

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA
ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y
POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO
PORTANTES Y LOSAS ALIGERADAS**

PRESENTADO POR:

Bach. FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA

Bach. KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

TRANSPORTES Y URBANISMO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2020

ASESOR:

PH. D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED

DEDICATORIA

A mis padres Pepe De la Cruz y Plácida Medina por ser el eje de mi vida y el apoyo constante e incondicional; me han inspirado enseñándome a luchar por mis anhelos. Gracias a sus sacrificios y perseverancia hoy soy profesional. A mis hermanos, porque me brindaron su apoyo y ejemplo a seguir.

Floriana De la Cruz Medina

DEDICATORIA

A la Generación del Bicentenario, al cual pertenezco con mucho orgullo; generación de jóvenes comprometidos con su país y el medio ambiente.

“Hay, hermanos, ¡muchísimo por hacer!”

Kevin Aurelio Vásquez Oropeza

AGRADECIMIENTO

A mi universidad por prepararme con conocimientos y ética para mi desarrollo profesional.

A mi facultad porque tuve maestros de calidad que me compartieron sus conocimientos académicos.

A mi asesor el PH. Dr. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed, porque con paciencia y profesionalismo dirección la presente tesis.

Floriana De la Cruz Medina

AGRADECIMIENTO

A mi madre:

Madre, me voy mañana a Santiago,
A mojarme en tu bendición y en tu llanto.
Acomodando estoy mis desengaños y el rosado
De llaga de mis falsos trajines.
Cesar vallejo – Poema LXV

Kevin Maurelio Vásquez Oropeza

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

ING. ALCIDES LUIS FABIÁN BRAÑEZ

ING. DAYANA MARY MONTALVAN SALCEDO

ING. RANDO PORRAS OLARTE

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE**

INDICE

INDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN.....	25
ABSTRACT.....	26
INTRODUCCIÓN.....	27
CAPÍTULO I.....	29
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	29
1.1 Planteamiento del problema.....	29
1.2 Formulación y Sistematización del Problema.....	30
1.2.1 Problema General.....	30
1.2.2 Problemas Específicos.....	30
1.3 Justificación.....	30
1.3.1 Práctica o Social.....	30
1.3.2 Metodológica.....	31
1.4 Delimitaciones.....	31
1.4.1 Espacial.....	31
1.4.2 Temporal.....	32
1.4.3 Económica.....	33
1.5 Limitaciones.....	33
1.5.1 De información.....	33
1.5.2 Tecnológicas.....	33
1.6 Objetivos.....	33
1.6.1 Objetivo General.....	33
1.6.2 Objetivos Específicos.....	34

CAPÍTULO II.....	35
MARCO TEÓRICO	35
2.1 Antecedentes.....	35
2.1.1 Nacionales.....	35
2.1.2 Internacionales.....	36
2.2 Marco Conceptual	37
2.2.1 Envases Multicapas.....	37
2.2.2 Poliestireno	42
2.2.3 Polietileno Tereftalato PET.....	44
2.2.4 Unidades de albañilería.....	46
2.2.5 Eco Ladrillos.....	48
2.3 Definición de Términos.....	50
2.4 Hipótesis.....	53
2.4.1 Hipótesis General.....	53
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	53
2.5 Variables	53
2.5.1 Definición Conceptual de la Variable.....	53
2.5.2 Definición Operacional de la Variable.....	54
2.5.3 Operacionalización de las Variables.....	55
CAPITULO III.....	58
METODOLOGÍA	58
3.1 Método de Investigación.....	58
3.2 Tipo de Investigación.....	58
3.3 Nivel de Investigación.....	58
3.4 Diseño de Investigación	58

3.5	Población y Muestra	59
3.5.1	Población.....	59
3.5.2	Muestra	59
3.6	Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos.....	60
3.7	Procesamiento de la Información	61
3.8	Técnicas y Análisis de datos	63
CAPÍTULO IV		64
RESULTADOS		64
4.1	Ubicación y Localización de la Zona de Estudio.....	64
4.1.1	Ubicación Política.	64
4.1.2	Ubicación Geográfica.....	65
4.1.3	Imágenes de Extracción de muestra de arcilla en Puente Piedra	66
4.2	Recolección y Procesamiento de Insumos Reciclados.	69
4.2.1	Recolección.	69
4.2.2	Lavado	72
4.2.3	Triturado de Poliestireno.....	75
4.2.4	Procedimiento de corte de fibras PET.	83
4.3	Elaboración de eco ladrillos y eco bloques.....	88
4.3.1	Eco ladrillos.....	88
4.3.2	Eco bloques.	104
4.4	Análisis de Ensayos	117
4.4.1	Verificación de la variabilidad del alabeo.	117
4.4.2	Cálculo de Variación Dimensional.	124
4.4.3	Absorción	129

4.4.4	Succión.....	133
4.4.5	Propiedades físicas y mecánicas de la arcilla utilizada...	137
4.4.6	Ensayo de Resistencia a la Compresión (NTP 339.034).	140
4.4.7	Ensayo Acústico.	155
4.4.8	Análisis Estadístico.	198
4.5	Proceso Constructivo de eco muro y eco losa.....	216
4.5.1	Proceso Constructivo de Eco Losa Aligerada.....	216
4.5.2	Proceso Constructivo de Eco Muro.....	219
CAPÍTULO V		233
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		233
5.1	Contrastación de hipótesis general	233
5.2	Contrastación de hipótesis específicas	234
CONCLUSIONES		240
RECOMENDACIONES.....		241
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		242
ANEXOS.....		244

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades del polietileno tereftalato PET	45
Tabla 2. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales	46
Tabla 3. Tipos de Mortero	47
Tabla 4. Operacionalización de variables e indicadores.....	56
Tabla 5. Operacionalización de variables e indicadores.....	57
Tabla 6. Tabla de dosificación de eco ladrillos	59
Tabla 7. Tabla de dosificación de eco bloques.....	60
Tabla 8. Tabla de Ensayos de Ensayo de Alabeo.	118
Tabla 9. Tabla de toma de datos de ensayo de Alabeo de eco ladrillos.....	122
Tabla 10. Tabla de toma de datos de Ensayo de Alabeo de eco bloques...	123
Tabla 11. Tabla de Ensayo de Variación Dimensional.	125
Tabla 12. Tabla de datos de Ensayo de Variación Dimensional de eco ladrillos.	126
Tabla 13. Tabla de datos de Ensayo de Variación Dimensional de eco bloques.	127
Tabla 14. Tabla de resultados del ensayo de absorción.	132
Tabla 15. Tabla de resultados del ensayo de succión; Error! Marcador no definido.	
Tabla 16. Cuadro de datos de laboratorio de eco ladrillos y eco bloques ...	141
Tabla 17. Tabla para Ensayo Acústico.	157
Tabla 18. Propiedades de ladrillo pandereta Lark	162
Tabla 19. Propiedades de Eco ladrillo	167
Tabla 20. Propiedades de ladrillo Hueco H15 Lark	170
Tabla 21. Propiedades de Eco bloque H15	174

Tabla 22. Tabla de medición acústica sin muro.....	181
Tabla 23. Tabla de medición acústica de eco muro.	185
Tabla 24. Tabla de medición de dB con muro pandereta.	190
Tabla 25. Tabla de medición acústica de equipo sonoro a una distancia de 20 cm.	191
Tabla 26. Tabla de medición de dB de losa aligerada tradicional.....	195
Tabla 27. Tabla de medición de losa aligerada tradicional.....	197

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del Distrito de Puente Piedra.....	32
Figura 2. Tipos de envases multicapas	38
Figura 3. Láminas de Tetra Brik	38
Figura 4. Composición de material en capas	39
Figura 5. Capas según su funcionalidad	39
Figura 6. Contenedores de reciclaje de envases multicapas	40
Figura 7. Productos de polialuminio	41
Figura 8. Producción de Indupapel.....	41
Figura 9. Vaso 2 OZ Termix	43
Figura 10. Contenedor térmico 1 Max	44
Figura 11. Código de identificación de resinas de plástico.....	44
Figura 12. Eco ladrillos desencofrados.....	48
Figura 13. Prototipo de eco bloque.....	48
Figura 14. Insumos para la elaboración de eco ladrillos.....	49
Figura 15. Chuseo de mezcla de eco ladrillo.....	50
Figura 16. Elaboración de moldes para eco ladrillos.	61
Figura 17. Prototipo de cortador de fibras PET	62
Figura 18. Fibras PET	62
Figura 19. Dosificación de las muestras.....	63
Figura 20. Plano de ubicación del departamento de Lima.....	64
Figura 21. Mapa de distritos que conforman Lima Metropolitana.....	65
Figura 22. Extracción de arcilla para elaboración de eco ladrillos y muestras de ensayo.....	66

Figura 23. Toma de muestra para ensayos de propiedades físicas y mecánicas en laboratorio.	67
Figura 24. Rotulado de identificación de muestra.....	67
Figura 25. La muestra se obtuvo de una calicata a 50cm de profundidad. ...	68
Figura 26. Toma de registro de temperatura, profundidad y fecha de extracción de muestra	68
Figura 27. Transporte de muestra de arcilla hacia laboratorio.	69
Figura 28. Envases multicapas reciclados, previo al desplegado y reducción de volumen.....	70
Figura 29. Orden y almacenamiento de envases desplegados.....	70
Figura 30. Envases reciclables de poliestireno.....	71
Figura 31. Acopio de envases de polietileno Tereftalato.	71
Figura 32. Implementos para lavado de envases multicapas de Tetra Pak ..	72
Figura 33. Lavado de envases multicapas Tetra Pak.....	73
Figura 34. Envase de Tetra Brik almacenado sin lavar, presenta descomposición.....	73
Figura 35. Lavado de grasas y manchas en envases de poliestireno.	74
Figura 36. Procedimiento de lavado de envases PET con solución de detergente,	75
Figura 37. Compra de hilos de Nicrom, cables, terminales y materiales. en el centro comercial Malvinas.....	76
Figura 38. Prueba de resistencia de transformador para el cortador de poliestireno.....	77
Figura 39. Compra y cortes de madera para estructura de cortador.....	77
Figura 40. Plano de cortador de poliestireno.....	78
Figura 41. Plano de detalle constructivo de cortador.....	78

Figura 42. Diseño de tensor de cortador.	79
Figura 43. Ensamblado de estructura de cortador.....	79
Figura 44. Encaje de platinas, para correr los tensores.	80
Figura 45. Estructura de cortador ensamblada.....	80
Figura 46. Instalación de circuito eléctrico.....	81
Figura 47. Presentación de cortador terminado.....	81
Figura 48. Procedimiento de corte de envases descartables de poliestireno.	82
Figura 49. Procedimiento de corte masivo de poliestireno.	82
Figura 50. El poliestireno triturado, es frotado para que se separen las piezas pequeñas.....	83
Figura 51. Método inicial de corte manual de fibras PET.	84
Figura 52. Primer prototipo construido con material reciclado, debido a que en la pandemia los centros comerciales no brindaban atención	84
Figura 53. Pruebas de prototipo de cortador de fibras PET.	85
Figura 54. Isometría de diseño de cortador de fibras PET.	85
Figura 55. Compra de arandelas, pernos y accesorios en centro ferretero de Malvinas.	86
Figura 56. Fabricación de cortador de fibras PET.	86
Figura 57. Colocación de guía de botellas para iniciar corte de fibras PET. .	87
Figura 58. Corte continuo con cortador de fibras PET.....	87
Figura 59. Presentación de máquina cortadora.....	88
Figura 60. Insumos utilizados en la elaboración de eco ladrillo.....	89
Figura 61. Dosificación de insumos para la mezcla de eco ladrillos.....	89
Figura 62. Insumos para inicio de elaboración de eco ladrillos.	90
Figura 63. Dimensiones de envases multicapas Tetra Brik.	91
Figura 64. Diseño de molde para vaciado de eco ladrillos.	92

Figura 65. Vista isométrica de molde para vaciado de eco ladrillos	93
Figura 66. Molde fabricado con melamina 18mm.....	94
Figura 67. Se procede a retirar la tapa rosca excedente del envase multicapas.	95
Figura 68. Corte de aberturas para ingresar y compactar la mezcla de los eco ladrillos.	95
Figura 69. Primer ensayo de cajas con un solo orificio, el cual no permitía una buena compactación de la mezcla.	96
Figura 70. Cajas de Tetra Brik con cuatro orificios lo cual permite una.....	96
Figura 71. Después de haber vaciado más de 100 ladrillos legamos a la.....	97
Figura 72. Mezcla de agua con cemento.....	98
Figura 73. Mezcla de agua, cemento y arcilla.	99
Figura 74. Pasta con agua, cemento y arcilla.....	100
Figura 75. Mezcla de agua, cemento, arcilla y PET.	100
Figura 76. Mezcla de agua, cemento, arcilla, PET y poliestireno.	101
Figura 77. Mezcla de agua, cemento, arcilla, PET y poliestireno.	101
Figura 78. Colocación de envases multicapas en los moldes de melamina.	102
Figura 79. Vaciado de eco ladrillos.....	102
Figura 80. Chuceo de eco ladrillos.	103
Figura 81. Chuseo con una varilla hexagonal de 1/2" en envases con una sola abertura el cual no garantiza un buen chuseo.....	103
Figura 82. Eco ladrillos vaciados listos para desmoldar en 24 horas.	104
Figura 83. Mejoramiento de chuceo con cuatro agujeros más grandes.	104
Figura 84. Diseño de pieza A.	105
Figura 85. Diseño de pieza B.	106
Figura 86. Diseño de pieza C.	107

Figura 87. Diseño de Eco Bloque H15.	108
Figura 88. Diseño de Eco Bloque H12.	109
Figura 89. Aplicación del pegamento para formar unidades de eco bloque.	110
Figura 90. Aplicación de pegamento en eco ladrillos para formar piezas de eco bloque.....	110
Figura 91. Piezas A, B Y C en proceso de secado.....	111
Figura 92. Piezas B y C para eco bloques H15	111
Figura 93. Pegado de piezas para formar Eco bloques H15.	111
Figura 94. Vista de planta de Eco bloque H15.	112
Figura 95. Vista lateral de Eco bloque H15	112
Figura 96. Eco Bloque Pieza A.....	113
Figura 97. Eco Bloque Pieza B.....	114
Figura 98. Eco Bloque H12.....	114
Figura 99. Eco Bloque Pieza A.....	115
Figura 100. Eco Bloque Pieza C.....	116
Figura 101. Eco Bloque H15.	117
Figura 102. Regla de metal.	119
Figura 103. Vernier analógico de metal.....	119
Figura 104. Escuadra de metal.....	120
Figura 105. Verificación de concavidad y convexidad con regla metálica. ...	120
Figura 106. Medición de concavidad con ayuda del vernier.....	121
Figura 107. Toma de 4 medidas de longitudes, 2 por cada cara.....	128
Figura 108. Toma de 4 medidas del ancho, 2 por cada cara de asiento en los lados extremos.	128
Figura 109. Se tomó 4 medidas de las alturas, cada medida en el centro de cada lado de la cara de asiento.....	129

Figura 110. Eco ladrillos sumergidos en su totalidad en agua.	129
Figura 111. Envase vacío sumergido por 24 horas	130
Figura 112. Eco ladrillos sumergido por 24 horas.	130
Figura 113. Eco ladrillo y Envase sumergidos en agua por 24 horas.....	131
Figura 114. Cara de llenado de Eco ladrillo por donde absorbió mayor cantidad de agua.	131
Figura 115. Pesado de envase multicapa (oz)	133
Figura 116. Pesado de eco ladrillo (oz)	134
Figura 117. Envase sumergido en superficie de agua con altura de 3mm. .	134
Figura 118. Eco ladrillo sumergido en agua con 3 mm de altura.....	135
Figura 119. Muestra en el laboratorio para ser ensayado.	137
Figura 120. Calibración de la copa de casa grande.	137
Figura 121. Copa de Casagrande calibrado.	138
Figura 122. Ensayo de granulometría de la muestra de arcilla.	138
Figura 123. Pesaje de la muestra de arcilla para calcular el contenido de humedad.	139
Figura 124. Muestra colocada al horno a 110°C + 5°C	139
Figura 125. Diseño de etiquetas con los cuales rotulamos cada muestra antes de ser llevadas a laboratorio.	142
Figura 126. Unidades de albañilería para ser ensayadas.	143
Figura 127. Etiquetado de rótulos de las unidades.....	143
Figura 128. Fijación de rótulos en ladrillos para laboratorio.	144
Figura 129. Vista en elevación de los eco ladrillos rotulados.	144
Figura 130. Vista en planta de los eco ladrillos rotulados.....	145
Figura 131. Apilamiento de eco ladrillos.....	145
Figura 132. Clasificación y rotulado de eco ladrillos para laboratorio.....	146

Figura 133. Eco ladrillos seleccionados.	146
Figura 134. Transporte de eco ladrillos seleccionados hacia el laboratorio.	147
Figura 135. Pesaje de eco ladrillos muestra en laboratorio.	147
Figura 136. Inicio de ensayo de Compresión.	148
Figura 137. Primera muestra M1 en la máquina de ensayo a compresión..	148
Figura 138. Muestra M1 compactada y muestra M1 sin compactar.	149
Figura 139. Diferencia de 1cm entre muestra ensayada y otra sin ensayar.	149
Figura 140. Muestra sin empaque para ensayo a Compresión.	150
Figura 141. Toma de medidas para ingresar a ensayo a Compresión.	150
Figura 142. Muestra en inicio de ensayo a Compresión.	151
Figura 143. Muestra con inicio de deformación durante ensayo de Compresión.	151
Figura 144. Muestra con 1cm de deformación en ensayo de Compresión..	152
Figura 145. Toma de datos finales del ensayo de Compresión de eco ladrillo sin caja.	152
Figura 146. Vista de salida de ensayo de compresión de 2 eco ladrillos con caja y sin caja.	153
Figura 147. Secado de eco ladrillos apilados en lugar ventilado.	154
Figura 148. Secado de ladrillos a la intemperie en techo.	154
Figura 149. Taras para inicio de ensayo de humedad en laboratorio.	154
Figura 150. Muestras para ingreso a horno, ensayo de Humedad.	155
Figura 151. Muestras en secado al horno a 60°C.	155
Figura 152. Calidad ambiental para ruido permitido.	156
Figura 153, Caja de poliestireno de 55cmx63cmx43cm y espesor 5cm.	158
Figura 154. APP de sonómetro virtual para pruebas iniciales.	158
Figura 155. Sonómetro para pruebas acústicas con certificado vigente.	159

Figura 156. Muro para ensayo de 65cmxc60cm.....	159
Figura 157. Losa aligerada para ensayo de 60cmx65cm.	160
Figura 158. Lana de vidrio.....	160
Figura 159. Embalaje Film.....	161
Figura 160. Licuadora Oster de tres velocidades.	161
Figura 161. Construcción del encofrado para el sobrecimiento.....	163
Figura 162. Habilitación de acero para el refuerzo del confinamiento.	163
Figura 163. Encofrado y refuerzos listos para el vaciado.	164
Figura 164. Preparación de la mezcla para el sobrecimiento.	164
Figura 165. Vaciado del sobrecimiento.	165
Figura 166. Desencofrado del sobrecimiento.	165
Figura 167. Murete listo para confinar.	166
Figura 168. Vaciado de confinamiento de murete.	166
Figura 169. Murete listo para ensayo acústico.	167
Figura 170. Asentado de eco ladrillos.	168
Figura 171. Eco murete listo para confinamiento.	168
Figura 172. Vaciado de confinamiento vertical de eco murete.	169
Figura 173. Vaciado de confinamiento horizontal superior de murete.....	169
Figura 174. Eco muro desencofrado.	170
Figura 175. Forrado de alveolos de ladrillos que van en inicio y final de filas.	171
Figura 176. Espécimen de losa aligerada listo para vaciar.	171
Figura 177. Mezcla para vaciado de espécimen de losa aligerada.	172
Figura 178. Batido de Mezcla para vaciar espécimen de losa aligerada.....	172
Figura 179. Vaciado de espécimen de losa aligerada.	173

