL)



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

$V$  = Volumen de muestra ensayada, mL

- Panel fotográfico:



*Figura 111. Ensayo de sales solubles*

Fuente: Propia

Peso volumétrico seco suelto

- Definición:

Este método de ensayo es usado para determinar valores de peso volumétrico que es usado para proporciones en mezclas de materiales. Relaciona peso / volumen, puede ser usado de manera suelto o compactado. [43]

- Normativa:

En base a la normativa ASTM C 29.

- Objetivo:

Determinar el peso volumétrico seco suelto.



*Figura 112. Pipeta volumétrica*

Fuente: Propia

- Instrumentos y equipos:

Un cucharón

Un recipiente

Una regla de metal

Un vernier

Una balanza con capacidad de 15 kg, con aproximación de 5g

- Procedimiento:

Primero, el material “suelo” se esparce sobre una superficie y se cuartea.

Segundo, tarar el recipiente.

Tercero, realizar las mediciones para el cálculo del volumen interno del recipiente.

Cuarto, con el cucharón rellenar el recipiente realizar una caída libre desde una altura de 10 cm hasta llenar el recipiente.

Quinto, tarar el recipiente lleno con el material y registrar sus pesos.

- Cálculo:

Se calcula el peso volumétrico del material seco suelto con la ecuación.

$$M = (G - T)/V$$

Donde:

M= Peso Volumétrico seco suelto

G= Peso del material “suelo” más el recipiente o tara

T= Peso del recipiente

V= Volumen del recipiente

- Panel fotográfico:



*Figura 113. Recipiente caracterizado con peso y volumen*

Fuente: Propia

Peso volumétrico seco compactado

- Definición:

Este método de ensayo es usado para determinar valores de peso volumétrico que es usado para proporciones en mezclas de materiales. Relaciona peso / volumen, puede ser usado de manera suelto o compactado. [43]

- Normativa:

En base a la normativa ASTM C 29.

- Objetivo:

Determinar el peso volumétrico seco compactado.

- Instrumentos y equipos:

Un cucharón

Un recipiente

Una regla de metal

Un vernier

Varilla para chucear

Martillo de goma

Una balanza con capacidad de 15 kg, con aproximación de 5g

- Procedimiento:

Primero, el material “suelo” se esparce sobre una superficie plana y se cuartea.

Segundo, tarar el recipiente.

Tercero, realizar las mediciones para el cálculo del volumen interno del recipiente.

Cuarto, con el cucharón rellenar el recipiente realizar una caída libre desde una altura de 10 cm en 3 capas, en cada una chucear con la varilla 25 golpes con 15 golpes con el martillo de goma por los costados alrededor de todo el molde. Enrasar con la regla.

Quinto, tarar el recipiente lleno con el material y registrar sus pesos.

- Cálculo:

Se calcula el peso volumétrico del material seco compactado con la ecuación.

$$M = (G - T)/V$$

Donde:

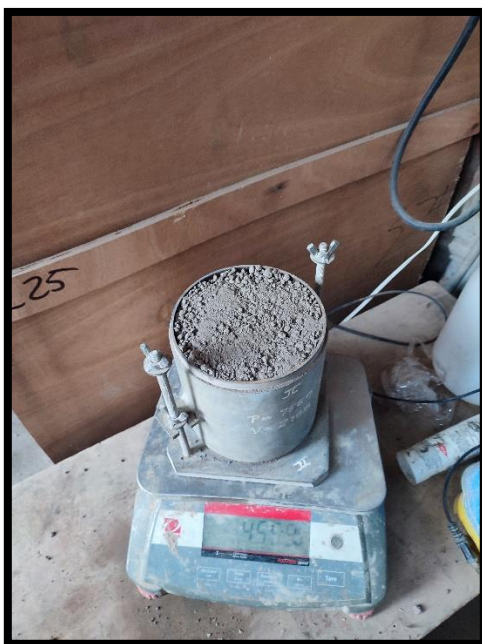
M= Peso Volumétrico seco suelto

G= Peso del material “suelo” más el recipiente o tara

T= Peso del recipiente

V= Volumen del recipiente

- Panel fotográfico:



*Figura 114. Recipiente con el material compactado*

Fuente: Propia

#### Granulometría

- Definición:

Consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de los suelos [44].

Para partículas solidas retenidas en el tamiz N° 200 se puede calcular a través del tamizado, mientras que para partículas mas pequeñas (arcillas y limos) se realizar el método de sedimentación basada en la ley de Stokes [44].

- Normativa:

En base a la normativa NTP 339.128.

- Objetivo:

Separar por tamaños o tamices las partículas del suelo que conforman toda la muestra utilizando los métodos de tamizado y sedimentación.

- Instrumentos y equipos:

Serie estándar de tamices

Un cucharón

Un recipiente grande

Una balanza con aproximación de 0.1g

Horno

Taras de aluminio

Agua destilada

Cronometro

Agente dispersante ( Hexametafosfato)

Probeta de sedimentación y densímetro

- Procedimiento:

Primero, el material “suelo” se esparce sobre una superficie plana y se cuarteo.

Segundo, seleccionar el material y secarlo en el horno a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  un total de 24 horas.

Tercero, en un recipiente saturar el material suelo por 24 horas.

Cuarto, lavar el material “suelo” utilizando la malla N° 200 con el fin de eliminar la mayor cantidad de finos.

Quinto, secar en el horno a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Sexto, usar la serie de tamices para clasificar sus pesos con el peso que retiene utilizando la balanza con precisión de 0.1gr.

Séptimo, calcular % retenido parcial, % retenido acumulado, % que pasa, para poder dibujar la curva granulométrica.

Octavo, para el análisis hidrométrico se utilizara un agente dispersante ya que se aprecia mejor que con agua destilada. Preparando 1 litro de liquido compuesto de agua destilada y agente dispersante en la misma proporción dentro del densímetro.

Noveno, el suelo seco al horno y se seleccionan 50 gramos se le agregan 125ml de solución de hexametáfosfato de sodio dejándolo reposar 16 horas.

Decimo, Se transfiere la mezcla a la probeta de sedimentación agitando la solución tomando lecturas con el densímetro o a ojo: 2 min, 5 min, 15 min, 30 min, 60 min, 250 min y 1440 min.

- Cálculo:

Se calcula el % de peso retenido mediante la ecuación.

$$\% \text{ peso retenido} = \left( \frac{W_r}{W_s} \right) * 100\%$$

Donde:

$W_r$  = Peso retenido

$W_s$  = Peso seco de la muestra

Para determinar el % que pasa, se calcula restando el porcentaje del tamiz anterior con el que se hace el cálculo.

Se calcula del diámetro de la partícula según la ley de Stoke:

$$D = \left( \frac{L}{T} \right)^{1/2} * K$$

Donde:

K es un constante que depende de la temperatura de la supeccion y la gravedad especifica de las partículas solididad.

L = cuanta distancia a caido la partícula

T = tiempo de la sedimentación hasta la lectura

- Panel fotográfico:



Figura 115. Muestra del suelo antes del lavado

Fuente: Propia

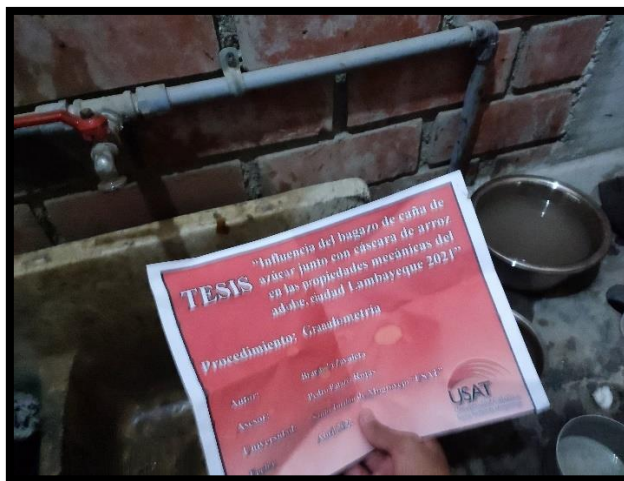


Figura 116. Muestra siendo lavada

Fuente: Propia



Figura 117. Recipiente con muestra lavada lista para el horno

Fuente: Propia



Figura 118. Registro del peso del material suelo seco lavada

Fuente: Propia





Figura 119. Serie de tamiz estándar

Fuente: Propia

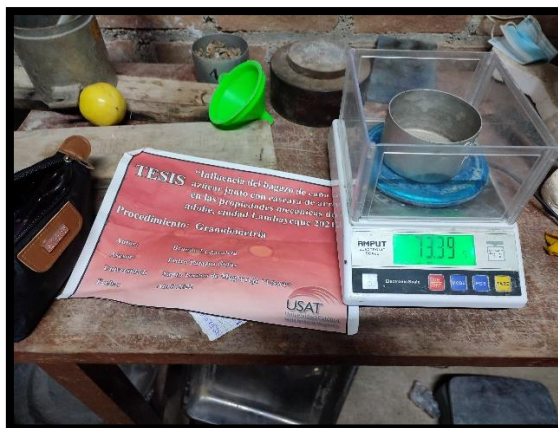


Figura 120. Registro del peso retenido por cada tamiz

Fuente: Propia

### Límites de consistencia

- Definición:

Los límites de consistencia son contenido de humedad, en porcentaje, para lo cual el suelo se haya en el límite de un cambio de estado (de líquido a plástico, plástico a semisólido, etc.). Los límites más usados en ingeniería son el límite líquido y el límite plástico [32].

- Normativa:

En base a la normativa NTP 339.129.

- Objetivo:

Determinar los límites líquido y plástico.

- Instrumentos y equipos:

Cuchara de Casagrande

Un lamina de vidrio como soporte

Recipiente plástico

Dos espátulas

Cinco taras

Una balanza con capacidad de 5 kg, con aproximación de 0.01g

Un horno

Agua destilada

Ranurador de plástico

- Procedimiento:

Primero, recoger 200gr del material “suelo” y saturar 24 horas en un recipiente plástico.

Segundo, registrar el peso de las 5 taras.

Para el cálculo del límite líquido:

Tercero, seleccionar una porción del material “suelo” saturado y moldear con más agua hasta formar una masa trabajable.

Cuarto, colocar la mezcla en la copa de Casagrande, de tal manera que se distribuya por toda la copa y de forma paralela al plano que lo sostiene.

Quinto, usando el ranurador plástico de forma perpendicular de adentro hacia arriba, quedando una muesca en medio de la copa de Casagrande

Sexto, hacer funcionar la cuchara de Casagrande a una frecuencia de 2 golpes por segundo, el operario tiene que visualizar cuando esta muesca se vaya cerrando. El ensayo termina cuando se nota que se cierra con una longitud de 13 mm, se registra la cantidad de golpes. Para las otras dos lecturas, si el número de golpes es mayor a 25 se le debe añadir más agua a la mezcla para las otras dos lecturas, caso contrario, se le debe añadir más mezcla de suelo.

Séptimo, con una espátula se selecciona una porción de muestra húmeda que va a ir al horno a 105 °C y poder calcular el % de humedad.

Para el cálculo del límite plástico:

Primero, de la misma muestra saturada se selecciona una porción de 20gr para poder colocarlo sobre la lámina de vidrio.

Segundo, se rola con la palma de la mano esta porción de barro hasta formar bastones de 3.2mm de diámetro. Seguir haciendo este movimiento hasta que los bastones se agrieten y midan menos de 2 cm.

Tercero, colocar estos bastones en las dos taras, registrar su peso y meter al horno a 105°C.

- Cálculo:

Para el límite líquido, se representa una relación entre el contenido de humedad  $W$  y el número de golpes registrados,  $N$ , sobre un gráfico semilogarítmico. Sobre esta grafica se traza una línea recta por donde pase mejor los 3 puntos graficados. Sobre esta recta localizar e interceptar con la abscisa de 25 golpes, porque esta corresponde al límite líquido del material suelo.

Para el límite plástico, calcular el promedio de estos dos contenidos de humedad.

El índice plástico (IP) simplemente es la diferencia entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP)

- Panel fotográfico:



*Figura 121. Ensayo de limite plástico*

Fuente: Propia



*Figura 122. Cuchara de Casagrande*

Fuente: Propia



Figura 123. Taras para límites de consistencia

Fuente: Propia



Figura 124. Registro de peso del límite líquido

Fuente: Propia

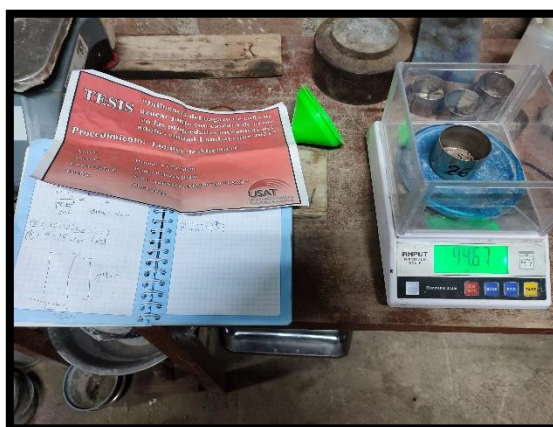


Figura 125. Registro de peso del límite plástico

Fuente: Propia

Humedad en porcentaje

- Definición:

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, en porcentaje, del peso del agua en una masa de suelo, al peso de las partículas sólidas [45].

- Normativa:

En base a la normativa NTP 339.127.

- Objetivo:

Determinar el contenido de humedad natural de un suelo.

- Instrumentos y equipos:

Un cucharón

Un horno

Una tara de aluminio

Guantes

Una balanza con capacidad de 5 kg, con aproximación de 0.1gr

- Procedimiento:

Primero, el material “suelo” se esparce sobre una superficie plana y se cuartea.

Segundo, tarar el recipiente.

Tercero, recoger una porción de material suelo y tarar el recipiente más el suelo.

Cuarto, usando los guantes meter al horno con cuidado por 24 horas.

Quinto, registrar el peso del recipiente seco al horno.

- Cálculo:

Se calcula el contenido de humedad mediante la siguiente formula.

$$W = \left( \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \right) * 100$$

- Panel fotográfico:



Figura 126. Muestra en el horno para ensayo de contenido de humedad

Fuente: Propia



Figura 127. Peso de la muestra después de secarse en el horno

Fuente: Propia

## Clasificación SUCS

- Definición:

El sistema de clasificación SUCS identifica 3 grandes tipos de suelos: grano grueso, grano fino y altamente orgánicos, dentro de estas se subdividen en total en 15 grupos básicos de suelos [34].

- Normativa:

En base a la normativa NTP 339.134.

- Objetivo:

Determinar el tipo de suelo de la cantera “Buenos Aires”.

- Procedimiento:

Primero, realizar el análisis granulométrico.

Segundo, realizar los límites de consistencia.

Tercero, antes de ser clasificado se clasifica el suelo como grano fino si el 50% o más de su peso seco pasa por la malla N°200 en nuestro caso si ocurre esto.

Cuarto, corroborar los parámetros establecidos en la normativa NTP 339.134 sección 11.

Ensayos para evaluar las fibras vegetales adicionantes

### Cantidad de pH

El PH es la medida de la alcalinidad o acidez de una solución, se le conoce como Potencial de hidrogeniones. Los valores rondan de 0 a 14, siendo 0 el punto más ácido y 14 el punto más básico y 7 es neutro.



*Figura 128. Registro de pH -Rivelab laboratorio*

Fuente: Propia

Este ensayo fue hecho en el laboratorio Rivelab localizado en Trujillo

Se utilizó la normativa EPA Method 9045 D Revisión 4

#### Contenido de humedad

Se define como la cantidad de agua que tiene la muestra con respecto a su peso seco en %. Además, a partir de este ensayo se puede determinar % de cenizas, material volátil y carbón fijo.



*Figura 129. Registro de contenido de humedad % -Rivelab laboratorio*

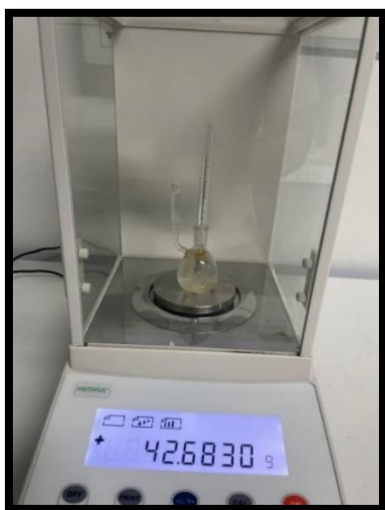
Fuente: Propia

Se usó la normativa NTP 207.063:2008 para el bagazo de caña y NTP 205.002/79 para la cascara de arroz.

Este ensayo fue hecho en el laboratorio Rivelab localizado en Trujillo.

#### Densidad real y aparente

El cálculo de la densidad se logró usando un picnómetro en el caso de la cascara de arroz y gravimetría para el bagazo de caña de azúcar. Este ensayo fue hecho en el laboratorio Rivelab localizado en Trujillo.



*Figura 130. Registro de densidad por picnómetro -Rivelab laboratorio*

Fuente: Propia



*Figura 131. Registro de densidad del bagazo de caña de azúcar incinerado -Rivelab laboratorio*

Fuente: Propia



*Figura 132. Registro de densidad utilizando gravimetría -Rivelab laboratorio*

Fuente: Propia



### Porcentaje de cenizas

Deriva del ensayo de humedad, se incinera las fibras vegetales y se pesa con respecto a su peso seco. Este ensayo fue hecho en el laboratorio Rivelab localizado en Trujillo.

Se usó la normativa NTP 205.004/79 para la cáscara de arroz y NTP 207.063:2008 para el bagazo de caña.

### Poder calorífico promedio

El poder calorífico es la cantidad de calor que se genera cuando una sustancia se oxida de forma completa, se mide por unidad de masa. Este ensayo fue hecho en el laboratorio Rivelab localizado en Trujillo.

Se usó la normativa ASTM D5865 / D5865M-19, Método de prueba estándar para el valor calorífico bruto de carbón y coque, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019 para el bagazo de caña de azúcar

### Ensayos físicos a las unidades de albañilería de adobe

#### Peso

- Definición:

Se determina el peso de 5 especímenes secos por cada tanda.

- Normativa:

En base a la normativa NTP 399.613

- Objetivo:

Determinar el promedio de peso de las unidades de adobe.

- Instrumentos y equipos:

Brocha

Una balanza con sensibilidad de 1gr

- Procedimiento:

Primero, seleccionar al azar los especímenes por cada tanda utilizada.

Segundo, se registra el peso dos veces consecutivas, no debe presentar una variación mayor del 0.2%. Si ocurriera se debe limpiar con una brocha toda la unidad y volver a registrar el peso.

- Cálculo:

Se utilizará la siguiente ecuación.

$$\text{Promedio} = (\text{Peso 1} - \text{Peso 2})/2$$

- Panel fotográfico:



*Figura 133. Adobe tanda 1 registrando el peso en balanza*

Fuente: Propia



*Figura 134. Adobes de cada tanda para registrar su peso*

Fuente: Propia



*Figura 135. Adobe tanda 2 registrando el peso en balanza*

Fuente: Propia



*Figura 136. Adobe tanda 7 registrando el peso en balanza*

Fuente: Propia

### Variación dimensional

- Definición:

Este método de ensayo indica la variación de dimensión de un lote de adobes. Se requieren 10 unidades de albañilería de adobe [46].

- Normativa:

En base a la normativa NTP 399.613 2017.

- Objetivo:

Determinar el promedio del largo, ancho y largo que tienen las unidades de albañilería de adobe a analizar.

- Instrumentos y equipos:

Regla de acero o vernier

Flexómetro

- Procedimiento:

Primero, identificar las unidades de albañilería de adobe de cada tanda.

Segundo, emplear la regla metálica para anotar las cuatro medidas de longitud, ancho y altura con aproximación al 1mm.

Tercero, la medida final será el promedio de las cuatro medidas anotadas, y se determinará el porcentaje de variación que tengan.

- Cálculo:

$$\text{Longitud Promedio} = (L1 + L2 + L3 + L4)/4$$

$$\text{Ancho Promedio} = (A1 + A2 + A3 + A4)/4$$

$$\text{Altura Promedio} = (H1 + H2 + H3 + H4)/4$$

$$\text{Variación dimensional Longitud} = \left( \frac{LP}{29} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Variación dimensional Ancho} = \left( \frac{AP}{14} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Variación dimensional Altura} = \left( \frac{LH}{9} - 1 \right) * 100$$

- Panel fotográfico:



Figura 137. Vernier para medir dimensiones

Fuente: Propia



Figura 138. Unidades de albañilería – medida de la longitud

Fuente: Propia



Figura 139. Unidades de albañilería – medida del ancho

Fuente: Propia



Figura 140. Unidades de albañilería – medida del alto

Fuente: Propia

## Alabeo

- Definición:

El alabeo es la forma en que se curva el centro de la unidad de albañilería de adobe, debido a la contracción. Esto es frecuente en las unidades artesanales. [43]

- Normativa:

En base a la normativa NTP 399.613 2017.

- Objetivo:

Determinar la concavidad o convexidad de los especímenes.

- Instrumentos y equipos:

Una regla de metal o vernier

Varilla de punta redonda

- Procedimiento:

Primero, seleccionar los especímenes en cuestión.

Segundo, colocar sobre una superficie horizontal y verificar si la superficie y los bordes son cóncavos o convexos.

Tercero, realizar mediciones utilizando la regla de metal o el vernier.

- Cálculo:

Se calcula la concavidad y la convexidad de las unidades de albañilería, siendo el máximo valor.

- Panel fotográfico:



*Figura 141. Regla metálica y varilla con punta redondeada – “ensayo de alabeo”*

Fuente: Propia



*Figura 142. Medida convexa de una superficie*

Fuente: Propia



*Figura 143. Medida convexa de una esquina*

Fuente: Propia

### Succión

- Definición:

Se determina el índice de absorción temprana de la unidad de albañilería de adobe, es la cantidad de agua que puede absorber en 1 min +/- 1 seg, en un área mayor de 200 cm<sup>2</sup>. [46].

- Normativa:

En base a la normativa NTP 399.613 2017.

- Objetivo:

Determinar el índice de absorción temprana o succión que tienen las unidades de albañilería de adobe a analizar.

- Instrumentos y equipos:

Una bandeja metálica plana.

Dos barras de acero de espesor 6mm.

Un horno.

- Procedimiento:

Primero, identificar y caracterizar las unidades de albañilería de adobe de cada tanda.

Segundo, secar en el horno de 100 °C durante 24 horas.

Tercero, sobre la bandeja colocar dos barras de acero que sirven como apoyo para la unidad de albañilería de adobe agregar agua con un caudal continuo sobre la bandeja metálica durante 1 min +- 1 segundo teniendo en cuenta que el nivel de agua sobre las varillas es de 3mm +- 0.25mm.

Cuarto, retirar la muestra, secar con un paño de tela dentro de los siguientes 10 segundos y después pesar dentro de los 2 minutos.

- Cálculo:

$$S = 200 * \frac{W}{L * B}$$

Donde:

S= succión en un área de 200cm<sup>2</sup>.

W= Peso en estado húmedo – Peso en estado seco (gramos)

L= longitud de la muestra (cm)

B= ancho de la muestra (cm)

- Panel fotográfico:



*Figura 144. Especímenes durante el ensayo de succión*

Fuente: Propia

Ensayos mecánicos a las unidades de albañilería de adobe

Resistencia a la compresión en cubos

- Definición:

La resistencia a la compresión en cubos de aristas de 0.1m es 10.2kgf/cm<sup>2</sup>, según la norma e 0.80 [22].

- Normativa:

En base a la norma e 0.80: diseño y construcción con tierra reforzada. 2017

- Objetivo:

Determinar la resistencia a la compresión de una unidad cúbica de adobe.

- Instrumentos y equipos:

Una maquina compresora

Una regla metálica o vernier

Una placa de metal y una semiesfera

- Procedimiento:

Primero, dimensionar las unidades cúbicas de tierra a ensayar.



Segundo, limar la aspereza de la cara con menos desnivel en una columna o sobre una pared.

Tercero, colocar el espécimen sobre la máquina compresora en su cara más amplia.

Cuarto, se colocar sobre el espécimen una placa para que pueda aplicar la fuerza en toda la cara de la unidad cubica y sobre esta placa una semiesfera para que se pueda transferir de la manera más optima la carga.

Quinto, aplicar fuerza de compresión hasta que ya no pueda resistir más y registrar ese valor.

- Cálculo:

$$f'c(suelo) = \left(\frac{P}{A}\right) kgf/cm^2$$

Donde:

$f'c(suelo)$ = Es la razón entre la carga y el área bruta de la cara de contacto de la unidad cúbica

P= Carga máxima donde alcanza la rotura

A= Área del espécimen en donde se aplica la carga P

- Panel fotográfico:



*Figura 145. Unidad cúbica instalada para realizar el ensayo de compresión*

Fuente: Propia



*Figura 146. Máquina compresora en medio de un ensayo de compresión*

Fuente: Propia



*Figura 147. Unidades cúbicas – dimensiones físicas*

Fuente: Propia



*Figura 148. Unidades cúbicas después el ensayo de compresión*

Fuente: Propia

Resistencia a la flexión o módulo de rotura

- Definición:

La resistencia a la flexión o módulo de rotura de una unidad de albañilería de adobe es el esfuerzo máximo (flexión) aplicada antes de fallar de un espécimen.

- Normativa:

En base a la normativa NTP 331.202

- Objetivo:

Determinar la resistencia a la flexión o módulo de rotura de una unidad de albañilería de adobe.

- Instrumentos y equipos:

Una placa de acero de espesor 6 mm

Dos barras de acero

Una platina de acero

Máquina de compresión

Regla metálica

- Procedimiento:

Primero, dimensionar las unidades de albañilería de adobe a ensayar.

Segundo, colocar sobre la máquina de compresión la placa de acero y sobre esta las dos barras de modo que la unidad de albañilería quede apoyada en estas y colocar la platina de acero en la mitad del adobe y debajo de la compresora.

Tercero, aplicar fuerza de compresión hasta que ya no pueda resistir más y registrar ese valor.

- Cálculo:

$$Mr = 1.5 * \left( \frac{P * l}{b * d^2} \right) \text{kgf/cm}^2$$

Donde:

Mr= Modulo de rotura en kgf/cm<sup>2</sup>

P= Carga máxima donde alcanza la rotura

l= Longitud de apoyo

b=Ancho de la unidad de albañilería de adobe

d=Altura de la unidad de albañilería de adobe

- Panel fotográfico:



*Figura 149. Unidad de albañilería instalada para realizar el ensayo de flexión*

Fuente: Propia



*Figura 150. Máquina compresora en medio de un ensayo de flexión*

Fuente: Propia

### Resistencia de la pila a la compresión

Se define como el total de las unidades de estudio, que contienen las características requeridas para la investigación (personas, objetos o conglomerados) [40].

- Definición:

Este método de ensayo es usado para determinar la resistencia a la compresión de una pila cuyas dimensiones mínimas son 3 veces la menor dimensión con respecto a su altura. [43]

- Normativa:

En base a la norma E. 080 diseño y construcción con tierra reforzada.

- Objetivo:

Determinar la resistencia a la compresión del murete de adobe

- Instrumentos y equipos:

Una máquina compresora

Un nivel de mano

Una plomada

Una carretilla

Flexómetro o regla metálica

- Procedimiento:

Primero, identificar las unidades de albañilería las cuales se van a emplear para la fabricación de la pila de adobe.

Segundo, escoger un área de construcción relativamente cerca de la máquina de compresión.

Tercero, realizar el mortero de pega dentro de la carretilla.

Cuarto, con ayuda de un nivel de mano y una plomada se asienta las unidades de adobe conforme el plano de diseño dicta.

Quinto, esperar 28 días de edad para su completo secado.

Sexto, para ensayar el espécimen es necesario 2 personas en la máquina compresora, una que cargue la pila y la otra que se asegure de colocarlo bien en la máquina como también tomar las medidas de la base, además de colocar una placa de acero sobre la pila para que le dé uniformidad en toda su cara de contacto (tomar en cuenta que cada pila pesa 30 kg).

Séptimo, si fuera necesario, utilizar tablas o perfiles de acero para ganar altura en la máquina compresora. Registrar la carga última.

Se construyeron 6 pilas de 4 hiladas cada uno, teniendo una dimensión de 29x14x9cm la altura sale 43.5cm para que la esbeltez salga cercana a 3. Las juntas tuvieron variaciones ya que como son adobes artesanales, algunos son más altos que otros y por esta razón se usaba entre 5mm a 20mm (como estipula la norma e 0.80)

- Cálculo:

Para calcular el esfuerzo admisible por aplastamiento, se aplican las siguientes formulas

$$f'm = \frac{P}{A} \left( \frac{kgf}{cm^2} \right)$$

Donde:

$f'm$ = Esfuerzo de compresión admisible de la pila

$$f_m = f'm * 0.4 \left( \frac{kgf}{cm^2} \right)$$

Donde:

$f_m$ = Esfuerzo de compresión último de la pila

$$\text{esfuerzo admisible por aplastamiento} = f_m * 1.25 \left( \frac{kgf}{cm^2} \right)$$

- Panel fotográfico:



Figura 151. Construcción de pilas de 4 hiladas

Fuente: Propia



Figura 152. Preparación del mortero de barro para pegar las pilas

Fuente: Propia



Figura 153. Pilas de adobe finalizadas

Fuente: Propia



Figura 154. Pila de adobe sobre la maquina compresora

Fuente: Propia

### Resistencia del murete a la tracción indirecta

- Definición:

Este método de ensayo es usado para determinar la resistencia del murete a la tracción indirecta o  $f^t$  y es uno de los ensayos que estipula la norma e 0.80. Esperar 28 días después de la construcción de un murete para poder ensayar.

- Normativa:

En base a la norma E. 080 diseño y construcción con tierra reforzada.

- Objetivo:

Determinar la resistencia del murete a la tracción indirecta ( $f^t$ )

- Instrumentos y equipos:

Una maquina compresora

Un nivel de mano

Una plomada

Un pabilo

Una carretilla

Flexómetro o regla metálica

Una madera con tabiques en su inferior

- Procedimiento:

Primero, identificar las unidades de albañilería las cuales se van a emplear para la fabricación del murete de adobe.

Segundo, escoger un área de construcción relativamente cerca de la máquina de compresión.

Tercero, fabricar el mortero de pega dentro de la carretilla.

Cuarto, con ayuda de un nivel de mano, una plomada e hilada se asienta las unidades de adobe conforme el plano de diseño dicta.

Quinto, esperar 28 días de edad para su completo secado.

Sexto, para ensayar el espécimen es necesario 4 personas (peso de la muestra aprox. 80kg), 2 que cargue el murete sobre la madera con tabiques, una que sostenga el muro para evitar su volcamiento y desmoronamiento de algunas unidades de adobe y la otra que se asegure de colocarlo bien sobre el perfil angular de acero de la máquina. Se recomienda medir la diagonal del murete para recortar la esquina si es necesario o si falta, rellenar con tablas en la máquina de compresión.

Séptimo, registrar la carga última.

Se construyeron 6 muretes de 6 hiladas cada uno (2 unidades enteras en una hilada y 1 unidad entera con otra partida a la mitad en la siguiente; es por esta razón que se aprovecharon las mitades del ensayo de rotura para este ensayo), con una altura de 62.5cm y un ancho de 62.5cm. Las juntas tuvieron variaciones ya que como son adobes artesanales, algunos son más altos que otros y por esta razón se usaba entre 5mm a 30mm.

- Cálculo:

$$f't = \frac{P}{2 * a * em} \left( \frac{kgf}{cm^2} \right)$$

Donde:

$f't$  = Esfuerzo de rotura mínimo a la tracción indirecta

$$vm = f't * 0.4 \left( \frac{kgf}{cm^2} \right)$$

Donde:

$vm$  = Esfuerzo admisible de corte



- Panel fotográfico:



*Figura 155. Perfilando las mitades de los adobes – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta*

Fuente: Propia



*Figura 156. Construcción de muretes – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta*

Fuente: Propia



*Figura 157. Izaje del espécimen – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta*

Fuente: Propia



*Figura 158. Izaje parte 2 – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta*

Fuente: Propia



*Figura 159. Izaje parte 3 – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta*

Fuente: Propia



*Figura 160. Espécimen en la maquina listo para ensayar – Ensayo de resistencia a la tracción indirecta*

Fuente: Propia

#### Ensayos al mortero

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

- Definición:

La resistencia a la compresión en cubos de aristas de 0.1m es 10.2kgf/cm<sup>2</sup>, según la norma e 0.80, se ha empleado para ensayar el mortero [22].

- Normativa:

En base a la norma E. 080 diseño y construcción con tierra reforzada.

- Objetivo:

Determinar la resistencia a la compresión de una unidad cúbica de mortero

- Instrumentos y equipos:

Una maquina compresora

Una regla metálica o vernier

Una placa de madera

- Procedimiento:

Primero, dimensionar las unidades cúbicas de tierra a ensayar.

Segundo, limar la aspereza de la cara con menos desnivel en una columna o sobre una pared.

Tercero, colocar el espécimen sobre la máquina compresora en su cara más amplia.

Cuarto, se colocar sobre el espécimen una placa para que pueda aplicar la fuerza en toda la cara de la unidad cubica de mortero.

Quinto, aplicar fuerza de compresión hasta que ya no pueda resistir más y registrar ese valor.

- Cálculo:

Se calcula el peso volumétrico del material seco compactado con la ecuación.

$$f'c(mortero) = \left(\frac{P}{A}\right) kgf/cm^2$$

Donde:

$f'c(mortero)$ = Es la razón entre la carga y el área bruta de la cara de contacto de la unidad cúbica de mortero

$P$ = Carga máxima donde alcanza la rotura

$A$ = Área del espécimen en donde se aplica la carga  $P$

- Panel fotográfico:



Figura 161. Unidades cúbicas de mortero

Fuente: Propia



Figura 162. Recipiente con el material compactado

Fuente: Propia

#### Resistencia del mortero a tracción indirecta

Se define como el total de las unidades de estudio, que contienen las características requeridas para la investigación (personas, objetos o conglomerados) [40].

- Definición:

Este método de ensayo es usado para calcular la tracción que tiene el mortero, utilizando dos unidades de albañilería

- Normativa:

En base a la norma E. 080 diseño y construcción con tierra reforzada.

- Objetivo:

Determinar la rotura mínima para la resistencia al a tracción del mortero.

- Instrumentos y equipos:

Máquina de compresión

Plomada y nivel

Carretilla

Madera y perfil de acero para aplicar la carga como en la figura.

- Procedimiento:

Primero, seleccionar y dimensionar las unidades de albañilería a ensayar.

Segundo, fabricar el mortero de barro en una carretilla.

Tercero, asentar la pila de dos hiladas en una superficie horizontal (el mortero tiene aproximadamente 15mm).

Cuarto, esperar 28 días que seque

Quinto, con cuidado a que se desprege, colocar en posición vertical sobre la máquina de compresión.

- Cálculo:

Se calcula el peso volumétrico del material seco compactado con la ecuación.

$$\delta = \frac{P}{a * b} * \alpha \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$$

Donde:

$\delta$  = Esfuerzo de tracción

$\alpha$  = 0.5

- Panel fotográfico:



*Figura 163. Espécimen para ensayo de resistencia del mortero a tracción indirecta*

Fuente: Propia



*Figura 164. Espécimen después del ensayo de resistencia del mortero a tracción indirecta*

Fuente: Propia

### Procedimientos

Se presenta un cronograma tentativo de actividades para poder registrar el avance de la investigación.

En primer lugar, se recopilará toda la información necesaria para poder empezar la investigación, se revisará libros, artículos, reglamentos, videos académicos para poder realizar el marco teórico y poder citar definiciones metodológicas.