Figura 180. Espécimen de losa aligerada terminado y fraguando.....	173
Figura 181. Espécimen de losa aligerada desencofrado y secando.....	174
Figura 182. Espécimen de losa aligerada con eco bloque listo para vaciar.	175
Figura 183. Vaciado de espécimen de losa aligerada con eco bloque.....	175
Figura 184. Espécimen de losa aligerada con eco bloque vaciado y fraguando.	176
Figura 185. Espécimen de losa aligerada con eco bloques terminado y secando.....	176
Figura 186. Forrado de caja con Lana de Vidrio.....	177
Figura 187. Corte de Lana de Vidrio.....	177
Figura 188. Forrado final con embalaje Film.	178
Figura 189. Cámara acústica terminada.....	178
Figura 190. Caja con capas de lana de vidrio.....	179
Figura 191. Esquema de medición de equipo con generador de ruido constante.....	180
Figura 192. Primera simulación de medición sonora con App móvil.	181
Figura 193. Medición de la presión sonora de la licuadora en el interior de la cámara.	182
Figura 194. Comparación de medición de la App con el Sonómetro.....	183
Figura 195 Diagrama de diseño para acústico de eco muro	184
Figura 196. Plano de diseño de muro de albañilería para ensayo.....	185
Figura 197. Isometría de muro de albañilería para ensayo.	186
Figura 198. Izado del eco muro sobre la cámara acústica.	186
Figura 199. Configuración del sonómetro para mediciones.	187
Figura 200. Toma de medidas acústicas.....	187
Figura 201 Diagrama de diseño para muro pandereta	188

Figura 202. Medición de absorción acústica de murete pandereta.	189
Figura 203. Plano de diseño de muro de albañilería para ensayo.....	190
Figura 204. Esquema del procedimiento de medición para losas.	191
Figura 205. Esquema del procedimiento de medición en losas de eco bloque.	192
Figura 206. Losa aligerada colocada sobre ladrillos para medición acústica.	193
Figura 207. Losa aligerada lista para medición acústica.	193
Figura 208. Vista del equipamiento completo que interviene en el ensayo acústico.	194
Figura 209. Sonómetro realizando las primeras lecturas.	194
Figura 210. Esquema de procedimiento de medición para losa aligerada tradicional.....	195
Figura 211. Colocación del equipo emisor de ruido constante.	196
Figura 212. Configurando sonómetro para medición.....	196
Figura 213. Toma de datos de lecturas del sonómetro.	197
Figura 214. Gráfico de alabeo de eco ladrillos, eco bloques y ladrillos.	198
Figura 215. Gráfico de variación dimensional de eco ladrillos.....	199
Figura 216. Gráfico de variación dimensional de eco ladrillos para eco bloques	199
Figura 217. Resistencias a la compresión.....	200
Figura 218. Diagrama de densidades.....	201
Figura 219. Formato de medición acústica en muro.....	202
Figura 220. Medición acústica en eco muro.	203
Figura 221. Medición acústica muro pandereta.....	204
Figura 222. Formato de medición acústica.....	205

Figura 223. Medición acuática eco losa.	206
Figura 224. Medición acústica losa convencional.....	207
Figura 225. ACU de un m2 de muro de ladrillo pandereta.	208
Figura 226. Rendimiento del ladrillo pandereta por m2.	209
Figura 227. Rendimiento del eco ladrillo por m2.	210
Figura 228. ACU de un m2 de tabiquería con eco ladrillos	211
Figura 229. Área útil de la mampostería con ladrillo pandereta.	212
Figura 230. Área útil de mampostería de eco ladrillo.	213
Figura 231. Composición eco ladrillos.....	214
Figura 232. Composición ladrillo pandereta.	214
Figura 233. Composición eco bloques.	215
Figura 234. Composición de bloque de convencional.	216
Figura 235. Cama de fenólico para losa.....	217
Figura 236. Encofrado tradicional.....	218
Figura 237. Colocación de eco bloques.	218
Figura 238. Planta de proceso constructivo de muro.	220
Figura 239. Preparación de mortero del tipo no portante.	221
Figura 240. Corte de eco ladrillo con amoladora.	222
Figura 241. Piezas cortadas donde se muestra uniformidad de la mezcla en el corte.	222
Figura 242. Detalle de distribución de amarre horizontal de eco muro.....	223
Figura 243. Elevación de detalle de refuerzo de eco muro.	224
Figura 244. Herramientas a utilizar.....	225
Figura 245. Aplicación de lechada de cemento.....	226
Figura 246. Preparación de mezcla para tarrajeo.....	226

Figura 247. Mezcla lista para pañetear.	227
Figura 248. Pañeteo de muro.	227
Figura 249. Paleteo para identificar puntos a llenar.	228
Figura 250 Presentación de muro tarrajado	228
Figura 251. Canto de eco muro tarrajado y perfilado.	229
Figura 252. Golpeamos el tarrajeo para verificar la adherencia del	230
Figura 253. Estado del tarrajeo al someterlo a golpes con martillo	230
Figura 254. Desgaste de tarrajeo hasta llegar a los eco ladrillos	231
Figura 255. Prueba de desprendimiento de eco ladrillo con golpes.	232
Figura 256. Muro con eco ladrillo desprendido.....	232
Figura 257. Unidad de eco ladrillo con mortero en superficie de asiento	232

RESUMEN

La presente investigación respondió al siguiente problema general ¿Cómo influyen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido en muros no portantes y losas aligeradas?, el objetivo general fue: Analizar la influencia de las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido en muros no portantes y losas aligeradas; y la hipótesis general que se verificó fue: La utilización de unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido optimizan la construcción de muros no portantes y losas aligeradas.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue la aplicada, de nivel descriptivo-explicativo, y de diseño experimental. La población de la investigación estuvo conformada por todas las unidades de eco ladrillos, eco bloques, muros no portantes y losas aligeradas; no se utilizó la técnica de muestreo, por tanto, se utilizó todos los elementos de la población para los análisis.

La conclusión principal de este estudio fue que, con la utilización de los eco ladrillos y eco bloques, se optimizaron la construcción de muros no portantes y losas aligeradas estimados en términos de costos, tiempos y propiedades físico mecánicas.

Palabras clave: Envases multicapas, poliestireno expandido, muros no portantes, losas aligeradas.

ABSTRACT

The present research responded to the following general problem: How do eco-friendly masonry units with multilayer containers and expanded polystyrene influence non-bearing walls and lightened slabs? The general objective was: Analyze the influence of eco-friendly masonry units with multilayer containers and expanded polystyrene in non-bearing walls and lightened slabs; and the general hypothesis that was verified was: The use of eco-friendly masonry units with multilayer containers and expanded polystyrene optimizes the construction of non-bearing walls and lightened slabs.

The general research method was scientific, the type of research was applied, descriptive-explanatory level, and experimental design. The research population was made up of all units of eco bricks, eco blocks, non-bearing walls and lightened slabs; The sampling technique was not used, therefore, all the elements of the population were used for the analyzes.

The main conclusion of this study was that, with the use of eco bricks and eco blocks, the construction of non-bearing walls and lightened slabs estimated in terms of costs, times and physical-mechanical properties were optimized.

Keywords: Multilayer packaging, expanded polystyrene, non-bearing walls, lightened slabs.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada: “Elaboración de unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas”, se desarrolla a consecuencia de la creciente acumulación de envases multicapas y poliestireno expandido en forma de basura; que tienen impactos negativos en el medio ambiente; para el trabajo de investigación lo utilizamos en muros no portantes y losas aligeradas, redundando su empleo en la optimización de costos, tiempos y la mejora de las propiedades físico mecánicas que estos materiales aportan.

Esta investigación para su mejor comprensión está estructurada en cinco capítulos, los que se detallan a continuación:

Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, trata del planteamiento, formulación y sistematización del problema, problema general y específicos, la justificación: práctica o social y metodológica, las delimitaciones: espacial, temporal y económica, las limitaciones: de información y tecnológica, los objetivos: general y específicos.

Capítulo II: MARCO TEORICO, aquí se desarrolla los antecedentes nacionales, internacionales, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis: general y específicas, las variables: definición conceptual, definición operacional y operacionalización de las variables.

Capítulo III: METODOLOGÍA, comprende el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos de recopilación y análisis de datos.

Capítulo IV: RESULTADOS, en este capítulo se tiene los resultados en forma detallada de la presente investigación.

Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, en este capítulo se contrastan la hipótesis general y específicas.

Finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bachiller Floriana De la Cruz Medina

Bachiller Kevin Maurelio Vásquez Oropeza

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El Tetra Pak es un envase mundialmente aceptado y diseñado para la protección de alimentos y extender su vida útil por varios meses sin refrigeración. Anualmente se fabrican millones de envases distribuidos en 160 países en todo el mundo. Algunos de estos envases durante la cadena de suministro, serán reciclados por el consumidor y otro gran número de envases serán desechados como basura llegando a ríos, mares y suelos en general, generando daños irreversibles al ecosistema al no ser biodegradables como el poliestireno y el Tetra Pak por su diseño de multicapas compuesto de aluminio, polímero y cartón.

En el Perú mediante el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Cuya finalidad es:

La recuperación y valorización material y energética de residuos sólidos; en todos los sectores productivos del país desde su generación hasta su disposición final. También esta Ley promueve la economía circular mediante la reducción, reutilización y reciclaje de aquellos que tienen valor comercial. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2017)

La necesidad de promover una alternativa de uso a los envases de Tetra Pak y poliestireno expandido usados; nos lleva a presentar una alternativa para dichos residuos sólidos. Para ellos vamos a ejecutar el diseño de eco ladrillos y eco bloques elaborados con cajas de Tetra Pak y poliestireno expandido. Con este diseño buscaremos promover el reciclaje de las cajas de Tetra Pak y poliestireno expandido; de la misma manera esperamos que las

municipalidades promuevan esta iniciativa en bien del medio ambiente y la población.

A través del diseño de eco ladrillos y eco bloques buscamos construir viviendas sostenibles, con insumos reciclados, de fácil fabricación y buen comportamiento acústico y térmico.

1.2 Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1 Problema General.

¿Cómo influyen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido en muros no portantes y losas aligeradas?

1.2.2 Problemas Específicos.

- a) ¿De qué insumos están compuestos las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido?
- b) ¿Qué propiedades físico mecánicas cumplen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas?
- c) ¿Cómo se construirán los muros no portantes con eco ladrillos de envases multicapas y poliestireno expandido?
- d) ¿Cómo se construirán las losas aligeradas con eco bloques de envases multicapas y poliestireno?
- e) ¿Cuál es el procedimiento utilizado en el ensayo de absorción acústica para muros no portantes y losas aligeradas?

1.3 Justificación

1.3.1 Práctica o Social.

Actualmente en el país se continúa implementando un sistema de gestión de residuos sólidos de un solo uso para fomentar su valorización, para envases como el poliestireno expandido y los envases multicapas. Siguiendo la misma lógica, en esta investigación estamos proponiendo la construcción de un modelo de eco ladrillos y eco bloques que son unidades de albañilería

ecológica, elaborado a base de envases multicapas y poliestireno expandido reciclado, con el que buscamos promover el reaprovechamiento de estos residuos no biodegradables de un solo uso. De igual forma con el diseño de las eco unidades de albañilería pretendemos contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población, asimismo tratamos de mejorar las propiedades físico mecánicas de un muro de albañilería no portante con estos materiales.

1.3.2 Metodológica.

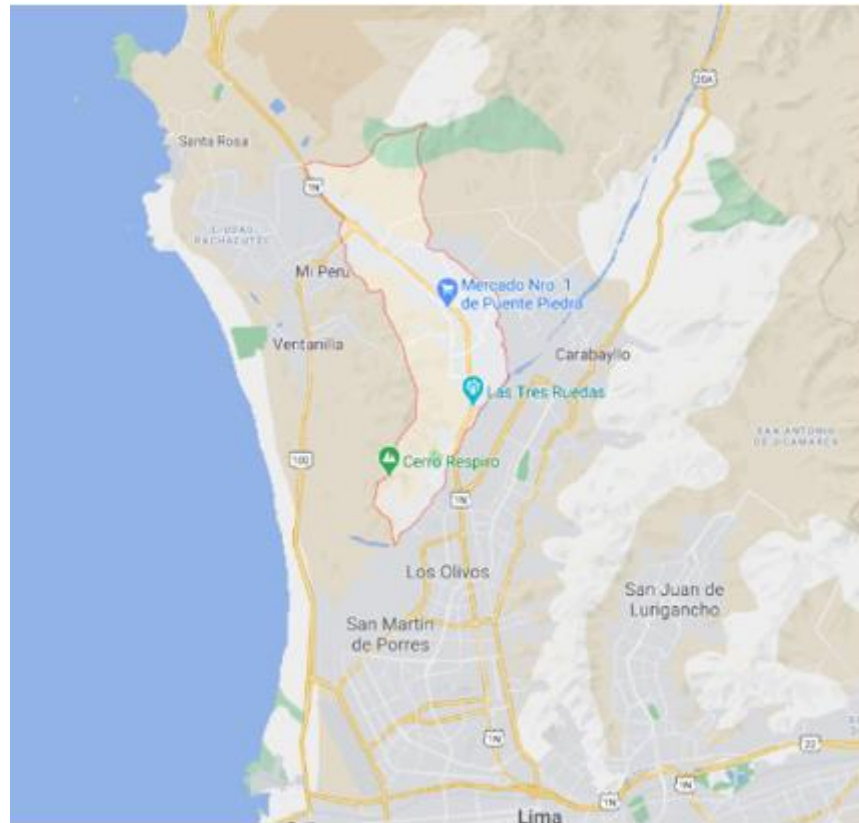
La presente investigación debe contribuir al conocimiento teórico de la utilización de los residuos no biodegradables que a nivel nacional y mundial viene afectando al cambio climático en desmedro del medio ambiente con consecuencias funestas sobre la población. El aporte metodológico de este estudio permite aportar conocimientos sobre el verdadero procedimiento para elaborar eco ladrillos y eco bloques, denominados unidades de albañilería eco amigables, utilizados en la construcción de muros no portantes y losas aligeradas. Dicho procedimiento con ajustes sustanciales puede utilizarse para otro tipo de residuos no biodegradables y obtener como resultado otro tipo de productos que la ingeniería civil requiere para obtener mejores resultados en términos de resistencia y propiedades físico mecánicas.

1.4 Delimitaciones

1.4.1 Espacial.

Esta investigación se desarrolló en el Distrito de Puente de Piedra, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

Figura 1. Mapa del Distrito de Puente Piedra



Fuente: GoogleMaps.

El distrito de Puente Piedra, se ubica al norte del departamento de Lima, (INEI,2014).

Superficie: 71.18km²

Latitud sur: 11°52'30"

Latitud oeste: 77°03'55"

Densidad demográfica: 4631,57 hab/ km²

Población Puente Piedra: 240mil 312 habitantes (Fuente INEI 2020)

1.4.2 Temporal

El presente estudio de investigación ha sido realizado en el periodo comprendido entre marzo del 2020 hasta diciembre del 2020.

1.4.3 Económica

La presente investigación fue financiada en su totalidad por los tesisistas, no se tuvo aporte económico externo de ninguna índole.

1.5 Limitaciones

1.5.1 De información

Para el desarrollo de este estudio se tuvieron limitaciones tales como:

- a) La cuarentena obligatoria decretada por el Estado debido a la pandemia mundial por causa del COVID-19, nos restringió la movilización, acceso a nuestra facultad de la Universidad Peruana los Andes, bibliotecas, laboratorios, ferreterías y cantera de arcilla, retrasando el desarrollo de nuestra investigación.
- b) Las condiciones climáticas del invierno de la ciudad de Lima, dificultaron el secado de las muestras del diseño inicial y la toma de datos, motivo por el cual se desarrollaron nuevas alternativas.

1.5.2 Tecnológicas

- a) Debido a la implementación de protocolos de seguridad para el ingreso y uso de los laboratorios, ha sido complicado poder cotizar con todos buscando el más implementado, de precio justo que nos permita hacer uso de sus instalaciones.
- b) La ejecución del ensayo de absorción acústica presentó limitaciones para realizarlo. El cual procedimos a adecuarlo a nuestros eco ladrillos y eco bloques, guiados del sistema convencional para dicho ensayo.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General.

Analizar la influencia de las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido en los muros no portantes y losas aligeradas.

1.6.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar qué insumos componen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido.
- b) Identificar qué propiedades físico mecánicas cumplen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas.
- c) Detallar como se construyen los muros no portantes con eco ladrillos de envases multicapas y poliestireno expandido.
- d) Detallar como se construyen las losas aligeradas con eco bloques de envases multicapas y poliestireno expandido.
- e) Especificar el procedimiento para el ensayo de absorción acústica para muros no portantes y losas aligeradas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Nacionales.

Según (ALVAREZ, 2018) usar un proceso de pirólisis térmica para el tetra pak sería la mejor alternativa tecnológica, pero en el lugar de estudio (Arequipa) se carece de la cantidad de volumen necesario para su aplicación, así como del personal calificado; razón por la cual propone el termo prensado como alternativa para el reciclado de tetra pak.

De acuerdo a (INGA, 2019) en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash en la construcción de sus viviendas, la población no aplica la NTP E.080 ya que usan el tanteo para determinar las proporciones de los agregados a incorporarse en los ladrillos artesanales de adobe. También concluye luego de varios ensayos, que los adobes con adición de 0.5% de poliestireno expandido es la adición idónea que permite al adobe mayor absorción de temperaturas.

Conforme el (CONGRESO DE LA REPUBLICA, 2018) a través de la Ley N°30884, indica que El Perú ahora es más estricto regulando el uso de recipientes de tereftalato de polietileno (PET), ya que obliga a los fabricantes incluir un 15% de PET reciclado (PET-PCR) en la fabricación de los nuevos envases. Además, esta Ley se proyecta a prohibir la fabricación, importación, comercialización,

distribución y entrega de envases para consumo humano de poliestireno expandido (TECNOPOR).

Como (MIÑAN, 2018) la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) se muestra en contra de la pronta aplicación de la Ley 30884 que prohíbe el uso de poliestireno expandido para consumo humano a partir del 28 de Julio del 2021. La SNI indica necesitar mayor tiempo para que implementen mecanismos y tecnología en caso deseen impulsar actividades de reciclaje.

2.1.2 Internacionales.

De acuerdo con (CEMBRANEL, y otros, 2019) concluyen que para las coberturas de edificaciones el uso de envases multicapas Tetra Pak cumplen con las mismas propiedades de aislamiento térmico que los aislantes de tipo comercial, haciendo de esta una alternativa económica y ecológica (401).

Como indica (QUINTERO, 2013) el método termo-mecánico es la mejor opción para recuperar el poliestireno expandido reciclado, ya que permite la obtención de una resina termoplástica moldeable, inolora y lista para ser utilizada en forma pura o como mezcla con otros materiales. También sugiere continuar investigando como mejorar la granulometría y minimizar la contaminación que aún está presente en este estudio, para conseguir valores más ajustados a una resina virgen (42-43).

Según (BRÁZHNIKOV, 2018) El desierto de Nuevo México sirvió durante años para probar armas nucleares. Ahora un grupo de profesionales creativos quiere demostrar allí que el ser humano

puede convivir en armonía con el planeta construyendo casas en perfecta simbiosis con la naturaleza. Las casas construidas son conocidas como naves tierra y son un lugar muy orgánico ya que está construido con residuos sólidos reciclados no biodegradables: con latas de aluminio, botellas de vidrio, neumáticos entre otros. Usan los neumáticos compactados con tierra comprimida como ladrillos reforzados manualmente para la estructura. Las botellas de vidrio son cortadas cuidadosamente para pasar a ser los muros ventana. Las latas de aluminio son utilizadas para hacer los muros interiores, bóvedas y cupulas ya que no se oxidan y tienen mayor durabilidad. En Nuevo México existe un Centro de visitantes “Earthship Biotecture Aparcamiento” donde los visitantes se pueden alojar y los que tienen mayor interés pueden capacitarse para aprender a construir sus propias nave tierra.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Envases Multicapas.

Los envases multicapas asépticos que son usados para la industria alimentaria están compuestos de varias capas entre: cartón, polietileno de baja densidad y aluminio; esto permite que el contenido permanezca conservado sin necesidad de refrigeración ni conservantes. Las empresas Tetra Pak y SIG Combibloc lideran el mercado con la distribución de estos envases.

Existen diferentes tipos y tamaños de envases multicapas de acuerdo al tipo de producción al que estará destinado.