Después, se hizo a hacer constantes visitas a campo a la cantera, molinos y agroindustrias, para poder obtener el suelo y los proveedores de las fibras vegetales. Teniendo respuestas positivas a las visitas de los molinos localizados entre Chiclayo y Lambayeque, se obtuvo 3 proveedores de cascara de arroz para esta investigación. Se tuvo respuestas negativas en la visita de las agroindustrias cercanas, es por eso por lo que se decidió visitar Pomalca y Ferreñafe lo cual también se obtuvo respuestas negativas y para no impedir el transcurso de la investigación se optó por proveedores locales de jugo de caña de azúcar y procesar el bagazo en casa. Finalmente, para la tierra se conversó con varios trabajadores que por motivos de privacidad no

desean intervenir en la investigación y se obtuvo 2 proveedores de tierra de la cantera de la invasión “Buenos Aires”.

Posteriormente, se realizó los ensayos de laboratorio debidos (Granulometría, límite plástico y líquido, peso volumétrico suelto y humedad) al tanto material suelo como los ensayos físico químicos a las fibras vegetales.

Después, se procedió a realizar el diseño de una unidad de adobe, con respecto a la normativa e 0.80, obteniendo una dimensión de 29x14x9 cm. Para poder cumplir con esta medida se hizo una adobera con madera tornillo. A su vez, se realizó un encofrado de 10x10x10 cm de medida interna para poder realizar la resistencia a la compresión de unidades cúbicas tal y como dicta la norma.

Teniendo ya la dimensión definida, se buscó un maestro de obra para que me pueda ayudar en la construcción de los adobes y que me pueda guiar en una dosificación en peso óptima. Se mezcló con agua sobre una lona de plástico (con el objetivo que retenga la humedad) formando el dormido o también conocido como “keke” o “pastel” y dejándolo reposar 1 día. El día siguiente, teniendo la tierra saturada y activada o también llamado “agarrar liga” se mezcla con un poco de arena fina para que no se pegue en el molde, y acto seguido se va “botando” o encofrando y desencofrando 3 adobes cada vez sobre una cama de arena fina para evitar que se peguen al suelo. Cada 2 o 3 días se visitaba el área de trabajo “Casuarinas” para poder voltear los adobes de canto para que exista un secado en todas sus caras, también se perfilaba la unidad de adobe ya que su proceso es artesanal, no queda parejo teniendo rebabas y esto se corrige con un machete.

Se utilizaron varios transportes por el impedimento del espacio del laboratorio de Chiclayo y el espacio de la movilidad. Cada viaje se trasladado 130 unidades realizándose en total 6 viajes.

Se construyeron 6 muretes y 6 pilas por cada tanda en el laboratorio de Chiclayo - Pimentel. El diseño de estos muretes se resume en 12 unidades de albañilería para el murete y 4 unidades de albañilería para la pila conforme dicta la norma e 0.80.

Una vez teniendo secas las muestras de laboratorio por 28 días, se procedió a realizar los ensayos mecánicos propuestos, los cuales se compararon para poder sacar conclusiones. Este trabajo fue muy importante considerar ya que cada adobe pesa 6 kg aproximadamente, es decir

cada pila pesa 24 kg y cada murete 72 kg aproximadamente. Es por eso por lo que se contrató mano de obra para poder cargarlo a la máquina de laboratorio.

Finalmente se realizará la evaluación ambiental y económica de la fabricación de la unidad de albañilería de adobe tradicional y modificado según las características de la ciudad de Lambayeque y se comparará las alternativas de este estudio más optimas.

Plan de procesamiento y análisis de datos

Se divide en 6 fases, se describe a continuación:

#### FASE 1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

- a) Revisión de información bibliográfica.
- b) revisión de antecedentes de la investigación.
- c) Análisis de proyectos similares.
- d) Revisión de normativas correspondientes a la investigación
- e) Revisión de ensayos en la localidad

#### FASE 2. OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES

- a) Visita de campo continuo a la cantera “Buenos Aires” de obtención del material suelo
- b) Visita de campo al lugar de proveedor de la fibra vegetal.
- c) Realización de ensayos previos al material suelo (granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad)

#### FASE 3. ENSAYOS DEL MATERIAL AGREGADO EN FIBRA

- a) Realizar los estudios físicos y químicos de los materiales agregados en fibra vegetal.

#### FASE 4. ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ADOBE

- a) Diseño de las características geométricas de la unidad adobe en cumplimiento con la NTP E 0.80
- b) Diseño de la dosificación de la unidad adobe en cumplimiento con la NTP E 0.80
- c) Elaboración de las unidades de adobe patrón y modificado
- d) Elaboración de las pilas de adobe patrón y modificado
- e) Elaboración de muretes de adobe patrón y modificado
- f) Realizar los diversos ensayos para obtener las propiedades físicas
- g) Resistencia a la compresión de unidades patrón y modificado
- h) Resistencia a la compresión de pilas patrón y modificado



- i) Resistencia a la compresión diagonal muretes patrón y modificado

#### FASE 5. PROCESO DE FABRICACIÓN: LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

- a) Realizar el análisis económico para la fabricación de adobe convencional y modificado
- b) Realizar la evaluación ambiental desde la extracción del material suelo hasta construcción de la unidad adobe convencional y modificado dispuesto en obra.

#### FASE 6. PRESENTACIÓN FINAL

- a) Presentación del proyecto definitivo a los jurados
- b) Levantar observaciones
- c) Definición de fecha y sustentación final de tesis.

## Matriz de consistencia

<u>Problema de la investigación</u>	<u>Objetivos</u>	<u>Hipótesis</u>	<u>Variables</u>	<u>Metodología de la investigación</u>	<u>Técnicas y herramientas</u>	<u>Población y muestra</u>
¿De qué manera influye la adición de pajilla de arroz y de bagazo de caña de forma conjunta en las propiedades mecánicas del adobe en la ciudad de Lambayeque?	<b>Objetivo general:</b> Determinar cómo influye la adición de fibras de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del adobe en viviendas ubicadas en la ciudad de Lambayeque al periodo 2021.	La adición de pajilla de arroz y bagazo de caña de azúcar en forma conjunta mejora las propiedades mecánicas del adobe en la ciudad de Lambayeque	<b>Variable Independiente:</b> Bagazo de caña de azúcar junto con cáscara de arroz	<b>Tipo de investigación:</b> La investigación aplicada está dirigida a determinar los medios por los cuales se pueden cubrir una necesidad reconocida y específica, utilizando el conocimiento específico [28]. Se usará un enfoque cuantitativo <b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo - correlacional <b>Diseño de investigación:</b> Se usará un método experimental, específicamente cuasiexperimental, pues el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. Previamente ya se han formado antes del experimento, también llamados grupos intactos [30].	<b>Técnicas:</b> Propiedades mecánicas del adobe Observación Ensayos de laboratorio, experimentación análisis de contenido	<b>Población:</b> Todas las unidades de adobe convencional sin agregar ninguna fibra vegetal y adobes que son reforzados con fibras de arroz junto con caña de azúcar fabricados en la ciudad de Lambayeque.
	<b>Objetivos específicos:</b> Identificar las características físicas y mecánicas del material suelo que conforma la unidad de adobe.					
	Determinar las propiedades físicas y químicas de la cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar como material agregado en fibra.					
	Diseñar las características geométricas y la dosificación de una unidad de adobe para una resistencia a la compresión de 1 MPa en cumplimiento con la NTP e.0.80 del reglamento nacional de edificaciones.					
	Analizar las propiedades mecánicas del adobe de diseño con la adición de fibra de cascara de arroz y bagazo de caña de azúcar, independientemente, al 0.4%, 0.6% y 0.8% de su peso seco de la tierra.					
	Evaluar la variación de resistencia a la compresión en unidades, pilas y muretes, del adobe convencional y modificado con las fibras de estudio.					
Comparar las alternativas de estudio a través de su condición económica, proceso constructivo e impacto ambiental.		<b>Variable Dependiente:</b> Propiedades mecánicas del adobe	<b>Herramientas:</b> Ficha de observación Ficha de laboratorio Ficha bibliográfica guía de revisión documentaria	<b>Muestra:</b> 54 especímenes de estudio de adobe con adición de 0.4%,0.6% y 0.8% de fibras de arroz junto con fibras de caña de azúcar en una proporción del 12.5% y 87.5% de la dosificación, además 18 muestras más para adobe convencional, obteniendo un total de 126 especímenes		

### Consideraciones éticas

Con respecto a la ética se puede reflejar el compromiso de la investigación mediante la declaración jurada (anexo 1), se ha revisado tesis nacionales de diferentes universidades y este tema no se encuentra desarrollado por ningún otro investigador.

Además, el marco teórico y los antecedentes están debidamente ordenado y citado para no caer en el plagio, así como cualquier otra definición.

Se tomará en cuenta el reglamento proporcionado por CONCYTEC, como se menciona en el Título III – artículo 11 deberes del investigador: Adoptar buenas prácticas (honestidad intelectual, ética, respeto a la propiedad intelectual, transparencia, justicia en la evaluación de pares, compartición de recursos y conocimiento, supervisión, orientación, tutoría, rigor científico en el desarrollo de sus actividades, probidad, confidencialidad y eficiencia) [39].

También se tomará en cuenta lo estipulado en el código ético del CIP, practicando los principios fundamentales estipulados (la lealtad profesional, honestidad, honor profesional, responsabilidad, respeto, justicia e inclusión social), así como los deberes generales (respetar las leyes, ordenanzas y disposiciones vigentes relacionados con la profesión, actuando con honradez y moralidad en todo el proceder), estando pendiente de las medidas disciplinarias si se faltan contra la ética [47].

Por último, se tomará en cuenta el reglamento de estudios de pregrado estipulado por la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, en el Título III: Del Régimen disciplinario donde se menciona los valores que deben orientar la conducta de los estudiantes: búsqueda de la verdad, respeto por la dignidad de la persona, tolerancia, pluralismo, responsabilidad social y compromiso con el desarrollo, honestidad, solidaridad y la justicia y está dispuesto a seguir el proceso disciplinario si se quebranta algún valor mencionado [48].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para poder evaluar cuales son las óptimas alternativas de solución (dosificaciones en peso) en esta investigación se hizo una matriz de resultados con el fin de valorarlo de manera cuantitativa y poder tener una conclusión fundamentada.

Se realizó una escala de colores para puntuar la matriz de resultados de la siguiente manera:

Puesto	Colores	Puntaje
1°		7
2°		6
3°		5
4°		4
5°		3
6°		2
7°		1

Tabla 29. Escala de colores para puntuar matriz de resultados

Fuente: Propia

ENSAYO	PATRON	TANDA 2	TANDA 3	TANDA 4	TANDA 5	TANDA 6	TANDA 7	TOTAL
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CUBOS	4	2	7	5	1	3	6	28
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN UNIDADES	4	3	2	1	6	5	7	28
RESISTENCIA DE LA PILA A LA COMPRESIÓN	5	2	7	3	6	4	1	28
RESISTENCIA DEL MURETE A LA TRACCIÓN INDIRECTA	1	6	2	4	5	7	3	28
<b>TOTAL</b>	14	13	18	13	18	19	17	112

Tabla 30. Matriz de resultados

Fuente: Propia

Resultado	Dosificación
1°	Tanda 6
2°	Tanda 3
3°	Tanda 5
4°	Tanda 7
5°	Patrón
6°	Tanda 4
7°	Tanda 2

Tabla 31. Resultados en orden del más al menos óptimo

Fuente: Propia

Se obtuvieron las valoraciones de cada tanda o dosificación en peso, concluyendo que la tanda 6: bagazo de caña de azúcar 0.525% + cáscara de arroz 0.075% y la tanda 3: cáscara de arroz 0.525% + bagazo de caña de azúcar 0.075% como los mejores resultados y verificando la hipótesis que mejoraría con respecto a la tanda patrón es correcta.

## Ensayos para evaluar el material “suelo”

<b>Ensayos</b>	<b>Resultados</b>
Cinta de barro	15 cm
Presencia de arcilla	OK
Contenido de sulfatos solubles	74.00 pmm y 82 ppm
Contenido de sales solubles	130 pmm y 150 ppm
Peso volumétrico suelto	1279.18 kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico compactado	1450.75 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	8.29%
Limite liquido	23.72%
Limite plástico	14.77%
Índice plástico	8.96%
Granulometría	40.2% arena
	40.67% limo
	19.13% arcilla
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-4

Tabla 32. Resultados de los ensayos del material suelo - "Buenos Aires" – Lambayeque

Fuente: Propia

#### Prueba “cinta de barro”

En esta prueba se obtuvo una longitud de 15cm aproximadamente, está en el rango de 10cm a 20cm lo cual quiere decir que es un material con la cantidad de arcilla necesaria para poder fabricar adobes.

El material suelo que se ha recolectado en la cantera “Buenos Aires”, fue de mucha ayuda conocer pruebas empíricas de campo para poder ubicar esta cantera. Es un suelo apto para fabricación de adobe.

#### Prueba “presencia de arcilla”

En esta prueba se presionaron las 4 probetas esféricas con bastante fuerza y ninguna de ellas se agrieto o se desmorono, lo cual quiere decir que la cantidad de arcilla es óptima para poder fabricar adobes.

Igual que la prueba cinta de barro, son pruebas empíricas que dan una idea del tipo de suelo y si es posible utilizarlo para la fabricación de adobes

#### Ensayo contenido de sulfatos solubles

Los métodos para calcular los sulfatos solubles son empleados la NTP 339.178, los cuales se mencionan en la tabla 5 de ensayos de laboratorio de NTE E 0.50 suelos y cimentaciones.

Este ensayo es útil para verificar el nivel de sulfatos representado en ppm del material suelo o agua subterránea, si un bloque de adobe se fabrica con altos niveles de sulfatos solubles existe la posibilidad de cuando entre en contacto con el agua produzca eflorescencia a este, lo que resulta en baja resistencia a la compresión.

MUESTRA	COORDENADAS DEL LUGAR DE EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA	mg/kg o P.P.M
		SULFATO SO4
SUELO	E = 618417.70 N= 9256627.20	74.00
		0.0074(%)

Tabla 33. Análisis químico para sulfatos del suelo

Fuente: Propia

MUESTRA	COORDENADAS DEL LUGAR DE EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA	mg/L o P.P.M.
		SULFATO SO4
AGUA	E = 618417.70 N= 9256627.20	82.00
		0.0082(%)

Tabla 34. Análisis químico para sulfatos del agua

Fuente: Propia

Comparando con la normativa técnica vigente se investigó en las diferentes normas:

- NTE E 0.80 – Diseño y construcción con tierra reforzada

En relación con la investigación, la primera normativa en la cual se buscó los límites permisibles para sulfatos de los materiales.

Artículo 5 :

5.1 Tierra: Debe verificarse que la tierra contenga adecuada presencia de arcilla mediante las pruebas indicadas en los Anexos Nos. 1 y 2 de la presente Norma. Asimismo, que se encuentre libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica.

Podemos corroborar que en esta norma no se plantea límites permisibles para sulfatos de la tierra para la construcción del bloque de construcción de adobe. En el agua nos menciona que debe ser potable o libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión pero no menciona un valor el cual compararlo.

Entonces al apoyarnos con los valores permisibles límites brindado por la entidad SUNASS para que el agua sea catalogada como “potable” según el oficio circular N 667 del año 2000:

PARAMETRO	LMP
SULFATOS	250 mg/L
CLORUROS	250 mg/L
NITRATOS	50 mg/L
pH	6.5-8.5

Tabla 35. Límites máximo permisibles (LMP) referenciales de los parámetros de calidad del agua

Fuente: Sunass

Tenemos los LPM de sulfatos con 250 mg/L o P.P.M. y nuestra muestra de agua subterránea esta dentro de 82 P.P.M en sulfatos.

Otra fuente brindada por la entidad MINAM donde se modifica los estándares nacionales de calidad ambiental para agua según el DS N° 015 en 2015, dentro de la categoría 1 - Poblacional y recreacional:

PARAMETRO	LMP
SULFATOS	250 mg/L

Tabla 36. Límites máximo permisibles (LMP) referenciales de sulfatos en el suelo categoría 1

Fuente: Minam

- NTE E 0.50 – Suelos y cimentaciones

Se revisó la presenta norma de la cual se habla de ataques químicos por suelos y aguas subterráneas:

Artículo 36:

36.4.2. Ataque por sulfatos, donde se menciona que en la NTE E 0.60 Concreto armado se indican los requisitos para concreto expuesto a sulfatos en aguas y suelos subterráneos.

Podemos concluir que por una parte los sulfatos tanto los del suelo como los del agua subterránea dañan al material concreto porque no tiene lugar la lixiviación y a consecuencia de un aumento de volumen, la pasta endurecida de cemento se desmorona y expansiona, formando grietas y concreto disgregado y nos dan un valor referencial para que esto no ocurra.

- NTE E 0.60 – Concreto armado

Se revisó la presenta norma de concreto armado capítulo 4.

Articulo 4.3 Exposición a sulfatos, en la tabla 4.4 determina la exposición a sulfatos:

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO <sub>4</sub> ) presente en el suelo	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en el agua, ppm
Insignificante	0,00 - 0,10	0 – 150
Moderada	0,10 – 0,20	150 – 1500
Severa	0,20 – 2,00	1500 – 10000
Muy Severa	Más de 2,00	Mas de 10000

Tabla 37. Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Fuente: NTE E 0.60

En el resultado de los ensayos de sulfatos se determinó que con 0.0074% en el suelo y con 82 ppm en el agua significa un nivel de exposición a sulfatos Insignificante.

En base a estas normas se concluye que la cantidad de sulfatos presentes en los materiales de la cantera “Buenos aires” es insignificante para la construcción del bloque de adobe y no perjudica en su resistencia mecánica a través de la eflorescencia.

#### Ensayo contenido de sales solubles

Los métodos para calcular el contenido de sales solubles son empleados la NTP 339.152, los cuales se mencionan en la tabla 5 de ensayos de laboratorio de NTE E 0.50 suelos y cimentaciones.

MUESTRA	mg/kg o P.P.M
	SALES SOLUBLES
SUELO	130
	0.013 (%)

Tabla 38. Análisis químico para sales solubles del suelo

Fuente: Propia

MUESTRA	mg/L o P.P.M.
	SALES SOLUBLES
AGUA	150
	0.015 (%)

Tabla 39. Análisis químico para sales solubles del agua

Fuente: Propia

Comparando con la normativa técnica vigente se investigó en las diferentes normas:

- NTE E 0.80 – Diseño y construcción con tierra reforzada

En relación con la investigación, la primera normativa en la cual se buscó los límites permisibles para sales solubles de los materiales.



Podemos corroborar que en esta norma no se plantea límites permisibles para sales solubles de la tierra para la construcción del bloque de construcción de adobe. En el agua nos menciona que debe ser potable o libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión pero no menciona un valor el cual compararlo.

Otra fuente brindada por la entidad MINAM donde se modifica los estándares nacionales de calidad ambiental para agua según el DS N° 015 en 2015, dentro de la categoría 1 - Poblacional y recreacional:

PARAMETRO	LMP
CLORUROS	250 mg/L
NITRATOS	50 mg/L
pH	6.5-8.5

*Tabla 40. Límites máximo permisibles (LMP) referenciales de los parámetros de calidad del agua*

Fuente: Sunass

Tenemos los LPM de cloruros con 250 mg/L o P.P.M. y nuestra muestra de agua subterránea esta dentro con 150 P.P.M en sales.

Otra fuente brindada por la entidad MINAM donde se modifica los estándares nacionales de calidad ambiental para agua según el DS N° 015 en 2015, dentro de la categoría 1 - Poblacional y recreacional:

PARAMETRO	LMP
CLORUROS	250 mg/L

*Tabla 41. Límites máximo permisibles (LMP) referenciales de cloruros en el suelo categoría 1*

Fuente: Minam

- NTE E 0.50 – Suelos y cimentaciones

Se revisó la presenta norma de la cual se habla de ataques químicos por suelos y aguas subterráneas:

Artículo 36:

36.4.3. Ataque por cloruros, donde se menciona que el contenido del ión cloro sea mayor a 0,15% se recomienda medidas de protección.

Se concluye que las sales solubles solo se mencionan como ataque por cloruros, que atacan al acero de refuerzo oxidándolo y se menciona que sea menor a 0,15%.

- NTE E 0.60 – Concreto armado

Se revisó la presenta norma de concreto armado capítulo 4.

Artículo 4.4 Refuerzo contra la corrosión, en la tabla 4.5 menciona contenido máximo de iones cloruro.

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones cloruro en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Seco o protegido contra la humedad	1,00

*Tabla 42. Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo*

Fuente: NTE E 0.60

En el resultado de los ensayos de sales solubles se determinó que con 0,013% en el suelo y con 0,015% en el agua para elementos secos contra la humedad esta dentro del contenido máximo que brinda la tabla .

Para complementar esta información, se comparó con el nivel TDS de la Organización mundial de la Salud (OMS)

Calificación	Rango
Excelente	< 300 mg/L
Regular	600-900 mg/L
Pobre	900-1200 mg/L
Inaceptable	> 1200 mg/L

*Tabla 43. Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo*

Fuente: OMS

Teniendo en cuenta que el agua de grifo promedia un valor de 100 – 200 mg/L, para los materiales utilizados se califican como excelentes.

En base a estas normas se concluye que la cantidad de sales solubles presentes en los materiales de la cantera “Buenos aires” es insignificante para la construcción del bloque de adobe y no perjudica en su resistencia mecánica.

Peso volumétrico seco suelto y compactado

Descripción	Valor	Unidades
<b>Pesto tara</b>	7.559	kg
<b>Volumen de tara</b>	3145.5	cm <sup>3</sup>
<b>Peso tara +muestra1</b>	11.583	kg
<b>Peso muestra1</b>	4.024	kg
<b>Peso tara +muestra2</b>	11.59	kg
<b>Peso muestra2</b>	4.031	kg
<b>Peso tara +muestra3</b>	11.575	kg
<b>Peso muestra3</b>	4.016	kg
<b>Peso promedio</b>	4.0237	kg
<b>Peso volumetrico suelto</b>	1279.1819	kg/m <sup>3</sup>

Tabla 44. Peso volumétrico seco suelto

Fuente: Propia

Descripción	Valor	Unidades
<b>Pesto tara</b>	7.559	kg
<b>Volumen de tara</b>	3145.5	cm <sup>3</sup>
<b>Peso tara +muestra1</b>	12.118	kg
<b>Peso muestra1</b>	4.559	kg
<b>Peso tara +muestra2</b>	12.12	kg
<b>Peso muestra2</b>	4.561	kg
<b>Peso tara +muestra3</b>	12.129	kg
<b>Peso muestra3</b>	4.57	kg
<b>Peso promedio</b>	4.5633	kg
<b>Peso volumetrico suelto</b>	1450.74975	kg/m <sup>3</sup>

Tabla 45. Peso volumétrico seco compactado

Fuente: Propia

El peso volumétrico es muy útil cuando se quiere tener un preliminar de cuanto material se debe comprar, cuanto material entra en la motocarga, cuantas unidades de albañilería de adobe puede cargar la motocarga, para realizar la misma dosificación en peso; esto ayuda a reducir

costos y gestionar mejor el tiempo. El peso volumétrico seco suelto es de 1279.18 kg/m<sup>3</sup> y el peso volumétrico seco compactado es de 1450.75 kg/m<sup>3</sup>,

#### Granulometría

Tamiz	Peso retenido	
N°4	0	g
N°10	0.38	g
N°20	0.53	g
N°40	1.12	g
N°60	18.27	g
N°140	73.38	g
N°200	11.03	g
Fondo	3.42	g
TOTAL	108.13	g

Peso total	367.8	g
Peso lavado	108.13	g
Peso <n°4	259.67	g

Tabla 46. Pesos retenidos en cada tamiz de la serie estándar, peso total y peso después del lavado de finos

Fuente: Propia

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Plg)	(mm)				
3"	75	0	0	0	100
2 1/2"	63	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	100
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	0	0	0	100
3/4"	19	0	0	0	100
1/2"	12.5	0	0	0	100
3/8"	9.5	0	0	0	100
N°4	4.75	0	0	0	100
N°10	2	0.38	0.1	0.1	99.9
N°20	0.85	0.53	0.2	0.3	99.7
N40	0.425	1.12	0.4	0.7	99.3
N°60	0.25	18.27	7	7.7	92.3
N°140	0.106	73.38	28.3	36	64
N°200	0.075	11.03	4.2	40.2	59.8
< N° 200	FONDO	154.94	59.7	100	0

Tabla 47. Composición granulométrica

Fuente: Propia

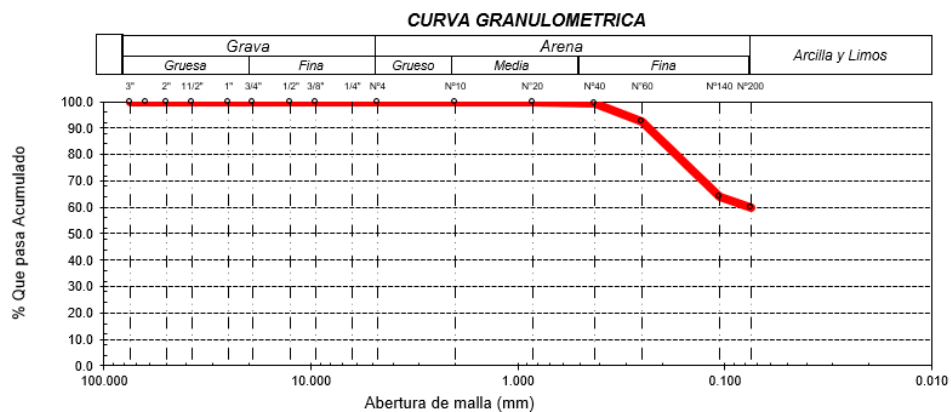


Tabla 48. Curva granulométrica

Fuente: Propia

Para clasificar la parte de los finos (limos y arcillas) se optó por realizar una granulometría por el método de sedimentación obteniendo los siguientes resultados:

TAMICES		% QUE PASA
(Plg)	(mm)	
N°200	0.075	59.80
	0.063	49.79
	0.032	45.18
	0.023	40.38
	0.017	36.15
	0.012	34.72
	0.009	31.97
	0.006	26.21
	0.004	24.82
	0.001	19.13
	0.001	19.15
	0.001	18.20
	0.001	17.70
	FONDO	0

Tabla 49. Composición granulométrica (por sedimentación)

Fuente: Propia

t en min	temp. ° C	Lectura real del hidrometro Ra	Lectura corregida del hidrometro Rc	% más fino	Hidrometro corregido por menisco R	L	L/T	K	D (mm.)
0.5	21.1	30.2	31.55	49.79	31.4	11.16	22.3200	0.0133	0.063
1	21.8	29.7	31.05	48.20	30.9	11.22	11.2200	0.0133	0.032
2	23.5	27.5	28.85	45.18	28.7	11.56	5.7800	0.0133	0.023
4	22.5	25.5	26.85	40.38	26.7	11.93	2.9825	0.0133	0.017
8	23.1	22	23.35	36.15	23.2	12.48	1.5600	0.0133	0.012
15	21.5	20.3	21.65	34.72	21.5	12.8	0.8533	0.0133	0.009
30	22.7	18	19.35	31.97	19.2	13.16	0.4387	0.0133	0.006
60	22.2	15.8	17.15	26.21	17	13.5	0.2250	0.0133	0.004
120	23.8	13.5	14.85	24.82	14.7	13.86	0.1155	0.0133	0.001
1371	20.7	11	12.35	19.13	12.2	14.28	0.0104	0.0133	0.001
1491	21.6	10.8	12.15	19.15	12	14.3	0.0096	0.0133	0.001
2821	21.4	10	11.35	18.20	11.2	14.46	0.0051	0.0133	0.001
2967	22.3	9	10.35	17.70	10.2	16.66	0.0056	0.0133	0.001

Tabla 50. Cálculo del diámetro de partícula según la ley de Stokes

Fuente: Propia

Para el cálculo del porcentaje de volumen de los componentes finos del material suelo de la cantera “Buenos aires”, teniendo en cuenta que limos su diámetro de partícula está en 0.075mm (N° 200) a 0.002 mm, las arcillas son las partículas con diámetro menor a 0.002mm, entonces se restan los porcentajes que pasan de la tabla 29, realizando el siguiente procedimiento:

$$\% \text{ Limos} = 59.80\% - 19.13\% = 40.67\%$$

$$\% \text{ Arcillas} = 19.13\%$$

$$\% \text{ Arena} = 40.2\%$$

La granulometría es útil para clasificar el tipo de suelo. Para fabricar adobes es muy importante conocer cuanta cantidad de granos gruesos y finos, esto debe encontrarse en un rango que nos da la norma e 0.80. Es indispensable tener una cantidad de 10 a 30% de arcilla, tampoco es bueno tener mucha arcilla ya que se necesita más agua para trabajarlo y cuando se seca, se agrieta; se soluciona añadiendo arena fina a la tanda.

## Límites de consistencia

	Tara 19 (gr)	Tara 23 (gr)	Tara 30 (gr)
<b>Peso (tara + muestra húmeda) =</b>	48.68	48.41	47.25
<b>Peso (tara) =</b>	31.15	35.92	31.51
<b>Peso (muestra húmeda) =</b>	17.53	12.49	15.74
<b>Peso (tara + muestra seca) =</b>	45.35	45.97	44.19
<b>% humedad=</b>	23.45%	24.28%	24.13%
<b>Número de golpes=</b>	30	16	20

Tabla 51. Cálculo de humedad para método de multipunto (límite líquido)

Fuente: Propia

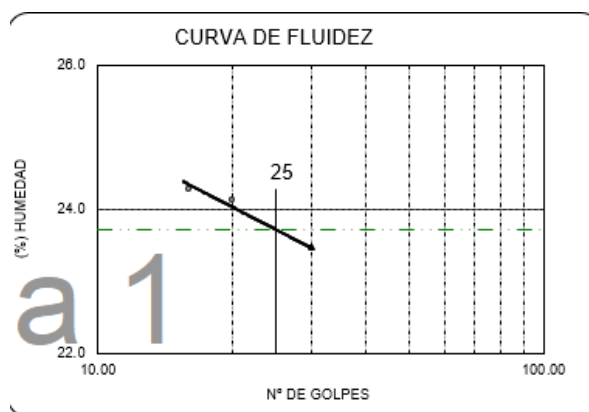


Tabla 52. Curva de límite líquido

Fuente: Propia

De la tabla 20 podemos calcular un valor de 23.72% de límite líquido

	Tara 26 (gr)	Tara 13(gr)
<b>Peso (tara + muestra húmeda) =</b>	45.68	45.17
<b>Peso (tara) =</b>	37.87	35.56
<b>Peso (muestra húmeda) =</b>	7.81	9.61
<b>Peso (tara + muestra seca) =</b>	44.67	43.94
<b>% humedad=</b>	14.85%	14.68%

Tabla 53. Cálculo de humedad para líquido plástico

Fuente: Propia

Del promedio se calcula LP=14.77%.

Los límites de consistencia nos dan el parámetro del Índice de plasticidad, que nos indica que tan plástico es el material “suelo”, se usa en la clasificación SUCS para poder clasificar el suelo más específico.

### Humedad en porcentaje

	<b>Tara 10 (gr)</b>
Peso (tara + muestra húmeda) =	332.76
Peso (tara) =	51.51
Peso (muestra húmeda) =	281.25
Peso (tara + muestra seca) =	311.24
<b>% humedad=</b>	<b>8.29%</b>

Tabla 54. Cálculo de humedad

Fuente: Propia

Se calculó el porcentaje de humedad de una muestra de suelo natural seco de la cantera “Buenos Aires”.

Esto es útil para calcular la cantidad de agua necesaria para fabricar los adobes con mayor precisión. En este caso, el maestro uso la cantidad que por su experiencia se obtiene una mejor trabajabilidad de la mezcla.

### Clasificación SUCS

Sabiendo que el porcentaje de arenas es 40.2% y el porcentaje de arcilla y limos es 59.8%, este tipo de suelo por la clasificación SUCS es considerado una arcilla. Después teniendo un IP = 8.96% y el Limite Liquido = 23.72%, se tiene la siguiente clasificación:

	Descripción
SUCS	Arcilla arenosa de baja plasticidad (CL)

Tabla 55. Clasificación SUCS al material suelo

Fuente: Propia

Cuando se tiene la granulometría y los límites de consistencia, se puede clasificar usando SUCS, esto es muy útil cuando se quiera nombrar un suelo y revisar sus propiedades.

### Ensayos para evaluar las fibras vegetales adicionantes

#### Cantidad de pH

	Cáscara de arroz	Caña de azúcar
PH	6.72	6.94

Tabla 56. Cantidad de pH de cáscara de arroz y caña de azúcar

Fuente: Propia

Podemos ver en la tabla que tanto la cascara de arroz como la caña de azúcar están cerca de ser sustancias neutras cuando se añaden al suelo para hacer adobe.



### Contenido de humedad

	Cáscara de arroz	Caña de azúcar
% Humedad	9.8	5.81

Tabla 57. Cálculo de la cantidad de %Humedad de cáscara de arroz y caña de azúcar

Fuente: Propia

El porcentaje de humedad de la cáscara de arroz es ligeramente más alto que el de la caña de azúcar.

### Densidad real y aparente

	Cáscara de arroz	Caña de azúcar
Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	1.51	0.1584
Densidad aparente	0.097	0.0816

Tabla 58. Cálculo de la densidad real y aparente de cáscara de arroz y caña de azúcar

Fuente: Propia

La densidad de la cáscara de arroz es mucho mayor que el de la caña de azúcar, lo cual podría ser un inconveniente en la fuerza de compresión del material.

### Material volátil

	Cáscara de arroz
Material volátil (%)	62.98

Tabla 59. Cálculo de la cantidad de %Humedad de cáscara de arroz

Fuente: Propia

Significa que podría encenderse espontáneamente si es un valor muy alto.

### Carbón fijo

	Cáscara de arroz
Carbón fijo (%)	12.38

Tabla 60. Cálculo de la cantidad de carbón fijo de cáscara de arroz

Fuente: Propia

El carbón fijo simplemente la resta del peso original menos la materia volátil, humedad y cenizas.

## Porcentaje de cenizas

	Cáscara de arroz	Caña de azúcar
Ceniza (%)	24.64	2.5

Tabla 61. Cálculo del porcentaje de cenizas de cáscara de arroz y caña de azúcar

Fuente: Propia

Tanto la cáscara de arroz y la caña de azúcar son dos fibras que necesitan mucha temperatura de incineración para lograr quemarlas, sin embargo, podemos notar que las cenizas de cascara de arroz es 10 veces mayor que al de la caña de azúcar.

## Poder calorífico promedio

	Caña de azúcar
Poder calorífico promedio (kJ/kg)	15260

Tabla 62. Cálculo del poder calorífico promedio caña de azúcar

Fuente: Propia

Podemos notar que la caña de azúcar, cuando se incinera genera una cantidad muy grande de calor, cosa que no pasa con la pajilla de arroz.

Dióxido de Silicio (%SiO<sub>2</sub>)

	Caña de azúcar
%SIO <sub>2</sub> (%)	62.30

Tabla 63. Cálculo del oxido de silicio para caña de azúcar

Fuente: Propia

Sirve como agente espesante y antiaglomerante, absorbe humedad.

## Ensayos físicos a las unidades de albañilería de adobe

Según la NTP 339.613, el muestreo se hace 10 especímenes por cada millón de unidades de albañilería. Para esta investigación se utilizarán 10 unidades de adobe al azar. Por lo menos 1 de cada dosificación en peso.

## Peso

Adobe N°	1° peso (gr)	2° peso(gr)	Variación (%)
1	5731	5731	0.00%
2	5745	5745	0.00%
3	5888	5888	0.00%
4	6111	6111	0.00%
5	6061	6061	0.00%
6	6081	6081	0.00%
7	6012	6012	0.00%
8	6142	6142	0.00%
9	6350	6350	0.00%
10	6245	6245	0.00%
<b>PROMEDIO</b>	<b>6036.6 gr</b>		

Tabla 64. Tabla resumen de registro de pesos a las unidades de albañilería de adobe

Fuente: Propia

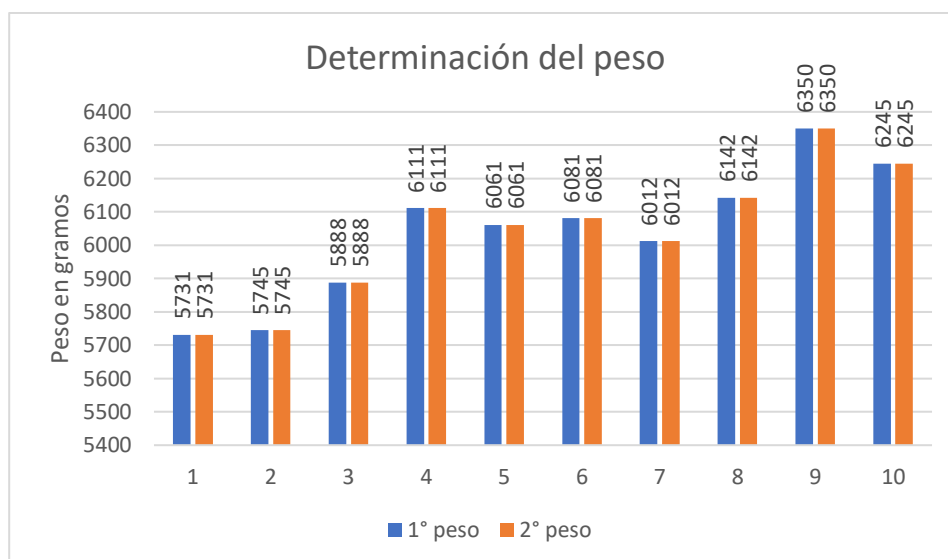


Figura 165. Comparación del ensayo “determinación del peso”

Fuente: Propia

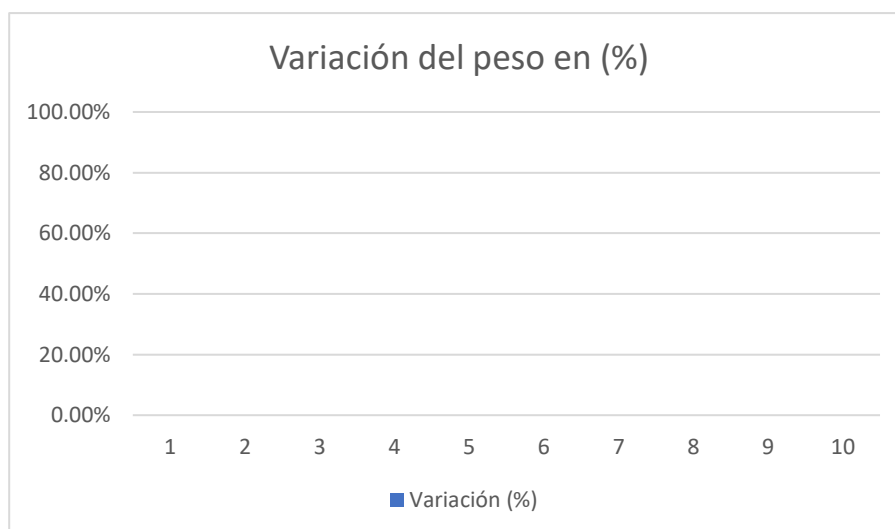


Figura 166. Variación del peso del ensayo “determinación del peso”

Fuente: Propia

Determinar la variación de peso, es útil para ver si existe desmoronamiento parcial al momento de manipular la unidad de adobe. Según San Bartolomé, esta variación de peso no puede superar 0.2% del peso.

Variación dimensional

$$\text{Variación dimensional Longitud} = \left( \frac{LP}{29} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Variación dimensional Ancho} = \left( \frac{AP}{14} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Variación dimensional Altura} = \left( \frac{LH}{9} - 1 \right) * 100$$

Muestra N°	Denominación o Descripción de la muestra.	MEDIDAS DEL TAMAÑO			VARIACION DIMENSIONAL		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	ADOBE N° 1	291	142	93	0.30%	1.07%	3.61%
02	ADOBE N° 2	299	144	91	2.93%	2.50%	0.83%
03	ADOBE N° 3	290	141	91	-0.09%	0.89%	1.11%
04	ADOBE N° 4	281	141	93	-3.10%	0.71%	2.78%
05	ADOBE N° 5	284	142	91	-2.24%	1.07%	1.11%
06	ADOBE N° 6	290	144	92	0.00%	2.68%	2.22%
07	ADOBE N° 7	291	145	94	0.34%	3.21%	4.17%
08	ADOBE N° 8	286	143	95	-1.47%	2.32%	5.28%
09	ADOBE N° 9	288	148	93	-0.69%	5.54%	2.78%
10	ADOBE N° 10	292	141	97	0.60%	0.36%	8.06%

Tabla 65. Resumen de medidas de las dimensiones de las unidades de albañilería – Variación dimensional

Fuente: Propia

VDL (%) = -0.34%

VDA (%) = 2.044%

VDH (%) = 3.19%

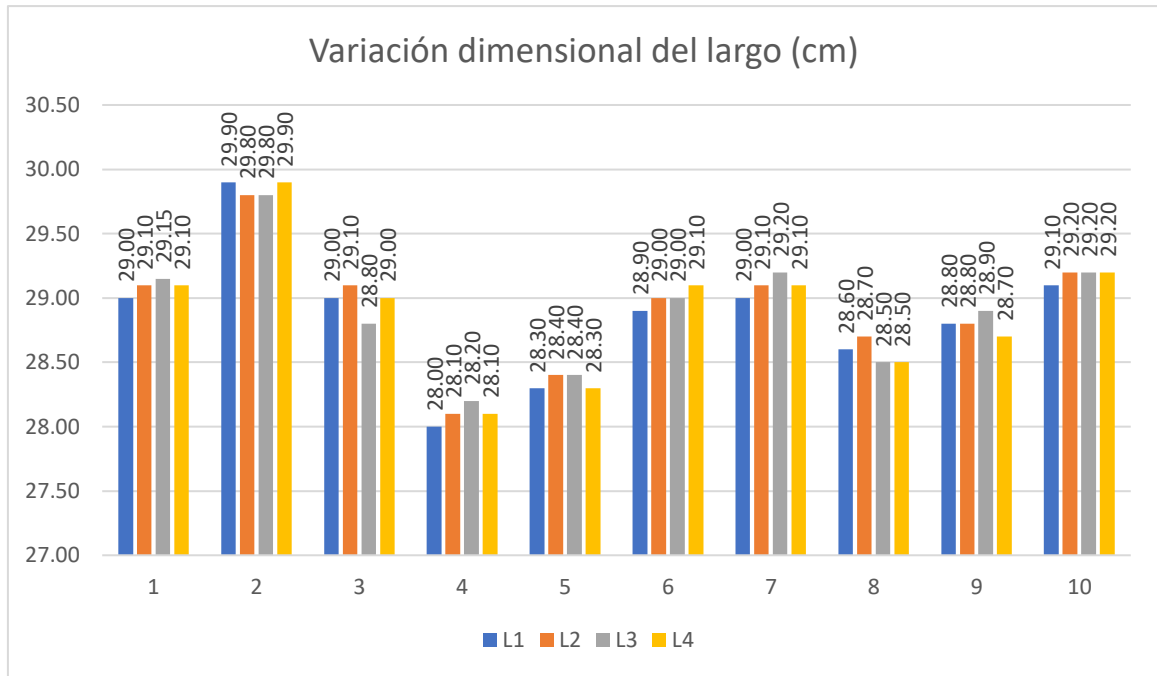


Figura 167. Variación dimensional del largo (cm)

Fuente: Propia

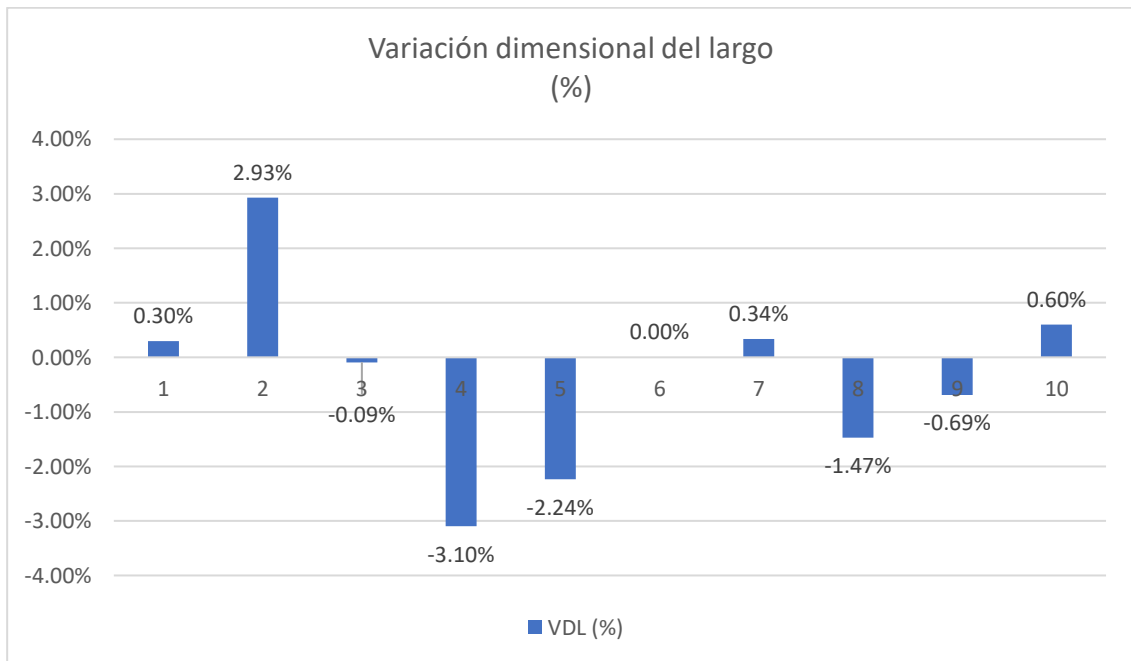


Figura 168. Variación dimensional del largo (%)

Fuente: Propia

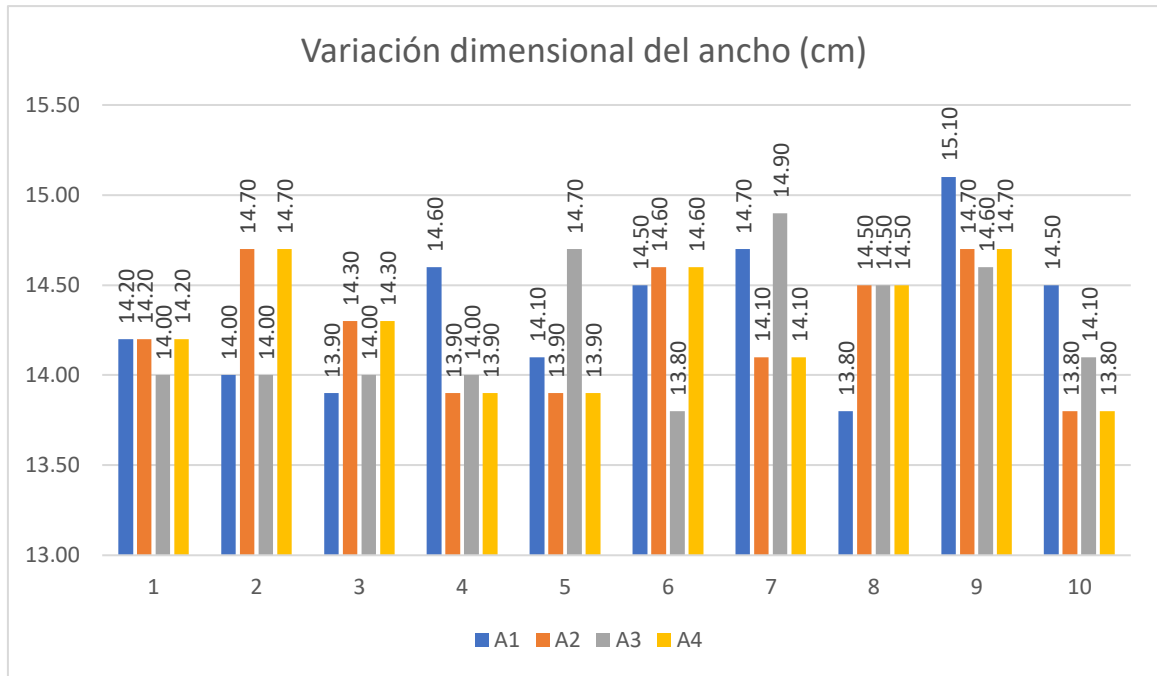


Figura 169. Variación dimensional del ancho (cm)

Fuente: Propia

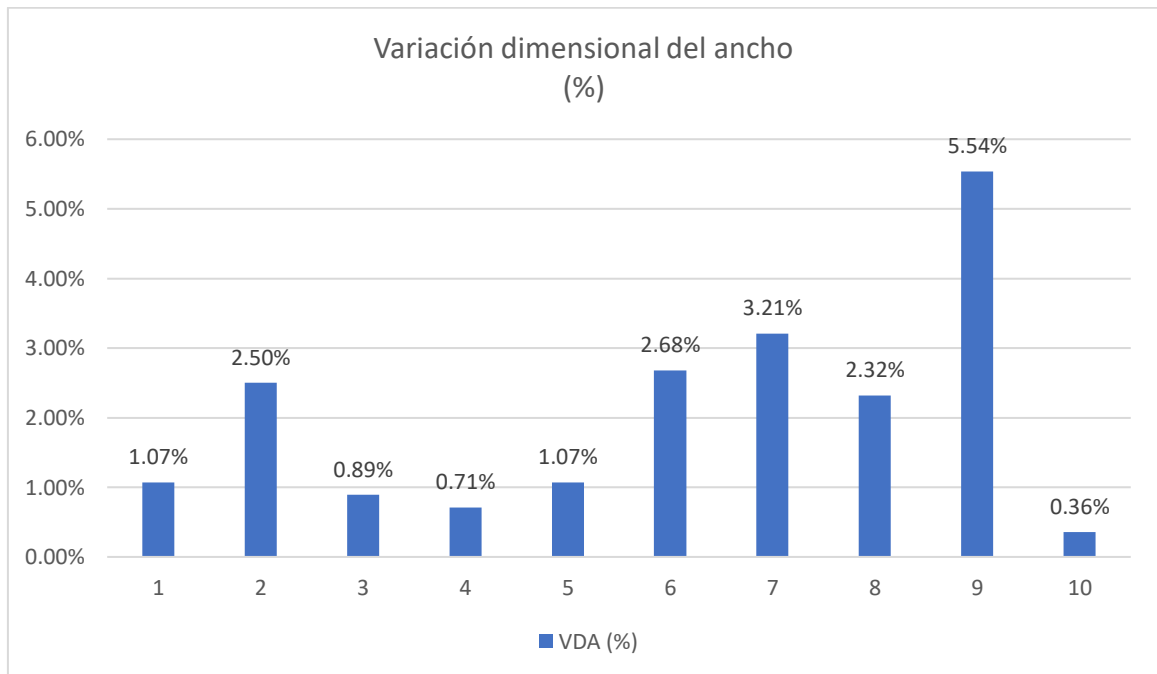


Figura 170. Variación dimensional del ancho (%)

Fuente: Propia

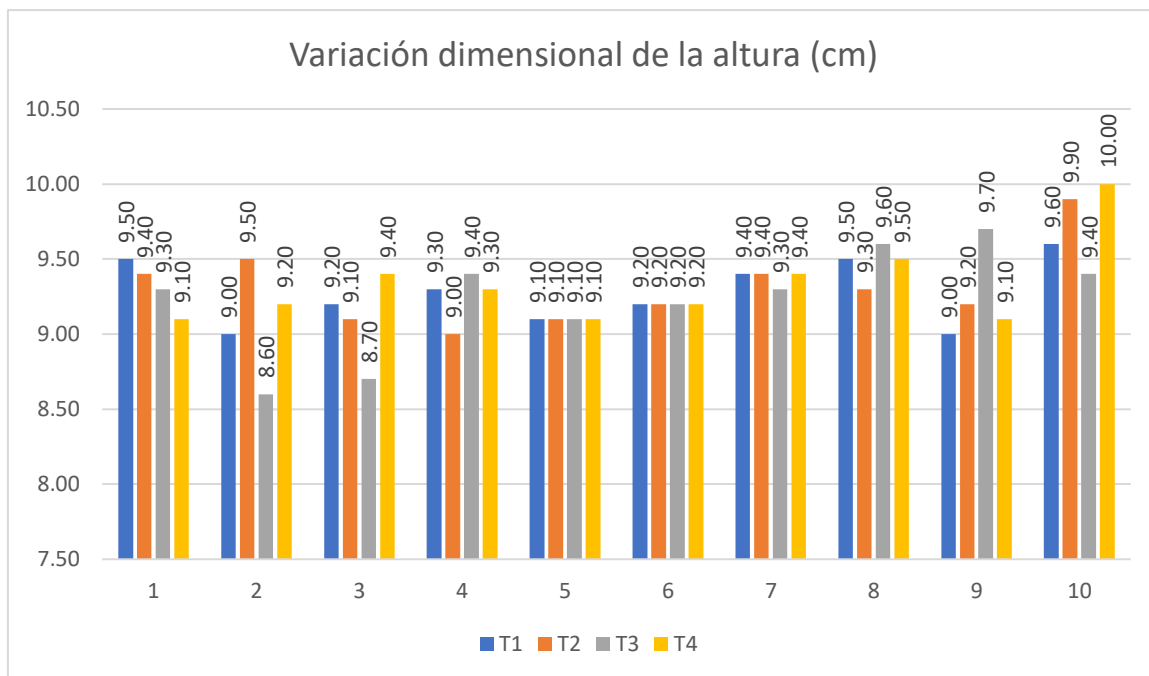


Figura 171. Variación dimensional de la altura (cm)

Fuente: Propia

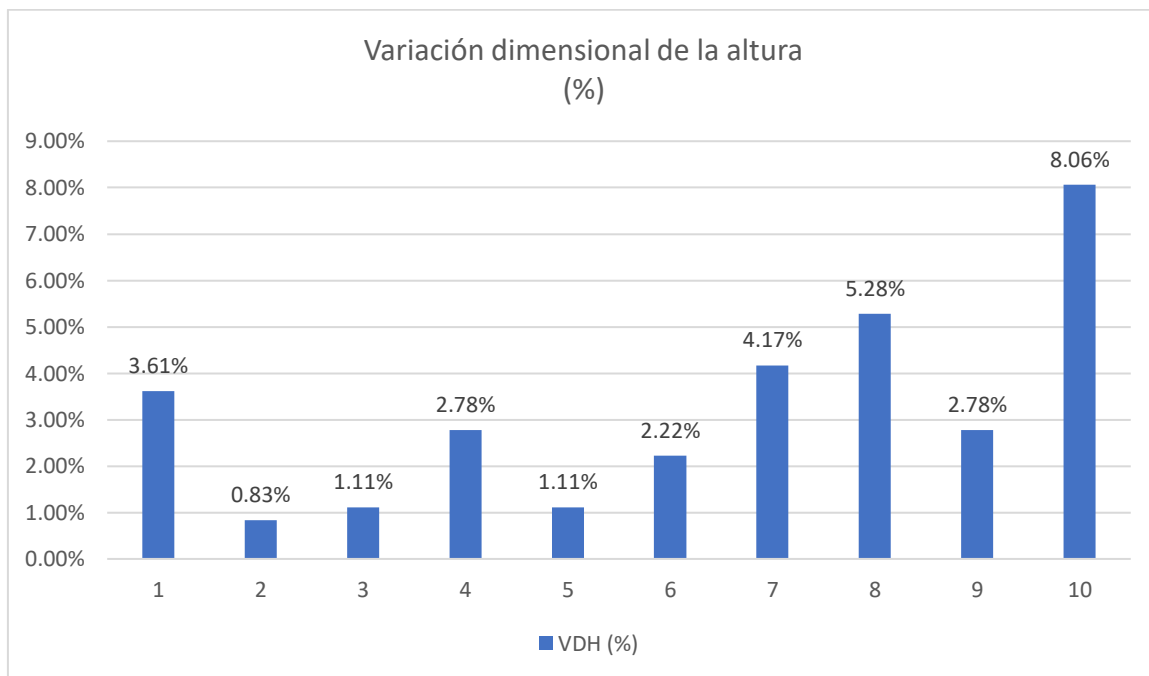


Figura 172. Variación dimensional de la altura (%)

Fuente: Propia



La variación dimensional ocurre por un abrupto secado de la unidad de adobe y esto repercute en las juntas al momento de colocar el mortero de barro, en algunas zonas no entrará mortero por esta variación y se vuelve débil en ese punto.

La medida de mi unidad de albañilería es de 29x14x9cm, los valores más altos que me he medido son 29.9x 15.1x9.7cm, obteniendo una variación dimensional de 3.1% de largo, 7.9%, 7.8% de altura. Esto no representa la realidad porque el promedio de variación es -0.34%, 2.044% y 3.19%.

### Alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)						Cara inferior (mm)					
		Cóncavo			Convexo			Cóncavo			Convexo		
01	MUESTRA 1	7.00	7.00	<b>7.00</b>	8.00	8.00	<b>8.00</b>	4.00	4.00	<b>4.00</b>	4.00	4.00	<b>4.00</b>
02	MUESTRA 2	5.00	5.00	<b>5.00</b>	7.00	7.00	<b>7.00</b>	9.00	9.00	<b>9.00</b>	9.00	9.00	<b>9.00</b>
03	MUESTRA 3	8.00	8.00	<b>8.00</b>	5.00	5.00	<b>5.00</b>	8.00	8.00	<b>8.00</b>	8.00	8.00	<b>8.00</b>
04	MUESTRA 4	4.00	4.00	<b>4.00</b>	8.00	8.00	<b>8.00</b>	7.00	7.00	<b>7.00</b>	7.00	7.00	<b>7.00</b>
05	MUESTRA 5	9.00	9.00	<b>9.00</b>	4.00	4.00	<b>4.00</b>	5.00	5.00	<b>5.00</b>	5.00	5.00	<b>5.00</b>
06	MUESTRA 6	8.00	8.00	<b>8.00</b>	9.00	9.00	<b>9.00</b>	6.00	6.00	<b>6.00</b>	6.00	6.00	<b>6.00</b>
07	MUESTRA 7	7.00	7.00	<b>7.00</b>	8.00	8.00	<b>8.00</b>	4.00	4.00	<b>4.00</b>	4.00	4.00	<b>4.00</b>
08	MUESTRA 8	5.00	5.00	<b>5.00</b>	7.00	7.00	<b>7.00</b>	2.00	2.00	<b>2.00</b>	8.00	8.00	<b>8.00</b>
09	MUESTRA 9	6.00	6.00	<b>6.00</b>	5.00	5.00	<b>5.00</b>	3.00	3.00	<b>3.00</b>	7.00	7.00	<b>7.00</b>
10	MUESTRA 10	4.00	4.00	<b>4.00</b>	1.00	1.00	<b>1.00</b>	1.00	1.00	<b>1.00</b>	5.00	5.00	<b>5.00</b>

Tabla 66. Resumen de medidas de las dimensiones de las unidades de albañilería – Alabeo

Fuente: Propia

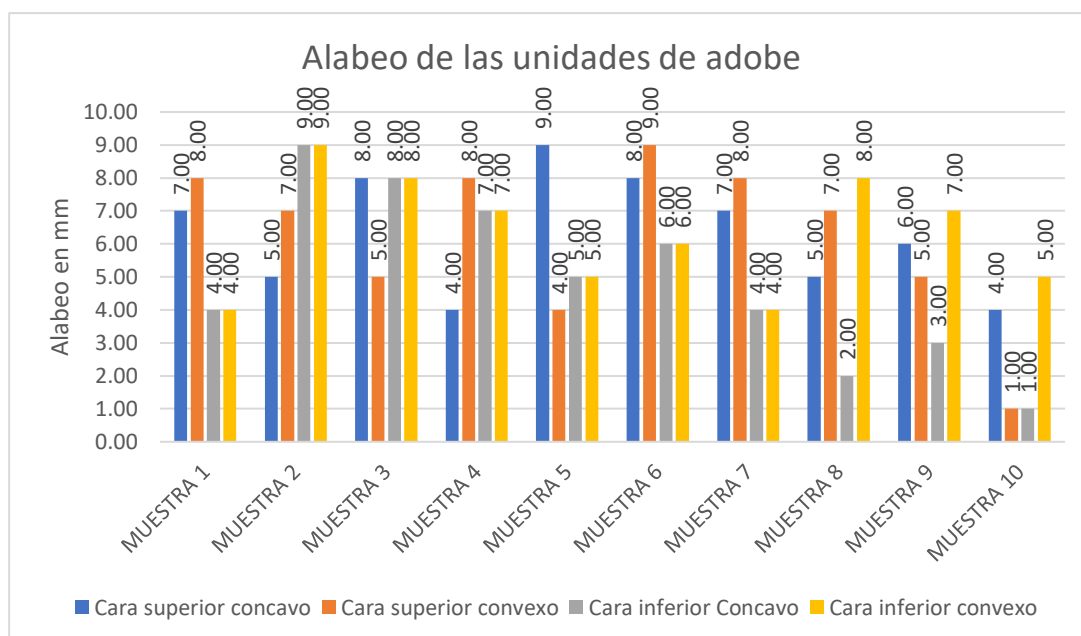


Figura 173. Alabeo de las unidades de adobe (mm)

Fuente: Propia

Se calcula una concavidad máxima de 9mm y una convexidad máxima de 9mm.

El ensayo de alabeo tiene similar propósito que la variación dimensional, pues está relacionado con la junta vertical, se espera no tener una concavidad o convexidad mayor a 13mm. En mi investigación se ha calculado concavidades y convexidades de 9mm, es por eso no hubo problemas cuando se fabricaron los muretes y las pilas.

### Succión

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo				Largo (cm)	Ancho				Ancho (cm)	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Masa Muestra Seca (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4							
01	ADOBE PATRON	29.2	29.2	29.2	29.2	<b>29.20</b>	13.9	13.9	13.9	13.9	<b>13.90</b>	406	5707.0	5690.0	-17.0	-8.4	-0.3
02	ADOBE PATRON	29.0	29.0	29.0	29.0	<b>29.00</b>	14.5	14.5	14.5	14.5	<b>14.50</b>	421	6054.0	6030.0	-24.0	-11.4	-0.4
03	ADOBE PATRON	29.5	29.5	29.5	29.5	<b>29.50</b>	14.4	14.4	14.4	14.4	<b>14.40</b>	425	5825.0	5800.0	-25.0	-11.8	-0.4
04	ADOBE PATRON	29.3	29.3	29.3	29.3	<b>29.30</b>	14.3	14.3	14.3	14.3	<b>14.30</b>	419	5982.0	5958.0	-24.0	-11.5	-0.4
05	ADOBE PATRON	29.2	29.2	29.2	29.2	<b>29.20</b>	14.5	14.5	14.5	14.5	<b>14.50</b>	423	6071.0	6049.0	-22.0	-10.4	-0.4

Tabla 67. Ensayo de succión – Tanda 1 patrón

Fuente: Propia

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo				Largo (cm)	Ancho				Ancho (cm)	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Masa Muestra Seca (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%.)
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4							
01	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	28.9	28.9	28.9	28.9	<b>28.90</b>	14.3	14.3	14.3	14.3	<b>14.30</b>	413	5829.0	5804.0	-25.0	-12.1	-0.4
02	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	28.7	28.7	28.7	28.7	<b>28.70</b>	14.0	14.0	14.0	14.0	<b>14.00</b>	402	6054.0	6043.0	-11.0	-5.5	-0.2
03	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	28.7	28.7	28.7	28.7	<b>28.70</b>	14.0	14.0	14.0	14.0	<b>14.00</b>	402	5714.0	5703.0	-11.0	-5.5	-0.2
04	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	29.5	29.5	29.5	29.5	<b>29.50</b>	14.4	14.4	14.4	14.4	<b>14.40</b>	425	5937.0	5923.0	-14.0	-6.6	-0.2
05	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	29.1	29.1	29.1	29.1	<b>29.10</b>	13.9	13.9	13.9	13.9	<b>13.90</b>	404	5976.0	5952.0	-24.0	-11.9	-0.4

Tabla 68. Ensayo de succión – Tanda 2

Fuente: Propia

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo				Largo (cm)	Ancho				Ancho (cm)	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Masa Muestra Seca (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%.)
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4							
01	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	28.9	28.9	28.9	28.9	<b>28.90</b>	14.5	14.5	14.5	14.5	<b>14.50</b>	419	6086.0	6066.0	-20.0	-9.5	-0.3
02	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	29.3	29.3	29.3	29.3	<b>29.30</b>	14.2	14.2	14.2	14.2	<b>14.20</b>	416	5941.0	5917.0	-24.0	-11.5	-0.4
03	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	29.0	29.0	29.0	29.0	<b>29.00</b>	14.3	14.3	14.3	14.3	<b>14.30</b>	415	5792.0	5776.0	-16.0	-7.7	-0.3
04	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	28.7	28.7	28.7	28.7	<b>28.70</b>	14.2	14.2	14.2	14.2	<b>14.20</b>	408	5841.0	5829.0	-12.0	-5.9	-0.2
05	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	29.1	29.1	29.1	29.1	<b>29.10</b>	14.5	14.5	14.5	14.5	<b>14.50</b>	422	6088.0	6065.0	-23.0	-10.9	-0.4

Tabla 69. Ensayo de succión – Tanda 3

Fuente: Propia

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo				Largo (cm)	Ancho				Ancho (cm)	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Masa Muestra Seca (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4							
01	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	28.9	28.9	28.9	28.9	<b>28.90</b>	14.3	14.3	14.3	14.3	<b>14.30</b>	413	6050.0	6029.0	-21.0	-10.2	-0.3
02	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	28.6	28.6	28.6	28.6	<b>28.60</b>	14.1	14.1	14.1	14.1	<b>14.10</b>	403	5857.0	5844.0	-13.0	-6.4	-0.2
03	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	28.7	28.7	28.7	28.7	<b>28.70</b>	14.0	14.0	14.0	14.0	<b>14.00</b>	402	5742.0	5719.0	-23.0	-11.4	-0.4
04	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	28.8	28.8	28.8	28.8	<b>28.80</b>	13.9	13.9	13.9	13.9	<b>13.90</b>	400	6085.0	6066.0	-19.0	-9.5	-0.3
05	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	28.6	28.6	28.6	28.6	<b>28.60</b>	14.1	14.1	14.1	14.1	<b>14.10</b>	403	5703.0	5678.0	-25.0	-12.4	-0.4

Tabla 70. Ensayo de succión – Tanda 4

Fuente: Propia

Muestra N°	Descripción de la unidad	Largo				Largo (cm)	Ancho				Ancho (cm)	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Masa Muestra Seca (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4							
01	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	28.8	28.8	28.8	28.8	<b>28.80</b>	14.1	14.1	14.1	14.1	<b>14.10</b>	406	6040.0	6020.0	-20.0	-9.9	-0.3
02	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	29.3	29.3	29.3	29.3	<b>29.30</b>	14.1	14.1	14.1	14.1	<b>14.10</b>	413	5986.0	5970.0	-16.0	-7.7	-0.3
03	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	28.9	28.9	28.9	28.9	<b>28.90</b>	13.9	13.9	13.9	13.9	<b>13.90</b>	402	6064.0	6049.0	-15.0	-7.5	-0.2
04	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	28.7	28.7	28.7	28.7	<b>28.70</b>	14.3	14.3	14.3	14.3	<b>14.30</b>	410	5741.0	5716.0	-25.0	-12.2	-0.4
05	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	29.5	29.5	29.5	29.5	<b>29.50</b>	13.9	13.9	13.9	13.9	<b>13.90</b>	410	5707.0	5685.0	-22.0	-10.7	-0.4

Tabla 71. Ensayo de succión – Tanda 5

Fuente: Propia

Muestra Nº	Descripción de la unidad	Largo				Largo (cm)	Ancho				Ancho (cm)	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Masa Muestra Seca (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4							
01	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	29.3	29.3	29.3	29.3	<b>29.30</b>	14.1	14.1	14.1	14.1	<b>14.10</b>	413	5800.0	5789.0	-11.0	-5.3	-0.2
02	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	29.3	29.3	29.3	29.3	<b>29.30</b>	14.2	14.2	14.2	14.2	<b>14.20</b>	416	5715.0	5699.0	-16.0	-7.7	-0.3
03	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	29.3	29.3	29.3	29.3	<b>29.30</b>	14.1	14.1	14.1	14.1	<b>14.10</b>	413	5756.0	5732.0	-24.0	-11.6	-0.4
04	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	29.2	29.2	29.2	29.2	<b>29.20</b>	14.2	14.2	14.2	14.2	<b>14.20</b>	415	5721.0	5707.0	-14.0	-6.8	-0.2
05	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	29.1	29.1	29.1	29.1	<b>29.10</b>	14.2	14.2	14.2	14.2	<b>14.20</b>	413	6052.0	6029.0	-23.0	-11.1	-0.4

Tabla 72. Ensayo de succión – Tanda 6

Fuente: Propia

Muestra Nº	Descripción de la unidad	Largo				Largo (cm)	Ancho				Ancho (cm)	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Masa Muestra Seca (g.)	Masa Muestra ensayada (g.)	Masa agua (g)	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
		L1	L2	L3	L4		A1	A2	A3	A4							
01	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	29.2	29.2	29.2	29.2	<b>29.20</b>	14.4	14.4	14.4	14.4	<b>14.40</b>	420	5851.0	5833.0	-18.0	-8.6	-0.3
02	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	29.0	29.0	29.0	29.0	<b>29.00</b>	14.5	14.5	14.5	14.5	<b>14.50</b>	421	5841.0	5825.0	-16.0	-7.6	-0.3
03	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	28.6	28.6	28.6	28.6	<b>28.60</b>	14.4	14.4	14.4	14.4	<b>14.40</b>	412	5790.0	5765.0	-25.0	-12.1	-0.4
04	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	29.5	29.5	29.5	29.5	<b>29.50</b>	14.1	14.1	14.1	14.1	<b>14.10</b>	416	5769.0	5745.0	-24.0	-11.5	-0.4
05	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	28.8	28.8	28.8	28.8	<b>28.80</b>	14.3	14.3	14.3	14.3	<b>14.30</b>	412	5861.0	5837.0	-24.0	-11.7	-0.4

Tabla 73. Ensayo de succión – Tanda 7

Fuente: Propia

Tenemos la siguiente tabla resumen:

Tanda	Dosificación	Succión (gr/200cm <sup>2</sup> /min)
1	Adobe Patrón	-10.68
2	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	-8.30
3	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	-9.12
4	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	-9.99
5	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	-9.60
6	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	-8.50
7	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	-10.30

Tabla 74. Ensayo de succión en unidades de albañilería – resumen de resultados

Fuente: Propia

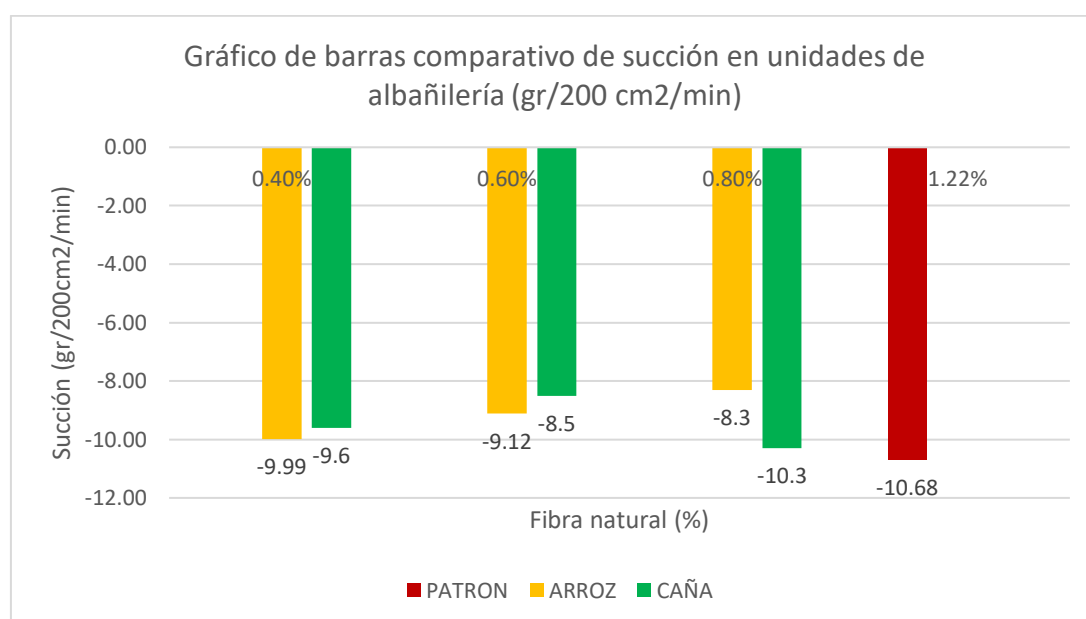


Figura 174. Comparación del ensayo de succión en unidades de albañilería de adobe (%) – gráfico de barras

Fuente: Propia

El ensayo de succión fue sugerido por el técnico del laboratorio para que se observe el comportamiento del adobe frente al agua. Al realizarlo se vio que las unidades de albañilería seleccionadas no absorbieron agua como trata el ensayo al proporcionar resultados negativos, sino que desmoronó parte de la masa al pesarlo en todas las dosificaciones en peso y solo se obtuvo pérdidas de masa. Es por esta razón, al no obtener resultados relevantes para la investigación se concluye que las fibras vegetales no influyen en la resistencia del adobe frente al agua.