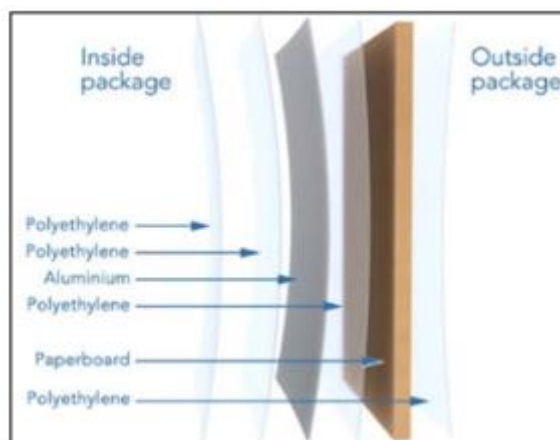
Figura 2. Tipos de envases multicapas



Fuente: Tetra Pak

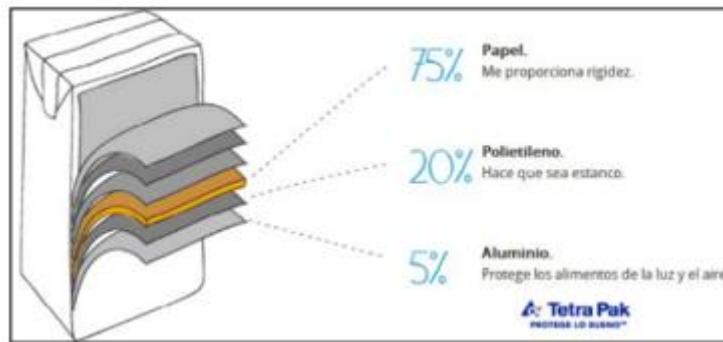
Los envases multicapas están compuestos por tres materiales distintos: cartón de celulosa virgen en un 75%, polietileno de baja densidad en 20% y aluminio en un 5%. La estructura del material es variable de acuerdo con el tipo de envase y su funcionabilidad (Tetra Pak, 2019).

Figura 3. Láminas de Tetra Brik



Fuente: Tetra Pak

Figura 4. Composición de material en capas



Fuente: Tetra Pak

Figura 5. Capas según su funcionalidad



Fuente: Tetra Pak

2.2.1.1 Proceso posconsumo de envases multicapas en Perú.

En el Perú los envases multicapas son segregados, mediante un plan de reciclaje de diversas municipalidades de Lima como: Miraflores, Surco, San Isidro, San Borja, La Molina, San Luis, Ate, Jesús María, Lince, Cieneguilla, San Martín de Porres, Barranco Breña, Villa el Salvador, Bellavista, Barranco. Y algunos centros comerciales que tienen puntos de acopio.

Figura 6. Contenedores de reciclaje de envases multicapas



Fuente: Tetra Pak Perú

- **Cartotek S.A.**

Esta empresa está asociada a la empresa Tetra Pak, con su planta de reciclado en el Distrito de San Juan de Lurigancho; aquí separan el cartón del polietileno y aluminio.

Como producto del proceso de pulpeo, los envases multicapas son divididos en cartón y polialuminio.

Estos nuevos insumos no pueden ser reutilizados en la fabricación de envases de alimentos ya que no cumplen con los estándares de calidad. Por ello el cartón es destinado a la fabricación de papel, cartones y empaquetamientos; mientras que el polialuminio es dispuesto en planchas para coberturas de alta resistencia y fabricación de muebles, tachos de basura o diversos accesorios.

Figura 7. Productos de polialuminio

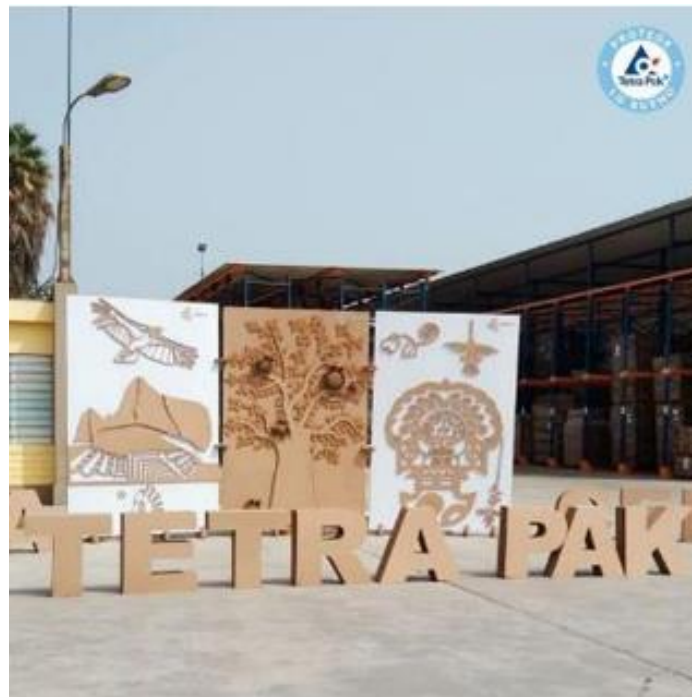


Fuente: Tetra Pak Perú

- **Industrias del papel S.A. – Indupapel**

La empresa Indupapel también asociada con la empresa Tetra Pak desde el año 2016, tiene su planta de reciclaje en la Carretera Central Km 18 Chaclacayo.

Figura 8. Producción de Indupapel



Fuente: Tetra Pak Perú

2.2.2 Poliestireno

El poliestireno también conocido como corcho blanco, fue sintetizado por primera vez en Alemania en el año 1930, como poliestireno expandible con la marca Styropor.

Es un polímero que se obtiene a partir del petróleo, no es biodegradable y no desaparece del Medio Ambiente, esto hace que sea considerado como un material eterno. Se obtiene por medio de inyección de aire para formar burbujas a través de un gas inyectado directamente al poliestireno, presentando una estructura celular compacta y rellena de aire con 98% del volumen en aire y solo 2% de poliestireno, su densidad oscila entre 10kg/m³ hasta 35kg/m³.

Además, es un polímero de mucha demanda en el sector del embalaje, construcción, envasado de alimentos, entre otros. Es ligero y tiene gran resistencia al impacto, utilizado en embalaje de electrodomésticos, equipos mecánicos e informáticos, también tiene propiedades térmicas y esto lo convierte en un material óptimo para el envasado de alimentos ya que mantiene la temperatura de un alimento independientemente del exterior.

El poliestireno causa gran Impacto ambiental debido al incorrecto manejo y disposición final, puede contaminar el mar hasta por 500 años. De la misma manera existe un alto riesgo para la salud; desde los trabajadores de sus fábricas que sufren linfomas, a riesgo potencial por ingestión de partículas o alimentos contaminados con poliestireno. (Samper, M. D., Rico M.I., Ferrandiz, S., Lopez, J., 2008, pág. 8-9)

2.2.2.1 Tipos de poliestireno.

Existen 4 tipos de poliestireno principales:

- **PS CRISTAL:** También conocido como poliestireno puro o poliestireno de uso general, es sólido, incoloro, rígido, frágil de flexibilidad limitada.

- **POLIESTIRENO DE ALTO IMPACTO:** (High Impact Polystyrene - HIPS) Resulta de la mezcla de estireno y polibutadieno que es un caucho que le aportara propiedades elásticas al material. Es resistente y opaco
- **POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS:** Este tipo de poliestireno cumple las exigencias sanitarias para utilizarse en el embalaje de alimentos. Es un material de característica granular, rígido y térmico, posee resistencia a la humedad, el agua, resistencia a la compresión, aislante acústico. (Expertos en aislamientos y suministro industrial. 2018)

Figura 9. Vaso 2 OZ Termix



Fuente: Pamolsa

- **POLIESTIRENO EXTRUIDO XPS:** El poliestireno extruido (XPS) también llamado aislante extrusionado, es espumosa rígida, tiene alta resistencia mecánica, a diferencia del poliestireno expandido, el XPS tiene mayor densidad y ofrece un acabado liso. Es un material altamente durable, con resistencia al agua y humedad, lo que permite que sea muy usado en la fabricación de cámaras frigoríficas. Cuenta con mayor variedad de colores y con menos medida y grosor que el EPS, también cuenta con una mayor conductividad térmica. Expertos en aislamientos y suministro industrial. (2018)

Figura 10. Contenedor térmico 1 Max



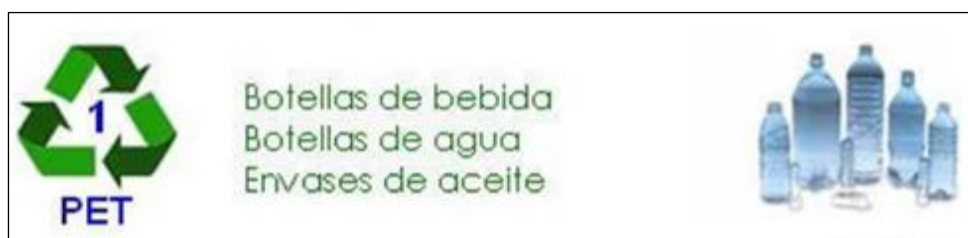
Fuente: Pamolsa

2.2.3 Polietileno Tereftalato PET.

El polietileno Tereftalato es un polímero termoplástico que se obtiene del petróleo, es un material de peso ligero, rígido, resistente al impacto, transparente y de gran brillo; usado para hacer recipientes de bebidas como: agua, bebidas alcohólicas y líquidos de limpieza. Su composición consta de 64% de petróleo, 13% de incorporación de aire y 23% derivados del gas natural. Es reciclable al 100% y puede ser reformado varias veces (Lama, 2010)

Estos recipientes son identificables porque llevan grabado un símbolo en la base de la botella.

Figura 11. Código de identificación de resinas de plástico



Fuente: Dentis Recycling Italy

El polietileno tereftalato PET, presenta las siguientes propiedades con los datos técnicos:

Tabla 1. Propiedades del polietileno tereftalato PET

DATOS TÉCNICOS DE POLIETILENO - TEREFALATO (PET)		
PROPIEDADES MECÁNICAS		
Peso específico	gr/cm ³	139
Resistencia a la tracción fluencia/rotura	kg/cm ²	900
Resistencia a la flexión	kg/cm ²	1450
Alargamiento a la rotura	%	15
Módulo de elasticidad (tracción)	kg/cm ²	37000
Resistencia al desgaste por roce	MUY BUENA	
PROPIEDADES TÉRMICAS		
Temperatura de Fusión	°C	255
Conductividad Térmica	BAJA	
Temperatura de deformabilidad por calor	°C	177
Temperatura de ablandamiento de Vicat	°C	175
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100°C	mm por °C	0.00008
PROPIEDADES ELÉCTRICAS		
Absorción de humedad	%	0.25
PROPIEDADES QUÍMICAS		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantiene la llama	
Comportamiento al quemado	Goteo	

Fuente: (Angumba, 2016)

- **Fibras de polietileno tereftalato**

Las fibras de Polietileno de Tereftalato (PET) proceden de envases reciclados, limpiados y dispuestos en fibras; son elementos alargados que serán adicionados a la mezcla para evitar agrietamientos y proporcionarle mejores propiedades como resistencia a los impactos, resistencia a la flexión, resistencia al corte y factor de durabilidad.

2.2.4 Unidades de albañilería.

Son los ladrillos y bloques empleados en la construcción de una mampostería y losas aligeradas, puede ser fabricada de sílice-cal, arcilla o concreto. (E.070, 2016)

2.2.4.1 Clasificación según la norma E.070.

Según la NTP 399.602 los clasifica en dos tipos:

LADRILLO: Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. (E.070, 2016)

BLOQUE: Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipulación. (E.070, 2016)

Tabla 2. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACION DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f' b$ mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	LADRILLO I	± 8	± 6		
LADRILLO II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
LADRILLO III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
LADRILLO IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (50)
LADRILLO V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (50)
BLOQUE P (1)	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
BLOQUE NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (50)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes.

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

Fuente: RNE E.070

2.2.4.2 Tipos de ladrillo.

TIPO I: “Este ladrillo presenta baja durabilidad y resistencia, son empleados en condiciones de exigencia mínima, viviendas de 1 a 2 pisos, se debe evitar el contacto con lluvia y suelo” (SAN BARTOLOME, y otros, 2011).

TIPO II: “Son ladrillos de baja resistencia y durabilidad, aptos para condiciones de servicio moderadas, no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo y agua” (SAN BARTOLOME, y otros, 2011).

TIPO III: “Son ladrillos de alta resistencia y durabilidad, apto para ser utilizado en condiciones de servicio rigurosa, puede soportar condiciones de intemperismo moderado en contacto con lluvia, suelo y agua” (SAN BARTOLOME, y otros, 2011).

TIPO IV: “Son ladrillos de alta resistencia y durabilidad, apto para condiciones de servicio rigurosas, puede soportar condiciones de intemperismo moderado en contacto con lluvia, suelo y agua” (SAN BARTOLOME, y otros, 2011).

TIPO V: “Este ladrillo presenta resistencia y durabilidad elevada. Apta para condiciones de servicio muy rigurosas, puede soportar condiciones de intemperismo moderado en contacto con lluvia, suelo y agua” (SAN BARTOLOME, y otros, 2011).

2.2.4.3 Mortero

La NTP E.070 señala que en la albañilería con unidades asentadas con mortero el espesor mínimo del mortero será de 10mm y el espesor máximo será de 15mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4mm, lo que sea mayor.

Tabla 3. Tipos de Mortero

TIPOS DE MORTERO				
TIPOS	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros portantes
P2	1	0 a 1/2	0 a 5	Muros portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Fuente: RNE E.070

2.2.5 Eco Ladrillos.

Se le denomina eco ladrillos a aquella unidad de albañilería que por su tamaño y volumen puede ser manipulado con una sola mano y que por su composición es amigable con el medio ambiente

Figura 12. Eco ladrillos desencofrados



Fuente: Propia

Para la elaboración de los eco bloques se usarán los mismos insumos reciclados, solo que en este caso se usará poliestireno en mayor cantidad para hacerlo lo más ligero posible y que soporte el peso de una persona sin fisurarse.

Figura 13. Prototipo de eco bloque



Fuente: Propia

COMPOSICIÓN Y FABRICACIÓN

En vista de la alta demanda de los platos, vasos y embalajes descartables de poliestireno; así como, la alta demanda de los envases multicapas Tetra Brik Aseptic de la empresa Tetra Pak, con los eco ladrillos y eco bloques hemos encontrado una alternativa que promoverá su reciclaje.

Los eco ladrillos son elaborados con los siguientes insumos: platos descartables de poliestireno que serán picados en cuadraditos de 5mm x 5mm, envases multicapas reciclados del tipo Tetra brik Aseptic, fibras de Polietileno de tereftalato (PET) y la arcilla que unirá todos estos insumos; para formar lo que será el eco ladrillo. Y se añadirá cemento para acelerar el fraguado.

Se fabricarán moldes para su vaciado y una mejor calidad y trabajabilidad; vale mencionar que con los moldes se reducirán las fallas por alabeo y variación dimensional.

Figura 14. Insumos para la elaboración de eco ladrillos



Fuente: Propia

Durante la fabricación de los eco ladrillos nos hemos dado cuenta de que el Slump de la mezcla es importante ya que nos permite una mejor trabajabilidad, mejor compactación, también permite tener una mezcla lo suficientemente fluida para ser vaciada con facilidad y lo

suficientemente pastosa para garantizar su perfecta compactación sin dejar vacíos en su interior.

También vale decir que, si la mezcla tiene demasiada agua, las fibras PET se tienden a juntar y segregar al igual que el poliestireno, segregándose de la arcilla.

Figura 15. Chuseo de mezcla de eco ladrillo



Fuente: Propia

2.3 Definición de Términos

- a) Envase multicapas: Son aquellos envases que están conformados por varias capas de polietileno, cartón y aluminio. Su función es conservar los alimentos por hasta 6 meses sin refrigeración ni conservantes. Tradicionalmente conocidos como Tetra Pak o Tetra Brik, a su vez tiene

la disponibilidad de diversos tamaños y formas de envase de multicapas.

- b) Poliestireno expandido: Es un material no biodegradable, conformado por perlas de polímero con aire inyectado haciéndolo resistente y altamente ligero.
- c) Muros no portantes: Los muros no portantes son divisiones verticales delgadas de albañilería no estructurales, que cierran o limitan espacios; tales como parapetos, cercos y tabiques.
- d) Losas aligeradas: Son estructuras horizontales que cierran en lo alto un espacio, que en su composición tienen bloques de baja densidad para reducir la carga de la losa.
- e) Unidades de albañilería: Aquella unidad cuyo peso y dimensión permite que se pueda manipular con una sola mano para el ladrillo o con dos para el bloque. Cuya materia prima puede ser arcilla, mortero o sílice-cal. Además, pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares.
- f) Eco ladrillos: Son unidades sólidas de albañilería, que por su tamaño y forma pueden manipularse con una sola mano; hechas de material no biodegradable usado o basura, que por sus condiciones sirven para la construcción de muros.
- g) Eco bloques: Son unidades sólidas de albañilería, que por su tamaño y forma pueden manipularse con dos manos; hechas de material no biodegradable usado o basura, que por sus condiciones sirven para la construcción de losas aligeradas.
- h) Eco amigables: Aquello que es amigable con el medio ambiente y busca protegerlo, así como fomentar la conciencia ambiental. Los materiales de construcción eco amigables reducen la contaminación ambiental por materiales que no son biodegradables, haciéndolos útiles al reincorporarlos a un ciclo de producción para generar viviendas confortables para el usuario que la habite.
- i) Biodegradable: Son materiales o sustancias que por su composición química pueden descomponerse en su mínima unidad, bajo condiciones ambientales naturales y por acción de agentes biológicos, animales,

plantas microorganismos, hongos y todos los agentes reductores descomponedores.

- j) No biodegradable: Son sustancias recalcitrantes que no cambian su estado compuesto de forma natural; aún en condiciones ambientales naturales y frente a agentes biológicos como microorganismos, animales, hongos y plantas. Esto se debe a que su velocidad de biodegradación requiere tiempos más prolongados o cientos de años.
- k) Residuos sólidos: Son sustancias sólidas que cumplieron el propósito para el que fue creado, y que luego pasan a ser residuos aprovechables para el caso de residuos reciclables y residuos no aprovechables aquellos que no se reciclaron y son considerados basura, estos serán los agentes contaminantes del medio ambiente que generarán problemas en la salud pública y en efectos adversos en la fauna, flora, suelo y agua.
- l) Contaminación ambiental: Es el estado de deterioro y afectación de la atmósfera, el aire, el agua, el suelo. Causado por agentes contaminantes como residuos sólidos, procesos contaminantes y peligrosos de la industria. Todo ello es nocivo para la fauna y flora. así como a la salud de las poblaciones.
- m) Cambio climático: El cambio climático es causado por el aumento de las emisiones solares en toda la superficie terrestre. Esta variación del estado natural del clima es atribuida directamente a la actividad humana; y se pueden evidenciar por los cambios de los fenómenos meteorológicos y variaciones en el clima.
- n) Área útil: Es aquel espacio destinado al uso real de los usuarios, expresado en metros cuadrados. Delimitado por los cerramientos verticales, descontando elementos constructivos como tabiques, columnas, closets y muros intermedios.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General.

La utilización de unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido optimizan la construcción de muros no portantes y losas aligeradas.

2.4.2 Hipótesis Específicas.

- a) Los insumos de las unidades de albañilería eco amigables son los envases multicapas, poliestireno expandido reciclado, fibras PET, con adición de arcilla y cemento.
- b) Las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas, cumplen con las propiedades físicas (alabeo y variación dimensional), pero no así las mecánicas.
- c) El proceso constructivo de los muros no portantes consiste en asentar eco ladrillos con mortero simple, los cuales se confinarán de manera horizontal y vertical (columneta y vigueta).
- d) Las losas aligeradas se construirán con eco bloques modulados con eco ladrillos de baja densidad, pegados uno junto a otro hasta formar bloques de 30cm de ancho, largo variable y altura de 12 y 15cm. Las losas aligeradas se construirán con el procedimiento similar a las losas aligeradas construidas con casetones de poliestireno.
- e) El procedimiento de ensayo de absorción acústica consiste en construir una cámara de aislamiento acústica; para el ensayo del muro de ladrillo pandereta tradicional, así mismo para el muro con eco ladrillos, la losa aligerada (ladrillo de arcilla H15) y la losa aligerada con eco bloques.