## Ensayos mecánicos a las unidades de albañilería de adobe

## Resistencia a la compresión en cubos

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Adobe Patrón	7/05/2022	1006	9.50	9.50	90	<b>11.1</b>
02	Adobe Patrón	7/05/2022	1857	9.60	9.50	91	<b>20.4</b>
03	Adobe Patrón	7/05/2022	989	9.60	9.60	92	<b>10.7</b>
04	Adobe Patrón	7/05/2022	983	9.90	9.50	94	<b>10.4</b>
05	Adobe Patrón	7/05/2022	1062	9.50	9.50	90	<b>11.8</b>
06	Adobe Patrón	7/05/2022	1020	9.60	9.60	92	<b>11.1</b>

Tabla 75. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 1 patrón

Fuente: Propia

Se toman los valores mayores o iguales a 10.2kg/cm<sup>2</sup> (normativa e 0.80)

Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
11.1
20.4
10.8
11.1

Tabla 76. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 1 PATRON

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el adobe PATRON= 13.35 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	7/05/2022	782	9.60	9.50	91	<b>8.6</b>
02	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	7/05/2022	956	9.50	9.60	91	<b>10.5</b>
03	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	7/05/2022	1020	9.40	9.60	90	<b>11.3</b>
04	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	7/05/2022	767	9.50	9.50	90	<b>8.5</b>
05	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	7/05/2022	905	9.60	9.60	92	<b>9.8</b>
06	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	7/05/2022	589	9.50	9.50	90	<b>6.5</b>

Tabla 77. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 2= 0.7% Arroz con 0.1% caña

Fuente: Propia

Se toman los valores mayores o iguales a 10.2kg/cm<sup>2</sup> (normativa e 0.80)

Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
8.6
10.5
11.3
9.8

Tabla 78. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 2

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el adobe ARROZ 0.7% + CAÑA 0.1%= 10.05 kg/cm<sup>2</sup>



Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	7/05/2022	1734	9.50	9.50	90	<b>19.2</b>
02	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	7/05/2022	1242	9.60	9.40	90	<b>13.8</b>
03	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	7/05/2022	1471	9.60	9.50	91	<b>16.1</b>
04	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	7/05/2022	1265	9.60	9.60	92	<b>13.7</b>
05	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	7/05/2022	1469	9.50	9.50	90	<b>16.3</b>
06	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	7/05/2022	1438	9.60	9.40	90	<b>15.9</b>

Tabla 79. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 3= 0.525% Arroz con 0.075% caña

Fuente: Propia

Se toman los valores mayores o iguales a 10.2kg/cm<sup>2</sup> (normativa e 0.80)

Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
19.2
16.1
16.3
15.9

Tabla 80. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 3

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el adobe ARROZ 0.525% + CAÑA 0.075%= 16.875 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	7/05/2022	1085	9.50	9.60	91	<b>11.9</b>
02	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	7/05/2022	990	9.50	9.50	90	<b>11.0</b>
03	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	7/05/2022	1195	9.50	9.40	89	<b>13.4</b>
04	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	7/05/2022	1330	9.40	9.50	89	<b>14.9</b>
05	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	7/05/2022	1161	9.50	9.60	91	<b>12.7</b>
06	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	7/05/2022	1296	9.50	9.60	91	<b>14.2</b>

Tabla 81. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 4= 0.35% Arroz con 0.05% caña

Fuente: Propia

Se toman los valores mayores o iguales a 10.2kg/cm<sup>2</sup> (normativa e 0.80)

Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
14.9
13.4
12.7
14.2

Tabla 82. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 4

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el adobe ARROZ 0.35% + CAÑA 0.05%= 13.8 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	7/05/2022	926	9.60	9.40	90	<b>10.3</b>
02	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	7/05/2022	825	9.50	9.50	90	<b>9.1</b>
03	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	7/05/2022	791	9.60	9.40	90	<b>8.8</b>
04	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	7/05/2022	764	9.60	9.50	91	<b>8.4</b>
05	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	7/05/2022	808	9.60	9.40	90	<b>9.0</b>
06	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	7/05/2022	895	9.40	9.50	89	<b>10.0</b>

Tabla 83. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 5= 0.35% Caña con 0.05% arroz

Fuente: Propia

Se toman los valores mayores o iguales a 10.2kg/cm<sup>2</sup> (normativa e 0.80)

Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
9.1
10.3
9
10

Tabla 84. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 5

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el adobe CAÑA 0.35% + ARROZ 0.05% = 9.6 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	7/05/2022	1142	9.40	9.40	88	<b>12.9</b>
02	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	7/05/2022	1262	9.50	9.50	90	<b>14.0</b>
03	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	7/05/2022	1110	9.60	9.40	90	<b>12.3</b>
04	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	7/05/2022	1160	9.60	9.60	92	<b>12.6</b>
05	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	7/05/2022	1162	9.60	9.70	93	<b>12.5</b>
06	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	7/05/2022	1056	9.50	9.40	89	<b>11.8</b>

Tabla 85. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 6= 0.525% Caña con 0.075% arroz

Fuente: Propia

Se toman los valores mayores o iguales a 10.2kg/cm<sup>2</sup> (normativa e 0.80)

Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
12.9
14
12.6
12.5

Tabla 86. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 6

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el adobe CAÑA 0.525% + ARROZ 0.075%= 13 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	1210	9.50	9.50	90	<b>13.4</b>
02	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	1205	9.40	9.40	88	<b>13.6</b>
03	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	1079	9.50	9.40	89	<b>12.1</b>
04	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	1268	9.50	9.50	90	<b>14.0</b>
05	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	1107	9.50	9.40	89	<b>12.4</b>
06	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	1302	9.50	9.40	89	<b>14.6</b>

Tabla 87. Resistencia a la compresión en cubos – Tanda 7= 0.7% Caña con 0.1% arroz

Fuente: Propia

Se toman los valores mayores o iguales a 10.2kg/cm<sup>2</sup> (normativa e 0.80)

Resistencia a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
13.4
13.6
14
14.6

Tabla 88. Resultados del ensayo a la compresión en cubos – Tanda 7

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el adobe CAÑA 0.7% + ARROZ 0.01%= 13.9 kg/cm<sup>2</sup>

Tenemos la siguiente tabla resumen:

Tanda	Dosificación	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Normativa (e 0.80)	¿Cumple?
1	Adobe Patrón	13.35	10.2	OK
2	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	10.05	10.2	NO CUMPLE
3	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	16.875	10.2	OK
4	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	13.8	10.2	OK
5	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	9.6	10.2	NO CUMPLE
6	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	13	10.2	OK
7	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	13.9	10.2	OK

Tabla 89. Resistencia a la compresión en cubos – resumen de resultados

Fuente: Propia

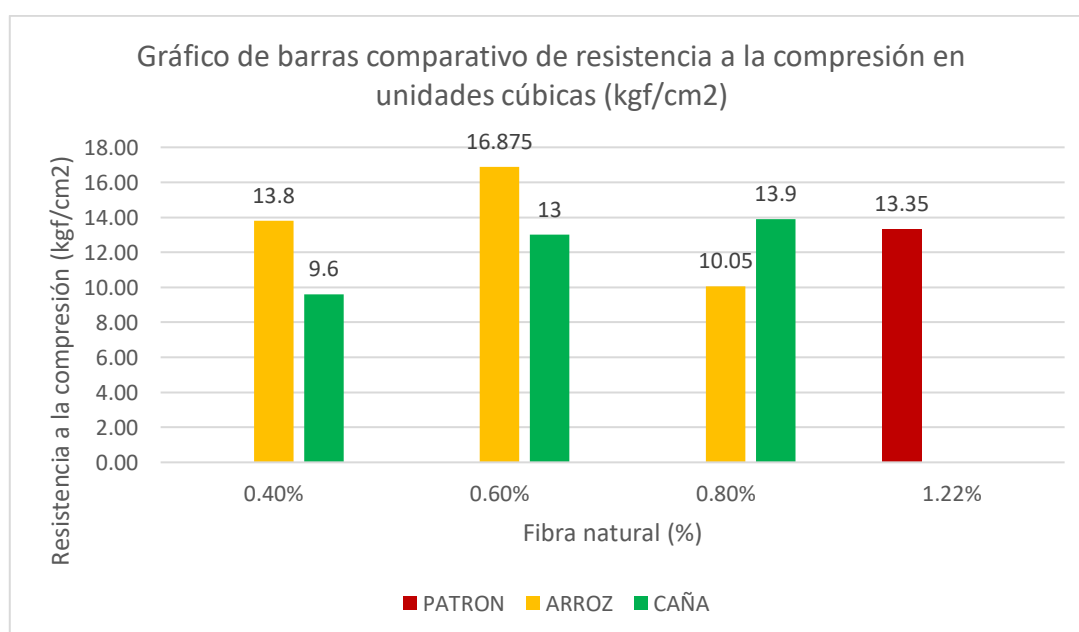


Figura 175. Comparación de resistencia a la compresión de las unidades cúbicas de suelo (%) – gráfico de barras

Fuente: Propia

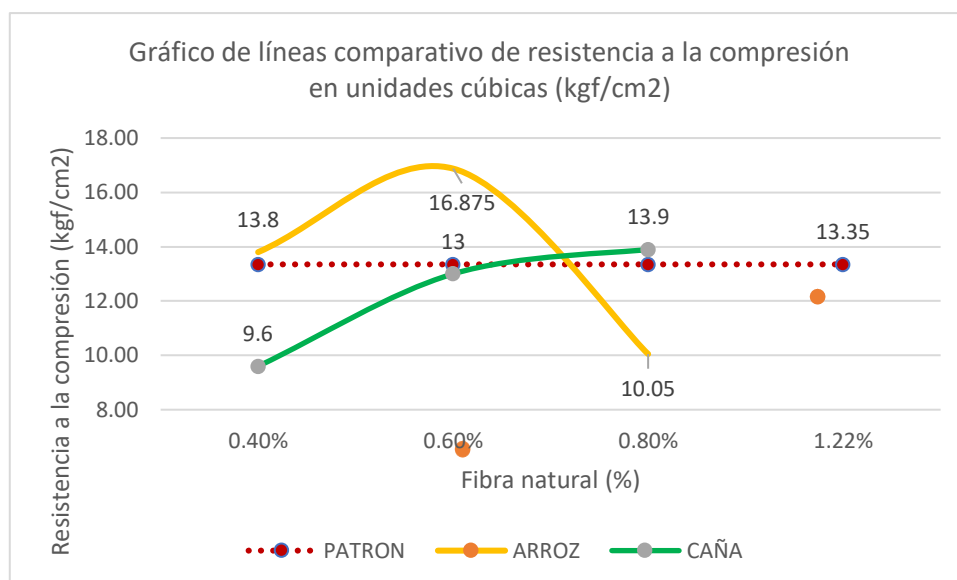


Figura 176. Comparación de resistencia a la compresión de las unidades cúbicas de suelo (%) – gráfico de líneas

Fuente: Propia

Es importante calcular la resistencia a la compresión porque las estructuras que diseñamos para el sector de la construcción trabajan mayormente con este esfuerzo. La norma e.080 da un valor de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>.

El adobe patrón, con 1,22% del peso seco de la tanda en fibra vegetal (cáscara de arroz) nos da un valor de 13.35 kgf/cm<sup>2</sup>, siendo valor más grande 16.875 kgf/cm<sup>2</sup> perteneciente a la tanda 3 (0.6% predominante en arroz), que significa una mejora del 26.4%. La tanda 6 tiene un valor muy similar al patrón, contando que tiene la mitad de fibra vegetal adicionada. Los valores más bajos nos arrojan la tanda 2, que no cumple apenas y la tanda 5 (0.4% predominante en caña). Cuando se aplica a la 4 (0.4% predominancia en arroz) nos arroja un valor similar al adobe patrón 13.8kgf/cm<sup>2</sup>, esto nos hace pensar que la combinación de arroz y caña equipara al uso de una sola fibra, pero aplicando más dosificación en peso de bagazo de caña, esta no hace que aumente significativamente. Se puede concluir que aplicando una cantidad mayor de cascara de arroz y una cantidad mínima de caña de azúcar en total 0.4% del peso seco de la tanda se logra ganar mucha resistencia a la compresión.

En la investigación “Influencia del tipo y porcentaje de fibras naturales sobre la compresión y flexión en adobes para construcción de La Libertad” de Martínez, usan pajilla de arroz y por separado bagazo de caña de azúcar de 0.25%, 0.5%, 0.75% y 1%, lo cual concluye que las máximas resistencias dan entre 0.25% y 0.50%; también que para 1% de bagazo de caña de azúcar resiste similar cuando tiene 0.50% y el incremento de 0.25% a 0.50% es diminuto.

## Resistencia de la flexión o módulo de rotura.

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Ensayo	Longitud de apoyo	Ancho	Altura	bd <sup>2</sup>	Carga	Módulo de Rotura
Nº			l (Cm)	b (Cm)	d (Cm)	(cm <sup>2</sup> )	P (kgf)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Adobe Patrón	5/05/2022	29.40	14.70	9.20	1244	307.00	10.88
02	Adobe Patrón	5/05/2022	29.20	14.80	9.50	1336	305.50	10.02
03	Adobe Patrón	5/05/2022	29.40	14.90	9.20	1261	304.00	10.63
04	Adobe Patrón	5/05/2022	29.00	15.20	9.40	1343	305.50	9.89
05	Adobe Patrón	5/05/2022	29.20	14.90	9.10	1234	307.50	10.92
06	Adobe Patrón	5/05/2022	29.00	14.80	9.30	1280	308.50	10.48

Tabla 90. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 1 PATRON

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Mr (kgf/cm <sup>2</sup> )
10.88
10.63
10.92
10.48

Tabla 91. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda PATRON

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor del esfuerzo para la flexión en unidades - Tanda PATRON= 10.73 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha	Longitud	Ancho	Altura	bd <sup>2</sup>	Carga	Módulo de Rotura
Nº			l (Cm)	b (Cm)	d (Cm)	(cm <sup>2</sup> )	P (kgf)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	29.50	14.60	9.20	1236	292.50	10.47
02	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	29.00	14.80	9.30	1280	294.00	9.99
03	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	29.00	15.10	9.20	1278	293.00	9.97
04	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	29.00	14.60	9.40	1290	297.00	10.01
05	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	29.50	15.20	9.20	1287	298.00	10.25
06	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	29.50	14.80	9.10	1226	290.50	10.49

Tabla 92. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 2

Fuente: Propia



Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Mr (kgf/cm <sup>2</sup> )
10.47
10.01
10.25
10.49

Tabla 93. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 2

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor del esfuerzo para la flexión en unidades - Tanda 2= 10.305 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha	Longitud	Ancho	Altura	bd <sup>2</sup>	Carga	Módulo de Rotura
Nº			l (Cm)	b (Cm)	d (Cm)	(cm <sup>2</sup> )	P (kgf)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	29.10	14.70	9.30	1271	286.50	9.84
02	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	29.50	15.20	9.40	1343	287.50	9.47
03	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	29.50	14.70	9.30	1271	287.00	9.99
04	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	29.00	15.30	9.50	1381	285.50	8.99
05	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	29.50	14.90	9.10	1234	288.00	10.33
06	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	29.30	14.80	9.00	1199	289.00	10.60

Tabla 94. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 3

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Mr (kgf/cm <sup>2</sup> )
10.60
10.33
9.99
9.84

Tabla 95. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 3

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor del esfuerzo para la flexión en unidades - Tanda 3= 10.19 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha	Longitud	Ancho	Altura	bd <sup>2</sup>	Carga	Módulo de Rotura
Nº			l (Cm)	b (Cm)	d (Cm)	(cm <sup>2</sup> )	P (kgf)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	29.10	14.60	9.30	1263	258.00	8.92
02	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	29.50	14.70	9.50	1327	252.50	8.42
03	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	29.20	15.20	9.40	1343	256.50	8.36
04	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	29.30	14.80	9.30	1280	250.50	8.60
05	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	29.40	14.90	9.20	1261	254.50	8.90
06	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	29.00	15.20	9.50	1372	257.50	8.17

Tabla 96. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 4

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Mr (kgf/cm <sup>2</sup> )
8.92
8.90
8.60
8.42

Tabla 97. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 4

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor del esfuerzo para la flexión en unidades - Tanda 4= 8.71 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha	Longitud	Ancho	Altura	bd <sup>2</sup>	Carga	Módulo de Rotura
Nº			l (Cm)	b (Cm)	d (Cm)	(cm <sup>2</sup> )	P (kgf)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	29.00	14.70	9.40	1299	313.00	10.48
02	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	29.30	15.00	9.00	1215	311.50	11.27
03	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	29.10	14.60	9.20	1236	312.00	11.02
04	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	29.20	14.90	9.00	1207	319.50	11.60
05	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	29.30	15.20	9.40	1343	316.00	10.34
06	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	29.00	14.90	9.40	1317	319.50	10.56

Tabla 98. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 5

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Mr (kgf/cm <sup>2</sup> )
11.60
11.27
11.02
10.56

Tabla 99. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 5

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor del esfuerzo para la flexión en unidades - Tanda 5= 11.11 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha	Longitud	Ancho	Altura	bd <sup>2</sup>	Carga	Módulo de Rotura
			l (Cm)	b (Cm)	d (Cm)	(cm <sup>2</sup> )	P (kgf)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	29.30	15.10	9.30	1306	320.00	10.77
02	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	29.50	14.70	9.50	1327	326.50	10.89
03	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	29.10	15.10	9.20	1278	323.50	11.05
04	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	29.10	15.30	9.40	1352	325.00	10.49
05	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	29.30	14.70	9.00	1191	321.00	11.85
06	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	29.20	14.80	9.30	1280	321.50	11.00

Tabla 100. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 6

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Mr (kgf/cm <sup>2</sup> )
11.85
11.05
11.00
10.89

Tabla 101. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 6

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor del esfuerzo para la flexión en unidades - Tanda 6= 10.95 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha	Longitud	Ancho	Altura	bd <sup>2</sup>	Carga	Módulo de Rotura
Nº			l (Cm)	b (Cm)	d (Cm)	(cm <sup>2</sup> )	P (kgf)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	29.30	14.70	9.40	1299	406.50	13.75
02	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	29.50	14.90	9.10	1234	404.00	14.49
03	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	29.40	15.10	9.40	1334	400.00	13.22
04	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	29.40	14.70	9.50	1327	409.50	13.61
05	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	29.20	15.00	9.00	1215	405.50	14.62
06	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	29.20	14.70	9.40	1299	404.50	13.64

Tabla 102. Resistencia a la flexión en unidades – Tanda 7

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Mr (kgf/cm <sup>2</sup> )
14.62
14.49
13.75
13.64

Tabla 103. Resultados del ensayo a la flexión en unidades – Tanda 7

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor del esfuerzo para la flexión en unidades - Tanda 7= 14.125kg/cm<sup>2</sup>.

Teniendo esta tabla resumen:

Tanda	Dosificación	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Adobe Patrón	10.73
2	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	10.31
3	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	10.19
4	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	8.71
5	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	11.11
6	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	10.95
7	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	14.125

Tabla 104. Resumen de resistencia de unidades a la flexión

Fuente: Propia

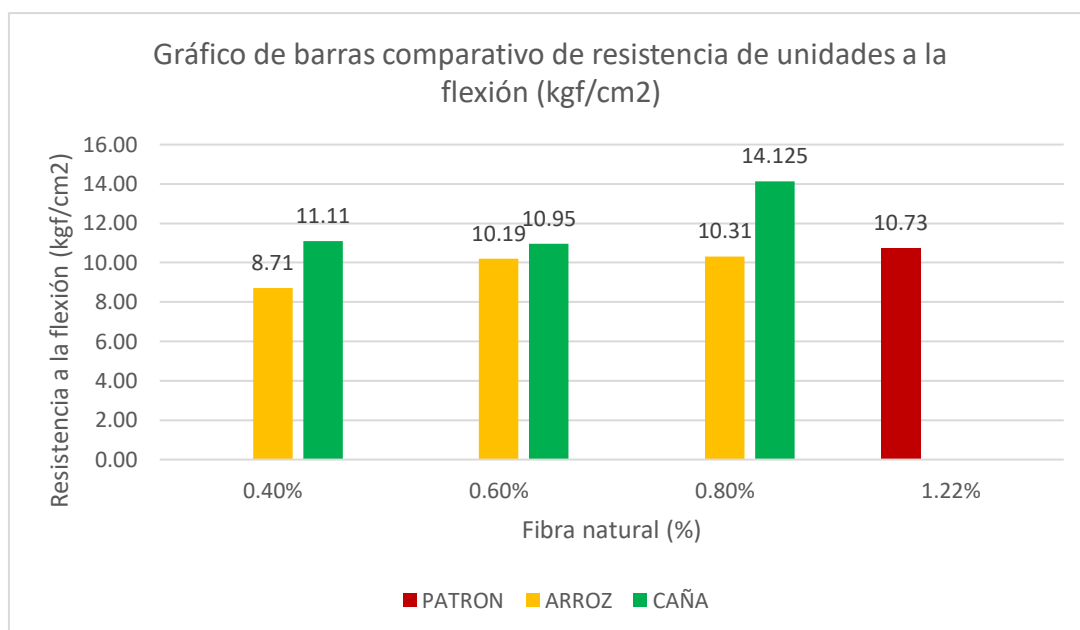


Figura 177. Comparación de resistencia a la flexión de las unidades (%) – gráfico de barras

Fuente: Propia

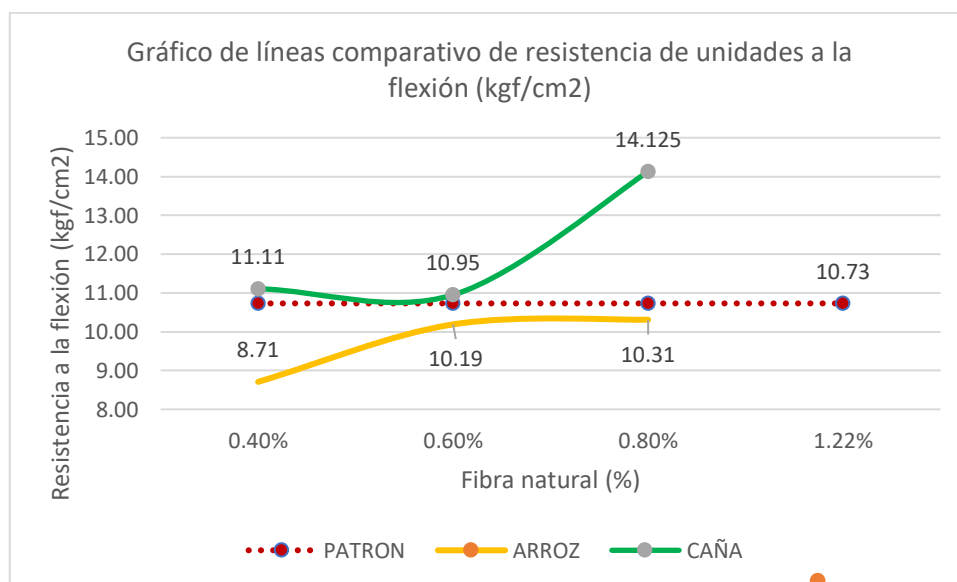


Figura 178. Comparación de resistencia a la flexión de las unidades (%) – gráfico de líneas

Fuente: Propia

Podemos apreciar que mientras más porcentaje de fibra tenga una unidad de albañilería de adobe, se comporta mejor contra el esfuerzo de flexión de forma lineal creciente. La tanda 7 muestra una mejoría del 31.64% con respecto a la tanda patrón. Las tandas 3 y 6 se obtuvieron módulos de rotura muy similares a la tanda patrón. Se puede comprobar que, en este ensayo, la dosificación de peso con predominancia en bagazo de caña el módulo de rotura es más alta que la predominancia en cáscara de arroz.

## Resistencia de la pila a la compresión

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de adobe PATRON	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	24390	0.59	0.873	0.52	5.26
02	Prismas de adobe PATRON	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	31500	0.76	0.870	0.66	6.76
03	Prismas de adobe PATRON	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	32520	0.79	0.869	0.68	6.98
04	Prismas de adobe PATRON	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	22140	0.54	0.870	0.47	4.75
05	Prismas de adobe PATRON	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	20290	0.49	0.880	0.43	4.41
06	Prismas de adobe PATRON	1/06/2022	290	140	435	40600	3.11	27980	0.69	0.872	0.60	6.13

Tabla 105. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 1 PATRON

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

<b>Resistencia de pila a la compresión (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
5.26
6.76
6.98
6.13

Tabla 106. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 1 PATRON

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la compresión en pilas de adobe PATRON= 6.28 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	1/06/2022	295	150	435	44250	2.90	26880	0.61	0.873	0.53	5.41
02	Prismas de ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	1/06/2022	295	145	435	42775	3.00	28800	0.67	0.870	0.59	5.97
03	Prismas de ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	1/06/2022	295	145	435	42775	3.00	15770	0.37	0.869	0.32	3.27
04	Prismas de ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	1/06/2022	295	150	435	44250	2.90	33610	0.76	0.870	0.66	6.74
05	Prismas de ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	1/06/2022	295	150	435	44250	2.90	14330	0.32	0.880	0.28	2.91
06	Prismas de ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	1/06/2022	295	150	435	44250	2.90	19240	0.43	0.872	0.38	3.87

Tabla 107. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 2= 0.7% ARROZ + 0.1% CAÑA

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de pila a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
5.41
5.97
6.74
3.87

Tabla 108. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 2

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la compresión en pilas de adobe ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%= 5.5 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	34440	0.83	0.873	0.73	7.42
02	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	32250	0.78	0.870	0.68	6.92
03	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	40040	0.97	0.869	0.84	8.59
04	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	1/06/2022	285	140	435	39900	3.11	35100	0.88	0.870	0.77	7.80
05	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	1/06/2022	285	140	435	39900	3.11	43670	1.09	0.880	0.96	9.82
06	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	1/06/2022	285	145	435	41325	3.00	39290	0.95	0.872	0.83	8.46

Tabla 109. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 3= 0.525% ARROZ + 0.075% CAÑA

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de pila a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
8.59
7.80
9.82
8.46

Tabla 110. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 3

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la compresión en pilas de adobe ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%= 8.67 kg/cm<sup>2</sup>



Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	2/06/2022	290	150	435	43500	2.90	23050	0.53	0.873	0.46	4.72
02	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	2/06/2022	290	140	435	40600	3.11	17580	0.43	0.870	0.38	3.84
03	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	2/06/2022	290	150	435	43500	2.90	29800	0.69	0.869	0.60	6.07
04	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	2/06/2022	295	145	435	42775	3.00	21940	0.51	0.870	0.45	4.55
05	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	2/06/2022	290	145	435	42050	3.00	31290	0.74	0.880	0.65	6.68
06	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	2/06/2022	290	140	435	40600	3.11	23610	0.58	0.872	0.51	5.17

Tabla 111. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 4= 0.35% ARROZ + 0.05% CAÑA

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de pila a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
4.72
6.07
6.68
5.17

Tabla 112. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 4

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la compresión en pilas de adobe ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%= 5.66 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	3/06/2022	285	140	435	39900	3.11	22730	0.57	0.873	0.50	5.07
02	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	3/06/2022	280	140	435	39200	3.11	35090	0.90	0.870	0.78	7.94
03	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	3/06/2022	285	140	435	39900	3.11	42240	1.06	0.869	0.92	9.38
04	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	3/06/2022	280	140	435	39200	3.11	19170	0.49	0.870	0.43	4.34
05	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	3/06/2022	280	145	435	40600	3.00	37900	0.93	0.880	0.82	8.38
06	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	3/06/2022	280	140	435	39200	3.11	39260	1.00	0.872	0.87	8.91

Tabla 113. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 5= 0.35% CAÑA + 0.05% ARROZ

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de pila a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
7.94
9.38
8.38
8.91

Tabla 114. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 5

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la compresión en pilas de adobe CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%= 8.65 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	3/06/2022	290	140	435	40600	3.11	21440	0.53	0.873	0.46	4.70
02	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	3/06/2022	290	140	435	40600	3.11	21870	0.54	0.870	0.47	4.78
03	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	3/06/2022	290	140	435	40600	3.11	34710	0.85	0.869	0.74	7.58
04	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	3/06/2022	285	140	435	39900	3.11	13690	0.34	0.870	0.30	3.04
05	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	3/06/2022	290	140	435	40600	3.11	27080	0.67	0.880	0.59	5.99
06	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	3/06/2022	285	140	435	39900	3.11	20210	0.51	0.872	0.44	4.51

Tabla 115. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 6= 0.525% CAÑA + 0.075% ARROZ

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de pila a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
4.70
4.78
7.58
5.99

Tabla 116. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 6

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la compresión en pilas de adobe CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%= 5.76 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	4/06/2022	285	140	435	39900	3.11	23990	0.60	0.873	0.53	5.35
02	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	4/06/2022	290	140	435	40600	3.11	15920	0.39	0.870	0.34	3.48
03	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	4/06/2022	290	140	435	40600	3.11	20350	0.50	0.869	0.44	4.44
04	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	4/06/2022	290	145	435	42050	3.00	22670	0.54	0.870	0.47	4.78
05	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	4/06/2022	295	140	435	41300	3.11	20500	0.50	0.880	0.44	4.45
06	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	4/06/2022	290	140	435	40600	3.11	14950	0.37	0.872	0.32	3.28

Tabla 117. Resistencia a la compresión en pilas – Tanda 7= 0.7% CAÑA + 0.1% ARROZ

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de pila a la compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
5.35
4.44
4.78
4.45

Tabla 118. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 7

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la compresión en pilas de adobe CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%= 4.76 kg/cm<sup>2</sup>

Teniendo esta tabla resumen:

Tanda	Dosificación	Esfuerzo de compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Normativa (e 0.80)	¿Cumple?
1	Adobe Patrón	6.28	6.12	OK
2	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5.50	6.12	No cumple
3	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	8.67	6.12	OK
4	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	5.66	6.12	No cumple
5	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	8.65	6.12	OK
6	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5.76	6.12	No cumple
7	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	4.76	6.12	No cumple

Tabla 119. Resumen de resistencia de pilas a la compresión

Fuente: Propia

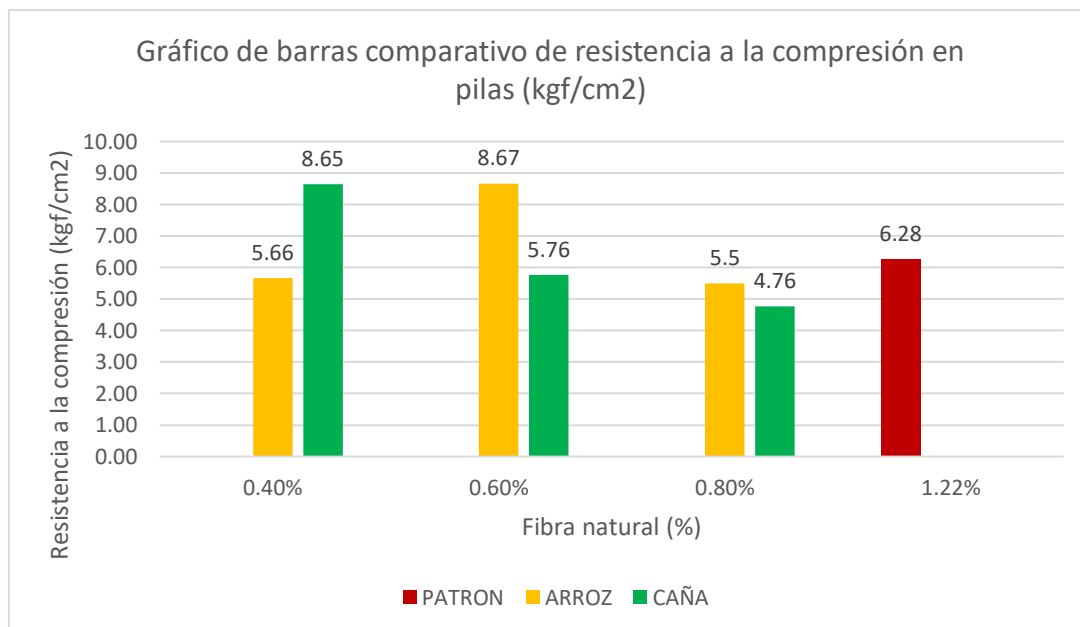


Figura 179. Comparación de resistencia a la compresión de los prismas (%) – gráfico de barras

Fuente: Propia

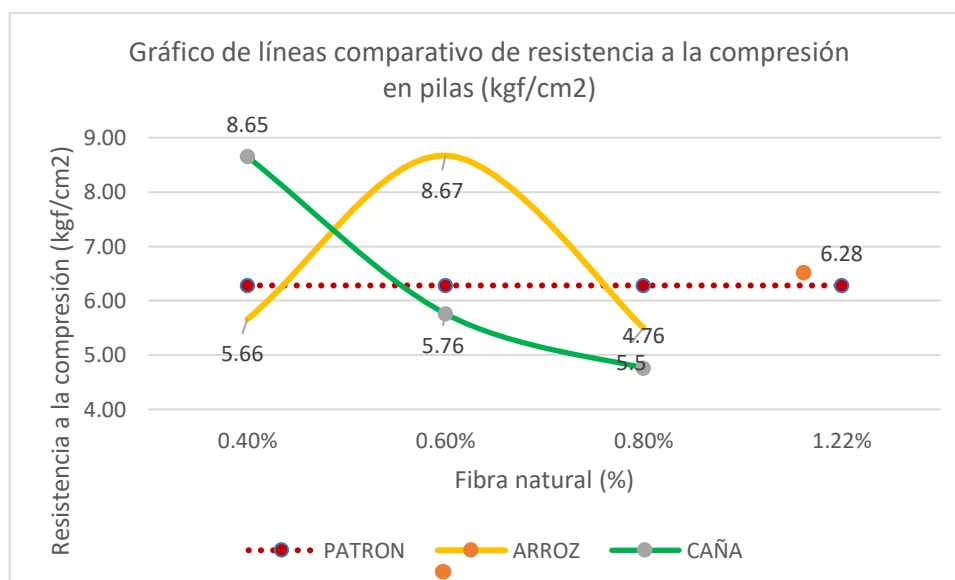


Figura 180. Comparación de resistencia a la compresión de los prismas (%) – gráfico de líneas

Fuente: Propia

Podemos apreciar que, para pilas de adobe, el adobe patrón con 1,22% de cascara de arroz cumple con lo requerido con la normativa e.080, sin embargo, si le añadimos caña esta resistencia decrece. También, las dos dosificaciones que más resistieron fueron la tanda 3 y 5, con dosificaciones de 0.4% y 0.6%, presentando mejorías de 38.06% y 37.73% con respecto a la tanda patrón.