2.5 Variables

2.5.1 Definición Conceptual de la Variable.

Variable independiente. (X): Unidades de albañilería eco amigables

Son unidades cuya dimensión y peso permiten que se manipule con una y dos manos, siendo ladrillos y bloques respectivamente. Los ladrillos y

bloques eco amigables tienen como insumos para su fabricación a los envases multicapas, poliestireno expandido y con adición de fibras PET, arcilla y cemento.

Variable dependiente. (Y): Muros no portantes y losas aligeradas.

Los muros no portantes son divisiones verticales delgadas de albañilería, que cierran o limitan espacios. Y las losas aligeradas son estructuras horizontales que cierran en lo alto un espacio, que en su composición tienen bloques de baja densidad.

2.5.2 Definición Operacional de la Variable.

Variable Independiente (X).

Unidades de albañilería eco amigables

Dimensión 1: Unidades de albañilería: Ladrillo (und), Bloques (und)

Dimensión 2: Tipos de Ensayo: Ensayo de compresión (kg/cm²), Ensayo de alabeo (mm), Ensayo de variación dimensional (%), Ensayo de absorción (%), Ensayo de Humedad (%), Ensayo de granulometría (plg), Absorción acústica (%),

D3: Residuos Sólidos: Tetra Pak (Und), Poliestireno Expandido (m³), PET (kg).

Variable Dependiente (Y).

Muros no portantes y losas aligeradas.

Dimensión 1: Muros: Tipos de ladrillo (sólido/hueco), Tipos de mortero (P1/P2/NP), Tipos de aparejo (canto/cabeza/soga).

Dimensión 2: Operación y costos: Procedimiento de asentado (glb), Costos (soles)

Dimensión 3: Losas: Tipos de losas (Maciza / aligerada), Componentes (casetones/acero/concreto).

Dimensión 4: Propiedades: Acústica (dB), Térmica (°C)

2.5.3 Operacionalización de las Variables.

Tabla 4. Operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	FUENTES
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Variable (X). Unidades de albañilería eco amigables</p>	<p>Son unidades cuya dimensión y peso permiten que se manipule con una y dos manos, siendo ladrillos y bloques respectivamente. Los ladrillos y bloques eco amigables tienen como insumos para su fabricación a los envases multicapas, poliestireno expandido y con adición de fibras PET, arcilla y cemento.</p>	D1: Unidades de albañilería	Ladrillo	Und	Laboratorio
			Bloques	Und	Laboratorio
		D2: Tipos de Ensayo	Ensayo de compresión	kg/cm2	Laboratorio
			Ensayo de alabeo	mm	Laboratorio
			Ensayo de variación dimensional	%	Laboratorio
			Ensayo de absorción	%	Laboratorio
			Ensayo de Humedad	%	Laboratorio
			Ensayo de granulometría	plg	Laboratorio
			Absorción acústica	%	Laboratorio
		D3: Residuos Sólidos	Tetra Pak	Und	Campo
			Poliestireno Expandido	m3	Campo
PET	Kg		Campo		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	FUENTES
<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Variable (Y). Muros no portantes y losas aligeradas.</p>	<p>Los muros no portantes son divisiones verticales delgadas de albañilería no estructurales, que cierran o limitan espacios. Y las losas aligeradas son estructuras horizontales que cierran en lo alto un espacio, que en su composición tienen bloques de baja densidad.</p>	D1: Muros	Tipos de ladrillo	solido/hueco	campo
			Tipos de mortero	P1/P2/NP	campo
			Tipos de aparejo	canto/cabeza/soga	campo
		D2: Operación y costos	Procedimiento de asentado	Glb	Gabinete
			Costos	Soles	Gabinete
		D3: Losas	Tipos de losas	Maciza / aligerada	Campo
			Componentes	casetones/acero/concreto	Campo
		D4: Propiedades	Acústica	dB	Laboratorio
			Térmica	°C	Laboratorio

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método de Investigación

El método general de investigación que utilizó fue el científico y como método específico el analítico-sintético, porque se analizó las propiedades físico-mecánicas y acústicas de las unidades de albañilería eco amigables para su utilización en muros no portantes y losas aligeradas.

3.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue Aplicada, porque se hizo uso de la teoría para su aplicación en la solución de problemas reales. En el presente caso se está haciendo el mejor uso de los residuos sólidos no biodegradables para la obtención de muros no portantes y losas aligeradas eco amigables, mediante la aplicación de la teoría para la optimización en su uso en la ingeniería civil.

3.3 Nivel de Investigación

El nivel de investigación fue el descriptivo - explicativo, descriptivo porque se recopiló información de características y propiedades de las unidades de albañilería eco amigables mediante el análisis para la elaboración de eco ladrillos y eco bloques y su correspondiente utilización en muros no portantes y losas aligeradas. Fue explicativo porque en el proceso de desarrollo de esta investigación se logró establecer una relación causal entre las unidades de albañilería eco amigables con su correspondiente aplicación en muros no portantes y losas aligeradas, observándose resultados óptimos en su proceso constructivo.

3.4 Diseño de Investigación

El diseño fue el Experimental propiamente dicho, porque en un inicio observamos la falta de gestión de residuos de envases multicapas y poliestireno expandido y con ello buscamos implementar un sistema que nos

permita reducir los residuos sólidos de un solo uso. El diseño fue experimental porque en el fondo se manipuló las variables, dado que fueron sometidos a ensayos y pruebas para obtener resultados óptimos.

3.5 Población y Muestra

3.5.1 Población.

En este estudio, la población estuvo conformado por las unidades de albañilería en numero de 80 eco ladrillos, 80 unidades eco bloques, 2 muros no portantes y 2 losas aligeradas.

3.5.2 Muestra

No se utilizó la técnica de muestreo, sino el censo, debido a que todos los elementos de la población fueron sometidos a ensayos para la obtención de los resultados esperados

Las proporciones de las muestras son las siguientes:

Eco ladrillo: La dosificación de los eco ladrillos; tiene un enfoque eco amigable, se dosificó con residuos sólidos no biodegradables de uso diario con la finalidad de darles una alternativa de uso. Por la forma de los envases multicapas (tetra brik) y por la dosificación en su interior, se construirá ladrillos no portantes, estos permitirán construir muros que solo soporten las cargas provenientes de su propio peso y cargas transversales a su plano, por lo que se comparará con las características de un ladrillo no portante (ladrillo pandereta. Marca Lark).

Tabla 6. Tabla de dosificación de eco ladrillos

DOSIFICACIÓN DE ECO LADRILLO (ft3)					
ESPECIMEN	CEMENTO	AGUA	ARCILLA	FIBRA PET	POLIESTIRENO
M1	0.5	1	5	1	3
M2	0.5	1	5	1	4
M3	0.5	1	5	1	5
M4	0.5	1	5	1	6
M5	0.5	1	5	1	7

Fuente: Elaboración propia

Eco bloque: Al igual que el eco ladrillo, el eco bloque se dosificó con un enfoque eco amigable y con el objetivo de hacerlo más liviano. En la actualidad muchas losas aligeradas se construyen con casetones de poliestireno, en esta ocasión, construiremos casetones con residuos sólidos reciclados, que según su aporte acústico y de costos serán comparados con un bloque de arcilla (H15, marca Lark), pero en un enfoque ecológico serán comparados con casetones de poliestireno.

Tabla 7. Tabla de dosificación de eco bloques

DOSIFICACIÓN DE ECO BLOQUE (ft3)					
ESPECIMEN	CEMENTO	AGUA	ARCILLA	FIBRA PET	POLIESTIRENO
B1	0.5	1	5	1	9
B2	0.5	1	5	1	10
B3	0.5	1	5	1	11
B4	0.5	1	5	1	12
B5	0.5	1	5	1	13

Fuente: Elaboración propia

3.6 Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos

Las técnicas utilizadas que nos permitieron obtener información son las siguientes:

- Observación
- Análisis de información

Los instrumentos con los cuales obtuvimos la información son los siguientes:

- Ensayo de copa Casagrande
- Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034)
- Variación Dimensional NTP 399.613
- Alabeo N.T.P 399.613
- Absorción N.T.P 399.613
- Ensayo acústico

3.7 Procesamiento de la Información

- Recopilación de datos determinísticos.
 - Datos de las características y propiedades de los eco ladrillos y eco bloques: peso, dimensiones, densidad, longitud, entre otros.
 - Datos obtenidos de los ensayos de laboratorio.
- Selección de Materiales.
- Elaboración de unidades de albañilería.
- Elaboración de moldes para eco ladrillos.

Figura 16. Elaboración de moldes para eco ladrillos.



Fuente: Propia

Figura 17. Prototipo de cortador de fibras PET



Fuente: Propia

Figura 18. Fibras PET



Fuente: Propia

Figura 19. Dosificación de las muestras



Fuente: Propia

3.8 Técnicas y Análisis de datos

- Técnicas
Análisis documental, ensayos de laboratorio.
- Análisis de datos
Se analizaron datos determinísticos como: peso, longitud, volumen, densidad, resistencia a la compresión.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Ubicación y Localización de la Zona de Estudio

4.1.1 Ubicación Política.

Plano de ubicación del departamento de Lima.

Figura 20. Plano de ubicación del departamento de Lima



Fuente: Mapa vial Lima, MTC

Figura 21. Mapa de distritos que conforman Lima Metropolitana



Fuente: INEI.

4.1.2 Ubicación Geográfica.

Lima está ubicada en la región central y occidental del territorio peruano, abarca zonas andinas y del litoral. Sus límites son: por el norte, Ancash y Huánuco; por el este, Pasco, Junín y Huancavelica; por el sur, Ica y Huancavelica; por el oeste, el Océano Pacífico. (INEI,2014).

Creación: 18 de enero de 1535

Superficie: 2672.28 km²

Latitud sur: 10°16'18" y 13°19'16"

Latitud oeste: 75°30'18" y 77°53'02"

Altitud: 161msnm

Población Puente Piedra: 240mil 312 habitantes (Fuente INENI 2020)

4.1.3 Imágenes de Extracción de muestra de arcilla en Puente Piedra

Figura 22. Extracción de arcilla para elaboración de eco ladrillos y muestras de ensayo.



Fuente: Propia.

Figura 23. Toma de muestra para ensayos de propiedades físicas y mecánicas en laboratorio.



Fuente: Propia

Figura 24. Rotulado de identificación de muestra



Fuente: Propia

Figura 25. La muestra se obtuvo de una calicata a 50cm de profundidad.



Fuente: Propia

Figura 26. Toma de registro de temperatura, profundidad y fecha de extracción de muestra



Fuente: Propia

Figura 27. Transporte de muestra de arcilla hacia laboratorio.



Fuente: Propia

4.2 Recolección y Procesamiento de Insumos Reciclados.

Se elaboró un plan de recolección para los envases multicapas y recolección de envases de poliestireno expandido, para poder seleccionarlos y eliminar rastros de material orgánico.

4.2.1 Recolección.

4.2.1.1 Envases Multicapas Tetra Brik Aseptico.

En el caso de los envases multicapas fueron reciclados por familiares de los tesisistas y por los mismos tesisistas, se limitó el reciclaje a envases Tetra Brik de leche o jugos de frutas, ya que presenta la forma de paralelepípedo que es ideal para trabajar en aparejo. Para reciclar los envases, fueron desplegados para un mejor transporte y apilamiento.

Figura 28. Envases multicapas reciclados, previo al desplegado y reducción de volumen.



Fuente: Propia.

Figura 29. Orden y almacenamiento de envases desplegados.



Fuente: Propia.

4.2.1.2 Envases Descartables de Poliestireno.

Los envases descartables de poliestireno expandido fueron reciclados por los tesisistas; se reciclaron bandejas y bandejas con tapa, como los que se usan para contener pollo a la brasa, y de todo envase de delivery.

Después de ser reciclados los envases, se procedieron a lavar inmediatamente para luego secarlos a la intemperie y reciclarlos; mientras menos tiempo de exposición a la grasa tenga el plato de poliestireno, será lo ideal.

Figura 30. Envases reciclables de poliestireno.



Fuente: Propia.

4.2.1.3 Envases de Polietileno Tereftalato (PET)

Las botellas de Polietileno de tereftalato fueron recicladas por los propios tesistas, se recogió botellas tiradas en las calles y botellas de consumo propio. No se deben aplastar ni deformar las botellas para reciclarlas, ya que aplastadas no sirven para hacer las fibras PET.

Figura 31. Acopio de envases de polietileno Tereftalato.



Fuente: Propia.

4.2.2 Lavado

A continuación, detallamos el procedimiento de lavado de los insumos reciclados.

4.2.2.1 Lavado de Envases Multicapas Tetra Brik Aseptic.

Los envases multicapas se lavaron antes de ser reciclados ya que una vez abierto el envase el contenido pasa a descomponerse si es que no es refrigerado, por ello se tuvo que lavar con especial cuidado las cajas antes de reciclarlas y apilarlas.

Los envases se lavaron con agua, detergente y cloro en una proporción de 1 cucharada de detergente y 2 cucharadas de cloro por dos litros de agua.

Figura 32. Implementos para lavado de envases multicapas de Tetra Pak



Fuente: Propia.

Figura 33. Lavado de envases multicapas Tetra Pak



Fuente: Propia.

Figura 34. Envase de Tetra Brik almacenado sin lavar, presenta descomposición.



Fuente: Propia.

4.2.2.2 Lavado de envases Descartables de Poliestireno.

Para el lavado de los platos descartables sin grasa, se usó agua con detergente y en el caso de platos con alto contenido de grasas se usó la misma solución usada en los envases Tetra Pak, con detergente, cloro y agua. Los platos fueron lavados con la solución puesta en un atomizador y se raspó el excedente con una esponja. Para después ser puestos a secar y posteriormente reciclados.

Figura 35. Lavado de grasas y manchas en envases de poliestireno.



Fuente: Propia

4.2.2.3 Lavado de botellas de Poliestireno de Tereftalato (PET).

El polietileno de tereftalato se enjuaga con una solución de agua y detergente en proporción de 1 cucharada por 3 litros y se los puso a secar de manera invertida, así pueda gotear y evaporarse la humedad, para luego pasar a ser cortadas.

Figura 36. Procedimiento de lavado de envases PET con solución de detergente,



Fuente: Propia.

4.2.3 Triturado de Poliestireno.

Para cortar los descartables de poliestireno hemos elaborado una máquina cortadora, ya que inicialmente lo hacíamos manualmente con tijera y nos demandaba mucho tiempo y poca productividad.

Los materiales y herramientas usados para fabricar el cortador son los siguientes:

- Alambre Nicrom de 0.3mm de diámetro.
- Un transformador de 12voltios.
- Enchufe espiga plana
- Interruptor
- Cable de cobre.
- Plancha de melamina de 18mm.
- Madera e 2x4"
- Madera de 1x2"
- Pernos de 4"
- Tuercas mariposa
- Tornillos de 2"
- Platina de aluminio

- Resortes
- Cinta aislante
- Taladro
- Amoladora
- Atornilladores inalámbricos
- Atornilladores manuales

4.2.3.1 Diseño y Fabricación del Cortador de poliestireno.

El procedimiento de fabricación del cortador de poliestireno corresponde a los planos de diseño elaborados (Ver Figura N° 40).

Figura 37. Compra de hilos de Nicrom, cables, terminales y materiales. en el centro comercial Malvinas.



Fuente: Propia.

Figura 38. Prueba de resistencia de transformador para el cortador de poliestireno.



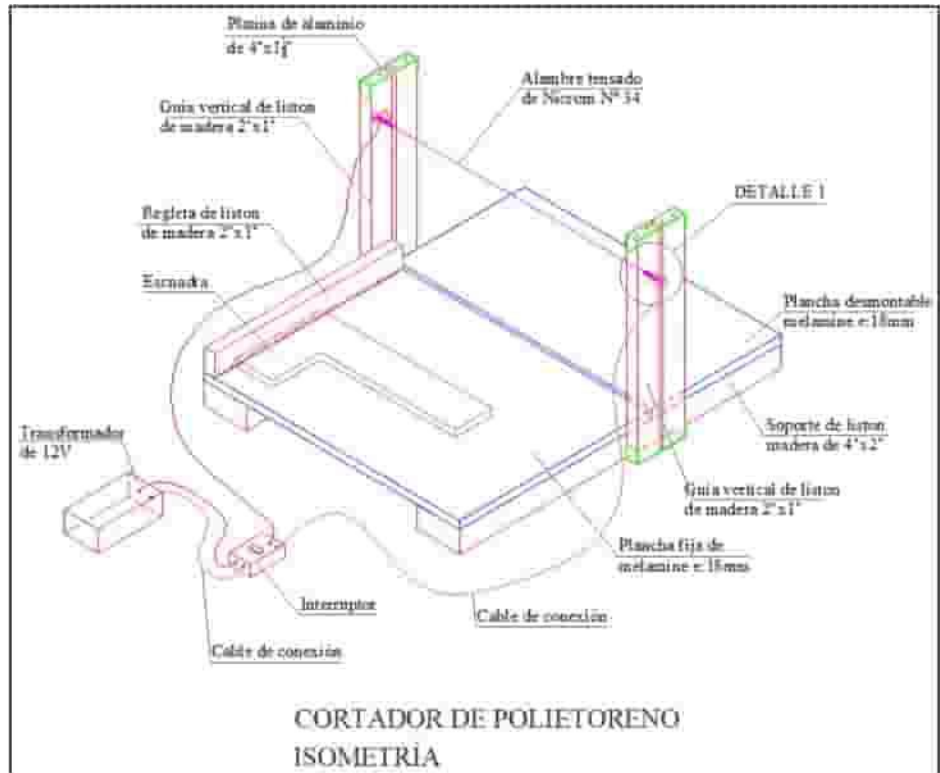
Fuente: Propia.

Figura 39. Compra y cortes de madera para estructura de cortador.



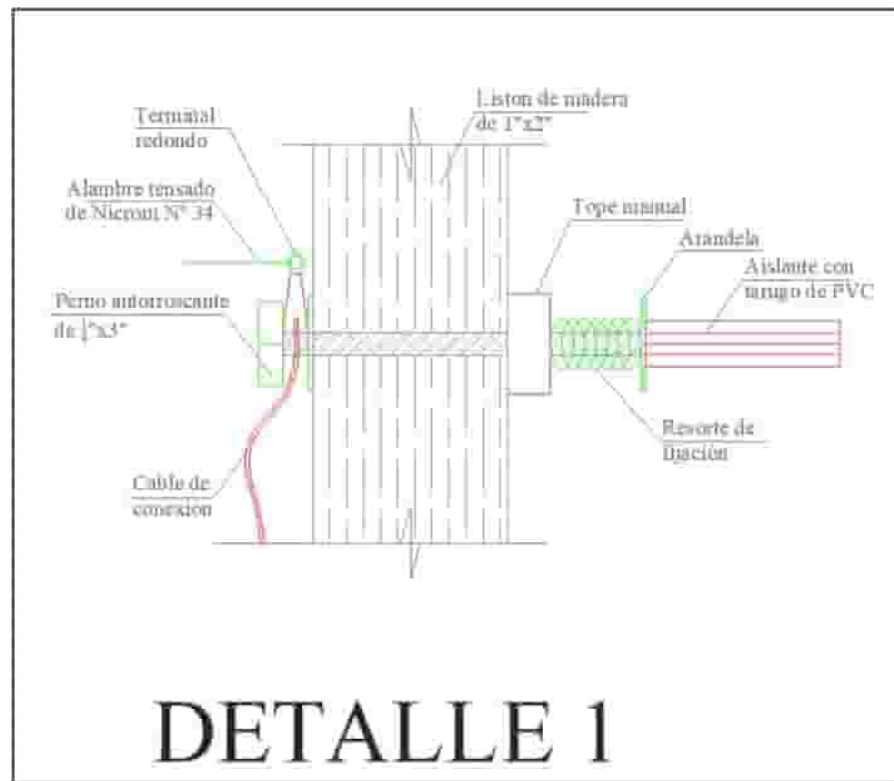
Fuente: Propia.

Figura 40. Plano de cortador de poliestireno.



Fuente: Propia.