## Resistencia del murete a la tracción indirecta

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE PATRÓN	5/05/2022	2/06/2022	28	615	615	140	86100	3159	0.03	0.26
02	MURETE ADOBE PATRÓN	5/05/2022	2/06/2022	28	615	615	140	86100	4709	0.04	0.39
03	MURETE ADOBE PATRÓN	5/05/2022	2/06/2022	28	610	610	140	85400	3120	0.03	0.26
04	MURETE ADOBE PATRÓN	5/05/2022	2/06/2022	28	600	615	140	85050	4326	0.04	0.37
05	MURETE ADOBE PATRÓN	5/05/2022	2/06/2022	28	610	615	140	85750	4375	0.04	0.37
06	MURETE ADOBE PATRÓN	5/05/2022	2/06/2022	28	620	620	140	86800	3512	0.03	0.29

Tabla 120. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 1 PATRÓN

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de murete a la tracción indirecta (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.39
0.37
0.37
0.29

Tabla 121. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 1 PATRÓN

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la tracción indirecta en muretes de adobe PATRÓN= 0.355 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V <sub>m</sub> (Mpa)	V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	2/06/2022	28	625	625	145	90625	9055	0.07	0.72
02	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	2/06/2022	28	625	625	145	90625	10350	0.08	0.82
03	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	2/06/2022	28	625	625	145	90625	10144	0.08	0.81
04	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	2/06/2022	28	635	620	145	90988	8182	0.06	0.65
05	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	2/06/2022	28	630	625	145	90988	6945	0.05	0.55
06	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	5/05/2022	2/06/2022	28	630	630	145	91350	7868	0.06	0.62

Tabla 122. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 2= 0.7% Arroz con 0.1% caña

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de murete a la tracción indirecta (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.72
0.82
0.81
0.65

Tabla 123. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 2

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la tracción indirecta en muretes de adobe ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%= 0.75 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V <sub>m</sub> (Mpa)	V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	3/06/2022	28	615	630	145	90263	5003	0.04	0.40
02	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	3/06/2022	28	615	630	145	90263	6896	0.05	0.55
03	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	3/06/2022	28	630	640	145	92075	4385	0.03	0.34
04	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	3/06/2022	28	625	630	145	90988	3571	0.03	0.28
05	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	3/06/2022	28	625	630	145	90988	7936	0.06	0.63
06	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	6/05/2022	3/06/2022	28	620	630	145	90625	3424	0.03	0.27

Tabla 124. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 3= 0.525% Arroz con 0.075% caña

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de murete a la tracción indirecta (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.40
0.55
0.34
0.63

Tabla 125. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 3

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la tracción indirecta en muretes de adobe ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%= 0.48 kg/cm<sup>2</sup>.



Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V <sub>m</sub> (Mpa)	V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	3/06/2022	28	625	630	145	90988	7210	0.06	0.57
02	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	3/06/2022	28	620	625	145	90263	7416	0.06	0.59
03	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	3/06/2022	28	610	620	145	89175	9604	0.08	0.78
04	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	3/06/2022	28	610	620	145	89175	6249	0.05	0.51
05	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	3/06/2022	28	625	625	145	90625	5445	0.04	0.43
06	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	6/05/2022	3/06/2022	28	610	620	145	89175	6484	0.05	0.52

Tabla 126. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 4= 0.35% Arroz con 0.05% caña

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de murete a la tracción indirecta (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.57
0.59
0.78
0.52

Tabla 127. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 4

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la tracción indirecta en muretes de adobe ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%= 0.615 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V <sub>m</sub> (Mpa)	V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	2/06/2022	28	630	630	145	91350	6769	0.05	0.53
02	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	2/06/2022	28	620	630	145	90625	10006	0.08	0.80
03	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	2/06/2022	28	625	630	145	90988	15696	0.12	1.24
04	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	2/06/2022	28	635	625	145	91350	8486	0.07	0.67
05	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	2/06/2022	28	620	630	145	90625	5749	0.04	0.46
06	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	5/05/2022	2/06/2022	28	610	630	145	89900	7299	0.06	0.59

Tabla 128. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 5= 0.35% Caña con 0.05% arroz

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de murete a la tracción indirecta (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.80
0.59
1.24
0.52

Tabla 129. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 5

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la tracción indirecta en muretes de adobe CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%= 0.79 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V <sub>m</sub> (Mpa)	V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	2/06/2022	28	620	615	145	89538	7995	0.06	0.64
02	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	2/06/2022	28	600	620	145	88450	7750	0.06	0.63
03	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	2/06/2022	28	625	610	145	89538	5494	0.04	0.44
04	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	2/06/2022	28	625	630	145	90988	4758	0.04	0.38
05	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	2/06/2022	28	620	620	145	89900	14077	0.11	1.13
06	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	5/05/2022	2/06/2022	28	620	630	145	90625	8623	0.07	0.69

Tabla 130. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 6= 0.525% Caña con 0.075% arroz

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de murete a la tracción indirecta (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.64
0.63
1.13
0.69

Tabla 131. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 6

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la tracción indirecta en muretes de adobe CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%= 0.77 kg/cm<sup>2</sup>.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	4/06/2022	28	625	625	145	90625	6386	0.05	0.51
02	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	4/06/2022	28	625	625	145	90625	9977	0.08	0.79
03	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	4/06/2022	28	625	625	145	90625	6435	0.05	0.51
04	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	4/06/2022	28	620	620	145	89900	5366	0.04	0.43
05	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	4/06/2022	28	615	620	145	89538	834	0.01	0.07
06	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	7/05/2022	4/06/2022	28	615	625	145	89900	5886	0.05	0.47

Tabla 132. Resistencia del murete a la tracción indirecta– Tanda 7= 0.7% Caña con 0.1% arroz

Fuente: Propia

Se toman los siguientes valores dentro del rango:

Resistencia de murete a la tracción indirecta (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.51
0.79
0.43
0.47

Tabla 133. Resultados del ensayo a la compresión en pilas – Tanda 6

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo para la tracción indirecta en muretes de adobe CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%= 0.55 kg/cm<sup>2</sup>.

Se obtiene la siguiente tabla resumen:

Tanda	Dosificación	Esfuerzo de tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	Normativa (e 0.80)	¿Cumple?
1	Adobe Patrón	0.355	0.25	OK
2	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	0.75	0.25	OK
3	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	0.48	0.25	OK
4	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	0.615	0.25	OK
5	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	0.79	0.25	OK
6	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	0.77	0.25	OK
7	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	0.55	0.25	OK

Tabla 134. Resumen de resistencia del murete a la tracción indirecta

Fuente: Propia

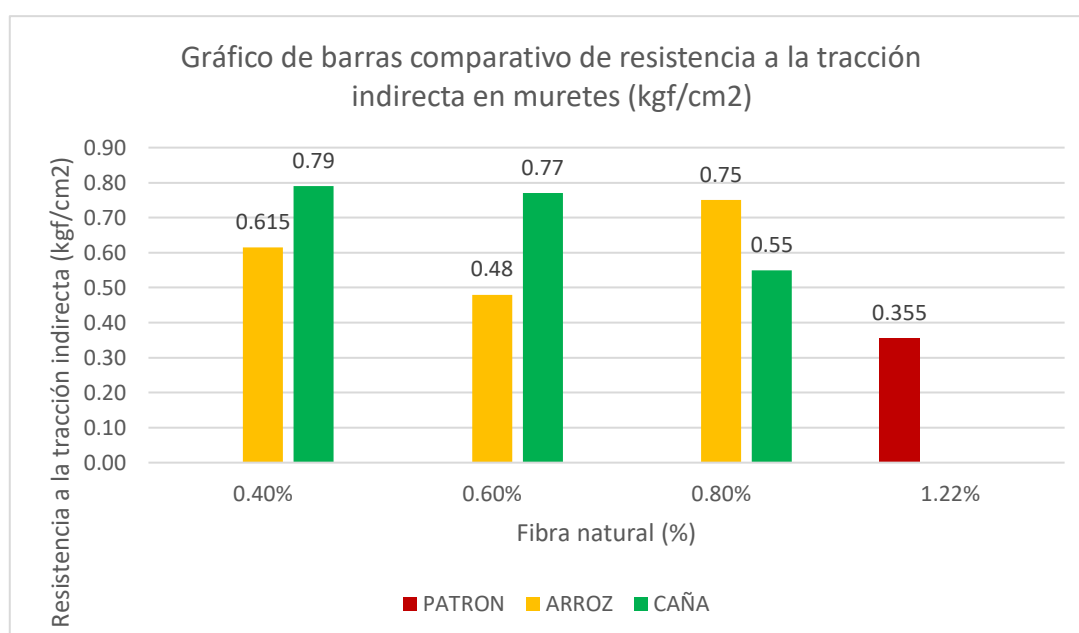


Figura 181. Comparación de resistencia a la tracción indirecta de los muretes (%) – gráfico de barras

Fuente: Propia

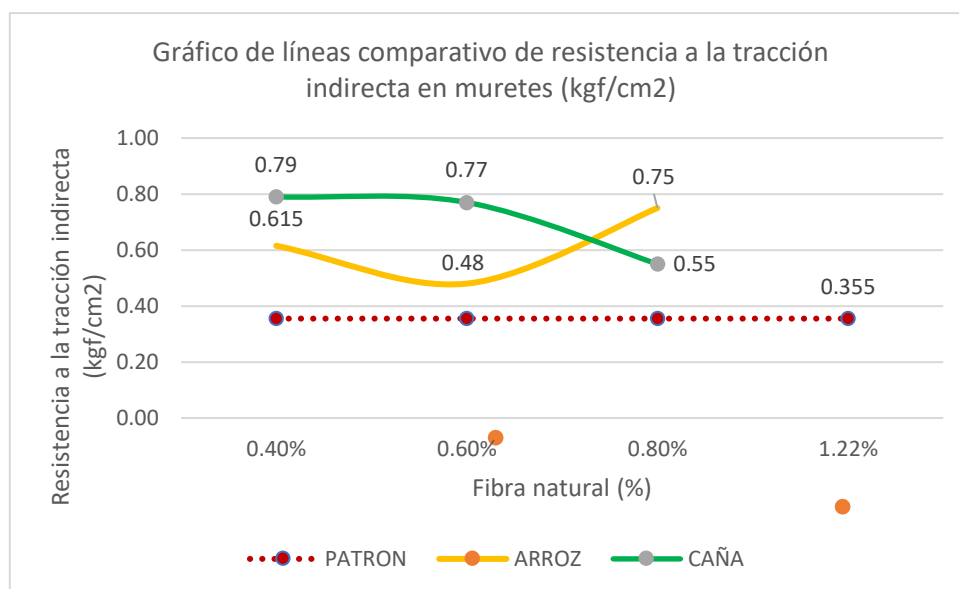


Figura 182. Comparación de resistencia a la tracción indirecta de los muretes (%) – gráfico de líneas

Fuente: Propia

Se puede apreciar en la figura que añadiendo caña su resistencia a la compresión diagonal incrementa en todas las tandas, además en las tandas donde predomina el bagazo de caña de azúcar el valor máximo está entre 0.30% a 0.60% ya que al aumentar la dosificación en peso esta decae; en las tandas donde predomina la cáscara de arroz esta tiene un comportamiento creciente. La tanda 5 es la mejoría más grande con 222.53% con respecto a la tanda patrón. La tanda 3 mejora en un 135.21% con respecto a la tanda patrón.

## Ensayos al mortero

## Resistencia a la compresión de cubos de mortero

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Mortero de barro	1/06/2022	1182	9.50	9.50	90	<b>13.1</b>
02	Mortero de barro	1/06/2022	1301	9.60	9.40	90	<b>14.4</b>
03	Mortero de barro	1/06/2022	1297	9.60	9.50	91	<b>14.2</b>
04	Mortero de barro	1/06/2022	1190	9.50	9.50	90	<b>13.2</b>
05	Mortero de barro	1/06/2022	1226	9.60	9.40	90	<b>13.6</b>
06	Mortero de barro	1/06/2022	1238	9.70	9.50	92	<b>13.4</b>

*Tabla 135. Resistencia a la compresión de cubos de mortero*

Fuente: Propia

Se escogen los 4 valores en dentro del rango según norma e 0.80 10.2kgf/cm<sup>2</sup>:

<b>Resistencia a la compresión del mortero (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
13.4
13.6
14.4
14.2

*Tabla 136. Resultados del ensayo a la compresión para el mortero*

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el mortero= 13.9 kgf/cm<sup>2</sup>.

La finalidad de este ensayo fue conocer datos del mortero según la norma e.080. Podemos apreciar que la resistencia del mortero es tan buena como la resistencia del adobe mismo.

## Resistencia del mortero a tracción indirecta

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Adobe	27/05/2022	156	29.10	14.50	422	<b>0.18</b>
02	Adobe	27/05/2022	140	29.20	14.00	409	<b>0.17</b>
03	Adobe	27/05/2022	160	28.90	14.20	410	<b>0.19</b>
04	Adobe	27/05/2022	145	29.14	14.30	417	<b>0.17</b>
05	Adobe	27/05/2022	151	29.10	14.20	413	<b>0.18</b>
06	Adobe	27/05/2022	150	28.90	14.30	413	<b>0.18</b>

Tabla 137. Resistencia del mortero a tracción indirecta

Fuente: Propia

Se escogen los 4 valores en dentro del rango según norma e 0.80 0.12kgf/cm2:

Resistencia a la compresión del mortero (kgf/cm2)
0.18
0.18
0.18
0.19

Tabla 138. Resultados del ensayo a la tracción indirecta para el mortero

Fuente: Propia

Se promedian y sale el valor de esfuerzo de compresión para el mortero= 0.185 kgf/cm2.

En este ensayo se conoce la resistencia a la tracción indirecta del mortero dando un valor más aceptable que lo que estipula la norma. Sin embargo, cuando se realiza el ensayo, fue muy complicado porque el peso propio es el que lo despega del mortero.



## EVALUACIÓN AMBIENTAL

En este capítulo se realizará una comparación de los impactos generados en una adobera artesanal para cada dosificación en peso presentada en esta investigación localizada en distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, identificar y evaluar los impactos generados por una adobera artesanal. A su vez, se presentarán medidas de mitigación con el objetivo de prevenir un deterioro medioambiental.

### Alcance

Evaluar los impactos generados permite que los trabajadores que se dedican a la fabricación de adobes artesanales y personas relacionadas a la construcción conocer cuál es el impacto que genera esa actividad en el medio ambiente, a su vez se explica como mitigar dichos efectos.

### Marco legal

#### Constitución Política del Perú

Considera a la persona como el fin supremo de la sociedad y del Estado que tiene el predilecto derecho de percibir un entorno con todas las condiciones idóneas para el desarrollo de la vida. Por ello, en el artículo 67° de la Constitución Política del Perú establece que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales. Esta Política fue aprobada mediante Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, el 23 de mayo de 2009 [49].

#### Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM

A través de este decreto “La Política Nacional del Ambiente” se presenta a la ciudadanía, siendo esta política uno de los principales instrumentos de gestión para el logro del desarrollo sostenible en el país. Ha sido elaborada tomando como referencia los objetivos del Milenio formulados por la Organización de las Naciones Unidas, la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo [50].

#### Ley General del Ambiente- N° 28611

Plantea los derechos de la persona respecto a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y lo deberes para lograr dicho derecho como el de contribuir a una efectiva gestión ambiental [51].

#### Ley General de Salud- N°26842

La ley plantea en uno de sus artículos que “toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente” [52].

#### Ley General de Residuos Sólidos- N° 27314

Esta ley establece los derechos, obligaciones, titularidad y responsabilidades de toda la sociedad para asegurar un adecuado manejo y tratamiento de los residuos sólidos, saneamiento y medio ambiente bajo los principios de minimizar, prevenir los riesgos ambientales y proteger el medio ambiente, salud y bienestar humanos. Es aplicable a las actividades, procesos y operaciones de gestión y tratamiento de residuos sólidos desde la generación hasta el tratamiento final en los ámbitos económico, social y demográfico, incluyendo las diferentes fuentes de generación de residuos. También incluye la detención y traslado de desechos sólidos a nivel nacional [53].

#### Resolución del Consejo Directivo N°026-2016- OEFA/CD (modificación del N°004-2014- OEFA/CD).

Consta de lineamientos para regular la formulación, aprobación y evaluación del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental (PLANEFA), a cargo de las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA). Dichos lineamientos son de cumplimiento obligatorio para todas las EFA, de ámbito nacional, regional y local [54].

El PLANEFA es un instrumento de planificación a través del cual cada EFA programa las acciones de fiscalización ambiental a su cargo, a ser efectuadas durante el año calendario correspondiente. Mínimamente debe tener un diagnóstico de la problemática ambiental que se circunscribe al ámbito de acción de la EFA correspondiente, la identificación de las unidades orgánicas responsables de la fiscalización ambiental, así como las acciones detalladas de evaluación y supervisión ambiental que serán ejecutadas por la EFA [54].

#### Marco teórico

##### Impacto Ambiental (IA)

Según Conesa define como impacto ambiental a la alteración favorable o desfavorable del medio ambiente en consecuencia de una actividad o de un proyecto [55].

### Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Conesa define a la evaluación de impacto ambiental como un procedimiento jurídico-administrativo que tiene como finalidad identificar, predecir e interpretar los impactos ambientales y en esta oportunidad se evaluará el impacto que causa la construcción de las unidades de albañilería de adobe, desde la extracción del material hasta su disposición en cancha, ubicada en Lambayeque [55].

### Metodología de evaluación

Se ha utilizado como metodología la identificación de impactos en una adobera artesanal y luego la clasificación según la tipología de impacto dispuesta por CONESA [55].

- POR LA EVOLUCIÓN DE CA DEL MEDIO: Impacto positivo y negativo.
- POR LA INTENSIDAD: Impacto notable o muy alto, mínimo o bajo, medio y alto, impacto umbral.
- POR LA EXTENSIÓN: Impacto puntual, parcial, extenso, total, de ubicación crítica.
- POR EL MOMENTO QUE SE MANIFIESTA: Impacto latente, inmediato y de momento crítico.
- POR SU PERSISTENCIA O DURACIÓN: Impacto temporal, permanente.
- POR SU CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN: Impacto irreversible, reversible, recuperable, irrecuperable.
- POR LA RELACIÓN CAUSA-EFECTO: Impacto directo, indirecto o secundario.
- POR LA INTERRELACIÓN DE ACCIONES Y/O EFECTOS: Impacto simple, acumulativo, sinérgico.
- POR SU PERIODICIDAD: Impacto continuo, discontinuo.
- POR LA NECESIDAD DE APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS: Impacto ambiental crítico, severo, moderado, compatible.

### Método de Leopold

Primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Fue desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de Estados Unidos en el año 1971 [55]. Consiste en un cuadro de doble entrada en el que se dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos. Los factores ambientales se agrupan según los siguientes tipos:

- Características físico-químicas: tierra, agua, atmósfera
- Condiciones biológicas: flora y fauna
- Factores culturales: usos de territorio
- Relaciones ecológicas: salinización, eutrofización, vectores de enfermedades

#### Ventajas y desventajas del método de Leopold

##### Ventajas:

- Obliga a considerar los posibles impactos de proyectos sobre diferentes factores ambientales.
- Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.
- Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción.

##### Desventajas:

- El proceso de evaluación es subjetivo, y considera una interacción entre diferentes factores ambientales.
- No distingue entre efectos a corto y largo plazo.

#### Descripción y análisis de la actividad

La ubicación de la cantera “Buenos Aires” en donde se extrajo el material suelo y que también pobladores aledaños se han instalado para extraer y fabricar adobes artesanales por su cuenta:

- Departamento: Lambayeque
- Provincia: Lambayeque
- Distrito: Lambayeque

Se encuentra en el suroeste de la ciudad de Lambayeque a una distancia de 4.1 km de la carretera Panamericana Norte. Se escogió esta zona ya que se vienen construyendo casas de adobe desde 2021 y verificar si estas viviendas cuentan con un material óptimo para resistir los típicos esfuerzos.

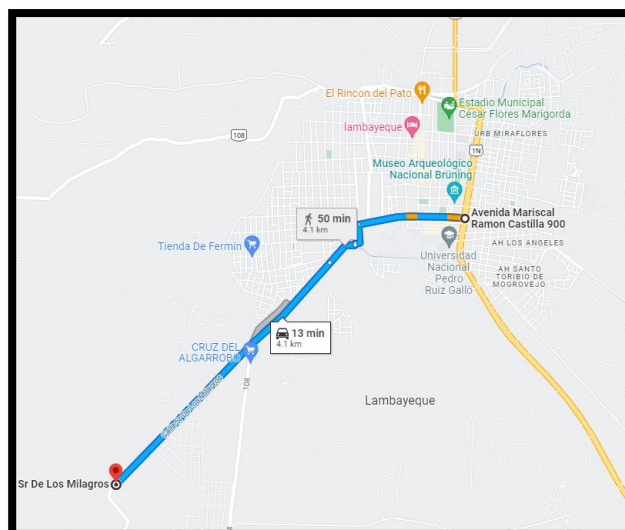


Figura 183. Ubicación de la cantera “Buenos Aires”

Fuente: Google maps

El área del asentamiento humano “Bueno Aires” que los pobladores han convertido adobera tiene alrededor viviendas de adobe cuentan con electricidad, existen arbusto y un dren cerca. El área mostrada se caracteriza por presentar suelo rico en arcilla y de existir agua subterránea que aprovechan para producir los adobes artesanales.



Figura 184. Asentamiento humano “Buenos Aires”

Fuente: Propia



Figura 185. Actividad adobera en “Buenos Aires”

Fuente: Propia



Figura 186. Venta de lotes “Buenos Aires” 2021

Fuente: Propia



Figura 187. Paisaje de la cantera “Buenos Aires”

Fuente: Propia



Figura 188. Noria contaminada

Fuente: Propia



Figura 189. Extracción de casi 90cm de profundidad del suelo

Fuente: Propia

Para poder realizar la investigación se tuvo que comprar el material suelo y transportarlo a “Las Casuarinas” y construirlo ahí, por el motivo que los trabajadores no querían fabricar las

unidades de albañilería con las dosificaciones en peso y dimensiones que se plantearon. La ubicación de “Las Casuarinas” es:

- Departamento: Lambayeque
- Provincia: Lambayeque
- Distrito: Lambayeque

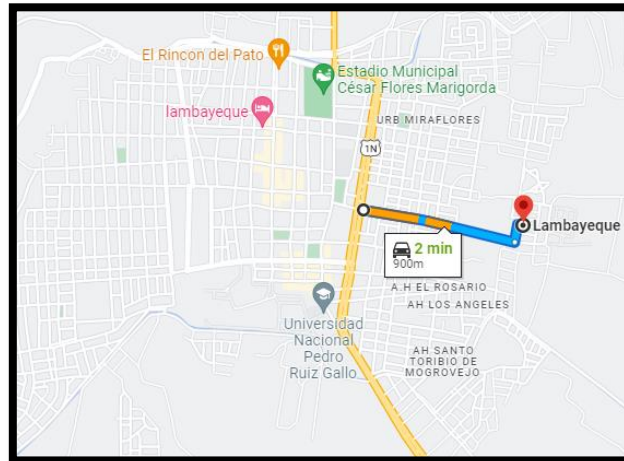


Figura 190. Ubicación del sitio de construcción “Las Casuarinas”

Fuente: Google maps

Se encuentra al este de la ciudad de Lambayeque a 900 metros de la carretera Panamericana Norte. Esta área es residencial, posee agua, desagüe y luz. No posee pista asfaltada. No se aplicaron características técnicas para poder fabricar adobes pues como se ve en la adobera de “Buenos Aires” basta con tener las herramientas, el material y un área amplia y libre para trabajar. Se requirieron las siguientes actividades :

- Eliminación manual de maleza y arbustos: Consiste en cortar toda vegetación existente que afecte el área de trabajo, el terreno debe quedar limpio.
- Limpieza de terreno natural: Consiste limpiar basura o montículos de residuos sólidos del terreno para poder trabajar correctamente.
- Excavación y extracción manual de suelo: Consiste en extraer con pico el material suelo de la cantera “Buenos Aires” a una profundidad de 90cm.
- Perforación manual para noria: Se hace en el lugar de construcción del adobe, en nuestro caso se considerará aunque no se excavó una noria, si no que se almacenó agua de la red pública.

- Transporte de material sólido con vehículos antiguos: El material suelo o arena se excava y se coloca en una motocarga, posteriormente este viaja de la cantera “Buenos Aires” a “Las Casuarinas”.
- Procesamiento de bagazo de caña de azúcar: El material “bagazo de caña de azúcar” recibe un proceso previo antes de la inclusión en la mezcla, primero se seca al sol durante 1 día, se corta en tiras de 10 cm y se desmenuza con ayuda de guantes.
- Puesta en obra de cáscara de arroz o bagazo de caña de azúcar: Una vez se consigue un proveedor de fibra vegetal, se traslada al sitio de fabricación en sacos o bolsas.
- Tamizar y limpiar el material sobre la lona de plástico: Antes de construir se carga los baldes con material y se coloca sobre una cubierta de plástico, aquí se limpia el material de vegetación, piedras o animales y se dispone en forma un volcán.
- Preparación de la mezcla: Se añade agua hasta formar una bola de barro o dormido y se tapa con una cubierta de plástico con el objetivo que no pierda humedad durante 1 día.
- Colocación de cama de arenilla: Con ayuda de una pala se logra colocar una cama de arenilla para evitar que cuando estén mojados se peguen al suelo.
- Moldeo de la unidad de albañilería de adobe: Se agarra una porción de barro con ambas manos y se deja caer con fuerza dentro de un molde para poder voltear el adobe sobre una cama de arenilla.
- Secado del adobe: La unidad de albañilería se recomienda dar vuelta de cara al sol por lo menos cada 2 días, en todas sus caras.
- Perfilado del adobe: Al ser un material artesanal y por el molde utilizado, el adobe tiende a tener rebabas en los costados, esto se corrige con un machete cuando ya está seco.
- Apilamiento y almacenamiento de la unidad de albañilería de adobe: Se hace con el objetivo de ganar área de trabajo para poder realizar más tanda, este almacenaje se logra al colocar el adobe ya seco de canto.
- Control de residuos: En esta partida se reusa el suelo para la siguiente tanda que sobra para evitar generar residuos.
- Distribución y transporte para venta de adobe en vehículos pesados: Una vez el adobe secó totalmente, se termina enviando a la obra que se requiera por medio de un transporte (motocarga, camión, etc).



### Área de influencia

En la zona asentamiento humano “Bueno Aires” se encuentren varios puntos de extracción, este conjunto es su área de influencia en donde se toman en cuenta distintos factores tanto bióticos como abióticos, además de tomar en cuenta el área de influencia donde se verá afectada toda la población aledaña.

En la zona de “Las Casuarinas” se localiza en una pequeña área, donde el material será almacenado y se usará para la construcción de adobes, esta es su área de influencia donde también se tomarán distintos factores.

Teniendo en cuenta estos factores, se determinan los posibles elementos que serán impactados ya sea de manera negativa como también de manera positiva.

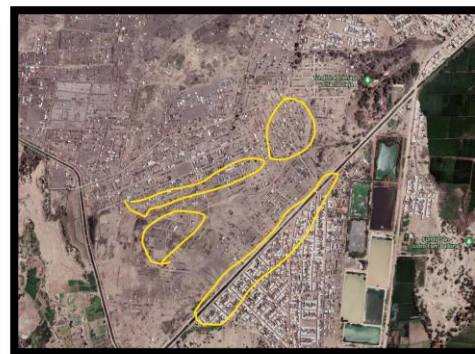
### Área de influencia directa

Es la zona de alteración directa, es de forma permanente durante todo el proceso de fabricación de unidades de albañilería en el caso de “Buenos Aires” y de forma temporal en el caso de “Las Casuarinas”. El espacio influenciado de manera directa comprende las zonas donde se verán afectados los factores ambientales, como la vegetación, el aire, el agua, todo por la generación de polvo, ruido, traslado de materiales, etc. En la fase de extracción también, a causa de la explotación continua sin medida del terreno y del agua subterránea producirá que todo el terreno se asiente perdiendo permeabilidad, calidad del suelo, calidad del agua, destrucción del paisaje, entre otros [55].



*Figura 191. Área influenciada directamente en “Buenos Aires” – puntos de extracción del suelo y norias*

Fuente: Google Earth



*Figura 192. Zonas aledañas que también son influenciadas directamente en “Buenos Aires” – viviendas de la localidad*

Fuente: Google Earth

En la fase de fabricación, a causa del transporte y manejo del material producirá partículas en suspensión, ocasionando problemas en la salud humana y en los animales siendo un efecto

negativo; además de producir ruido en todo el proceso que puede resultar nocivo para las zonas aledañas.



*Figura 193. Área influenciada directamente en “Las Casuarinas” – Lugar de fabricación de adobes*

Fuente: Google Earth



*Figura 194. Zonas aledañas que también son influenciadas directamente en “Las Casuarinas” – viviendas de la localidad*

Fuente: Google Earth

#### Área de influencia indirecta

Zona influenciada por actividades de carácter local, relacionadas con aspectos de integración económica o social, donde no necesariamente habrá impactos negativos, sino también pueden ser positivos.

Se tendrá en toda el área del proyecto y en zonas aledañas de esta, una mejora de la calidad de vida de los pobladores, ya que esta gente vive de esta actividad.

Al terminar su uso se puede usar este terreno como botadero por la actividad realizada, generando una gestión de residuos de la localidad.

#### Línea base

##### Línea base física

##### Clima

El área de estudio de la investigación se ubica en la ciudad de Lambayeque, el clima es subtropical; sin lluvias, con fuertes vientos o ciclones, seco. Cada 7,10,15 años se presentan temperaturas elevadas, con lluvias regulares y aumento extremado del agua de los ríos.

La temperatura en verano fluctúa entre 20°C como mínimo y 30°C como máximo; cuando el clima se tropicaliza cada ciertos años, la temperatura fluctúa entre 30-35°. En invierno la

temperatura mínima es de 15° y máxima de 24°. Este fenómeno se explica porque la tierra y los cerros áridos que rodean a estas zonas refractan el calor y porque los vientos que soplan del mar a la tierra llegan débiles.

Entre los factores que influyen en la determinación del clima departamental están; el mar, las corrientes peruanas del Niño, la atmósfera dominada por el anticiclón de Pacífico Sur, los vientos y las Cordillera de los Andes.

#### Calidad del aire

El crecimiento desorganizado de la población urbana, la desigualdad de oportunidades, el aumento de la pobreza, algunas políticas que no toman en cuenta criterios ambientales y el desarrollo no sostenible de la economía son, entre otras, las principales fuerzas motrices del deterioro del aire.

Según el portal “Weather” la calidad del aire es “Bueno” o satisfactoria y la contaminación atmosférica representa un riesgo escaso o nulo, el principal contaminante se registra como PM2.5 (partículas en suspensión menores a 2,5 micrones) [56].

#### Fisiografía

Dentro del gran paisaje de Lambayeque, encontramos cinco categorías de las cuales, tres corresponden al relieve plano (denudacional, agradacional y mixto), seguido de un relieve colinado denudacional y relieve montañoso denudacional, en tanto el paisaje está enmarcado según la serie, encontrando para planicie, depósitos inconsolidados del Pleistoceno y Holoceno, mientras que para colina, las formaciones y grupos corresponden al Cretaceo inferior y medio, Jurásico medio, ordovícico inferior, pleistoceno, oligoceno y paleoceno.

#### Geomorfología

Aproximadamente las 9 décimas partes del departamento corresponden a la región costa y yunga y la décima a la Sierra, (Cañaris e Incahuasi). La Costa o Chala, comprenden entre los cero metros hasta los 500 m.s.n.m.; está constituida por extensas planicies aluviales, unas surcadas por ríos y otras cubiertas de arena, estas planicies son mucho más extensas que la de los departamentos del Sur, se ven interrumpidas por cerros rocosos sin vegetación que pueden elevarse desde los 200 a los 1000 m.s.n.m. La Costa, distingue dos tipos, la rocosa con acantilados abruptos, desde la desembocadura del Río Chancay – Reque, en la costa al Norte de Ciudad Eten, hasta el límite sur de la Región Lambayeque, Zona de Punta Cherrepe y por el Norte con Playas extensas y arenosas, que en la parte norte incluso forma un contrafuerte, que defiende la depresión de Cabo Verde, lugar de formación de salinas.

### Uso actual de la tierra

Lambayeque es un distrito que tiene por actividades económicas la agricultura, se siembra arroz cáscara, maíz amarillo duro, caña de azúcar, algodón, frijol caupí, alfalfa, mango como principales cultivos. También tiene una pequeña ganadería extensiva, apicultura, producción de ladrillos, elaboración de jora para chicha y otros, por ende, podemos considerar que el uso de la tierra es para las diferentes.

### Hidrología

El sistema hídrico del distrito de Lambayeque está relacionado con la cuenca del río Motupe- La Leche, que pertenecen a la red hidrográfica del pacífico. Las aguas de los ríos, cubren más del 95 % del agua utilizada en la agricultura, industria y uso doméstico. El agua subterránea es abundante pero poco empleada por el alto costo y la falta de planificación de los cultivos, deficiencia que se está superando en Olmos con el cultivo de maracayá y limoneros.

Tanto la sequía, como la abundancia de aguas de los ríos, causan enormes daños, a la vez constata que el hombre de la ciudad como el del campo, no están preparados ni toman las medidas adecuadas para menguar sus efectos perjudiciales.

Los principales ríos son:

Río Chancay.- Conocido con el nombre de río Lambayeque, es más importante. Su largo aproximado es 250 km, de sus aguas dependen las 3 capitales provinciales, más de 15 poblados menores, 25 empresas agrícolas y emdianos, pequeños productores individuales. Nace al oeste del asiento minero de Hualgayoc en las lagunas de Mishis y Yanahuanca a una altura de 4000 m.s.n.m., en sus orígenes se le conoce como Río Quilcate, que va descendiendo al Oeste recibiendo otros pequeños tributarios, sin engrosar sus aguas debido a las filtraciones, las mismas que aparecen kms. Abajo y al unirse con el río Samán ya recibe el nombre de Chancay, sigue desplazándose al Oeste recibiendo las aguas del río Cumbil. A la altura de Racarumi, hay una toma de ese nombre que capta sus aguas para llevarlas a la reservorio de Tinajones, reservorio que de nuevo vierte las aguas a su lecho, kilómetros abajo. En la Puntilla hay una obra de ingeniería que divide las aguas en dos partes, la del Río Reque o Eten, y la de Lambayeque (canal Desaguadero), del que mediante otras compuertas se reparte el agua: para el canal Taymi para el río Lambayeque.

Río La Leche.- Nace en las cumbres de Cañaris, y Cachen a más de 3000 m.s.n.m. tiene un volumen de agua muy irregular y por lo general no llega al mar, salvo en épocas de abundantes

lluvias. En épocas o mejor dicho periodos lluviosos y de abundancia de aguas este río inunda los poblados rivereños y las sementeras causando daños inmensos. En la parte baja se unen con el Motupe.

Río Zaña.- Nace en el Departamento de Cajamarca, al Este de Niepos, en su desplazamiento y descenso hacia el Oeste recibe las aguas de numerosos riachuelos, ya en la costa da sus aguas a los poblados de Oyotún, Nva. Arica, Zaña, Mocupe y Lagunas. Sus aguas en determinadas épocas como en 1925 y 1983 han causado daños a Zaña y otros poblados rivereños.

Al norte del Departamento en el distrito de Olmos se encuentran los riachuelos: Cascajal, San Cristobal, y Olmos, de recorrido muy corto, no llegan al mar, salvo en años de mucha lluvia.