Figura 41. Plano de detalle constructivo de cortador.



Fuente: Propia.

Figura 42. Diseño de tensor de cortador.



Fuente: Propia.

Figura 43. Ensamblado de estructura de cortador.



Fuente: Propia.

Figura 44. Encaje de platinas, para correr los tensores.



Fuente: Propia.

Figura 45. Estructura de cortador ensamblada.



Fuente: Propia.

Figura 46. Instalación de circuito eléctrico



Fuente: Propia.

Figura 47. Presentación de cortador terminado.



Fuente: Propia

Figura 48. Procedimiento de corte de envases descartables de poliestireno.



Fuente: Propia

Figura 49. Procedimiento de corte masivo de poliestireno.



Fuente: Propia.

Figura 50. El poliestireno triturado, es frotado para que se separen las piezas pequeñas.



Fuente: Propia

4.2.4 Procedimiento de corte de fibras PET.

Para cortar las fibras PET, al igual que el poliestireno, lo hacíamos en un inicio manualmente con tijeras, pero eso nos demandaba mucho tiempo, era muy agotador y no había mucha producción, por ello nos vimos en la necesidad de fabricar una máquina que nos permita cortar las fibras PET de manera rápida, con un ahorro de energía enorme y con mejor rendimiento.

Materiales y herramientas usados en la fabricación del cortador de fibras PET:

- Melamina e:18mm
- Arandelas de 3/8"
- Tornillo con rosca de 3/8"
- Cuchilla Stanley
- Soleras de 4"x4"

4.2.4.1 Diseño y Fabricación del cortador de fibras PET

Figura 51. Método inicial de corte manual de fibras PET.



Fuente: Propia

Figura 52. Primer prototipo construido con material reciclado, debido a que en la pandemia los centros comerciales no brindaban atención



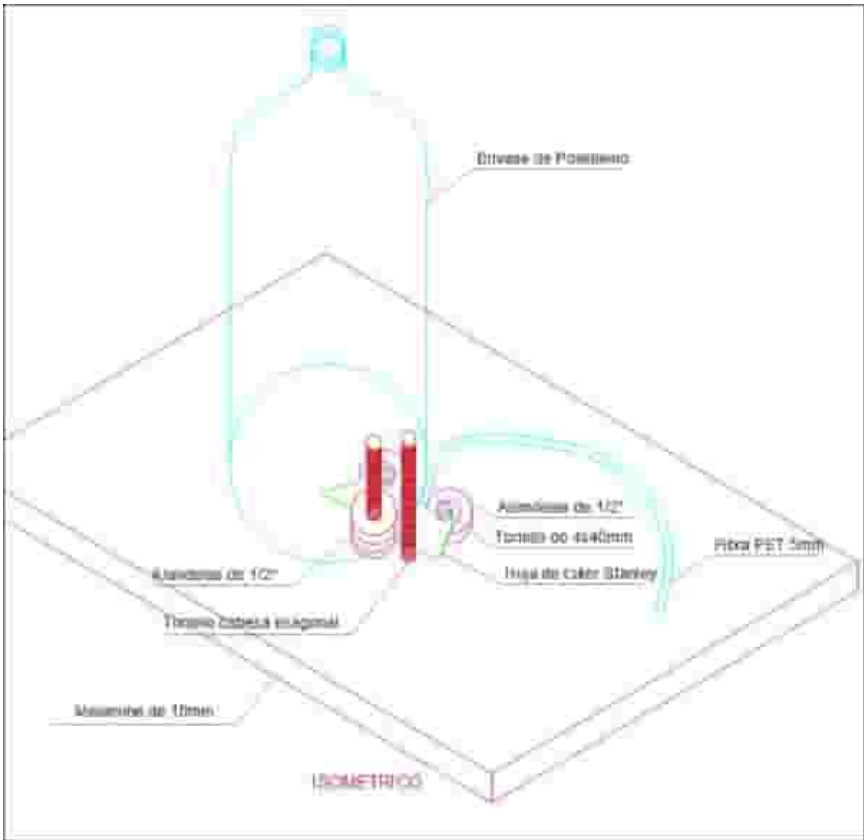
Fuente: Propia

Figura 53. Pruebas de prototipo de cortador de fibras PET.



Fuente: Propia

Figura 54. Isometría de diseño de cortador de fibras PET.



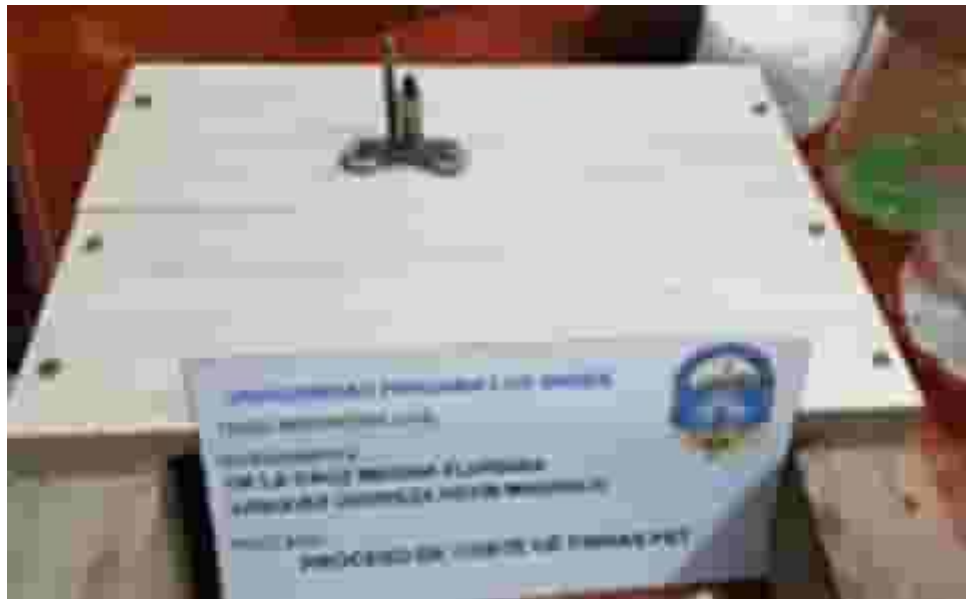
Fuente: Propia

Figura 55. Compra de arandelas, pernos y accesorios en centro ferretero de Malvinas.



Fuente: Propia

Figura 56. Fabricación de cortador de fibras PET.



Fuente: Propia

Figura 57. Colocación de guía de botellas para iniciar corte de fibras PET.



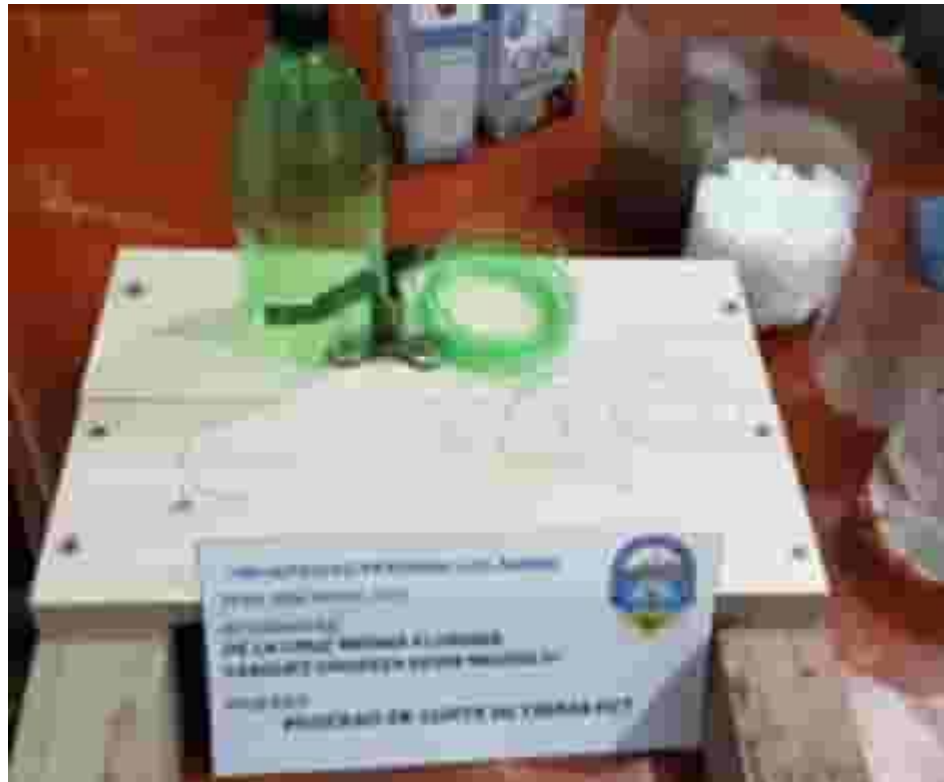
Fuente: Propia

Figura 58. Corte continuo con cortador de fibras PET.



Fuente: Propia

Figura 59. Presentación de máquina cortadora.



Fuente: Propia

4.3 Elaboración de eco ladrillos y eco bloques

4.3.1 Eco ladrillos.

A. Selección de insumos.

Los insumos a emplearse en la fabricación de eco ladrillos son los siguientes:

- Poliestireno expandido reciclado cortado.
- Envases multicapas tetra brik.
- Fibras de PET reciclado.
- Arcilla.
- Cemento sol tipo 1.
- Agua potable.

Los insumos fueron mezclados en distintas proporciones, se empezó con una mezcla patrón a partir del cual se fueron añadiendo más cantidad de poliestireno con el objetivo de

obtener un ladrillo con densidad similar al ladrillo pandereta, ya que nosotros diseñaremos ladrillos para muros no portantes.

Para mezclar los insumos se utilizó un taladro con un agitador hélice doble espiral, el cual permitió la mezcla del agua y el cemento para poder adicionar seguidamente la arcilla y seguir mezclando de manera uniforme.

Figura 60. Insumos utilizados en la elaboración de eco ladrillo.



Fuente: Propia

Figura 61. Dosificación de insumos para la mezcla de eco ladrillos.



Fuente: Propia

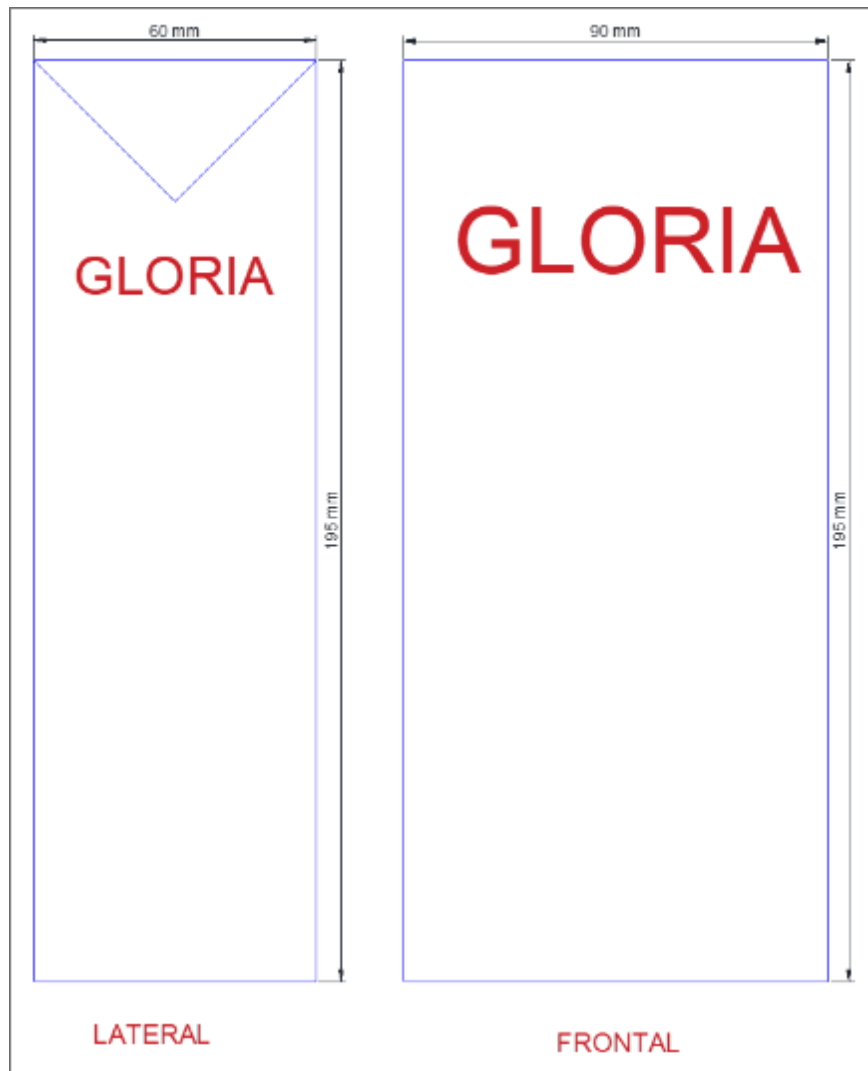
Figura 62. Insumos para inicio de elaboración de eco ladrillos.



Fuente: Propia

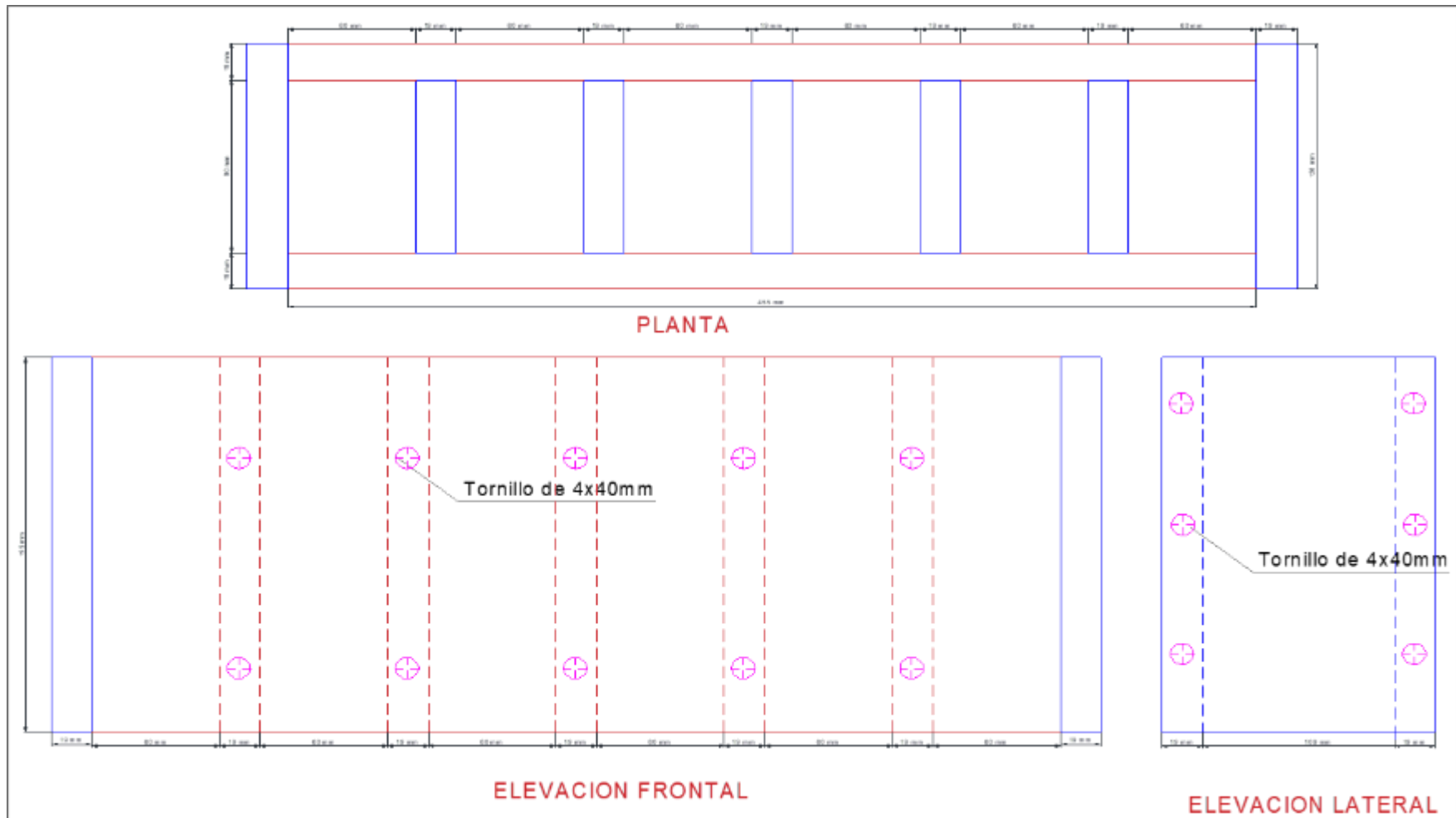
- B. Elaboración de molde de encofrado para vaciado de eco ladrillos. Si bien es cierto las cajas son parecidas al ladrillo, no cuentan con la rigidez necesaria para ser compactadas, debido a que sus paredes de láminas delgadas tienden a pandearse e hincharse. Por ello surge la necesidad de la fabricación de un molde, el cual nos brindara unidades de albañilería con poca variación dimensional y alabeo aceptable. Inicialmente elaboramos los moldes con madera reciclada, con retazos de madera de mobiliario, pero no fue el óptimo para medidas exactas. De esta manera es que se diseñó un molde hecho en melamina de 18mm, este permitió mejorar la calidad de acabado de los eco ladrillos. Los moldes fueron elaborados con melamina de 18mm, como se muestra a continuación:

Figura 63. Dimensiones de envases multicapas Tetra Brik.



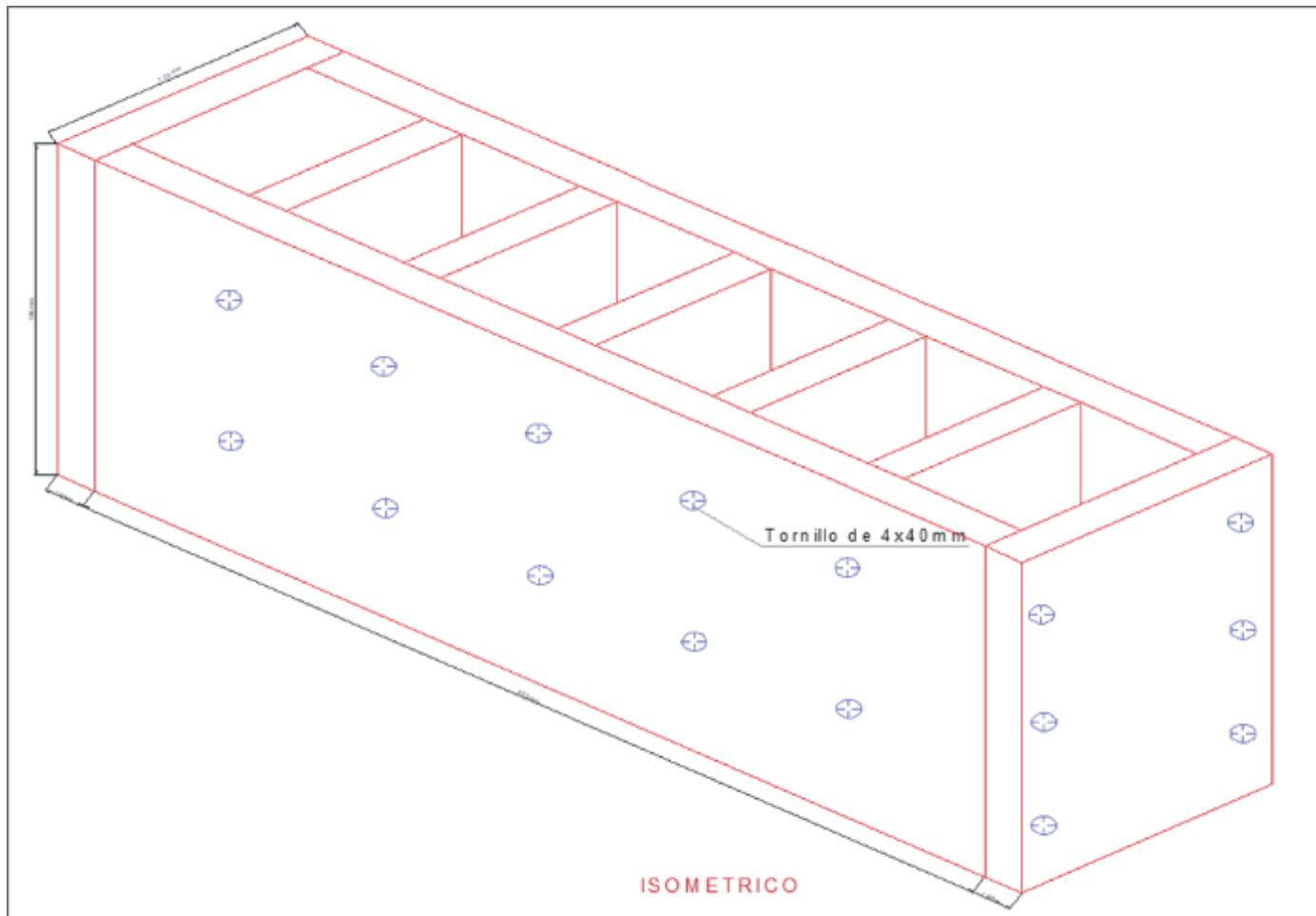
Fuente: Propia

Figura 64. Diseño de molde para vaciado de eco ladrillos.