El mar lambayecano, es la pequeña porción del Océano Pacífico que baña las playas del departamento y se extienden, desde las orillas, 200 millas mar adentro, tiene una gran importancia histórica, por el llegaron Naylamp y sus hombres, así como las ideas que alimentaron las inquietudes libertarias y en tanto no hubo carreteras por mar se mantuvo unido Lambayeque, con los puertos del litoral Norte y Sur peruano, y otros países del mundo. Hoy no se aprovechan sus inmensas ventajas de comunicación y transporte.

#### Hidrografía

En lo que respecta la hidrografía de la provincia de Lambayeque es decir área que corresponde a los ríos, lagunas y riberas existentes, son la principal fuente de abastecimiento de agua para la actividad agropecuaria y las actividades urbanas cercanas. Los ríos Olmos, Motupe, Salas, La Leche, Cascajal y Lambayeque atraviesan los distritos de la provincia, conformando dos cuencas hidrográficas importantes: Olmos y Motupe – La Leche, con ecosistemas específicos características diferenciadas. La cuenca Motupe - La Leche abarca los distritos de Mochumí, Túcume, Íllimo, Pacora, Jayanca, Motupe y Mórrope, los cuales son muy vulnerables a riesgos de desastres por inundación principalmente durante el Fenómeno de El Niño. La cuenca Olmos abarca los distritos de Olmos, Motupe, Chóchope y Salas, siendo los ríos Olmos, Motupe y Salas los que atraviesan el territorio, conformando micro cuencas [57].

#### Calidad del agua

El abastecimiento de agua en las viviendas está dado por distintas modalidades, donde el 72.80% cuenta con red pública dentro de la vivienda, el 11.30% utilizan pozo (dentro de las

cuales se encuentran las norias) y 10 viviendas no tiene acceso a una red de agua potable (río o acequia).

**Cuadro N° 8: Viviendas con abastecimiento de agua potable.**

VIVIENDAS CON ABASTECIMIENTO DE AGUA	Nro.	%
Red pública de agua dentro la vivienda	10,580	72.80
Red pública de agua fuera la vivienda	500	3.40
Pilón de uso público	1,259	8.70
Camión, cisterna u otro similar	85	0.60
Pozo	1,642	11.30
Río, acequia, manantial	10	0.10
Otro tipo	461	3.20
<b>TOTAL</b>	<b>14,537</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda 2012-2013 (SISFOH)  
**Elaboración:** CENEPRED

#### Línea base biológica

##### Formación ecológica

En cuanto a la costa del departamento, en ella predomina el desierto, ambiente hostil al cual se han adaptado algunas especies de plantas y animales como los cactus, escorpiones y algunas serpientes. La aridez del desierto es cortada por tramos por los ríos que descienden de la sierra. Estos, a pesar de su escaso caudal y régimen irregular, irrigan fértiles valles, cobijando a una fauna más variada. Algunas especies de árboles, como el algarrobo y el zapote, han logrado adaptarse a las difíciles condiciones de la sierra lambayecana formando extensos bosques. Lamentablemente, la sobreexplotación humana los ha reducido a una fracción de lo que solían ser. Estos bosques están habitados por especies de aves como el huerequeque y la pava aliblanca; mamíferos como el zorro gris, y muchas otras clases de animales. Hacia el este, a mayor altura, la fauna y flora cambian, apareciendo especies como la taya y el huaylulo, ambos árboles propios de la Cordillera de los Andes. [58]

##### Flora y fauna silvestres

La vegetación en la zona costeña es escasa, debido principalmente a las grandes extensiones desérticas del departamento; no obstante, hay tres tipos de bosques, entre los que destaca la presencia de una variedad de algarrobo (*Prosopis limensis*) y de zapote (*Capparis longifolia*). Estos bosques son normalmente ralos, pero se hacen más densos y vigorosos conforme se acercan a la parte continental. En la actualidad, la explotación irracional e

intensiva de los bosques de algarrobo, para la elaboración de carbón y usos del sector construcción, ha causado el avance de los desiertos. Por ello en esta región existen dos zonas reservadas (Laquipampa y Batán Grande), para proteger fundamentalmente los bosques de algarrobo aún existentes y sus ecosistemas. En Poma y en la quebrada de Jaguay, también existen importantes bosques de algarrobo. En determinadas zonas de Olmos, los algarrobales crecen asociados a plantas herbáceas y gramíneas. [58]

En las laderas fuertes y poco accesibles de la costa y a cierta altitud, se forma el bosque seco semidenso, donde aparecen especies forestales como el guayacán (*Tecoma* sp.), palosanto y hualtaco (*Loxopterygium huasango*). Debajo de los 400 metros sobre el nivel del mar aparecen formaciones boscosas tipo sabana, con una vegetación de baja densidad debido a la explotación irracional, la tala indiscriminada y el sobrepastoreo. [58]

Las especies forestales más importantes de este ecosistema son el algarrobo, el zapote, el overo y el vichayo. A menor altitud, en las partes bajas de la costa, se desarrolla el bosque seco tipo chaparral, en el cual las especies forestales son las mismas que en el bosque seco tipo sabana, pero con asociaciones forestales de tipo arbustiva y con malezas desérticas tropicales. [58]

Otras especies de flora costera lambayecana son: guarango, palo negro, chopa, concuno, sauce, pasallo, quiebra olla, hierba santa, pájaro bobo, chilco macho, chilco hembra, ambulón, lengua de vaca, galán de noche, micania, san juan, caña brava, carrizo e hinea.

En el piso inferior de la región andina (500 a 1 000 msnm) se desarrollan árboles como el ceibo (*Bombax dicolor*), la taya (*Celsal pinia spinosa*) y el huaylulo (*Erythrina* sp.), que se ubican mayormente en la zona norte del departamento. Destacan también las especies trepadoras y herbáceas. Otras especies de flora que se encuentran a esta altura son: tunsho, barba de viejo, choloque, catagua, huasimo, higuerón y maochil. [58]

En el piso medio (1 000 a 2 000 msnm) habitan especies leñosas como la chirimoya (*Annona cherimolia*) y la flor del inca (*Cantua quercifolia*), además de otras especies como la taya, el lalush y el cactus alucinógeno sampedro.

En el piso superior (2 000 a casi 4 000 msnm) habitan especies como el gigantón, el cacto de gorra, la chumacera y la pitajaya.

Fauna marina

La fauna marina, al igual que en todo nuestro litoral, es abundante. A partir de la isla Lobos de Tierra se encuentran, en el mar de Lambayeque, pescados como el bonito (*Sarda sarda chilensis*), la caballa (*Pneumatophorus peruanus*) y el pejerrey (*Austromeniidae regia*). Además, es común encontrar especies de todo nuestro litoral, como el lenguado (*Paralechthys adspersus*) y el atún (*Thunnus magropterus*), así como también especies norteñas como la liza (género *Mugil*) y el mero (género *Alphestus*, familia *Serranidae*). Hay también una gran variedad de moluscos, entre ellos los más populares son el choro (*Aulacomya atra*) y la concha de abanico (*Pecten purpuratus*). Entre los cefalópodos se encuentra la jibia o calamar grande (*Ommastrophes gigas*) y el pulpo (*Polypus fontaineaus*). El langostino, entre los crustáceos, habita también en esta región. [58]

#### Fauna continental

Debido a la destrucción de los bosques, la fauna terrestre es poco significativa en comparación con la marina. Entre las aves guaneras destaca el guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), primer productor de guano de isla, que habita desde la lambayecana isla de Lobos de Tierra hasta la isla Mocha, en Chile. De color totalmente negro, salvo en la parte ventral del cuerpo y la garganta, que son blancas, el guanay se encuentra en las islas de Lambayeque, donde anida, junto con otras especies, como el pingüino de Humboldt o pájaro niño (*Spheniscus humboldti*). [58]

Entre las aves continentales es posible ver garzas, gaviotas (*Larus modestus*), cuculíes (*Zenaida asiática meloda*), palomas, peches, perdices, flamencos rosados, gallaretas, putillas, cucaracheras, chiscos, atrapamoscas, chichirres, gorriones, chilalalas, pirinches, golondrinas, pericos, gallinazos, gavilanes, águilas, pavas aliblancas y huerequeques. [58]

Hasta hace dos décadas, la pava aliblanca se consideraba extinta, pero llegaron a encontrarse algunos ejemplares en los extensos algarrobales de Olmos lugar donde anida la pava, y actualmente se reproducen en cautiverio. Esta ave, oriunda del bosque seco de Lambayeque, presenta un plumaje negro y las puntas de sus alas blancas (de ahí proviene su nombre). Macho y hembra son de formas iguales y suelen volar en parejas. [58]

En estado silvestre se alimentan de los frutos de algarrobo, faique, higuierón y otras especies propias del bosque, además del overo, sheguicho y otras hierbas y brotes.

El huerequeque es el ave representativa del pueblo lambayecano. Incluso existe una copla que por tradición se ha conservado, que expresa el orgullo e identificación de Lambayeque



con respecto a este animal: “De Lambayeque a Chiclayo mataron a un huerequeque y del buche le sacaron un cholo de Lambayeque.” [58]

### Áreas naturales protegidas

Lambayeque cuenta con dos zonas reservadas que buscan proteger, fundamentalmente, los bosques de algarrobo y los ecosistemas asociados:

Laquipampa creada el 5 de octubre de 1982, se ubica en el distrito de Incahuasi, provincia de Ferreñafe, sobre una extensión de 11 346,9 hectáreas. [58]

Batán Grande creada el 16 de octubre de 1991, tiene 13 400 hectáreas de extensión. Aquí se encuentran los mayores bosques de algarrobo de la costa y numerosos restos arqueológicos de la cultura Lambayeque o Sicán, entre los que se observa un buen número de pirámides truncas hechas de adobe. [58]

### Línea base socioeconómica

#### Demografía

El distrito de Lambayeque cuenta con una población de 77,234 habitantes, de los cuales aproximadamente 31,743 son mujeres que representan el 51.6 % del total de la población y 29,808 son hombres, que representan el 48.4% del total de población.

#### Educación

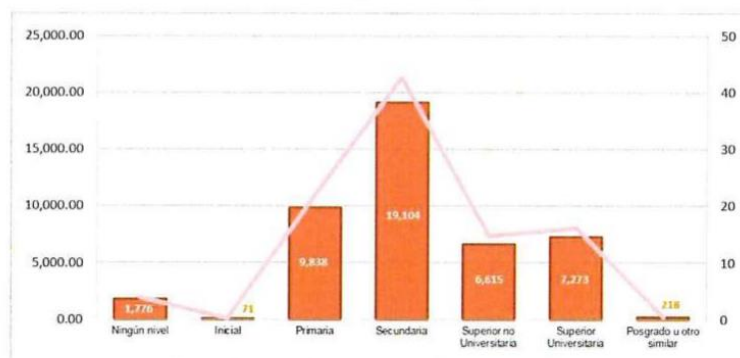
El distrito de Lambayeque existen instituciones educativas de diferentes niveles (inicial, primaria, secundaria y superior). La educación tiene una importante presencia en los niveles; primarios y secundarios, pero se puede apreciar que el 6.0% no cuentan con un nivel de educación.

Cuadro N° 13: Nivel de Instrucción.

NIVEL EDUCATIVO	Nro.	%
Ningún nivel	1,776	4.00
Inicial	71	0.20
Primaria	9,838	21.90
Secundaria	19,104	42.60
Superior no Universitaria	6,615	14.70
Superior Universitaria	7,273	16.20
Posgrado u otro similar	218	0.50
<b>TOTAL</b>	<b>44,895</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Empadronamiento distrital de población y vivienda 2012-2013 (SISFOH)  
Elaboración: CENEPRED

Gráfico N° 3: Distribución de la población según nivel de instrucción.



Fuente: Empadronamiento distrital de población y vivienda 2012-2013 (SISFOH)  
Elaboración: CENEPRED

El ministerio de educación en el año 2016 para el distrito de Lambayeque registro las siguientes instituciones educativas según modalidad y dependencia:

Cuadro N° 14: Distribución de las Instituciones Educativas 2016.

Nivel / Modalidad	Dependencia			TOTAL	%
	Pública / Sector Educación	Pública / En convenio	Privada / Particular		
Básica Alternativa - Avanzado	1		4	5	4.17
Inicial No Escolarizado	18			18	15.00
Inicial - Jardín	20		20	40	33.33
Primaria	19		16	35	29.17
Secundaria	6		11	17	14.17
Técnico Productiva	2	1	2	5	4.17
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>120</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>55.00</b>	<b>0.83</b>	<b>44.17</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Ministerio de Educación, ESCALE 2016.

Elaboración: CENEPRED

## Salud

En 1946 la OMS define la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. En el distrito de Lambayeque el acceso a los servicios de salud es variable, los habitantes que no se han afiliado a algún tipo de seguro de salud equivale al 30.9%.

**Cuadro N° 11: Afiliación a seguro de salud**

TIPO DE SEGURO	Nro.	%
Essalud	15,057	24.40
FFAA - PNP	1,706	2.80
Seguro Privado	943	1.50
SIS	17,111	27.80
Otro	195	0.30
No tiene	26,643	43.20
<b>TOTAL</b>	<b>61,655</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda 2012-2013 (SISFOH)

Elaboración: CENEPRED

En la Jurisdicción del Centro de Salud LAMBAYEQUE las infecciones respiratorias agudas ocupan la primera causa de morbilidad representando el 26.7%. Sin embargo, paulatinamente está tomando importancia relativa ciertas enfermedades infecciosas.

**Cuadro N° 12: Diez primeras causas de morbilidad general del centro de Salud Lambayeque**

N° ORD	CAUSAS MORBILIDAD	N°	%
1	Infecciones agudas de las vías respiratorias -iras	1440	26.70
2	Ciertas enfermedades infecciosas	1100	20.4
3	Enfermedades nutricionales	540	10.00
4	Enfermedades del sistema digestivo	480	8.90
5	Enfermedades del sistema óseo	160	3.00
6	Traumatismos envenenamientos	120	2.20
7	Enfermedades del sistema neurológico	110	2.00
8	Enfermedades del sistema genitourinario	98	1.80
9	Enfermedades de la piel	48	0.90
10	Otras	1264	23.40
<b>TOTAL</b>		<b>5400</b>	<b>100</b>

Fuente: Centro de Salud Lambayeque- 2011

### Economía

En el año 2013, la Región Lambayeque fue la novena región con mayor participación del valor agregado bruto del PBI nacional con el 2.2%, a pesar de este indicador macroeconómico, la pobreza en la zona rural de la provincia de Lambayeque es latente.

Según el informe presentado en el plan De Acondicionamiento Territorial De La Provincia de Lambayeque 2016 – 2026, se muestra una tabla con la condición de pobreza por distritos para el 2009, en el que vemos que casi el 28.2% de la población en el distrito de Lambayeque se clasifica como pobre.

Condición de Pobreza por Distritos 2009

DISTRITO	POBLACIÓN 2009	POBRE (%)			NO POBRE
		TOTAL, DE POBRES	POBRE EXTREMO	NO EXTREMO	
Lambayeque	69,293	28.2	4.2	24	71.8
Chóchope	1,267	31.1	3.2	27.9	68.9
Illimo	9,583	49.8	10.7	39	50.2
Jayanca	16,281	40	5.6	34.3	60
Mochumí	19,134	46.62	8.9	37.7	53.4
Mórrope	42,484	50.4	12.2	38.2	49.6
Motupe	25,662	35.4	4.9	30.5	64.6
Oimos	39,195	47.5	8.9	38.6	52.5
Pacora	7,200	22.1	2.7	19.4	77.9
Salas	13,606	78.5	37.5	41	21.5
San José	13,480	34.5	4	30.5	65.5
Túcume	22,226	59.3	15.9	43.4	40.7
Prov. Lambayeque	279,411	42.8	9.3	33.5	57.2

Fuente: IDH-2009-Peru-Vol2  
Elaboración Equipo técnico PAT Lambayeque

Cuadro N° 15: Actividad económica.

ACTIVIDAD ECONÓMICA DE SU CENTRO DE LABOR	Nro.	%
Agrícola	3,561	16.20
Pecuaría	98	0.40
Forestal	12	0.10
Pesquera	243	1.10
Minera	30	0.10
Artesanal	86	0.40
Comercial	2,412	11.00
Servicios	10,348	47.00
Otros	2,187	9.90
Estado / gobierno	3,031	13.80
<b>TOTAL</b>	<b>22,008</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda 2012-2013 (SISFOH)  
Elaboración: CENEPRED

#### Uso de recursos naturales

Potencialmente es zona de vida muy favorable para el desarrollo de la agricultura y ganadería, pero siempre y cuando se disponga de riego o agua en forma permanente, pues este constituye el factor limitante fundamental.

En general las tierras son sometidas a diferentes presiones de uso que ocasionan su degradación constante, la ganadería es una actividad de importancia media, sobre todo la ganadería caprina, que ocasiona un mayor grado de deforestación de los bosques, esto aunado con la fabricación de carbón de leña, en las conocidas guironas.

La industria ladrillera consume algarrobos como combustible, fomentando a la deforestación, además de la extracción de agua subterránea y excavación del suelo.

#### Transportes y comunicaciones

La accesibilidad terrestre al distrito de Lambayeque se da a través de la Carretera Panamericana Norte, que permite la articulación e integración con los distritos de la provincia de Lambayeque, la región y el país y por las vías vecinales para el traslado de los productos de la zona.

Así mismo cuenta con una serie de caminos carrozables y de herradura que vinculan a la capital distrital con los caseríos del interior del distrito. El transporte de pasajeros de Chiclayo a Lambayeque, los brindan las combis o camionetas rurales.

#### Diagnóstico arqueológico

Según Geocatmin, el distrito de Lambayeque en la parte Este de su territorio alberga: Huaca Santa Rosa II, Huaca los Chinos o Huaca Santa Rosa III, Mocce, y algunos de sus alrededores que se puede mencionar también son: Chornancap, Chotuna, Huaca el Camaleón, Huaca Bances, Capote, Huaca Cacique, Huaca dos cabezas y huaca el mirador.

#### Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Los pasivos ambientales son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, sitios contaminados y restos o depósitos de residuos, ubicados en el territorio nacional, incluyendo al zócalo marino, producidos por el desarrollo de actividades productivas, extractivas o de servicios, abandonadas; que afectan de manera real, potencial o permanente la salud de las personas, la calidad ambiental y/o la funcionalidad del ecosistema. El reglamento establece los supuestos de abandono a que se refiere el presente párrafo. Las autoridades sectoriales pueden precisar la definición de pasivos ambientales de acuerdo con la naturaleza y características propias de cada actividad sectorial [55].

En el área de influencia directa del proyecto no se ha identificado ningún foco contaminante, como botaderos u otros que pudieran afectar el medio ambiente, o pasivos ambientales durante la fase de construcción.

Sin embargo, el proyecto de extracción podría generar pasivos ambientales como: Alteración de la calidad del paisaje por:

- La extracción masiva del suelo arcilloso.
- La extracción masiva de agua subterránea.

La solución propuesta para evitar estos pasivos ambientales es cambiar el uso del terreno después del fin de vida de la adobera tales como una construcción industrial o un vertedero de residuos.

#### Identificación y evaluación de impactos ambientales

El propósito de la identificación y evaluación de los impactos ambientales ya sean positivos o negativos, se necesita en primer lugar, tener información relevante del área o zona en estudio, los posibles factores afectados, así como las acciones o partidas que se planean desarrollar durante la construcción de unidades de albañilería de adobe en el distrito de Lambayeque, con el fin de determinar la magnitud e importancia que conllevaran estas acciones [55].

- Actividades con potencial a provocar impacto:

Las actividades con potencial a provocar impacto, se puede considerar dentro de la tipología según lo estipula Conesa, por su evolución de la calidad ambiental del medio, debido a que puede ser tanto positivo como negativo en torno a las acciones que se desarrollen [55].

<b>ETAPAS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
EXTRACCIÓN DEL MATERIAL SUELO	Excavación y extracción del material suelo
	Extracción de agua de noria
FASE DE CONSTRUCCIÓN	Eliminación de maleza y arbustos de forma manual
	Limpieza de terreno
FASE DE FUNCIONAMIENTO	Traslado de materiales con vehículos antiguos
	Puesta en obra de fibras vegetales
	Preparación de la mezcla
	Moldeado de adobe
	Colocación de cama de arena fina
	Secado del adobe
	Apilamiento del adobe
Distribución y transporte para venta de adobe en vehículos pesados	
CONTROL DE RESIDUOS	Desperdicios de adobe

*Tabla 139. Actividades con potencial a causar impacto en el entorno*

Fuente: Propia

- Factores ambientales a ser perjudicados:

Según Conesa, son aquellos elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto, en este caso la construcción de unidades de albañilería de adobe en el distrito de Lambayeque [55].

<b>MEDIO</b>	<b>FACTORES</b>
FISICO	Aire
	Agua
	Suelo
BIOLÓGICO	Flora
	Fauna
	Paisaje Natural
SOCIAL	Factor Socioeconómico (empleo, comercio, vías terrestres)
	Estatus cultural (salud y seguridad, probabilidades de contagio)

*Tabla 140. Factores ambientales afectados*

Fuente: Propia

#### Evaluación de impactos

- Impactos al Medio Físico

#### Contaminantes al factor ambiental Aire:

- Emisiones de gases: Debido a que durante el desarrollo de ciertas acciones o partidas se lleven a cabo mediante el uso de maquinarias (camiones, motocarga), y es ahí donde los procesos de combustión, debido al uso de líquidos inflamables, producen gases que son perjudiciales tanto para el personal que labora, así como al medio ambiente.

- Partículas en Suspensión: Al desarrollar actividades como excavación y extracción de suelo, transporte de materiales, colocación de cama de arena fina, apilamiento de unidades de albañilería de adobes, etc. se presentarán en gran medida la aparición de partículas en suspensión en el aire, perjudicando de manera directa y negativa a los trabajadores que van a desarrollar dichas actividades. Es de esta manera que se recomienda que todo el personal que labore en las actividades del proyecto cuenta con por lo menos cubrebocas o mascarillas, con el fin de evitar cualquier problema respiratorio.

- Nivel de Ruido: Al hacer uso de vehículos y de herramientas en ciertas actividades, este afecta de manera significativa al entorno en el cual se desarrollará la actividad, provocando que el personal que labora se encuentre expuesto a altos niveles de ruido.

Contaminación al factor ambiental Agua:

- Agua subterránea: Al ejecutar la partida de extracción de agua de la noria, se debe tener cuidado que esta superficial, la cual se encuentra cerca de la superficie no se vea afectado por ningún contaminante.

- Calidad del Agua: Debido a que se producirá la perforación de una noria esta se ve expuesta a al exterior, pudiendo así ser perjudicada por cualquier desecho.

Contaminación al factor ambiental Suelo:

- Cambio de Uso: El realizar las excavaciones con fin de extraer el material o realizar trabajos de limpieza de maleza y arbustos, provocara un cambio en el uso de ese suelo, debido en un primero inicio a tenido la finalidad de ser agrícola, sin embargo el uso se vería perjudicado por esta actividad.

- Morfología: Cuando se lleve a cabo las actividades excavación, extracción y trabajos de limpieza de maleza y arbustos va a provocar que ciertas capas que componen al suelo de la zona se vean afectado.

- Calidad del Suelo: Cuando se desarrolle las actividades excavación, extracción y trabajos de limpieza de maleza y arbustos se deberá tener cuidado con fin de no afectar al suelo, debido a que puede provocar una alteración en este.

- Permeabilidad: Cuando se lleven a cabo las actividades excavación, extracción y trabajos de limpieza de maleza y arbustos, perforación para noria, provocara que haya un aumento o disminución de la permeabilidad según las acciones que se realicen.

- Impactos al Medio Biológico

Disminución de la Flora:

- Arbustos: En ciertas ocasiones se necesita que se retiren cierta cantidad de arbustos con el fin elaborar la actividad en sí, debido a se necesitó la limpieza de maleza en el área de construcción de unidades de albañilería de adobe.

Disminución de Fauna:



- Aves, insectos, animales terrestres: Tras la ejecución de ciertas actividades ciertos animales característicos de la zona se verían afectados, debido a que su hábitat se veía afectado debido a las modificaciones y construcciones respectivas en el medio.

Disminución de la calidad visual:

- Paisaje Natural: Al realizar trabajos de eliminación de maleza y arbustos, así como las excavaciones para la extracción del material suelo, provocaría una disminución del paisaje debido a que se está quitando lo característico de la zona, la cual es agrícola, pasando a convertirse en una zona de extracción para la elaboración de adobes.

- Impactos al Medio Social

Afectación al factor socioeconómico

- Generación de empleo: Debido a que para la realización de esta actividad se necesitará de cierta cantidad de personas para su desarrollo, esto provocará una oportunidad de empleo, siendo un factor positivo para la localidad, además que se estaría comprando los materiales añadidos como la cáscara de arroz y el bagazo de caña de azúcar.

- Comercio: Debido a que se produce unidades de albañilería, sería un impacto positivo que aportará ganancia para las familias que se encuentren involucradas en la venta.

Afectación al factor estatus cultural

- Salud y Seguridad: El desarrollo de las actividades de la adobera perjudicaría directamente al personal que labora, ya sea por el contacto directo con los vehículos de transporte o por el agotamiento físico.

- Probabilidad de Contagio (Covid19): Debido a que en ciertas actividades se va requerir el personal que labora se encuentre a una distancia muy cercana, provocará que haya un índice elevado de contagio del virus Covid19, provocando así un impacto negativo en la salud de la persona.

Método de Leopold para la identificación de impactos.

Este método pertenece a uno de los métodos de identificación y evaluación de impactos ambientales brindado por el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en su guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales. Además, que fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impactos ambientales,

desarrollado por el servicio geológico del Departamento del Interior de Estados Unidos en el año 1971 [59].

Este método consiste en un cuadrado de doble entrada, en donde se colocan las acciones y factores para posterior a ello ver su interrelación de uno con otro, con el fin de poder determinar qué acciones afectan a cada factor ambiental.

Para la identificación de impactos se ha tenido en cuenta en un primer momento todas las acciones que conllevarían la producción de unidades de albañilería de adobe; para posterior a ello analizar los factores que podrían verse afectados por estas acciones. Se realizó dos matrices de Leopold, una usando la tanda patrón es decir solo cascara de arroz y la otra usando las dos fibras vegetales como se muestra a continuación:



### Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación ambiental constituyen un conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar del desarrollo de un proyecto, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente.

En base a la evaluación efectuada, las medidas que se analizan a continuación implican acciones tendientes fundamentalmente a controlar las situaciones indeseadas que se producen.

- Las personas que trabajan en las adoberas deben contar con los equipos de protección correspondiente cumpliendo con las normas de calidad y estándares de seguridad.
- Las personas que ingresen al área de trabajo deben contar también con equipos de protección.
- Reforestación de la zona con el fin de que exista un repoblamiento o establecimiento arbustiva, con fines de protección o previsión de servicios ambientales.
- Aplicar protección a los puntos de salida de agua (por ejemplo, tapar con ciertas mantas las norias después de sacar el agua para la producción de los adobes, con ello se evitará el ingreso de cenizas, plásticos, etc.) con el fin de reducir riesgos de contaminación.
- Se debe humedecer la trocha que conecta “Buenos Aires” con la Panamericana Norte al cabo de cierto tiempo, para disminuir la generación de partículas en suspensión al momento de transportar el material, evitando enfermedades en personas que viven cerca.
- Tener un botiquín de primeros auxilios en caso de posibles accidentes.
- En caso de un sismo, se debe alejar del poste de luz y de las paredes de la excavación que se encuentra en el área de extracción, debido a la inestabilidad producto de la extracción del terreno.
- Implementar estrategias correctas para el adecuado manejo de los residuos generados en la adobera. Separación de los residuos en bolsas o depósitos correspondientes.
- Seleccionar residuos reciclables como papeles, cartones, latas, plásticos que se puedan encontrarse en la zona. Estos pueden venderse, tener un ingreso extra y lo más importante es disminuir el impacto ambiental.

- Seleccionar residuos orgánicos como son rastrojos o material de desmonte, material gravoso, madera. Estos deben almacenarse preferiblemente en forma piramidal a fin de ser utilizados posteriormente como humus, y así tener un ingreso extra, y lo primordial es disminuir el impacto.
- Con el fin de disminuir los niveles de ruido, se debe programar para cada vehículo de transporte y equipo según uso para realizar lubricación, cambio de aceites entre otros.
- Las personas que trabajan en las adoberas deben recibir capacitaciones con el fin de disminuir ciertos riesgos laborales, esto al ser una actividad al margen de la ley es complicado realizarlo.

### Conclusiones y recomendaciones

- La actividad se desarrolla en una zona agrícola en donde no hay antecedentes ni vestigios de ningún resto de tipo arqueológico y cultural.
- En la parte de la identificación de impactos se ha descrito los problemas que se van a presentar en los factores ambientales debido a las actividades realizadas durante la fabricación de unidades de albañilería de adobe.
- El factor ambiental Suelo, es el que ha sido más influenciado y frágil durante la ejecución de la actividad con un puntaje de -122 debido en mayor parte morfología en ambas alternativas de solución; en el caso de impactos positivos, se evidencia en lo que es la generación de empleo para el factor socioeconómico, con un puntaje de 85 en el caso de la adobera patrón y 133 en el caso de la adobera modificada. Es por ello que para mitigar el problema de la morfología se buscará una vez concluyen las actividades del suelo, rellenar el suelo utilizando residuos de construcción.
- La acción que ha sido más agresiva para el medio ambiente para ambas alternativas de solución es la Excavación y extracción manual de suelo, una forma de mitigar esto es rellenar la destrucción originada por la actividad, una solución puede ser utilizando residuos de la construcción.
- Esta actividad mejorará las condiciones de la población aledañas y a las familias que trabajan en este terreno debido a que repercutirá en la mejora de la calidad de vida de la misma, ya que este será su sustento de vida.
- La ejecución de la actividad interfiere con la Constitución Política del Perú al no respetar la destrucción del terreno arcilloso y alejándose del uso sostenible de los recursos naturales.
- Se recomienda aplicar las medidas de mitigación, que permiten reducir sustancialmente la condición que hace viable la ejecución de la actividad se realice en armonía con la conservación del ambiente, la salud y seguridad del personal de obra y la población, por ejemplo reforestar por el impacto que se ha dado por el desbroce, rellenar con residuos sólidos de desmonte de construcción, utilizar diferentes fibras vegetales con el objetivo de reutilizar un residuo secundario de actividades industriales, etc.

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo se realizará el análisis de costos unitarios de las partidas que intervengan en la fabricación de unidades de albañilería artesanal de la investigación con la finalidad de realizar una comparación económica entre las alternativas de solución, como en este trabajo ya se ha explicado el proceso de cada partida, en esta sección se plasma el costo para su fabricación.

<b>1.01 Procesamiento de la fibra "bagazo de caña de azúcar"</b>						
Unidad	<b>kg</b>					
Rendimiento	25 kg por día					
Descripcion	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total
<b>Mano de obra</b>						5.37
Peón	HH	1	0.32	16.78	5.37	
<b>Equipo</b>						0.16
HM (%MO)	%		0.03	5.37	0.16	
<b>Materiales</b>						0.12
Bagazo de caña de azúcar	KG		1	0.1	0.1	
Agua	M3		0.005	4.23	0.02	
<b>TOTAL(S/.)</b>						5.65

Tabla 143. APU – Procesamiento de fibra “bagazo de caña de azúcar”

Fuente: Propia

<b>1.02 Procesamiento de la fibra "cáscara de arroz"</b>						
Unidad	<b>kg</b>					
Rendimiento	50 kg por día					
Descripcion	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total
<b>Mano de obra</b>						2.68
Peón	HH	1	0.16	16.78	2.68	
<b>Equipo</b>						0.08
HM (%MO)	%		0.03	2.68	0.08	
<b>Materiales</b>						0.50
Cáscara de arroz	KG		1	0.5	0.5	
<b>TOTAL(S/.)</b>						3.27

Tabla 144. APU – Procesamiento de fibra “cáscara de arroz”

Fuente: Propia

Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 1 Patrón (1.22% cáscara de arroz)							
2.01							
Unidad	millar						
Rendimiento	1 millar por día						
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total	
<b>Mano de obra</b>							134.24
Peón	HH	1	8	16.78	134.24		
<b>Equipo</b>							4.03
HM (%MO)	%		0.03	134.24	4.03		
<b>Materiales</b>							493.44
Suelo	M3		5.5	30	165		
Cáscara de arroz (1.22%)	KG		97.35	3.27	317.87		
Agua	M3		2.5	4.23	10.58		
<b>TOTAL(S/.)</b>							631.71

Tabla 145. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 1

Fuente: Propia

Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 2 (0.8% predominancia en arroz)							
2.02							
Unidad	millar						
Rendimiento	1 millar por día						
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total	
<b>Mano de obra</b>							134.24
Peón	HH	1	8	16.78	134.24		
<b>Equipo</b>							4.03
HM (%MO)	%		0.03	134.24	4.03		
<b>Materiales</b>							403.05
Suelo	M3		5.5	30	165		
Cáscara de arroz (0.7%)	KG		55.85	3.27	182.38		
Bagazo de caña de azúcar (0.1%)	KG		7.98	5.65	45.10		
Agua	M3		2.5	4.23	10.58		
<b>TOTAL(S/.)</b>							541.32

Tabla 146. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 2

Fuente: Propia



Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 3 (0.6% predominancia en arroz)						
2.03						
Unidad	millar					
Rendimiento	1 millar por día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total
<b>Mano de obra</b>						134.24
Peón	HH	1	8	16.78	134.24	
<b>Equipo</b>						4.03
HM (%MO)	%		0.03	134.24	4.03	
<b>Materiales</b>						346.18
Suelo	M3		5.5	30	165	
Cáscara de arroz (0.525%)	KG		41.89	3.27	136.79	
Bagazo de caña de azúcar (0.075%)	KG		5.98	5.65	33.82	
Agua	M3		2.5	4.23	10.58	
<b>TOTAL(S/.)</b>						484.45

Tabla 147. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 3

Fuente: Propia

Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 4 (0.4% predominancia en arroz)						
2.04						
Unidad	millar					
Rendimiento	1 millar por día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total
<b>Mano de obra</b>						134.24
Peón	HH	1	8	16.78	134.24	
<b>Equipo</b>						4.03
HM (%MO)	%		0.03	134.24	4.03	
<b>Materiales</b>						289.31
Suelo	M3		5.5	30	165	
Cáscara de arroz (0.35%)	KG		27.93	3.27	91.19	
Bagazo de caña de azúcar (0.05%)	KG		3.99	5.65	22.55	
Agua	M3		2.5	4.23	10.58	
<b>TOTAL(S/.)</b>						427.58

Tabla 148. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 4

Fuente: Propia

Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 5 (0.4% predominancia en caña)						
2.05						
Unidad	millar					
Rendimiento	1 millar por día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total
<b>Mano de obra</b>						134.24
Peón	HH	1	8	16.78	134.24	
<b>Equipo</b>						4.03
HM (%MO)	%		0.03	134.24	4.03	
<b>Materiales</b>						346.44
Suelo	M3		5.5	30	165	
Cáscara de arroz (0.05%)	KG		3.99	3.27	13.03	
Bagazo de caña de azúcar (0.35%)	KG		27.93	5.65	157.84	
Agua	M3		2.5	4.23	10.58	
<b>TOTAL(S/.)</b>						484.71

Tabla 149. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 5

Fuente: Propia

Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 6 (0.6% predominancia en caña)						
2.06						
Unidad	millar					
Rendimiento	1 millar por día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total
<b>Mano de obra</b>						134.24
Peón	HH	1	8	16.78	134.24	
<b>Equipo</b>						4.03
HM (%MO)	%		0.03	134.24	4.03	
<b>Materiales</b>						431.87
Suelo	M3		5.5	30	165	
Cáscara de arroz (0.075%)	KG		5.98	3.27	19.54	
Bagazo de caña de azúcar (0.525%)	KG		41.89	5.65	236.76	
Agua	M3		2.5	4.23	10.58	
<b>TOTAL(S/.)</b>						570.14

Tabla 150. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 6

Fuente: Propia

2.07 Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 7 (0.8% predominancia en caña)						
Unidad	millar					
Rendimiento	1 millar por día					
Descripción	UN	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	Total
<b>Mano de obra</b>						134.24
Peón	HH	1	8	16.78	134.24	
<b>Equipo</b>						4.03
HM (%MO)	%		0.03	134.24	4.03	
<b>Materiales</b>						517.31
Suelo	M3		5.5	30	165	
Cáscara de arroz (0.1%)	KG		7.98	3.27	26.05	
Bagazo de caña de azúcar (0.7%)	KG		55.85	5.65	315.68	
Agua	M3		2.5	4.23	10.58	
<b>TOTAL(S/.)</b>						655.57

Tabla 151. APU – Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal – tanda 7

Fuente: Propia

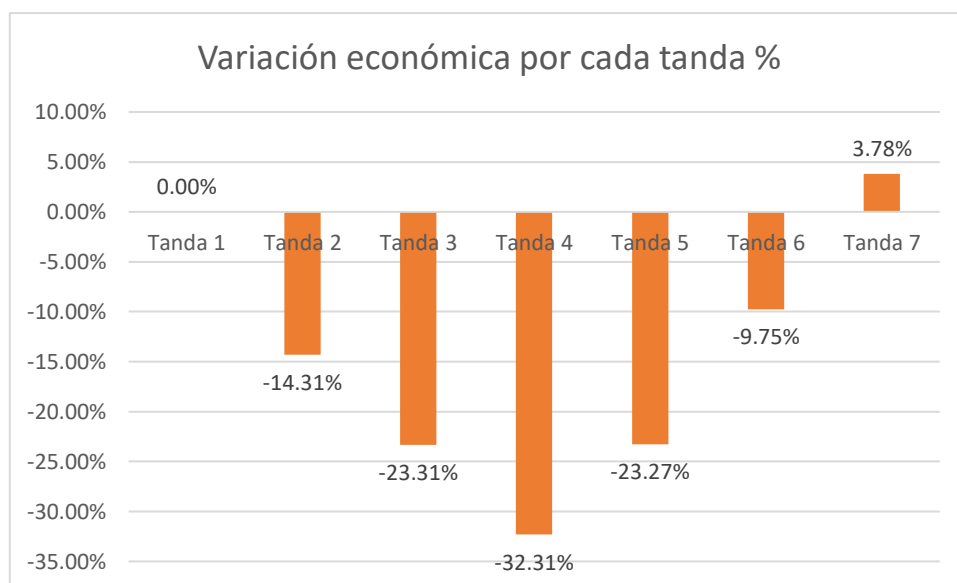
Descripción	Unidades	Costo (S/.)	%
Procesamiento de la fibra "bagazo de caña de azúcar"	KG	5.65	
Procesamiento de la fibra "cáscara de arroz"	KG	3.27	
Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 1 Patrón (1.22% cáscara de arroz)	MILLAR	631.71	100.00%
Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 2 (0.8% predominancia en arroz)	MILLAR	541.32	85.69%
Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 3 (0.6% predominancia en arroz)	MILLAR	484.45	76.69%
Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 4 (0.4% predominancia en arroz)	MILLAR	427.58	67.69%
Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 5 (0.4% predominancia en caña)	MILLAR	484.71	76.73%
Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 6 (0.6% predominancia en caña)	MILLAR	570.14	90.25%
Fabricación de unidades de albañilería de adobe artesanal - Tanda 7 (0.8% predominancia en caña)	MILLAR	655.57	103.78%

Tabla 152. Resumen del análisis de costos unitarios

Fuente: Propia

Se puede observar que por cada kilogramo de “bagazo de caña de azúcar” cuesta 5.65 soles y que cada kilogramo de “cáscara de arroz” cuesta 3.27 soles, esto se debe a que el bagazo es más difícil de recoger y de procesar que la cáscara de arroz y se evidencia por su rendimiento, el precio puede costar menos si se tiene más de un proveedor.

Con respecto a la segunda parte del análisis la tanda 1 cuesta 631.71 soles por un millar, es decir es nuestro precio base a comparar. Las tandas 3 y 6 obtuvieron a través de la matriz de resultados son las alternativas de solución más óptimas cuestan 484.45 soles y 570.14 soles por un millar respectivamente; esto representa una variación porcentual de 23.31% y de 9.75% más económico.



*Figura 195. Variación económica por tandas (%)*

Fuente: Propia

## CONCLUSIONES

En la cantera de “Buenos Aires” resultó tener una buena composición para fabricar adobes artesanales, ya que tiene una composición de un 40.20% de arenas, un 19.14% de arcillas y 40.67% de limos; un índice de plasticidad de 8.96% lo clasifica como Arcilla arenosa de baja plasticidad por SUCS. También se calculó su peso volumétrico seco suelto y compactado resultando 1279.18 kg/m<sup>3</sup> y 1450.75kg/m<sup>3</sup> respectivamente, así como 8.96% humedad natural.

Las propiedades físicas y químicas de la cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar se realizaron en Trujillo, se determinó el pH, % de humedad, oxido silicio, poder calorífico promedio, densidad real y densidad aparente. Estas dos fibras tienen pH neutro, es decir no acidifica o alcaliniza el suelo. Se comprueba un poder calorífico alto en el caso del bagazo de caña de azúcar, demostrando su uso como combustible orgánico, también tiene mucho volumen y poco peso, demostró ser contraproducente al producir fisuración excesiva para dosificaciones en peso altas con esta fibra para las propiedades mecánicas del adobe.

Las características geométricas se consiguieron a través de la NTP E 0.80 que nos da parámetros para brindar características geométricas a esta unidad de albañilería de adobe, siendo 29x14x9cm. El diseño de mezclas se logró gracias a la experiencia de un maestro adobero, a las investigaciones y a la prueba y error. El diseño de mezclas se utilizó 343 kg de material “suelo” con 4.2kg de cáscara de arroz añadiendo 126 litros de agua, se logró 60 unidades de albañilería de adobe con un porcentaje de 1.22% para la cáscara de arroz; obteniendo una dosificación en peso de 75% de material sólido y 25% de agua. Para saber que el diseño de mezclas es el correcto, se ensayaron 6 cubos de material suelo, resultando mayor a 1Mpa. Se calcularon algunas propiedades tales como su peso, alabeo, variación de dimensión a las unidades de albañilería de adobe, con el fin de verificar su comportamiento en el asentado de un muro. Todos estos parámetros se encuentran en los límites aceptables que dictamina cada norma.

Se realizó la comparación del resultado de los ensayos de resistencia a la compresión de unidades cúbicas y pilas, así como también tracción indirecta al murete, del adobe convencional y el modificado con las fibras de estudio, utilizando una matriz de resultados se concluye que el mejor comportamiento mecánico para compresión a unidades cúbicas es la tanda 3 con un valor de 16.875 kg/cm<sup>2</sup> con una mejoría del 26.4% con respecto a la tanda patrón; para la resistencia de prismas a la compresión, se tiene que la tanda 3 y 5 tienen los valores más altos con 8.67kg/cm<sup>2</sup> y 8.65kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con una mejoría del 38.06% y 37.73% con

respecto a la tanda patrón; y finalmente para resistencia del murete a la tracción indirecta, las tandas 2, 5 y 6 tienen los valores más altos con 0.75 kg/cm<sup>2</sup>, 0.7875 kg/cm<sup>2</sup> y 0.55 kg/cm<sup>2</sup>, con mejoras del 111.26%, 122.53% y 116.9%. Por la matriz de resultados la tanda 6 y la tanda 3 son las alternativas de solución más óptima. Se puede evidenciar que aumentar la cantidad de fibra vegetal no hace que aumente sus propiedades mecánicas, al contrario, algunas disminuyen.

Con respecto a la evaluación ambiental, utilizando la matriz de Leopold se ha analizado dos alternativas de solución (fabricando adobes tradicionales y modificados) los impactos que generan una adobera desde la extracción del material hasta el comercio de la unidad de albañilería de adobe, resultando que el factor Suelo es el más afectado con -122 al sufrir una extracción masiva del suelo sin aplicar alguna medida de mitigación para ambas alternativas; en el caso del factor socioeconómico en una adobera Patrón es un impacto positivo con 120 y en una adobera Modificada con 168, demostrando que esta actividad ayuda a las poblaciones aledañas siendo su sustento de vida. La acción más desfavorable para el medio ambiente es Excavación y extracción manual de terreno, siendo una medida de mitigación el uso de residuos de construcción como relleno.

Con respecto a la evaluación económica, utilizando análisis de costos unitarios se ha calculado cuanto cuesta cada fibra vegetal después de procesar para estar lista en la mezcla (cáscara de arroz a 3.27 soles y bagazo de caña de azúcar a 5.67 soles por cada kilogramo). Además se ha calculado la variación económica de la producción de un millar de unidades de albañilería de adobe por cada tanda, teniendo la tanda 1 patrón a 631.71 soles, la tanda 4 siendo la más barata a 427.58 soles, la tanda 7 la más cara a 655.57 soles. Finalmente según el resultado de esta investigación la tanda 6 y la tanda 3 son las alternativas de solución más óptimas con respecto a sus propiedades mecánicas, existiendo una variación de 9.75% y 23.31% (570.14 soles y 484.45 soles) más económica por cada millar de adobes fabricados con respecto a la tanda patrón.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda usar otras medidas y formas de unidades de adobe con el fin de garantizar una mayor fricción entre la unidad y el mortero, a su vez de conseguir diferentes conclusiones, utilizar diferentes fibras vegetales en conjunto para otras investigaciones (alfalfa o algodón) y utilizar diferentes tamaños a estas mismas (5cm ,10 cm, 15 cm, etc.).

Es recomendable que las unidades de adobe tengan un relieve en su cara superior para facilitar la adherencia al mortero de barro. Para la fabricación de adobes se recomienda tener un espacio amplio, con entrada libre para que el transporte no tenga problemas con la carga del producto final, así como tener más de un proveedor de material “suelo”. Para reducir el impacto ambiental, se recomienda el reuso de los adobes de obras abandonadas así como realizar un proceso de limpieza con el fin de reutilizar la fibra vegetal desechada en el medio ambiente.

En la hipótesis planteada se cumple la mejoría en las características mecánicas del adobe, pero no se contempla la fisuración provocada por el bagazo de caña de azúcar en la unidad de albañilería de adobe al secarse. Se recomienda realizar una investigación donde se calcule el porcentaje en peso de esta fibra ideal en donde la fisuración sea mínima y la resistencia mecánica máxima. En esta investigación se ha concluido que añadir mayor porcentaje en peso de fibra vegetal no reduce la fisuración del bloque de adobe si no que lo induce, es por eso que se recomienda probar diferentes dosificaciones en peso y diferentes dimensiones de fibra vegetal añadida en el diseño de mezclas y comparar la pérdida de resistencia que inflinge un debilitamiento producido por la fisuración por retracción. Se ha utilizado una combinación de 87.5% de la fibra “A” y 12.5% para la fibra “B” en cada dosificación, se recomienda plantear combinaciones como por ejemplo 25% con 75%; 40% con 60%, 50% con 50%, etc.

Para la construcción de muretes y pilas, es recomendable añadir cemento, yeso o cal al mortero con el fin de garantizar que se peguen las unidades de albañilería entre sí, a su vez de realizar un relieve rugoso sobre el bloque de adobe. Para la construcción del mortero se debe realizar un control de calidad (verificar si se raja) para calcular su dosificación en peso ideal.

Se recomienda realizar más investigaciones con fibras vegetales con dosificaciones de 0.45%, 0.5%, 0.55% del peso seco de la tanda, rango según la conclusión de esta investigación, para poder determinar la dosificación ideal donde exista una mayor resistencia que van de la mano con su economía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Feng, S.-Y. Pang, J.-W. Gao, E.-F. Deng, H. Wang y J.-J. Zhao, «Experimental study on seismic behaviour of adobe wall reinforced with cold-formed thin-walled steel,» *Revista Thin-Walled Structures*, vol. 147, 2020.
- [2] A. Ali y R. Morshed, «Experimental investigation into the effect of vertical loading on in-plane cyclic behavior of adobe walls,» *Construction and Building Materials*, vol. 264, nº 20, 2020.
- [3] N. Kourosch y Z. Mostafa, «Experimental investigation on axially loaded adobe masonry columns confined by polymeric straps,» *Construction and Building Materials*, vol. 262, nº 30, 2020.
- [4] S. Ramakrishnan, Loganayagan, S, G. Kowshika, C. Ramprakash y M. Aruneshwaran, «Adobe blocks reinforced with natural fibres: A review,» *Materialstoday: Proceedings*, vol. 45, nº 7, pp. 6493-6499, 2021.
- [5] I. Bertelsen, L. Belmonte, L. Fischer y M. Ottosen, «Influence of synthetic waste fibres on drying shrinkage cracking and mechanical properties of adobe materials,» *Construction and Building Materials*, vol. 286, 2021.
- [6] J. Aburto y E. Bravo, «Evaluación y comparación técnica de las propiedades del adobe, típico convencional y el reforzado con cenizas del bagazo de caña de azúcar para la construcción de viviendas en el CC.PP de Tambar- Moro,» UNS, Nuevo Chimbote, 2018.
- [7] A. Abanto, M. Karkri, G. Lefebvre, M. Horn, J. Solis y M. Gómez, «Thermal properties of adobe employed in Peruvian rural areas: Experimental results and numerical simulation of a traditional bio-composite material.,» *Case Studies in Construction Materials*, pp. 177-191, 2017.
- [8] A. Holguino, L. Olivera y K. Escobar, «Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú,» *Revista de Investigaciones Altoandinas*, vol. 20, nº 3, 2018.
- [9] Diario El Comercio, «Casa de Adobe: Una alternativa de construcción sismorresistente,» 24 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://elcomercio.pe/especial/construyebien/noticias/casa-adobe-alternativa-construccion-sismorresistente-noticia-1994461#:~:text=Casa%20de%20adobe%3A%20una%20alternativa%20de%20construccion-sismorresistente,-Redacci%C3%B3n%20ContentLab&text=La%20>
- [10] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «53.5% de viviendas en la región Lambayeque son de adobe y quincha, según INEI,» *La República*, 25 Mayo 2019.



- [11] INEI, «Resultados definitivos Lambayeque, tomo VI,» Francisco Costa, Lima, 2018.
- [12] G. R. Lambayeque, «Plan estrategico regional del sector agrario de Lambayeque 2009-2015,» Ministerio de Agricultura, Chiclayo, 2008.
- [13] C. Díaz y V. Puyen, «Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre o mucílago de cactus de San Pedro,» Universidad Católica Santo Toribirio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019.
- [14] P. Muñoz, V. Letelier, L. Muñoz y M. Bustamante, «Adobe bricks reinforced with paper & pulp wastes improving thermal and mechanical properties,» *Construction and Building Materials*, vol. 254, n° 10, pp. 119-314, 2020.
- [15] D. Silveria, H. Varum y A. Costa, «Influence of the testing procedures in the mechanical characterization of adobe bricks,» *Construction and Building Materials*, Portugal, 2013.
- [16] E. Chuya y M. Ayala, «Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio,» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2018.
- [17] S. Llumitasig y A. Siza, «Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala,» Universidad Técnicas de Ambato, Ambato, 2017.
- [18] S. Aliaga y E. Gónzales, «Propuesta de mallas de fibras de maguey para mejorar la resistencia de muros de adobe en el distrito de Colcabamba- Huancavelica,» UPC, Lima, 2020.
- [19] T. Briones y W. Estrada, «Compresión axial del adobe compactado con fibras de paja ichu, paja de arroz y paja de trigo,» Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2018.
- [20] J. Mantilla, «Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho,» Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2018.
- [21] J. Márquez, «Estabilización del adobe con adición de viruta de Eucalipto, Chincha 2018,» Lima, 2018.
- [22] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma E.080 Diseño y Construcción con tierra reforzada,» *El Peruano*, p. 24, 07 abril 2017.
- [23] W. Silva, Á. Sanbartolomé y V. Ramírez, «docplayer,» 22 enero 2019. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/86435988-Cartilla-de-construccion-en-adobe-confinado.html>. [Último acceso: 23 mayo 2022].
- [24] J. Gil, «Ecosur,» network, 30 01 2019. [En línea]. Available: <https://ecosur.org/index.php/es/todos-los-articulos/113-equipos-y-maquinarias/prensas->

para-adobe/687-prensas-manuales-para-producir-adobe-compactado. [Último acceso: 23 05 2022].

- [25] M. Soto y J. Vargas, «ARQUITECTURA PREHISPÁNICA LIMEÑA DE LOS SIGLOS XI AL XV: EL CASO DE LA CONSERVACIÓN DE LA PIRÁMIDE “A” DE MATEO SALADO,» *Devenir*, vol. 2, n° 3, pp. 22-44, 2015.
- [26] N. Khalili, «CalEarth,» California Institute of Earth Architecture, 20 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.calearth.org/intro-superadobe>. [Último acceso: 10 mayo 2020].
- [27] V. Benites, Adobe estabilizado con extrato de cabuya (*furcraea andina*), Piura: Universidad de Piura, 2017.
- [28] c. y. s. Ministerio de vivienda, Edificaciones antisísmicas de adobe - manual de construcción, Lima: Dirección Nacional de Construcción, 2010.
- [29] M. Blondet, Manual de construcción con adobe reforzado con geomallas de viviendas de bajo costo saludables y seguras, Lima: PUCP, 2010.
- [30] O. Altamirano, «INCIDENCIA DE LA FIBRA VEGETAL “PAJA ICHU” EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL ADOBE EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA,» Universidad Nacional de Cajamarca posgrado, Cajamarca, 2019.
- [31] E. Cañar, «Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón,» UTA, 2017.
- [32] INDECOPI, «Norma Técnica Peruana 339,129,» Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, Lima, 1999.
- [33] M. d. T. y. C. MTC, «Manual de Ensayo de Materiales,» Perú, Progreso para todos, Lima, 2016.
- [34] INDECOPI, «NTP 339.134 Metodos de clasificación suelos SUCS,» Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, Lima, 1999.
- [35] M. Martinez, INFLUENCIA DEL TIPO Y PORCENTAJE DE FIBRAS NATURALES SOBRE LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN EN ADOBES PARA CONSTRUCCIONES DE LA LIBERTAD, Trujillo, 2019.
- [36] J. Vargas, P. Alvarado, J. Vega-Baudrit y M. Porras, «Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos,» *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS*, vol. 23, n° 1, pp. 87-102, 2013.
- [37] P. Martinez, I. Rodriguez, G. Esperanza y J. Leiva, «Caracterización y evaluación del bagazo de caña de azúcar como biosorbente de hidrocarburos,» *AFINIDAD*, vol. 21, n° 565, pp. 57-62, 2014.

- [38] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.
- [39] CONCYTEC, *GUÍA PRÁCTICA PARA LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)*, Lima: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, 2020.
- [40] H. Ñaupas, M. Valdivia, J. Palacios y H. Romero, *Metodología de la investigación*, Bogotá: Ediciones de la U, 2018.
- [41] R. Hernández, C. Fernández y P. Lucio, *Metodología de la investigación*, México: Mc Graw Hill Education, 2014.
- [42] T. Trigo, «Estudio del comportamiento estructural de construcciones de tierra: La técnica constructiva Earthbag,» Universitat politecnica de Catalunya, España, 2015.
- [43] AASHTO, «Standard Test Method for Bulk Density and void in aggregate, ASTM C29,» ASSHTO, California, 1997.
- [44] INDECOPI, «Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico ntp 339.128,» INDECOPI, Lima, 1999.
- [45] INDECOPI, «Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo NTP 339.127,» NTP, Lima, 1999.
- [46] INDECOPI, «Unidades de albañilería. Metodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería NTP399.613,» ICS, Lima, 2017.
- [47] CIP, *Código de ética del colegio de ingenieros del Perú*, Lima: CIP, 2018.
- [48] USAT, *Reglamento de estudios de pregrado*, Chiclayo: USAT, 2021.
- [49] C. d. l. R. d. Peru, «Constitución Política del Peru,» Diario Oficial El Peruano, Lima, 1993.
- [50] C. d. l. R. d. Peru, «Constitución Política del Peru: Decreto Supremo N° 0.12 -2009-MINAM,» 06 Marzo 2019. [En línea]. Available: [www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_012-2009-minam.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_012-2009-minam.pdf). [Último acceso: 30 Mayo 2022].
- [51] C. d. l. R. d. Peru, «Mnisterio del Ambiente: Ley General del Ambiente N° 28611,» MINAM, Lima, 2005.
- [52] C. d. l. R. d. Peru, «Ley General de Salud,» Ministerio de Salud, Lima, 1997.
- [53] Congreso de la Republica del Perú, «Ley General de Residuos Solidos,» MINAN, Lima, 2000.
- [54] Congreso de la Republica del Perú, «Ministerio del Ambiente: Ley General del Ambiente,» MINAN, Lima, 2016.

- [55] V. Conesa , Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Madrid: Mundi-Prensa, 2010.
- [56] T. w. Channel, «weather,» IBM business, 22 01 2023. [En línea]. Available: <https://weather.com/es-PE/forecast/air-quality/1/Chiclayo+Departamento+de+Lambayeque?canonicalCityId=d6afb3373edec496b28b1982b4dd1caf57cb6f413454b35a429356da9e2dfe32>. [Último acceso: 22 01 2023].
- [57] MPL, «Plan de Acondicionamiento Territorial de la Provincia de Lambayeque,» 2016.
- [58] IPeru, «iperu.org,» 22 enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.iperu.org/flora-fauna-lambayeque-peru>. [Último acceso: 30 mayo 2022].
- [59] M. d. Ambiente, «SEIA: Guia para la identificacion y caracterización de impactos ambientales,» MINAN, Lima, 2018.
- [60] A. Sánchez, D. Preciado, E. Navarro, E. Alonso, E. Nuñez, H. Chávez , M. Ruiz y W. Martínez, «ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE BLOQUES DE ADOBE EN JOJUTLA DE JUÁREZ, MÉXICO. VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PÉRDIDA DE LA TIERRA ARQUITECTURA TRAS EL TERREMOTO DE PUEBLA DE 2017,» *Archivos Internacionales de fotogrametría, teledetección e información espacial*, 2020.
- [61] L. Rodriguez, «Ladrillos de adobe con melaza de caña de azúcar y yeso para mejorar la resistencia a la compresión en la ciudad de Cogua, Colombia,» Bogotá DC, 2020.
- [62] H. Supo, «El adobe sigue siendo el material de construcción más usado en la región Puno,» 10 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://diariocorreo.pe/edicion/puno/el-adobe-sigue-siendo-el-material-de-construccion-mas-usado-en-la-region-puno-852880/?ref=dcr>.
- [63] Y. Campos, «Análisis físico mecánico del adobe con la aplicación de fibra de totora, tayabamba-2018,» Lima, 2019.
- [64] M. Borja, «Metodología de la investigación para ingenieros,» Chiclayo, 2012.
- [65] J. Arias, M. Villasís y M. Guadalupe, «Metodología de la investigación: El protocolo de investigación III: la población de estudio,» *Revista Alergia México*, vol. 63, nº 2, pp. 201-206, 2016.
- [66] C. Muñoz, Metodología de la investigación, México: OXFORD, 2018.
- [67] S. Carrasco, Metodología de la investigación científica, Lima: San Marcos, 2006.
- [68] J. Vargas, D. Torrealva y M. Blondet, «Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas,» PUCP, Lima, 2007.
- [69] MINAM, «Ministerio del Ambiente: Resolución Ministerial N° 074 -2012,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-regulara->

emisiones-contaminantes-de-las-industrias-ladrilleras/. [Último acceso: 01 Noviembre 2020].

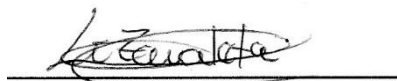
**ANEXOS**

Anexo 1: Declaración jurada

Yo, **BRANDO LI ZAVALETA**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 71234245, domiciliado en Francisco Quiroz Vega 120, provincia de Chiclayo, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis- Ciclo académico 2021-II, **DECLARO BAJO JURAMENTO** que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

Chiclayo, 10 de Septiembre del 2021



---

**Li Zavaleta, Brando**  
**DNI 71234245**



Huella  
Dactilar

## Anexo 2: Producción Agraria según los principales cultivos en la Región Lambayeque

Cultivo	Superficie cosechada (has)	Producción (TM)	Rendimiento (kg/ha)
Arroz Cáscara	39012	299658	7681
Maíz Amarillo Duro	17666	87758	4968
Caña de azúcar	15322	1319555	86122
Algodón	8030	21950	2733
Frijol Caupí	4747	5949	1253
Alfalfa	3338	158612	47517
Mango	2503	29376	11736
Maíz Choclo	2448	22673	9262
Limón Sutil	2351	56377	23980
Camote	1754	22252	12686
Trigo	1639	1364	832
Arveja gr. Seco	1470	917	624
Zarandaja	1385	1678	1212
Papa	1293	9472	7326
Ají Piquillo	1245	29808	23942
Yuca	1110	9278	8359
Ají Paprika	278	1270	4568

Fuente: DIA Lambayeque

## Anexo 3: Numero de viviendas particulares en la ciudad de Lambayeque

CUADRO N° 2.30  
LAMBAYEQUE: VIVIENDAS PARTICULARES, SEGÚN ÁREA URBANA Y RURAL Y TIPO DE VIVIENDA, 2007 Y 2017  
(Absoluto y porcentaje)

Área urbana y rural / Tipo de vivienda	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
<b>Urbana</b>	<b>209 109</b>	<b>100,0</b>	<b>283 450</b>	<b>100,0</b>	<b>74 341</b>	<b>35,6</b>	<b>7 434</b>	<b>3,1</b>
Casa independiente	193 977	92,8	261 604	92,2	67 627	34,9	6 763	3,0
Departamento en edificio	8 203	3,9	16 866	6,0	8 663	105,6	866	7,5
Vivienda en quinta	2 341	1,1	1 451	0,5	- 890	-38,0	- 89	-4,7
Vivienda en casa de vecindad	2 621	1,3	1 966	0,7	- 655	-25,0	- 66	-2,8
Vivienda improvisada	1 694	0,8	1 347	0,5	- 347	-20,5	- 35	-2,3
Local no destinado para habitación humana	246	0,1	215	0,1	- 31	-12,6	- 3	-1,3
Otro tipo <sup>1/</sup>	27	0,0	1	0,0	- 26	-96,3	- 3	-28,1
<b>Rural</b>	<b>59 126</b>	<b>100,0</b>	<b>70 523</b>	<b>100,0</b>	<b>11 397</b>	<b>19,3</b>	<b>1 140</b>	<b>1,8</b>
Casa independiente	56 308	95,3	69 828	99,1	13 520	24,0	1 352	2,2
Departamento en edificio	0	0,0	2	0,0	2	0,0	0,0	0,0
Vivienda en quinta	24	0,0	11	0,0	- 13	-54,2	- 1	-7,5
Vivienda en casa de vecindad	11	0,0	7	0,0	- 4	-36,4	0,0	-4,4
Choza o cabaña	2 718	4,6	667	0,9	- 2 051	-75,5	- 205	-13,1
Vivienda improvisada	3	0,0	0	0,0	- 3	-100,0	0,0	-100,0
Local no destinado para habitación humana	56	0,1	8	0,0	- 48	-85,7	- 5	-17,7
Otro tipo <sup>1/</sup>	6	0,0	0	0,0	- 6	-100,0	- 1	-100,0

<sup>1/</sup> Incluye cualquier estructura no destinada para habitación humana como cueva, vehículo abandonado o refugio natural.

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017.

Fuente: INEI

## Anexo 3: Material de las paredes exteriores de las viviendas en la provincia de Lambayeque

CUADRO Nº 6: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LAS VIVIENDAS, SEGÚN PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, TIPO DE VIVIENDA Y TOTAL DE OCUPANTES PRESENTES

Provincia, distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes	Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda									
	Total	Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar con cal o cemento	Adobe	Tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con barro	Madera (pona, tornillo, etc.)	Triplay / calamina / estera	Otro material 1/
<b>PROVINCIA LAMBAYEQUE</b>										
Viviendas particulares	71 963	25 264	72	39 557	55	4 139	55	580	2 239	2
Ocupantes presentes	296 654	105 993	313	164 276	242	15 951	210	2 105	7 560	4
<b>Casa independiente</b>										
Viviendas particulares	70 211	24 288	72	39 435	55	3 963	54	566	1 776	2
Ocupantes presentes	291 374	103 004	313	163 864	242	15 352	206	2 051	6 338	4
<b>Departamento en edificio</b>										
Viviendas particulares	605	603	-	2	-	-	-	-	-	-
Ocupantes presentes	1 961	1 951	-	10	-	-	-	-	-	-
<b>Vivienda en quinta</b>										
Viviendas particulares	224	174	-	49	-	-	-	1	-	-
Ocupantes presentes	713	518	-	192	-	-	-	3	-	-
<b>Vivienda en casa de vecindad</b>										
Viviendas particulares	219	184	-	29	-	1	-	-	5	-
Ocupantes presentes	574	478	-	81	-	2	-	-	13	-
<b>Chozo o cabaña</b>										
Viviendas particulares	275	-	-	32	-	174	1	10	58	-
Ocupantes presentes	944	-	-	99	-	594	4	38	209	-
<b>Vivienda improvisada</b>										
Viviendas particulares	403	-	-	-	-	-	-	3	400	-
Ocupantes presentes	1 013	-	-	-	-	-	-	13	1 000	-
<b>Local no dest. para hab. humana</b>										
Viviendas particulares	26	15	-	10	-	1	-	-	-	-
Ocupantes presentes	75	42	-	30	-	3	-	-	-	-
<b>URBANA</b>										
Viviendas particulares	37 742	20 413	48	15 063	13	643	42	226	1 293	1
Ocupantes presentes	153 814	85 348	218	60 490	42	2 479	170	843	4 223	1
<b>Casa independiente</b>										
Viviendas particulares	36 270	19 439	48	14 976	13	641	42	222	888	1
Ocupantes presentes	149 493	82 369	218	60 182	42	2 474	170	827	3 210	1

Fuente: INEI



## Anexo 4: Material de las paredes exteriores de las viviendas en el distrito de Lambayeque

CUADRO N° 6: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LAS VIVIENDAS, SEGÚN PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, TIPO DE VIVIENDA Y TOTAL DE OCUPANTES PRESENTES

Provincia, distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes	Total	Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda								
		Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar con cal o cemento	Adobe	Tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con barro	Madera (pona, tornillo, etc.)	Triplay / calamina / estera	Otro material 1/
<b>DISTRITO LAMBAYEQUE</b>										
Viviendas particulares	17 178	8 158	16	8 291	17	93	10	42	551	-
Ocupantes presentes	70 240	33 543	68	34 640	82	322	42	128	1 415	-
<b>Casa independiente</b>										
Viviendas particulares	16 025	7 360	16	8 240	17	92	10	42	248	-
Ocupantes presentes	66 962	31 122	68	34 470	82	320	42	128	730	-
<b>Departamento en edificio</b>										
Viviendas particulares	534	533	-	1	-	-	-	-	-	-
Ocupantes presentes	1 717	1 712	-	5	-	-	-	-	-	-
<b>Vivienda en quinta</b>										
Viviendas particulares	170	136	-	34	-	-	-	-	-	-
Ocupantes presentes	538	406	-	132	-	-	-	-	-	-
<b>Vivienda en casa de vecindad</b>										
Viviendas particulares	140	126	-	12	-	1	-	-	1	-
Ocupantes presentes	327	298	-	26	-	2	-	-	1	-
<b>Chozo o cabaña</b>										
Viviendas particulares	3	-	-	2	-	-	-	-	1	-
Ocupantes presentes	6	-	-	2	-	-	-	-	4	-
<b>Vivienda improvisada</b>										
Viviendas particulares	301	-	-	-	-	-	-	-	301	-
Ocupantes presentes	680	-	-	-	-	-	-	-	680	-
<b>Local no dest. para hab. humana</b>										
Viviendas particulares	5	3	-	2	-	-	-	-	-	-
Ocupantes presentes	10	5	-	5	-	-	-	-	-	-
<b>URBANA</b>										
Viviendas particulares	14 789	7 869	13	6 247	10	67	10	36	537	-
Ocupantes presentes	58 784	32 265	50	24 716	36	200	42	104	1 371	-

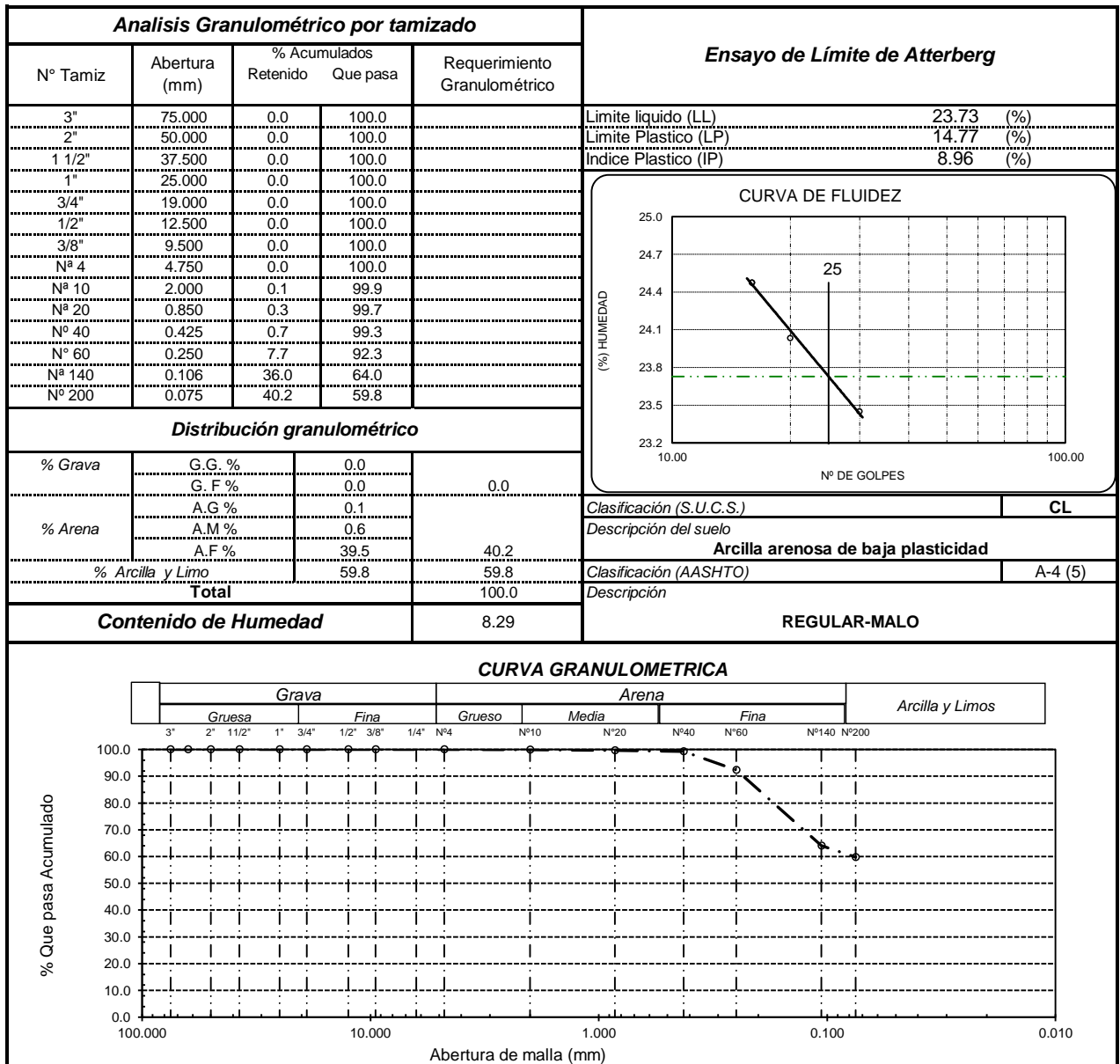
Fuente: INEI

Solicitante : BRANDO LI ZVALETA  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE".  
 Ubicación : Lambayeque  
 Fecha de ensayo : 10 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Cantera: BUENOS AIRES



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : LI ZAVALETA BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : Jueves, 18 de Noviembre del 2021.