Fuente: Propia.

Figura 65. Vista isométrica de molde para vaciado de eco ladrillos



Fuente: propia.

Figura 66. Molde fabricado con melamina 18mm.



Fuente: propia.

C. Preparación de envases multicapas.

Inicialmente se probó hacerlo con un solo agujero, pero no dio buenos resultados, ya que al ser pequeño no permitía ser compactado, dejando vacíos en el interior de la pieza, por ello se decidió hacerle cuadro cortes para poder compactar de 4 lados en las aristas de la unidad de eco ladrillo.

Para el vaciado de la mezcla en los envases tetra brik, se retiraron las tapas con toda la base rosca, seguidamente se cortó rectángulos en todas las aristas de la cara superior para poder ingresar bien la mezcla y poder compactarlos de manera que se evite el contenido de vacíos.

Figura 67. Se procede a retirar la tapa rosca excedente del envase multicapas.



Fuente: propia.

Figura 68. Corte de aberturas para ingresar y compactar la mezcla de los eco ladrillos.



Fuente: propia.

Figura 69. Primer ensayo de cajas con un solo orificio, el cual no permitía una buena compactación de la mezcla.



Fuente: propia

Figura 70. Cajas de Tetra Brik con cuatro orificios lo cual permite una mejor compactación de la mezcla y así se evitan vacíos en su interior que pueda disminuir su capacidad portante.



Fuente: propia.

Figura 71. Después de haber vaciado más de 100 ladrillos legamos a la conclusión de que hacerle dos orificios es más rápido, también nos permite vaciar los ladrillos más rápido y mejor compactación.



Fuente: propia.

D. Vaciado de eco ladrillos.

Los eco ladrillos se vaciaron en varias fechas y en distintas proporciones. Para el vaciado se necesitó de un taladro con un agitador hélice doble espiral para que garantice la mezcla de los materiales.

Para la preparación de la mezcla y su colocación se siguieron los siguientes pasos:

1. Se mezcló el agua con el cemento hasta que no queden grumos.

Figura 72. Mezcla de agua con cemento.



Fuente: propia.

2. Cuando se obtuvo la lechada de cemento bien mezclado se procedió a aplicar la arcilla y se mezcló hasta que se obtener una masa pastosa.

Figura 73. Mezcla de agua, cemento y arcilla.



Fuente: propia.

3. Cuando se obtuvo la masa de arcilla pastosa se procedió a añadir las fibras PET y se mezcló hasta que quedaron uniformes y bien distribuidos.

Figura 74. Pasta con agua, cemento y arcilla.



Fuente: Propia.

4. Cuando se tuvo la mezcla pastosa con fibras PET se procedió a añadir el poliestireno picado y se mezcló hasta obtener una mezcla homogénea.

Figura 75. Mezcla de agua, cemento, arcilla y PET.



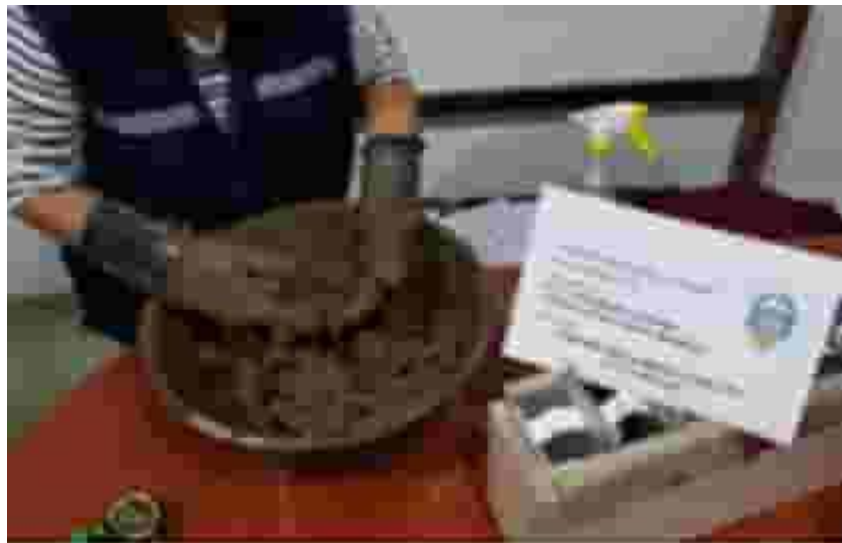
Fuente: Propia.

Figura 76. Mezcla de agua, cemento, arcilla, PET y poliestireno.



Fuente: Propia.

Figura 77. Mezcla de agua, cemento, arcilla, PET y poliestireno.



Fuente: Propia.

5. Seguidamente se colocó la mezcla en las cajas de tetra brik que ya estaban dentro de los moldes y se procedió al vaciado de las unidades.

Figura 78. Colocación de envases multicapas en los moldes de melamina.



Fuente: Propia.

Figura 79. Vaciado de eco ladrillos.



Fuente: Propia.

Figura 80. Chuceo de eco ladrillos.



Fuente: Propia.

6. El vaciado se hizo en tres capas, se chuseó 5 veces por cada lado y se continuó con la siguiente capa, el chuseado es similar al que se usa cuando se coloca concreto ya que la finalidad es la misma.

Figura 81. Chuseo con una varilla hexagonal de 1/2" en envases con una sola abertura el cual no garantiza un buen chuseo.



Fuente: Propia.

Figura 82. Eco ladrillos vaciados listos para desmoldar en 24 horas.



Fuente: Propia.

Figura 83. Mejorado de chuceo con cuatro agujeros más grandes.



Fuente: Propia.

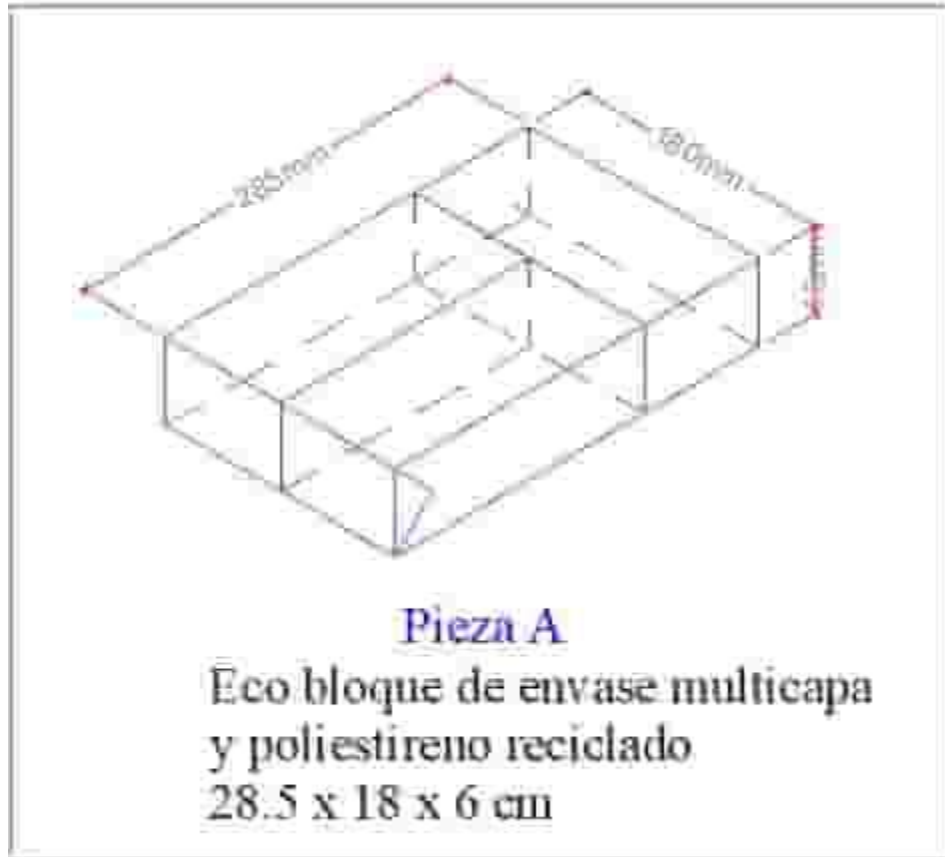
4.3.2 Eco bloques.

Los eco bloques son unidades de albañilería formados por la unión de eco ladrillos de baja densidad, después de elaborar varias muestras en distintas proporciones se seleccionó un eco ladrillo (B5) cuya densidad es menor a la del ladrillo de techo tradicional de arcilla.

Una vez obtenido el eco ladrillo óptimo se proceder a crear configuraciones para poder obtener bloques de distintos tamaños.

A continuación, las configuraciones elaboradas a partir de las dimensiones de los envases multicapas de Tetra Brik.

Figura 84. Diseño de pieza A.



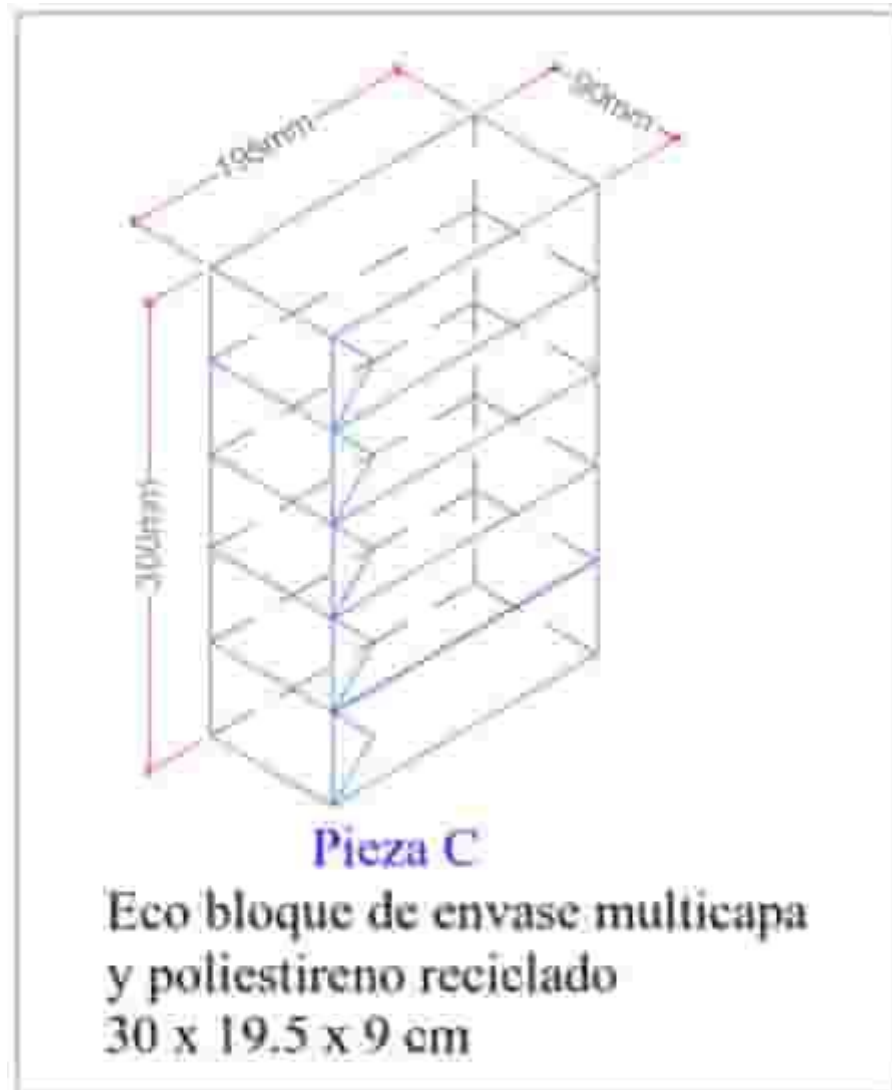
Fuente: Propia.

Figura 85. Diseño de pieza B.



Fuente: Propia

Figura 86. Diseño de pieza C.



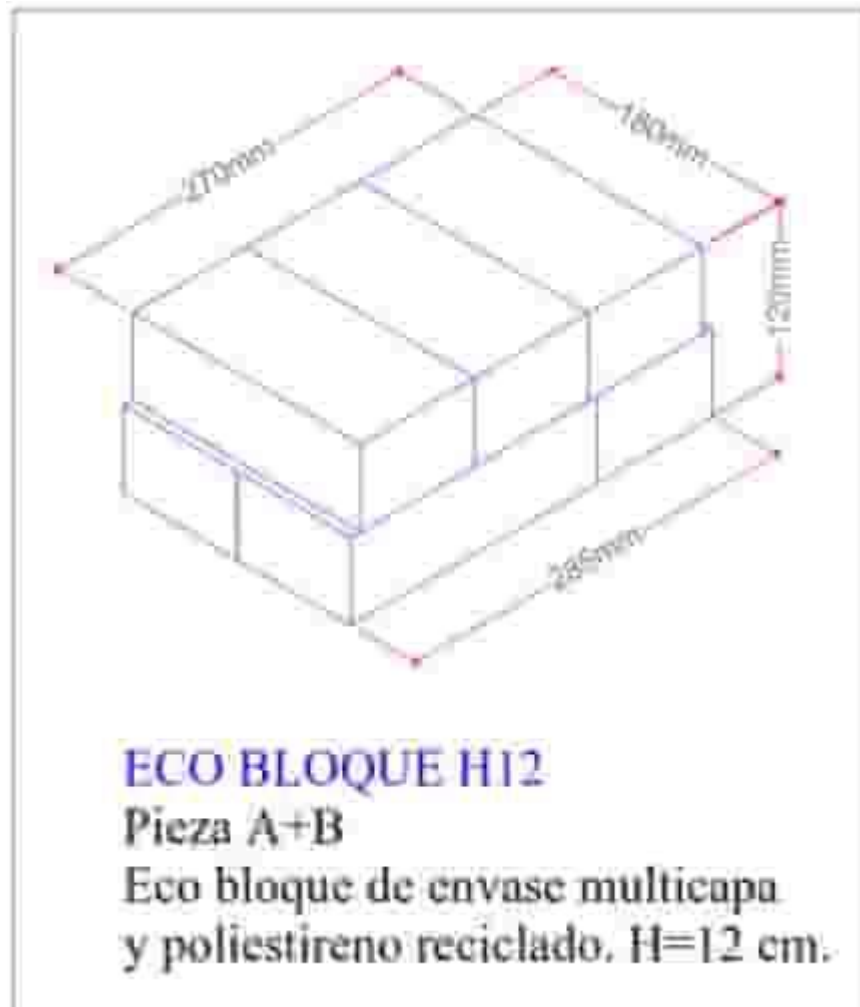
Fuente: Propia

Figura 87. Diseño de Eco Bloque H15.



Fuente: Propia

Figura 88. Diseño de Eco Bloque H12.



Fuente: Propia

Pegado de los eco ladrillos para formar las piezas que formarán los eco bloques.

Para el pegado de las piezas se usaron distintas materias como Cintas de doble contacto, silicona fría, silicona caliente y cemento de contacto (terocal). De todos los materiales mencionados anteriormente el cemento de contacto es el que mostró mejor adherencia entre unidades y piezas.

Un dato muy importante y a tener en cuenta, es el procedimiento de aplicación y pegado con el cemento de contacto.

Datos para tener en cuenta:

- Limpiar la superficie antes de la aplicación del cemento de contacto.
- Aplicar capas delgadas de pegamento para garantizar un secado uniforme y tener las superficies uniformes.
- Evitar el contacto con el polvo.
- Una vez aplicado el cemento de contacto se deja secar por 4 horas mínimo y se proceder a juntar las piezas.

Figura 89. Aplicación del pegamento para formar unidades de eco bloque.



Fuente: Propia

Figura 90. Aplicación de pegamento en eco ladrillos para formar piezas de eco bloque.



Fuente: Propia

Figura 91. Piezas A, B Y C en proceso de secado.



Fuente: Propia

Figura 92. Piezas B y C para eco bloques H15



Fuente: Propia

Figura 93. Pegado de piezas para formar Eco bloques H15.



Fuente: Propia

Figura 94. Vista de planta de Eco bloque H15.



Fuente: Propia

Figura 95. Vista lateral de Eco bloque H15



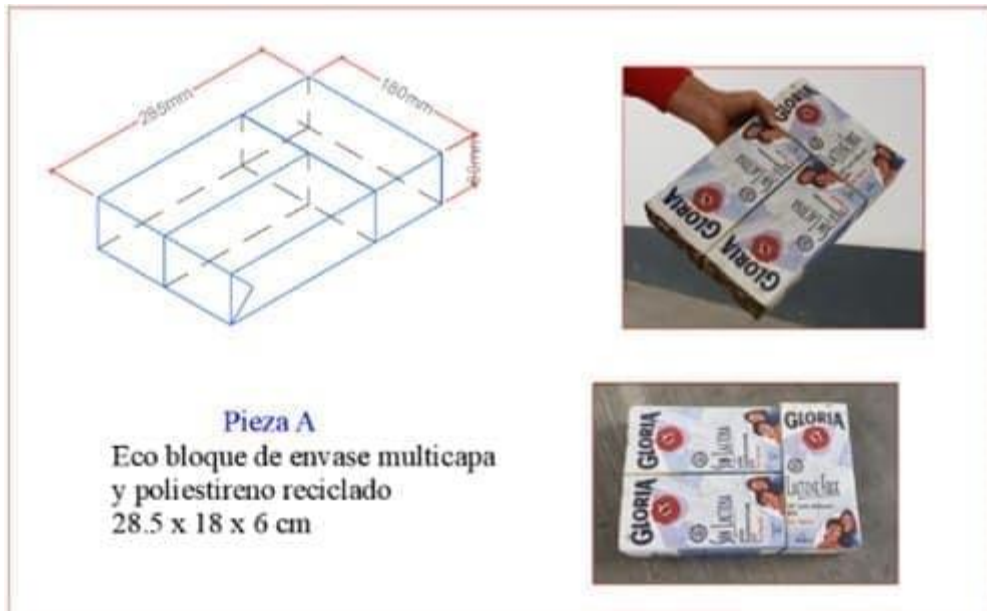
Fuente: Propia

Eco bloque de 12cm de altura.

En el mercado existen ladrillos de arcilla huecos para losas aligeradas de distintas alturas, las más comerciales son las de 12 cm y 15 cm de altura. En ese sentido se ha diseñado un Eco bloque de altura 12 cm que es más liviano en un 6%.

Para lograr la creación del Eco Bloque H12 se creó dos piezas; A y B, las cuales al ser pegadas nos dieron un eco bloque de dimensiones 28.5 x 18 x 12 cm.

Figura 96. Eco Bloque Pieza A.



Fuente: Propia

Figura 97. Eco Bloque Pieza B.



Fuente: Propia

Figura 98. Eco Bloque H12.



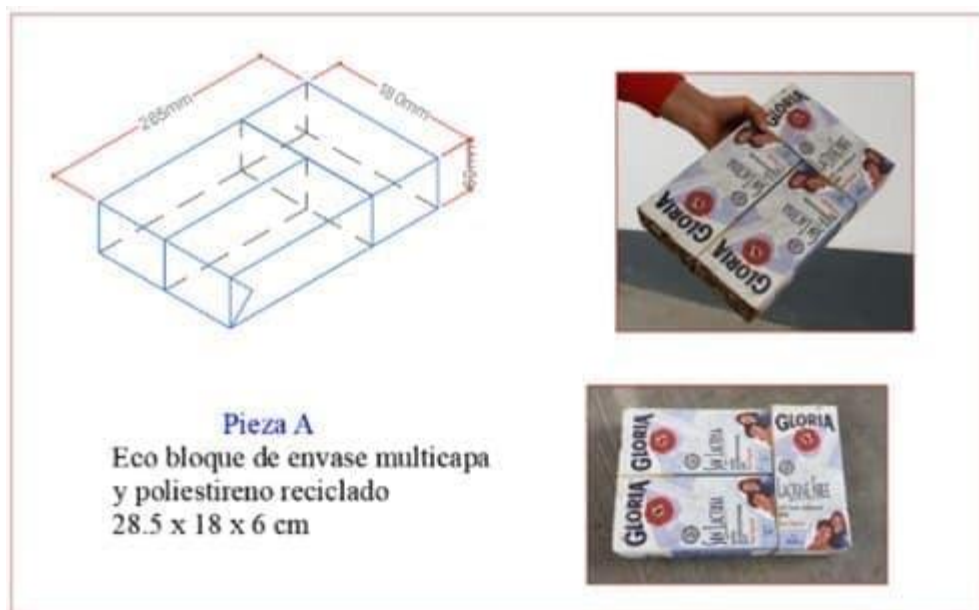
Fuente: Propia

Eco bloque de 15cm de altura

En el mercado existen ladrillos de arcilla huecos para losas aligeradas de distintas alturas, las más comerciales son las de 12 cm y 15 cm de altura. En ese sentido se ha diseñado un Eco bloque de altura 15 cm que es más liviano en un 6%.

Para lograr la creación del Eco Bloque H12 se creó dos piezas; A y C, las cuales al ser pegadas nos dieron un eco bloque de dimensiones 30 x 19.5 x 15 cm.

Figura 99. Eco Bloque Pieza A.



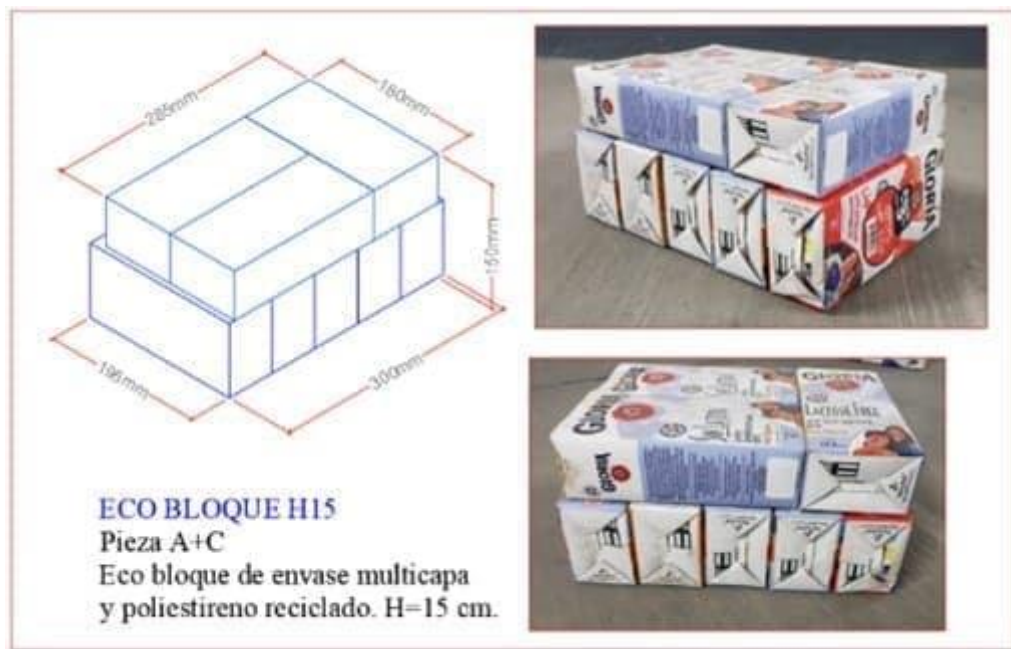
Fuente: Propia

Figura 100. Eco Bloque Pieza C.



Fuente: Propia

Figura 101. Eco Bloque H15.



Fuente: Propia

4.4 Análisis de Ensayos

Según la clasificación de la NTP E070 del RNE los eco ladrillos diseñados corresponden a un tipo de ladrillo solido o macizo no portante, el cual es de arcilla no cocida y de manufacturación manual artesanal. Que se puede emplear en tabiques, cercos y parapetos.

4.4.1 Verificación de la variabilidad del alabeo.

Para tener eco ladrillos con buenas propiedades físicas se le hace el control de Alabeo, el cual es obligatorio según la NTP E070 del RNE. El alabeo es un ensayo que nos permitió evaluar el estado del área de asiento de la pieza, de esta forma al encontrarse plano permite que no se formen espesores de juntas mínimos o mayores a los calculados, ya que esto puede generar fallas de tracción por flexión ya que al tener espesores de juntas menores al calculado fallaran debido al peso de las hiladas superiores, por ello es importante la verificación de este ensayo.

Para el vaciado de los eco ladrillos utilizamos moldes de melamina 18mm, los cuales han sido fabricados a escuadras y previo diseño,

obteniéndose así unidades de eco ladrillo con caras de asiento planas. Por ello los eco ladrillos no necesitaron refrentado para los ensayos de compresión.

Se elaboró un formato el cual nos permitió tomar datos de los ensayos en campo para luego ser procesados en gabinete:

Tabla 8. Tabla de Ensayos de Ensayo de Alabeo.

TABLA N^o

ENSAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS PARA ECO LADRILLOS Y ECO BLOQUES

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FIC LIMA		FECHA: Agosto 2020
ENSAYO :	ALABEO	
TESIS :	"ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADAS"	
UBICACIÓN :	PUENTE PIEDRA LIMA	
AUTORES :	FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA	
MUESTRA :	ECOLADRILLOS Y ECOBLOQUES DE MATERIAL RECICLADO	CANTIDAD : 15 UNIDADES

ESPECIMEN	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
M1				
M2				
M3				
M4				
M5				
PROMEDIO	0.0	0.0	0.0	0.0

CONCAVIDAD PROMEDIO	0.00
------------------------	------

CONVEXIDAD PROMEDIO	0
------------------------	---

Resumen de valores de Ensayo de Alabeo en Eco ladrillos

ECOLADRILLOS	DISTANCIA EN mm
CONCAVO	0.00
CONVEXO	0

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.1 Materiales y equipos.

El alabeo lo calculamos nosotros mismos, para ello compramos los materiales necesarios para una adecuada obtención de datos.

Figura 102. Regla de metal.



Fuente: Propia.

Figura 103. Vernier analógico de metal.



Fuente: Propia.

Figura 104. Escuadra de metal.



Fuente: Propia.

4.4.1.2 Procedimiento de medición.

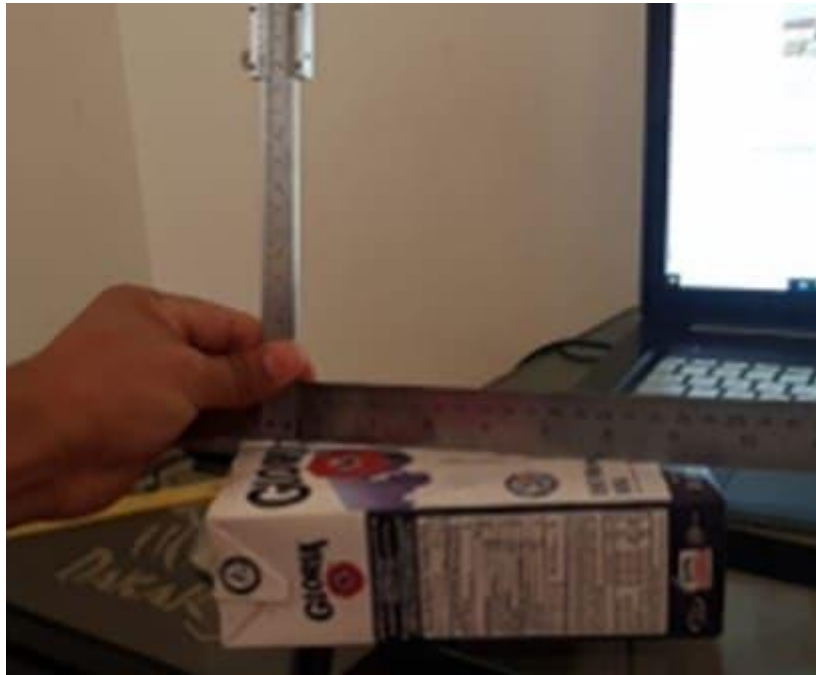
La medición se realizó en las dos caras de asiento, la cara superior e inferior, se colocó la regla de manera diagonal y se buscó las deformaciones cóncavas y convexas.

Figura 105. Verificación de concavidad y convexidad con regla metálica.



Fuente: Propia.

Figura 106. Medición de concavidad con ayuda del vernier.



Fuente: Propia.

Tabla 9. Tabla de toma de datos de ensayo de Alabeo de eco ladrillos.

TABLA N°

ENSAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS PARA ECO LADRILLOS Y ECO BLOQUES

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FIC LIMA		FECHA: Agosto 2020
ENSAYO :	ALABEO	
TESIS :	" ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA TABIQUERIA NO PORTANTE Y LOSAS ALIGERADAS"	
UBICACIÓN :	PUENTE PIEDRA LIMA	
AUTORES :	FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA	
MUESTRA :	ECOLADRILLOS Y ECOBLOQUES DE MATERIAL RECICLADO	CANTIDAD : 15 UNIDADES

ESPECIMEN	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
M1	0.0	1.0	1.00	0.00
	0.0	0.0	0.00	0.00
	0.0	0.0	1.00	1.50
M2	2.0	0.0	0.00	0.00
	0.0	0.0	0.00	0.00
	0.0	1.5	1.00	0.00
M3	0.0	0.0	0.00	0.00
	0.0	2.0	0.00	0.00
	1.0	0.0	1.50	0.00
M4	0.0	0.0	0.00	0.00
	0.0	2.0	0.00	2.00
	1.0	1.5	2.50	0.00
M5	0.0	0.0	0.00	1.00
	2.0	1.0	0.00	0.00
	1.5	0.0	1.00	0.00
PROMEDIO	0.5	0.6	0.5	0.3

CONCAVIDAD PROMEDIO	0.52
---------------------	------

CONVEXIDAD PROMEDIO	0.45
---------------------	------

Resumen de valores de Ensayo de Alabeo en Eco ladrillos

ECOLADRILLOS	DISTANCIA EN mm
CONCAVO	0.52
CONVEXO	0.45

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Tabla de toma de datos de Ensayo de Alabeo de eco bloques.

TABLA N°

ENSAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS PARA ECO LADRILLOS Y ECO BLOQUES

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FIC LIMA		FECHA: Agosto 2020
ENSAYO :	ALABEO	
TESIS :	"ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADAS"	
UBICACIÓN :	PUENTE PIEDRA LIMA	
AUTORES :	FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA	
MUESTRA :	ECOLADRILLOS Y ECOBLOQUES DE MATERIAL RECICLADO	CANTIDAD: 15 UNIDADES

ESPECIMEN	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEJO (mm)	CÓNCAVO (mm)	CONVEJO (mm)
B1	0.0	0.0	1.00	0.00
	1.5	0.0	0.00	0.00
	0.0	2.0	0.00	1.00
B2	0.0	0.0	0.00	2.50
	0.5	0.0	0.00	0.00
	0.0	0.0	1.00	0.00
B3	0.0	1.0	0.00	0.00
	0.0	0.0	0.00	1.00
	0.0	1.0	0.00	0.00
B4	1.5	0.0	1.50	0.00
	0.0	0.0	0.00	1.00
	0.0	1.0	1.00	0.00
B5	0.0	0.0	0.00	0.00
	0.0	0.0	2.00	0.00
	1.0	0.0	0.00	1.00
PROMEDIO	0.3	0.3	0.4	0.4

CONCAVIDAD PROMEDIO	0.37
---------------------	------

CONVEJIDAD PROMEDIO	0.38
---------------------	------

Resumen de valores de Ensayo de Alabeo en Eco ladrillos

ECOLADRILLOS	DISTANCIA EN mm
CONCAVO	0.37
CONVEJO	0.38

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Cálculo de Variación Dimensional.

El ensayo de variación dimensional es aquel que nos permitirá calcular el espesor del mortero, también es muy importante ya que nos permite obtener ladrillos de calidad.

Para determinar la variación dimensional hemos trabajado en función a la norma E070 del RNE, para ello compramos una regla tipo F, el cual nos permitió realizar la medida de 30 ladrillos.

Para realizar el ensayo de variación dimensional elegimos 3 ladrillos de cada muestra, de cada ladrillo se tomó 4 medidas (en milímetros) de cada lado (largo, ancho y altura) y con ello se sacó un promedio (DP), del promedio se calculó la variación con respecto a la medida de diseño (DN) y con ello se obtuvo la variación en milímetros del cual se calculó la variación dimensional en porcentaje y lo comparamos con lo mínimo requerido por la E070 (ver tabla 55).

$$V(\%) = \frac{100 * (DN - DP)}{DN}$$

Donde:

V (%): Variación dimensional en porcentaje.

DN: Dimensión nominal.

DP: Dimensión promedio de cada dimensión.

Para tener un mejor control de los datos, se elaboró un formato de control de datos, con el cual se tomaron los datos en campo para luego poder hacer los cálculos en gabinete. A continuación, mostramos el formato de control de datos:

Tabla 11. Tabla de Ensayo de Variación Dimensional.

TABLA Nº

EN SAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS PARA ECO LADRILLOS Y ECO BLOQUES

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES RC LIMA		FECHA: Agosto 2020
ENSAYO :	VARIACIÓN DIMENSIONAL	NORMA: NTP 399.613 NTP 399.604
TESIS :	LABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADAS	
UBICACION :	PUENTE PIEDRA LIMA	
AUTORES :	FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ ORO PEZA	
MUESTRA :	ECOLADRILLOS Y ECOBLOQUES DE MATERIAL RECICLADO	CANTIDAD : 15 UNIDADES

ESPECIMEN	LARGO (mm)						ANCHO (mm)						ALTURA (mm)									
	L1	L2	L3	L4	Lprom	V.D. (mm)	V.D. (%)	A1	A2	A3	A4	Aprom	V.D. (mm)	V.D. (%)	H1	H2	H3	H4	Hprom	V.D. (mm)	V.D. (%)	
M1																						
M2																						
M3																						
M4																						
M5																						

VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LADRILLOS NTP 331.017
 $\%V = (DN - DP) / DN \times 100$

	L	A	H
DN			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Tabla de datos de Ensayo de Variación Dimensional de eco ladrillos.

TABLA Nº

ENSAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS PARA ECO LADRILLOS Y ECO BLOQUES

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FIC LIMA														FECHA: Agosto		2020			
ENSAYO :		VARIACIÓN DIMENSIONAL												NORMA: NTP 399.613		NTP 399.604			
TESIS :		LABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADA																	
UBICACIÓN :		PUENTE PIEDRA LIMA																	
AUTORES :		FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA																	
MUESTRA :		ECOLADRILLOS Y ECOBLOQUES DE MATERIAL RECICLADO												CANTIDAD : 15 UNIDADES					

ESPECIMEN	LARGO (mm)								ANCHO (mm)								ALTURA (mm)							
	L1	L2	L3	L4	Lprom	V.D. (mm)	V.D. (%)	A1	A2	A3	A4	Aprom	V.D. (mm)	V.D. (%)	H1	H2	H3	H4	Hprom	V.D. (mm)	V.D. (%)			
M1	195	194.5	195.5	194	194.75	0.25	0.13	93	92	93	93	92.75	0.25	0.27	60	60	59.5	60	59.88	0.13	0.21			
	194	195.5	195	195	194.88	0.13	0.06	93	92.5	93.5	92.5	92.88	0.13	0.13	59.5	60	60	60	59.88	0.13	0.21			
	195	195	195	194.5	194.88	0.13	0.06	92	93	93	93.5	92.88	0.13	0.13	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00			
M2	194	195.5	195	195	194.88	0.13	0.06	93	93	92.5	93	92.88	0.13	0.13	60	60	59.5	60	59.88	0.13	0.21			
	195	194	195	195	194.75	0.25	0.13	92	92	93.5	93	92.63	0.38	0.40	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00			
	194	195	194.5	195.5	194.75	0.25	0.13	93	93	92	93	92.75	0.25	0.27	59.5	60	60	60	59.88	0.13	0.21			
M3	195	195	194.5	195	194.88	0.13	0.06	92	93.5	93	93	92.88	0.13	0.13	60	59.5	60	60	59.88	0.13	0.21			
	194	195.5	195	194.5	194.75	0.25	0.13	93	92	92.5	93	92.63	0.38	0.40	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00			
	194	195	194.5	195	194.63	0.38	0.19	93	92.5	93	93.5	93.00	0.00	0.00	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00			
M4	194	195.5	195	195.5	195.00	0.00	0.00	93	93	92.5	93	92.88	0.13	0.13	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00			
	194	194	195	195.5	194.63	0.38	0.19	93	93	93	92	92.75	0.25	0.27	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00			
	194	195	194	195	194.50	0.50	0.26	92	92.5	93	93	92.63	0.38	0.40	59.5	60	60	60	59.88	0.13	0.21			
M5	194	195	194.5	195	194.63	0.38	0.19	93	93.5	92.5	93	93.00	0.00	0.00	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00			
	194	195	194.5	195	194.63	0.38	0.19	93	93	92.5	92.5	92.75	0.25	0.27	60	60	60	59.5	59.88	0.13	0.21			
	195	194	195	195	194.75	0.25	0.13	93	92	92.5	93	92.625	0.375	0.40	60	60	59.5	60	59.88	0.13	0.21			
						0.25	0.13							0.21	0.22							0.07	0.11	

VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LADRILLOS NTP 331.017
 $\%V = (DN-DP)/DN \times 100$

	L	A	H
DN	195	93	60

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Tabla de datos de Ensayo de Variación Dimensional de eco bloques.

TABLA N°

ENSAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS PARA ECO LADRILLOS Y ECO BLOQUES

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FIC LIMA														FECHA: Agosto		2020			
ENSAYO :		VARIACIÓN DIMENSIONAL												NORMA: NTP 399.613		NTP 399.604			
TESIS :		LABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADA																	
UBICACIÓN :		PUENTE PIEDRA LIMA																	
AUTORES :		FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA																	
MUESTRA :		ECOLADRILLOS Y ECOBLOQUES DE MATERIAL REICLADO												CANTIDAD : 15 UNIDADES					

ESPECIMEN	LARGO (mm)							ANCHO (mm)							ALTURA (mm)						
	L1	L2	L3	L4	Lprom	V.D. (mm)	V.D. (%)	A1	A2	A3	A4	Aprm	V.D. (mm)	V.D. (%)	H1	H2	H3	H4	Hprom	V.D. (mm)	V.D. (%)
B1	194	195	194.5	195	194.63	0.38	0.19	92	93	92.5	92	92.38	0.63	0.67	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00
	195	195	195	194.5	194.88	0.13	0.06	92	93	93	93.5	92.88	0.13	0.13	60	59.5	60	60	59.88	0.13	0.21
	195	194.5	195	195	194.88	0.13	0.06	93	93	92	93	92.75	0.25	0.27	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00
B2	195	195	194.5	195	194.88	0.13	0.06	93	93	92.5	93	92.88	0.13	0.13	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00
	195	195	195.5	195	195.13	-0.13	-0.06	92	93	93	93	92.75	0.25	0.27	60	59.5	60	60	59.88	0.13	0.21
	194	195	195.5	195	194.88	0.13	0.06	92	93	92.5	93	92.63	0.38	0.40	60	60	59.5	60	59.88	0.13	0.21
B3	194	195	194.5	195.5	194.75	0.25	0.13	92	92	92	93	92.25	0.75	0.81	59.5	60	60	60	59.88	0.13	0.21
	195	195	194	194	194.50	0.50	0.26	93	93	93	92.5	92.88	0.13	0.13	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00
	195	195	194	195	194.75	0.25	0.13	92	93	93	92.5	92.63	0.38	0.40	59.5	60	60	60	59.88	0.13	0.21
B4	195	194	195.5	194	194.63	0.38	0.19	93	93	92	93	92.75	0.25	0.27	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00
	195	195.5	195	195.5	195.25	-0.25	-0.13	92	92	92.5	93	92.38	0.63	0.67	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00
	195	194	195	195	194.75	0.25	0.13	92	92.5	92	93	92.38	0.63	0.67	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00
B5	194	195.5	195	195	194.88	0.13	0.06	92	93	93	93	92.75	0.25	0.27	59.5	60	60	60	59.88	0.13	0.21
	195	194	194.5	195	194.63	0.38	0.19	92	92	93	93	92.50	0.50	0.54	60	60	60	60	60.00	0.00	0.00
	195	194	195	195	194.75	0.25	0.13	92	93	93	92.5	92.625	0.375	0.40	60	59.5	60	60	59.88	0.13	0.21
						0.19	0.10						0.38	0.40						0.06	0.10

VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LADRILLOS NTP 331.017

$$\%V = (DN-DP)/DN \times 100$$

	L	A	H
DN	195	93	60

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.1 Fotos del Ensayo de Variación Dimensional.