Código : NTP 399.613  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
 Ensayo **Medición de mediciones**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra.	MEDIDAS DEL TAMAÑO		
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
01	ADOBE N° 1	291	142	93
02	ADOBE N° 2	299	144	91
03	ADOBE N° 3	290	141	91
04	ADOBE N° 4	281	141	93
05	ADOBE N° 5	284	142	91
06	ADOBE N° 6	290	144	92
07	ADOBE N° 7	291	145	94
08	ADOBE N° 8	286	143	95
09	ADOBE N° 9	288	148	93
10	ADOBE N° 10	292	141	97

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo diez especímenes.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA BRANDO  
Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 26 de Abril 2022

Norma : NTP 399.613  
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
Ensayo : Medida del alabeo

Muestra N°	Identificación	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
01	MUESTRA 1	7.00	8.00	4.00	4.00
02	MUESTRA 2	5.00	7.00	9.00	9.00
03	MUESTRA 3	8.00	5.00	8.00	8.00
04	MUESTRA 4	4.00	8.00	7.00	7.00
05	MUESTRA 5	9.00	4.00	5.00	5.00
06	MUESTRA 6	8.00	9.00	6.00	6.00
07	MUESTRA 7	7.00	8.00	4.00	4.00
08	MUESTRA 8	5.00	7.00	2.00	8.00
09	MUESTRA 9	6.00	5.00	3.00	7.00
10	MUESTRA 10	4.00	1.00	1.00	5.00

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 246904**

Solicitante : LI ZA VALETA, Brando Fabrizio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 05 de mayo del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
 Norma : **Método de ensayo.**  
 Ensayo : **Succión**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
01	ADOBE PATRON	-8.38	-0.30
02	ADOBE PATRON	-11.41	-0.40
03	ADOBE PATRON	-11.77	-0.43
04	ADOBE PATRON	-11.46	-0.40
05	ADOBE PATRON	-10.39	-0.36

**OBSERVACIONES :**

-La identificación, muestreo y ensayo realizada por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZA VALETA, Brando Fabrizio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 05 de mayo del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
 Norma : **Método de ensayo.**  
 Ensayo : **Succión**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
01	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	-12.10	-0.43
02	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	-5.48	-0.18
03	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	-5.48	-0.19
04	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	-6.59	-0.24
05	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	-11.87	-0.40

**OBSERVACIONES :**

-La identificación, muestreo y ensayo realizada por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, Brando Fabrizio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 05 de mayo del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
 Norma : **Método de ensayo.**  
 Ensayo : **Succión**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
01	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	-9.55	-0.33
02	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	-11.54	-0.40
03	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	-7.72	-0.28
04	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	-5.89	-0.21
05	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	-10.90	-0.38

**OBSERVACIONES :**

-La identificación, muestreo y ensayo realizada por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, Brando Fabrizio  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 05 de mayo del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
Norma : **Método de ensayo.**  
Ensayo : **Succión**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
01	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	-10.16	-0.35
02	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	-6.45	-0.22
03	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	-11.45	-0.40
04	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	-9.49	-0.31
05	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	-12.40	-0.44

**OBSERVACIONES :**

-La identificación, muestreo y ensayo realizada por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitante : LI ZA VALETA, Brando Fabrizio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 05 de mayo del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
 Norma : **Método de ensayo.**  
 Ensayo : **Succión**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
01	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	-9.85	-0.33
02	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	-7.75	-0.27
03	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	-7.47	-0.25
04	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	-12.18	-0.44
05	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	-10.73	-0.39

**OBSERVACIONES :**

-La identificación, muestreo y ensayo realizada por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

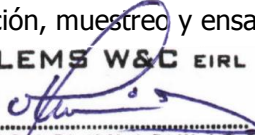
Solicitante : LI ZA VALETA, Brando Fabrizio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 05 de mayo del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
 Norma : **Método de ensayo.**  
 Ensayo : **Succión**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
01	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	-5.33	-0.19
02	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	-7.69	-0.28
03	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	-11.62	-0.42
04	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	-6.75	-0.24
05	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	-11.13	-0.38

**OBSERVACIONES :**

-La identificación, muestreo y ensayo realizada por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALA, Brando Fabrizio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 05 de mayo del 2021.

Código : 399.604 : 2002  
 Titulo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.  
 Norma : **Método de ensayo.**  
 Ensayo : **Succión**

Muestra N°	Denominación ó Descripción de la muestra	Succión (g/200cm <sup>2</sup> /min)	Succión (%)
01	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	-8.56	-0.31
02	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	-7.61	-0.27
03	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	-12.14	-0.43
04	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	-11.54	-0.42
05	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	-11.66	-0.41

**OBSERVACIONES :**

-La identificación, muestreo y ensayo realizada por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 07 de mayo del 2022.  
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos de compresión en cubos).  
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Adobe Patrón	07/05/2022	1006	9.50	9.50	90	11.1
02	Adobe Patrón	07/05/2022	1857	9.60	9.50	91	20.4
03	Adobe Patrón	07/05/2022	989	9.60	9.60	92	10.7
04	Adobe Patrón	07/05/2022	983	9.90	9.50	94	10.4
05	Adobe Patrón	07/05/2022	1062	9.50	9.50	90	11.8
06	Adobe Patrón	07/05/2022	1020	9.60	9.60	92	11.1

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : Li Zavaleta, Brando  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
Fecha de apertura : Martes, 07 de mayo del 2022.  
Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos de compresión en cubos).  
Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	07/05/2022	782	9.60	9.50	91	8.6
02	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	07/05/2022	956	9.50	9.60	91	10.5
03	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	07/05/2022	1020	9.40	9.60	90	11.3
04	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	07/05/2022	767	9.50	9.50	90	8.5
05	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	07/05/2022	905	9.60	9.60	92	9.8
06	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	07/05/2022	589	9.50	9.50	90	6.5

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : Li Zavaleta, Brando  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 07 de mayo del 2022.  
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos de compresión en cubos).  
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	07/05/2022	1734	9.50	9.50	90	19.2
02	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	07/05/2022	1242	9.60	9.40	90	13.8
03	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	07/05/2022	1471	9.60	9.50	91	16.1
04	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	07/05/2022	1265	9.60	9.60	92	13.7
05	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	07/05/2022	1469	9.50	9.50	90	16.3
06	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	07/05/2022	1438	9.60	9.40	90	15.9

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : Li Zavaleta, Brando  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 07 de mayo del 2022.  
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos de compresión en cubos).  
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	07/05/2022	1085	9.50	9.60	91	11.9
02	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	07/05/2022	990	9.50	9.50	90	11.0
03	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	07/05/2022	1195	9.50	9.40	89	13.4
04	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	07/05/2022	1330	9.40	9.50	89	14.9
05	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	07/05/2022	1161	9.50	9.60	91	12.7
06	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	07/05/2022	1296	9.50	9.60	91	14.2

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : Li Zavaleta, Brando  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 07 de mayo del 2022.  
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos de compresión en cubos).  
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	07/05/2022	926	9.60	9.40	90	<b>10.3</b>
02	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	07/05/2022	825	9.50	9.50	90	<b>9.1</b>
03	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	07/05/2022	791	9.60	9.40	90	<b>8.8</b>
04	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	07/05/2022	764	9.60	9.50	91	<b>8.4</b>
05	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	07/05/2022	808	9.60	9.40	90	<b>9.0</b>
06	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	07/05/2022	895	9.40	9.50	89	<b>10.0</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Solicitante : Li Zavaleta, Brando  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 07 de mayo del 2022.  
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos de compresión en cubos).  
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	07/05/2022	1142	9.40	9.40	88	<b>12.9</b>
02	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	07/05/2022	1262	9.50	9.50	90	<b>14.0</b>
03	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	07/05/2022	1110	9.60	9.40	90	<b>12.3</b>
04	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	07/05/2022	1160	9.60	9.60	92	<b>12.6</b>
05	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	07/05/2022	1162	9.60	9.70	93	<b>12.5</b>
06	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	07/05/2022	1056	9.50	9.40	89	<b>11.8</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : Li Zavaleta, Brando  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 07 de mayo del 2022.  
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos de compresión en cubos).  
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	1210	9.50	9.50	90	13.4
02	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	1205	9.40	9.40	88	13.6
03	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	1079	9.50	9.40	89	12.1
04	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	1268	9.50	9.50	90	14.0
05	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	1107	9.50	9.40	89	12.4
06	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	1302	9.50	9.40	89	14.6


**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALA, BRANDO  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.

Código : NTP 331.202  
Titulo : ELEMENTOS DE SUELOS SIN COCER. Adobe estabilizado con asfalto para muros.  
Norma : Métodos de ensayo.  
Ensayo : **Módulo de rotura**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha	Carga	Luz	Ancho	Altura	M <sub>r</sub>
		Ensayo	(Kgf)	(Cm)	(Cm)	(Cm)	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	Adobe Patrón	05/05/2021	307	29.4	14.7	9.2	<b>10.88</b>
02	Adobe Patrón	05/05/2021	306	29.4	14.8	9.5	<b>10.02</b>
03	Adobe Patrón	05/05/2021	304	29.4	14.9	9.2	<b>10.63</b>
04	Adobe Patrón	05/05/2021	306	29.4	15.2	9.4	<b>9.89</b>
05	Adobe Patrón	05/05/2021	308	29.4	14.9	9.1	<b>10.92</b>
06	Adobe Patrón	05/05/2021	309	29.4	14.8	9.3	<b>10.48</b>

## OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALA, BRANDO  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.

Código : NTP 331.202  
Titulo : ELEMENTOS DE SUELOS SIN COCER. Adobe estabilizado con asfalto para muros.  
Norma : Métodos de ensayo.  
Ensayo : **Módulo de rotura**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha	Carga	Luz	Ancho	Altura	M <sub>r</sub>
		Ensayo	(Kgf)	(Cm)	(Cm)	(Cm)	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2021	293	29.5	14.6	9.2	<b>10.47</b>
02	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2021	294	29.5	14.8	9.3	<b>9.99</b>
03	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2021	293	29.5	15.1	9.2	<b>9.97</b>
04	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2021	297	29.5	14.6	9.4	<b>10.01</b>
05	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2021	298	29.5	15.2	9.2	<b>10.25</b>
06	ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2021	291	29.5	14.8	9.1	<b>10.49</b>

## OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 06 de mayo del 2022.

Código : NTP 331.202  
 Titulo : ELEMENTOS DE SUELOS SIN COCER. Adobe estabilizado con asfalto para muros.  
 Norma : Métodos de ensayo.  
 Ensayo : **Módulo de rotura**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Ensayo	Carga (Kgf)	Luz (Cm)	Ancho (Cm)	Altura (Cm)	M <sub>r</sub> Kg/Cm <sup>2</sup>
01	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2021	287	29.1	14.7	9.3	<b>9.84</b>
02	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2021	288	29.1	15.2	9.4	<b>9.47</b>
03	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2021	287	29.1	14.7	9.3	<b>9.99</b>
04	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2021	286	29.1	15.3	9.5	<b>8.99</b>
05	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2021	288	29.1	14.9	9.1	<b>10.33</b>
06	ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2021	289	29.1	14.8	9.0	<b>10.60</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 06 de mayo del 2022.

Código : NTP 331.202  
 Titulo : ELEMENTOS DE SUELOS SIN COCER. Adobe estabilizado con asfalto para muros.  
 Norma : Métodos de ensayo.  
 Ensayo : **Módulo de rotura**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Ensayo	Carga (Kgf)	Luz (Cm)	Ancho (Cm)	Altura (Cm)	M <sub>r</sub> Kg/Cm <sup>2</sup>
01	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2021	258	29.1	14.6	9.3	<b>8.92</b>
02	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2021	253	29.1	14.7	9.5	<b>8.42</b>
03	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2021	257	29.1	15.2	9.4	<b>8.36</b>
04	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2021	251	29.1	14.8	9.3	<b>8.60</b>
05	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2021	255	29.1	14.9	9.2	<b>8.90</b>
06	ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2021	258	29.1	15.2	9.5	<b>8.17</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

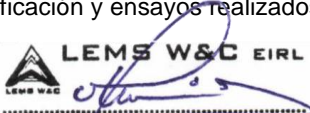
Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.

Código : NTP 331.202  
Titulo : ELEMENTOS DE SUELOS SIN COCER. Adobe estabilizado con asfalto para muros.  
Norma : Métodos de ensayo.  
Ensayo : **Módulo de rotura**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha	Carga	Luz	Ancho	Altura	M <sub>r</sub>
		Ensayo	(Kgf)	(Cm)	(Cm)	(Cm)	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2021	313	29.0	14.7	9.4	<b>10.48</b>
02	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2021	312	29.0	15.0	9.0	<b>11.27</b>
03	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2021	312	29.0	14.6	9.2	<b>11.02</b>
04	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2021	320	29.0	14.9	9.0	<b>11.60</b>
05	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2021	316	29.0	15.2	9.4	<b>10.34</b>
06	ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2021	320	29.0	14.9	9.4	<b>10.56</b>

## OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.

Código : NTP 331.202  
 Titulo : ELEMENTOS DE SUELOS SIN COCER. Adobe estabilizado con asfalto para muros.  
 Norma : Métodos de ensayo.  
 Ensayo : **Módulo de rotura**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Ensayo	Carga (Kgf)	Luz (Cm)	Ancho (Cm)	Altura (Cm)	M <sub>r</sub> Kg/Cm <sup>2</sup>
01	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2021	320	29.3	15.1	9.3	<b>10.77</b>
02	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2021	327	29.3	14.7	9.5	<b>10.89</b>
03	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2021	324	29.3	15.1	9.2	<b>11.05</b>
04	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2021	325	29.3	15.3	9.4	<b>10.49</b>
05	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2021	321	29.3	14.7	9.0	<b>11.85</b>
06	ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2021	322	29.3	14.8	9.3	<b>11.00</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 07 de mayo del 2022.

Código : NTP 331.202  
 Titulo : ELEMENTOS DE SUELOS SIN COCER. Adobe estabilizado con asfalto para muros.  
 Norma : Métodos de ensayo.  
 Ensayo : **Módulo de rotura**

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Ensayo	Carga (Kgf)	Luz (Cm)	Ancho (Cm)	Altura (Cm)	M <sub>r</sub> Kg/Cm <sup>2</sup>
01	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2021	407	29.3	14.7	9.4	<b>13.75</b>
02	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2021	404	29.3	14.9	9.1	<b>14.49</b>
03	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2021	400	29.3	15.1	9.4	<b>13.22</b>
04	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2021	410	29.3	14.7	9.5	<b>13.61</b>
05	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2021	406	29.3	15.0	9.0	<b>14.62</b>
06	ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2021	405	29.3	14.7	9.4	<b>13.64</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 30 de marzo del 2021.

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de adobe PATRON	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	24390	0.59	1.070	0.63	6.44
02	Prismas de adobe PATRON	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	31500	0.76	1.070	0.82	8.32
03	Prismas de adobe PATRON	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	32520	0.79	1.070	0.84	8.59
04	Prismas de adobe PATRON	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	22140	0.54	1.070	0.57	5.85
05	Prismas de adobe PATRON	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	20290	0.49	1.070	0.53	5.36
06	Prismas de adobe PATRON	01/06/2022	290	140	435	40600	3.11	27980	0.69	1.075	0.74	7.55

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 30 de marzo del 2021.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	34440	0.83	1.070	0.89	9.09
02	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	32250	0.78	1.070	0.84	8.51
03	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	40040	0.97	1.070	1.04	10.57
04	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	01/06/2022	285	140	435	39900	3.11	35100	0.88	1.075	0.95	9.64
05	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	01/06/2022	285	140	435	39900	3.11	43670	1.09	1.075	1.18	11.99
06	Prismas de ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	01/06/2022	285	145	435	41325	3.00	39290	0.95	1.070	1.02	10.37

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 30 de marzo del 2021.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	02/06/2022	290	150	435	43500	2.90	23050	0.53	1.048	0.56	5.66
02	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	02/06/2022	290	140	435	40600	3.11	17580	0.43	1.075	0.47	4.74
03	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	02/06/2022	290	150	435	43500	2.90	29800	0.69	1.048	0.72	7.32
04	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	02/06/2022	295	145	435	42775	3.00	21940	0.51	1.070	0.55	5.60
05	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	02/06/2022	290	145	435	42050	3.00	31290	0.74	1.070	0.80	8.12
06	Prismas de ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	02/06/2022	290	140	435	40600	3.11	23610	0.58	1.075	0.62	6.37

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 30 de marzo del 2021.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	03/06/2022	285	140	435	39900	3.11	22730	0.57	1.075	0.61	6.24
02	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	03/06/2022	280	140	435	39200	3.11	35090	0.90	1.075	0.96	9.81
03	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	03/06/2022	285	140	435	39900	3.11	42240	1.06	1.075	1.14	11.60
04	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	03/06/2022	280	140	435	39200	3.11	19170	0.49	1.075	0.53	5.36
05	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	03/06/2022	280	145	435	40600	3.00	37900	0.93	1.070	1.00	10.19
06	Prismas de ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	03/06/2022	280	140	435	39200	3.11	39260	1.00	1.075	1.08	10.98

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 30 de marzo del 2021.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	03/06/2022	290	140	435	40600	3.11	21440	0.53	1.075	0.57	5.79
02	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	03/06/2022	290	140	435	40600	3.11	21870	0.54	1.075	0.58	5.90
03	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	03/06/2022	290	140	435	40600	3.11	34710	0.85	1.075	0.92	9.37
04	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	03/06/2022	285	140	435	39900	3.11	13690	0.34	1.075	0.37	3.76
05	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	03/06/2022	290	140	435	40600	3.11	27080	0.67	1.075	0.72	7.31
06	Prismas de ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	03/06/2022	285	140	435	39900	3.11	20210	0.51	1.075	0.54	5.55

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Martes, 30 de marzo del 2021.

Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.605

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	04/06/2022	285	140	435	39900	3.11	23990	0.60	1.075	0.65	6.59
02	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	04/06/2022	290	140	435	40600	3.11	15920	0.39	1.075	0.42	4.30
03	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	04/06/2022	290	140	435	40600	3.11	20350	0.50	1.075	0.54	5.49
04	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	04/06/2022	290	145	435	42050	3.00	22670	0.54	1.070	0.58	5.88
05	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	04/06/2022	295	140	435	41300	3.11	20500	0.50	1.075	0.53	5.44
06	Prismas de ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	04/06/2022	290	140	435	40600	3.11	14950	0.37	1.075	0.40	4.04

**OBSERVACIONES:**

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE PATRÓN	05/05/2022	02/06/2022	28	615	615	140	86100	3159	0.03	0.26
02	MURETE ADOBE PATRÓN	05/05/2022	02/06/2022	28	615	615	140	86100	4709	0.04	0.39
03	MURETE ADOBE PATRÓN	05/05/2022	02/06/2022	28	610	610	140	85400	3120	0.03	0.26
04	MURETE ADOBE PATRÓN	05/05/2022	02/06/2022	28	600	615	140	85050	4326	0.04	0.37
05	MURETE ADOBE PATRÓN	05/05/2022	02/06/2022	28	610	615	140	85750	4375	0.04	0.37
06	MURETE ADOBE PATRÓN	05/05/2022	02/06/2022	28	620	620	140	86800	3512	0.03	0.29

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2022	02/06/2022	28	625	625	145	90625	9055	0.07	0.72
02	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2022	02/06/2022	28	625	625	145	90625	10350	0.08	0.82
03	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2022	02/06/2022	28	625	625	145	90625	10144	0.08	0.81
04	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2022	02/06/2022	28	635	620	145	90988	8182	0.06	0.65
05	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2022	02/06/2022	28	630	625	145	90988	6945	0.05	0.55
06	MURETE ADOBE ARROZ 0.7%+ CAÑA 0.1%	05/05/2022	02/06/2022	28	630	630	145	91350	7868	0.06	0.62

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 06 de mayo del 2022.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2022	03/06/2022	28	615	630	145	90263	5003	0.04	0.40
02	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2022	03/06/2022	28	615	630	145	90263	6896	0.05	0.55
03	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2022	03/06/2022	28	630	640	145	92075	4385	0.03	0.34
04	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2022	03/06/2022	28	625	630	145	90988	3571	0.03	0.28
05	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2022	03/06/2022	28	625	630	145	90988	7936	0.06	0.63
06	MURETE ADOBE ARROZ 0.525%+ CAÑA 0.075%	06/05/2022	03/06/2022	28	620	630	145	90625	3424	0.03	0.27

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 06 de mayo del 2022.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2022	03/06/2022	28	625	630	145	90988	7210	0.06	0.57
02	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2022	03/06/2022	28	620	625	145	90263	7416	0.06	0.59
03	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2022	03/06/2022	28	610	620	145	89175	9604	0.08	0.78
04	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2022	03/06/2022	28	610	620	145	89175	6249	0.05	0.51
05	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2022	03/06/2022	28	625	625	145	90625	5445	0.04	0.43
06	MURETE ADOBE ARROZ 0.35%+ CAÑA 0.05%	06/05/2022	03/06/2022	28	610	620	145	89175	6484	0.05	0.52

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2022	02/06/2022	28	630	630	145	91350	6769	0.05	0.53
02	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2022	02/06/2022	28	620	630	145	90625	10006	0.08	0.80
03	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2022	02/06/2022	28	625	630	145	90988	15696	0.12	1.24
04	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2022	02/06/2022	28	635	625	145	91350	8486	0.07	0.67
05	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2022	02/06/2022	28	620	630	145	90625	5749	0.04	0.46
06	MURETE ADOBE CAÑA 0.35%+ ARROZ 0.05%	05/05/2022	02/06/2022	28	610	630	145	89900	7299	0.06	0.59

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2022	02/06/2022	28	620	615	145	89538	7995	0.06	0.64
02	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2022	02/06/2022	28	600	620	145	88450	7750	0.06	0.63
03	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2022	02/06/2022	28	625	610	145	89538	5494	0.04	0.44
04	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2022	02/06/2022	28	625	630	145	90988	4758	0.04	0.38
05	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2022	02/06/2022	28	620	620	145	89900	14077	0.11	1.13
06	MURETE ADOBE CAÑA 0.525%+ ARROZ 0.075%	05/05/2022	02/06/2022	28	620	630	145	90625	8623	0.07	0.69

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : LI ZAVALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 07 de mayo del 2022.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	04/06/2022	28	625	625	145	90625	6386	0.05	0.51
02	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	04/06/2022	28	625	625	145	90625	9977	0.08	0.79
03	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	04/06/2022	28	625	625	145	90625	6435	0.05	0.51
04	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	04/06/2022	28	620	620	145	89900	5366	0.04	0.43
05	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	04/06/2022	28	615	620	145	89538	834	0.01	0.07
06	MURETE ADOBE CAÑA 0.7%+ ARROZ 0.1%	07/05/2022	04/06/2022	28	615	625	145	89900	5886	0.05	0.47

**OBSERVACIONES:**

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZA VALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 05 de mayo del 2022.  
 Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos de compresión en cubos).  
 Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de ensayo (Días)	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Mortero de barro	16/04/2021	1182	9.50	9.50	90	13.1
02	Mortero de barro	16/04/2021	1301	9.60	9.40	90	14.4
03	Mortero de barro	16/04/2021	1297	9.60	9.50	91	14.2
04	Mortero de barro	16/04/2021	1190	9.50	9.50	90	13.2
05	Mortero de barro	16/04/2021	1226	9.60	9.40	90	13.6
06	Mortero de barro	16/04/2021	1238	9.70	9.50	92	13.4

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : LI ZA VALETA, BRANDO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR JUNTO CON CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOBE, CIUDAD LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 27 de mayo del 2022.

Ensayo : ADOBE. Esfuerzo de rotura mínima para medir la resistencia del material tierra a la compresión ( Ensayos resistencia del mortero a la tracción).

Referencia : NORMA E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada - 2017.

Muestra N°	Descripción de la muestra.	Fecha Ensayo	Carga (Kgf)	Largo (Cm)	Ancho (Cm)	Altura (Cm)	$\delta$ Kg/Cm <sup>2</sup>
01	Adobe Patrón	27/05/2021	156	29.1	14.5	9.2	<b>0.18</b>
02	Adobe Patrón	27/05/2021	140	29.1	14.0	9.5	<b>0.17</b>
03	Adobe Patrón	27/05/2021	160	29.1	14.2	9.2	<b>0.19</b>
04	Adobe Patrón	27/05/2021	145	29.1	14.3	9.4	<b>0.17</b>
05	Adobe Patrón	27/05/2021	151	29.1	14.2	9.1	<b>0.18</b>
06	Adobe Patrón	27/05/2021	150	29.1	14.3	9.3	<b>0.18</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.




**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA MULTIUSOS
Capacidad	5000 kgf
Marca	FORNEY
Modelo	7691F
Número de Serie	2491
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	OHAUS
Modelo	DEFENDER 300
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le correspondió disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos, Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión, Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21 B



### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{Promedio}$ (kgf)
%	$F_i$ (kgf)	Patrón de Referencia				
		$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)		
10	500	500.6	499.3	499.3		499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6		1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7		1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8		2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4		2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4		3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7		3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0		4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2		4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4		5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRESA DE MURETES
Capacidad	20000 kgf
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LF-026
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315A
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES

Sello



Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE -038 - 21 A
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 038-21B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	Patrón de Referencia				
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ ( $k=2$ ) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
2000	0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.60 %



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	8336460679
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.







## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	l (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	
1	15,000	600	-100	30,000	200	300	
2	15,000	500	0	30,000	500	0	
3	15,001	700	800	30,000	500	0	
4	15,000	500	0	29,999	200	-700	
5	15,000	600	-100	30,000	500	0	
6	15,000	500	0	30,001	700	800	
7	15,000	500	0	30,000	500	0	
8	15,000	200	300	30,000	800	-300	
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800	
10	15,000	500	0	30,000	500	0	
Diferencia Máxima			1,600	Diferencia Máxima			1,600
Error Máximo Permissible			$\pm 3,000$	Error Máximo Permissible			$\pm 3,000$

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	$\Delta L$ (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		10	400	100		9,999	200	-700	-800
5		10	500	0		10,000	500	0	0
					Error máximo permisible				$\pm 3,000$

\* Valor entre 0 y 10e



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

### Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.00000000237 \text{ R}^2)}$$

### Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 R$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALLAGA TORRES

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*). Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permissible			200	Error Máximo Permissible			300

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1		0.10	5	0		1000.00	5	0	0	
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6	
3	0.10	0.10	6	-1	1000.00	1000.00	6	-1	0	
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0	
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8	
					Error máximo permissible					200

\* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 622 - 913 028 623

☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>o</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 \text{ R}$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 1 de 5

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	QL
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Identificación	LT-012
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	TERMOSTATO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPJ.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.





Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

### 11. Resultados de Medición

Página 3 de 5

Temperatura ambiental promedio 26.1 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo ( min )	Termómetro del equipo ( °C )	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom ( °C )	Tmax-Tmin ( °C )
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	18.1
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	19.9
Estabilidad Medida ( $\pm$ )	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	20.0

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isoterma : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.**

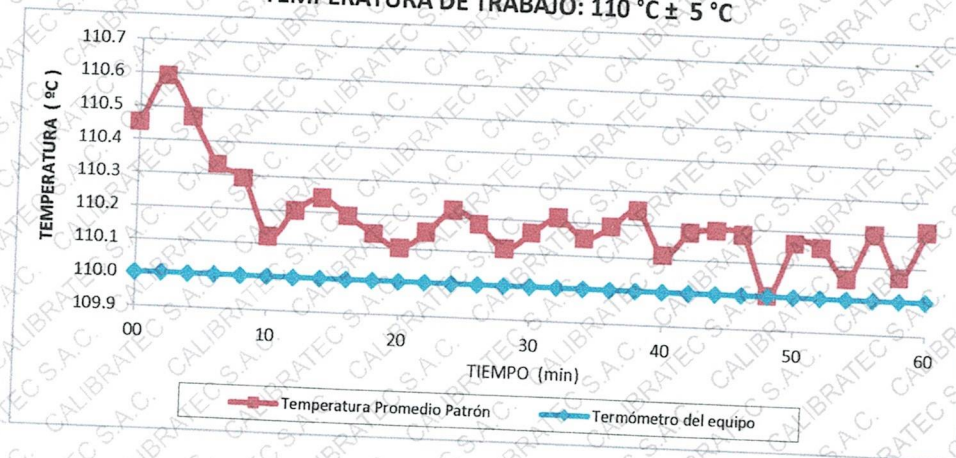


Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

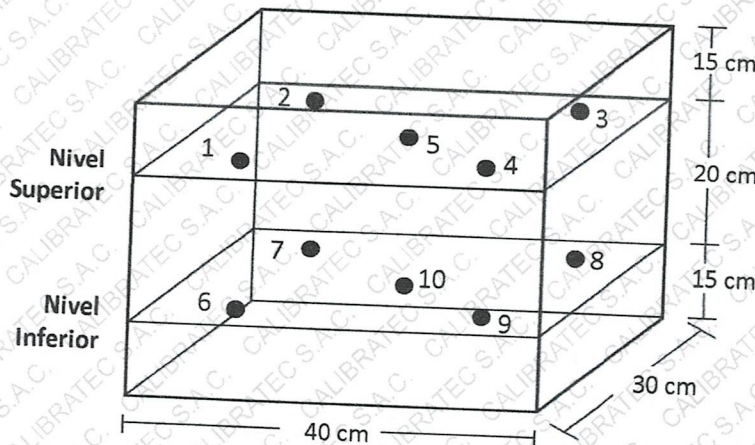
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



## INFORME DE ENSAYO N°514-2022 RIVELAB

**Emitido en Trujillo, 07 de mayo de 2022**

**Pág. 1 de 1**

<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>	:	020522BCA
<b>NOMBRE DEL SOLICITANTE</b>	:	Brando Fabrizio Li Zavaleta
<b>TITULO DE LA TESIS</b>	:	"Influencia del bagazo de caña de azúcar junto con cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del adobe, ciudad Lambayeque"
<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b>	:	Muestra proporcionada por el cliente
<b>PROPOSITO DEL SERVICIO</b>	:	Análisis físico químicos
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	:	Bagazo de caña de azúcar
<b>IDENTIFICACION /MARCA</b>	:	S/M
<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	:	01 bolsa sellada herméticamente de 500 g.
<b>LUGAR Y FECHA DE TOMA DE MUESTRA</b>	:	Laboratorio-Trujillo / 2022-05-01
<b>FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS</b>	:	2022-05-02
<b>MUESTRA DIRIMENTE</b>	:	Muestra No Sujeta a Dirimencia por ser Muestra Percible y/o Muestra Unica.
<b>FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS</b>	:	2022-05-07

### ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
<b>pH</b>	Valor pH	6.94
<b>Humedad</b>	%	5.81
<b>Cenizas</b>	%	2.50
<b>Oxido de Silicio (%SiO<sub>2</sub>)</b>	%	62.30
<b>Poder Calorífico Promedio</b>	kJ/kg	15260
<b>Densidad real</b>	g/cm <sup>3</sup>	0.1584
<b>Densidad aparente</b>	g/cm <sup>3</sup>	0.0816

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
Humedad	NTP 207.063:2008 (revisada el 2018) BAGAZO. Determinación de humedad en caña y bagazo usando horno de secado. 1ª Edición
pH	EPA Method 9045 D Revisión 4
Cenizas	NTP 207.070:2010 (revisada el 2020) AZÚCAR Y DERIVADOS. Bagazo de caña. Determinación del porcentaje de cenizas en bagazo de caña. 1a Edición.
Poder Calorífico	ASTM D5865 / D5865M-19, Método de prueba estándar para el valor calorífico bruto de carbón y coque, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019
Densidad Real	Picnómetro (BLAKE & HARTGE, 1986 <sup>o</sup> )
Densidad Aparente	Gravimetría



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519

## INFORME DE ENSAYO N°515-2022 RIVELAB

**Emitido en Trujillo, 06 de mayo de 2022**

**Pág. 1 de 1**

SOLICITUD DE SERVICIO	:	020522CA
NOMBRE DEL SOLICITANTE	:	Brando Fabrizio Li Zavaleta
TITULO DE LA TESIS	:	"Influencia del bagazo de caña de azúcar junto con cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del adobe, ciudad Lambayeque"
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis físico químicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Cáscara de arroz
IDENTIFICACION /MARCA	:	S/M
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente de 500 g.
LUGAR Y FECHA DE TOMA DE MUESTRA	:	Laboratorio-Trujillo / 2022-05-01
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	2022-05-02
MUESTRA DIRIMENTE	:	Muestra No Sujeta a Dirimencia por ser Muestra Perecible y/o Muestra Unica.
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	2022-05-06

### ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
pH	Unidad de pH	6.72
Humedad	%	9.8
Densidad real	g/cm <sup>3</sup>	1.51
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	0.097
Material Volátil	%	62.98
Carbón Fijo	%	12.38
Ceniza	%	24.64
Total	%	100

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
Humedad	NTP 205.002/79
Ceniza	NTP 205.004/79
pH	EPA Method 9045 D Revisión 4
Densidad Real	Picnómetro (BLAKE & HARTGE, 1986 <sup>o</sup> )
Densidad Aparente	Gravimetría



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519







PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00120108

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 031616-2019/DSD - INDECOPI de fecha 13 de diciembre de 2019, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LABORATORIO LINUS y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios de estudios de mecánica de suelos y análisis de materiales de construcción, pavimentos y asfaltos

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0822190-2019

Titular : LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

País : Perú

Vigencia : 13 de diciembre de 2029

Tomo : 0601

Folio : 122

  
RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI





## REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES

### CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA

#### LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

Domiciliado en: CAL. MANUEL SEOANE NRO. 717 P.J. EL ROSARIO LAMBAYEQUE LAMBAYEQUE  
LAMBAYEQUE (Según información declarada en la SUNAT)

*Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:*

---

#### PROVEEDOR DE BIENES

Vigencia : Desde 16/10/2020

---

#### PROVEEDOR DE SERVICIOS

Vigencia : Desde 16/10/2020

---

FECHA IMPRESIÓN: 26/10/2020

#### **Nota:**

Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: [www.rnp.gob.pe](http://www.rnp.gob.pe) - opción [Verifique su Inscripción.](#)

Retornar

Imprimir

NO VÁLIDO PARA FIRMAS DE CONTRATO EN OBRAS PÚBLICAS NI PARA PRESIDENTES DE OBRAS PÚBLICAS



LEY N° 24648

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

# Certificado de Habilidad



N° - A - 0293971



3 178831 060061

Los que suscriben certifican que:

El Ingeniero (a): BANCES ACOSTA JOSE MANUEL

Adscrito al Consejo Departamental de: LAMBAYEQUE

Con Registro de Matrícula del CIP N°: 178831 Fecha de Incorporación: 14/10/2015

Especialidad: CIVIL

De conformidad con la Ley N° 28858, Ley que complementa a la Ley N° 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HÁBIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO	SERVICIOS PROFESIONALES
ENTIDAD O PROPIETARIO	VARIOS
LUGAR	A NIVEL NACIONAL

EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE VIGENCIA HASTA		
DÍA	MES	AÑO
30	11	2023

Chiclayo , 15 de Agosto del 20 23

## VÁLIDO SOLO ORIGINAL



*Maria del Carmen Ponce Mejia*  
 Ing. María del Carmen Ponce Mejia  
 Decana Nacional  
 Colegio de Ingenieros del Perú



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LAMBAYEQUE

*Carlos Vargas Montenegro*  
 Ing. CIP Carlos Vargas Montenegro  
 Decano del CIP / CD Lambayeque  
 Consejo Departamental  
 Colegio de Ingenieros del Perú