Figura 107. Toma de 4 medidas de longitudes, 2 por cada cara.



Fuente: Propia.

Figura 108. Toma de 4 medidas del ancho, 2 por cada cara de asiento en los lados extremos.



Fuente: Propia.

Figura 109. Se tomó 4 medidas de las alturas, cada medida en el centro de cada lado de la cara de asiento.



Fuente: Propia.

4.4.3 Absorción

Debido a la presencia de poliestireno expandido en la composición del envase multicapa y, debido también, a la presencia de fibras PET, es imposible meter a un horno un eco ladrillo, por ello, se consideró el Peso Seco del eco ladrillo, como el peso con el que cuenta al ser secado al medio ambiente.

Figura 110. Eco ladrillos sumergidos en su totalidad en agua.



Fuente: Propia.

Al ser sumergidos los eco ladrillos en agua se observó que flotan, esto se debe a que tiene poliestireno en su interior, por ello se le presionó con una botella de vidrio lleno con agua para que queden sumergidos al 100%.

Para el cálculo de la absorción se utilizó la siguiente fórmula:

$$ABSORCIÓN\% = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} * 100$$

Figura 111. Envase vacío sumergido por 24 horas



Fuente: Propia.

Figura 112. Eco ladrillos sumergido por 24 horas.



Fuente: Propia.

Figura 113. Eco ladrillo y Envase sumergidos en agua por 24 horas.



Fuente: Propia.

Figura 114. Cara de llenado de Eco ladrillo por donde absorbió mayor cantidad de agua.



Fuente: Propia.

Durante el ensayo se observó que el envase del eco ladrillo mostró manchas de agua por la parte que ha sido cortada, menos del 70%, mientras que el envase vacío no muestra manchas de agua debido a que no tiene ningún corte y tiene una cobertura de polietileno en toda su superficie.

Tabla 14. Tabla de resultados del ensayo de absorción.

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Área (cm ²)	P. Seco (g)	P. Saturado (g)	Absorción (g)	Absorción (%)	Promedio de Succión (%)
Envase 1	195	9	175.5	36.85	40.00	3.15	8.548	8.1
Envase 2	195	9	175.5	36.8	39.85	3.05	8.288	
Envase 3	195	9	175.5	36.87	39.62	2.75	7.459	
Eco ladrillo 1	195	9	175.5	1003.573	1172.232	168.659	16.805	17.2
Eco ladrillo 2	195	9	175.5	1005.601	1185.072	179.471	17.847	
Eco ladrillo 3	195	9	175.5	1000.132	1170.198	170.066	17.004	

Fuente: Propia.

4.4.4 Succión.

El mortero a ser utilizado en el asentado de los eco ladrillos es un mortero no portante (NP), que está compuesto por arena, cemento y agua. Si bien el mortero es para muros no portantes no podemos dejar de considerar la succión, ya que la elevada capacidad de succión no permitiría que el mortero alcance su mayor resistencia. Por otra parte, la nula succión no garantizaría una buena adherencia entre el mortero y la unidad de albañilería.

Por la experiencia obtenida al realizar el asentado del eco ladrillo, se ha observado que el mortero si logró la adherencia con el eco ladrillo, lo cual nos ha sorprendido favorablemente, ya que, al tener el eco ladrillo, una capa de polietileno, lo lógico es que no hubiese habido adherencia con la pieza. Este dato nos ha generado curiosidad ya que inicialmente se pensaba que el eco ladrillo no tendría nada de succión. Para dilucidar esta situación se procedió a calcular la succión a 3 unidades de eco ladrillos y a 3 envases multicapas, ya que el eco ladrillo tiene como cobertura más del 80% de su totalidad de envase multicapa.

Figura 115. Pesado de envase multicapa (oz)



Fuente: Propia.

Figura 116. Pesado de eco ladrillo (oz)



Fuente: Propia.

Figura 117. Envase sumergido en superficie de agua con altura de 3mm.



Fuente: Propia.

Figura 118. Eco ladrillo sumergido en agua con 3 mm de altura.



Fuente: Propia.

Para el ensayo de succión se utilizaron 3 envases libres de impurezas y con tapa para que no pueda ingresar agua en su interior. El objetivo de este tipo de análisis es determinar cuánto de agua succiona el envase de modo que nos permita conocer que cantidad de agua le puede quitar al mortero.

Como segundo grupo de análisis se ensayaron 3 unidades de eco ladrillos, los eco ladrillos tienen una cara abierta por donde se realizó el llenado de su contenido y solo tienen una cara por donde podría haber una mayor cantidad de absorción.

Debido a que los envases multicapas tienen en su composición polietileno y poliestireno, no se les secó en horno ya que podría dañar su estructura, por ello solo se consideró el peso de secado a temperatura del medio ambiente.

$$10 \leq SUCCIÓN = \frac{(P \text{ Succión} - \text{Peso Seco}) \times 200}{\text{Area}} \frac{\text{gramos}}{200\text{cm}^2 \cdot \text{min}} \leq 20$$

	Largo (mm)	Ancho (mm)	Area (cm2)	P. Seco (g)	P. Saturado (g)	Succión (g)	Succión (%)	Promedio de Succión (%)
Envase 1	195	9	175.5	36.85	39.689	2.839	7.704	7.7
Envase 2	195	9	175.5	36.8	39.634	2.834	7.701	
Envase 3	195	9	175.5	36.87	39.723	2.853	7.738	
Eco ladrillo 1	195	9	175.5	1003.573	1006.408	2.835	0.282	0.3
Eco ladrillo 2	195	9	175.5	1005.601	1008.47	2.869	0.285	
Eco ladrillo 3	195	9	175.5	1000.132	1002.98	2.848	0.285	

Fuente: Propia.

4.4.5 Propiedades físicas y mecánicas de la arcilla utilizada.

La arcilla utilizada fue obtenida del terreno de uno de los testistas, el terreno se encuentra en el distrito de Puente Piedra – Lima. Se tomó una muestra de arcilla y fue llevada al laboratorio para determinar su Contenido de Humedad, Los Límites de Consistencia y la Clasificación de suelos.

Figura 119. Muestra en el laboratorio para ser ensayado.



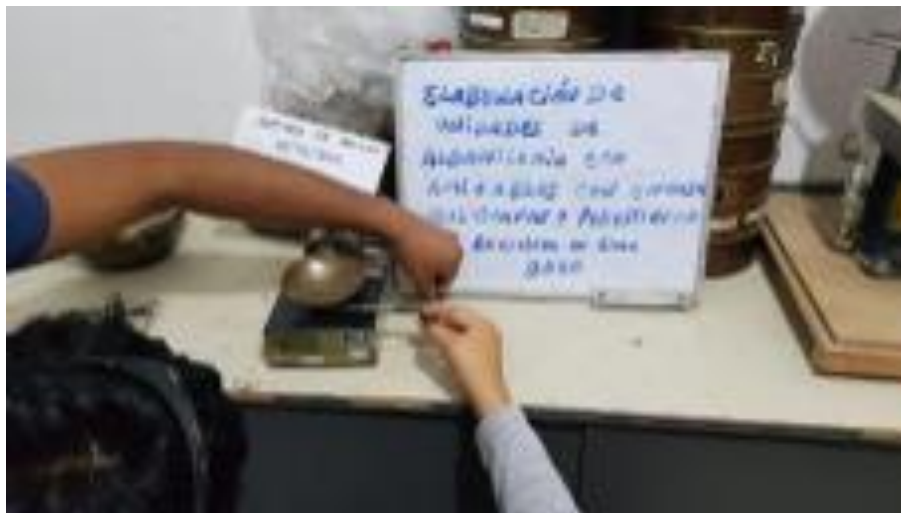
Fuente: Propia.

Figura 120. Calibración de la copa de casa grande.



Fuente: Propia.

Figura 121. Copa de Casagrande calibrado.



Fuente: Propia.

Figura 122. Ensayo de granulometría de la muestra de arcilla.



Fuente: Propia.

Figura 123. Pesaje de la muestra de arcilla para calcular el contenido de humedad.



Fuente: Propia.

Figura 124. Muestra colocada al horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



Fuente: Propia.

4.4.6 Ensayo de Resistencia a la Compresión (NTP 339.034).

Las muestras fueron rotuladas antes de ser trasladadas al laboratorio, para ser ensayadas no necesitaron ser refrentadas ya que al ser sólidos y al tener la caja ya tenían la nivelación y finura necesaria en las caras de asiento.

$$F'b = \frac{F}{A}$$

F'b: Resistencia a la compresión del ladrillo en kg/cm²

F: Carga de rotura en kg

A: Promedio de las áreas brutas superior e inferior en cm²

Para los ensayos se usaron 4 unidades por muestra, en total se ensayaron 44 unidades ya que realizamos 20 unidades para eco ladrillo, 20 unidades para eco bloque y 4 unidades para muestra patrón.

Tabla 15. Cuadro de datos de laboratorio de eco ladrillos y eco bloques

DATOS DE LABORATORIO DE ECO-LADRILLOS Y ECO-BLOQUES							
ITEM	CODIGO	MEDIDAS			CARGA MAXIMA	PROMEDIO CARGA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)
		LARGO (cm)	ALTO (cm)	AREA SUPERFICIE			
	Eco ladrillos						
4	M1	19.5	6	179.4	2583.12	2642.21	14.73
5	M1				2488.00		
6	M1				2855.50		
7	M1 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	2350.00		13.39
8	M2	19.5	6	179.4	2365.30	2242.03	12.50
9	M2				2100.80		
10	M2				2260.00		
11	M2 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	1950.20		11.11
12	M3	19.5	6	179.4	1956.41	1945.14	10.84
13	M3				1894.00		
14	M3				1985.00		
15	M3 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	1874.40		10.68
16	M4	19.5	6	179.4	1636.20	1573.83	8.77
17	M4				1496.50		
18	M4				1588.80		
19	M4 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	1395.30		7.95
20	M5	19.5	6	179.4	1439.11	1341.80	7.48
21	M5				1231.30		
22	M5				1355.00		
23	M5 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	1219.40		6.95
	Eco bloques						
24	B1	19.5	6	179.4	1005.60	1021.30	5.69
25	B1				958.30		
26	B1				1100.00		
27	B1 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	905.70		5.16
28	B2	19.5	6	179.4	935.20	659.93	3.68
29	B2				955.00		
30	B2				89.60		
31	B2 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	856.00		4.88
32	B3	19.5	6	179.4	801.30	812.43	4.53
33	B3				792.00		
34	B3				844.00		
35	B3 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	712.50		4.06
36	B4	19.5	6	179.4	756.20	716.20	3.99
37	B4				701.40		
38	B4				691.00		
39	B4 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	639.30		3.64
40	B5	19.5	6	179.4	600.90	569.20	3.17
41	B5				525.00		
42	B5				581.70		
43	B5 (sin caja)	19.5	5.6	175.5	509.20		2.90

Fuente: Propia.

4.4.6.1 Fotos de trabajos previos en laboratorio.

Figura 125. Diseño de etiquetas con los cuales rotulamos cada muestra antes de ser llevadas a laboratorio.

 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS		 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS	
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS		 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS	
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS		 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS	
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS		 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS	
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS		 <table border="1"> <tr> <td>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</td> <td>UPLA FIC LIMA</td> </tr> <tr> <td>ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS</td> <td>FECHA: / /</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS</td> </tr> </table> <p>PROYECTO : Eco ladrillos de envases multicapas, poliestireno y fibras PET</p> <p>CÓDIGO : _____</p> <p>DOSIFICACIÓN : _____</p>	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA	ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /	IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS	
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	UPLA FIC LIMA												
ENSAYO DE LABORATORIO PARA TESIS	FECHA: / /												
IDENTIFICACIÓN DE PROBETAS													

Fuente: Propia.

Figura 126. Unidades de albañilería para ser ensayadas.



Fuente: Propia.

Figura 127. Etiquetado de rótulos de las unidades.



Fuente: Propia.

Figura 128. Fijación de rótulos en ladrillos para laboratorio.



Fuente: Propia.

Figura 129. Vista en elevación de los eco ladrillos rotulados.



Fuente: Propia.

Figura 130. Vista en planta de los eco ladrillos rotulados.



Fuente: Propia.

Figura 131. Apilamiento de eco ladrillos



Fuente: Propia.

Figura 132. Clasificación y rotulado de eco ladrillos para laboratorio.



Fuente: Propia.

Figura 133. Eco ladrillos seleccionados.



Fuente: Propia.

Figura 134. Transporte de eco ladrillos seleccionados hacia el laboratorio.



Fuente: Propia.

Figura 135. Pesaje de eco ladrillos muestra en laboratorio.



Fuente: Propia.

Figura 136. Inicio de ensayo de Compresión.



Fuente: Propia.

Figura 137. Primera muestra M1 en la máquina de ensayo a compresión.



Fuente: Propia.

Figura 138. Muestra M1 compactada y muestra M1 sin compactar.



Fuente: Propia.

Figura 139. Diferencia de 1cm entre muestra ensayada y otra sin ensayar.



Fuente: Propia.

Figura 140. Muestra sin empaque para ensayo a Compresión.



Fuente: Propia.

Figura 141. Toma de medidas para ingresar a ensayo a Compresión.



Fuente: Propia.

Figura 142. Muestra en inicio de ensayo a Compresión.



Fuente: Propia.

Figura 143. Muestra con inicio de deformación durante ensayo de Compresión.



Fuente: Propia.

Figura 144. Muestra con 1cm de deformación en ensayo de Compresión.



Fuente: Propia.

Figura 145. Toma de datos finales del ensayo de Compresión de eco ladrillo sin caja.



Fuente: Propia.

Figura 146. Vista de salida de ensayo de compresión de 2 eco ladrillos con caja y sin caja.



Fuente: Propia.

4.4.6.2 Cálculo de humedad de eco ladrillos.

La humedad de los eco ladrillos es importante ya que si no se encuentran secos disminuirán su capacidad portante.

Los eco ladrillos están fabricados con envases multicapas, estos envases son impermeables, no permiten el paso de la luz y la humedad, por ello no permitirán que su contenido seque o se humedezca con mucha facilidad. Para enfrentar este problema se le añadió cemento, el cemento reacciona con el agua generando un calor de hidratación que va a absorber toda la humedad, permitiendo que el tiempo de secado se reduzca.

Es preciso mencionar que el tiempo de secado de los eco ladrillos fueron de más de un mes, puestos a secar en un lugar ventilado con luz directa; secaron en la estación de invierno durante el desarrollo de la tesis, motivo por el cual probablemente no alcanzaron a secar al 100% en un mes.

Figura 147. Secado de eco ladrillos apilados en lugar ventilado.



Fuente: Propia.

Figura 148. Secado de ladrillos a la intemperie en techo.



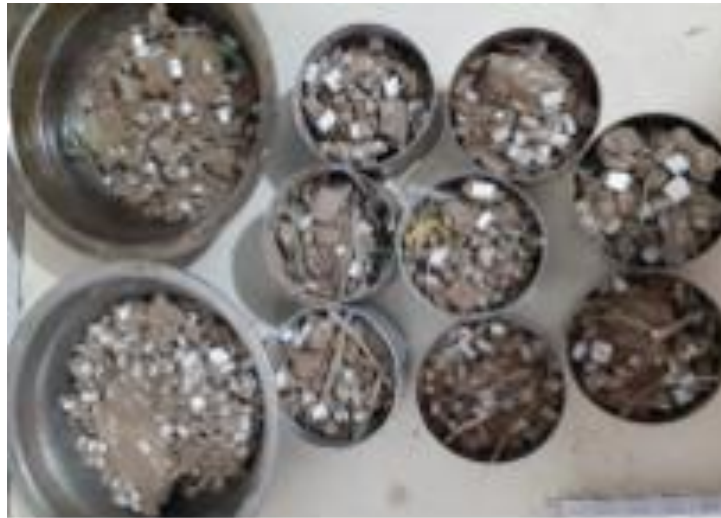
Fuente: Propia.

Figura 149. Taras para inicio de ensayo de humedad en laboratorio.



Fuente: Propia.

Figura 150. Muestras para ingreso a horno, ensayo de Humedad.



Fuente: Propia.

Figura 151. Muestras en secado al horno a 60°C.



Fuente: Propia.

4.4.7 Ensayo Acústico.

Consideraciones iniciales:

Para el siguiente ensayo hemos revisado distintas normas técnicas peruanas publicadas en INACAL, hemos encontrado normas como la NTP-ISO 3382-3:2015 (Acústica. Medición de parámetros acústicos en ambientes cerrados) el cual no brinda un procedimiento de ensayo acústico para muros. También se revisó la NTP 854.001-2:2012 (Acústica. Método para el registro

del nivel de la presión sonora. Parte 2: Medición del ruido ambiental para el estudio del impacto ambiental acústico), esta norma técnica peruana no muestra un procedimiento para ensayos acústicos en muros, solo muestra los métodos de medición de presión sonora de vehículos, aeronaves, embarcaciones, etc.

También buscamos información en la página del MINAM, el cual nos derivó a SINIA, un portal de información del MINAM. En SINIA encontramos el DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido, este reglamento tiene como objetivo establecer los estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido, a continuación, mostramos un cuadro de los valores expresados según la zonificación:

Figura 152. Calidad ambiental para ruido permitido.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido		
ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN L_{AeqT}	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: DS N°085-2003-PCM

Para desarrollar el ensayo elaboramos un formato con el cual vamos a tomar las medidas en campo y procesarlo en gabinete.

Tabla 16. Tabla para Ensayo Acústico.

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FIC LIMA		FECHA: febrero 2020
ENSAYO :	ENSAYO ACÚSTICO	
TESIS :	"ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADAS"	
UBICACIÓN :	PUENTE PIEDRA LIMA	
AUTORES :	FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA	
MUESTRA :	MURO Y LOSA HECHOS DE ECO LADRILLOS Y ECO BLOQUES	CANTIDAD : 04 MURETES

CONSIDERACIONES:

* El equipo de medicion acustica cuenta con certificado de calibracion vigente.

* Se cuenta con la ficha técnica del equipo.

* Medicion acustico del ambiente (Db)

MECALPE CALIBRACION CC-1366-2020

AMPROBE SM-20-A Sound Meter-A

MUESTRA	Distancia	MEDICION ACUSTICA CON SONOMETRO (dB)						PROMEDIO
	CM	1	2	3	4	5	6	Db
MEDICION AL AIRE LIBRE PARA ECO MUROS								
MEDICION DE ECO MURO								
MEDICION DE MURO PANDERETA								
MEDICION AL AIRE LIBRE PARA LOSAS								
MEDICION DE ECO LOSA ALIGERADA CON ECO BLOQUES								
MEDICION DE LOSA ALOGERADA CON LADRILLO DE TECHO, HUECO 15								

Fuente: Elaboración propia.

4.4.7.1 Materiales y equipos para Ensayo Acústico.

Para la prueba acústica se utilizaron los siguientes materiales:

Figura 153, Caja de poliestireno de 55cmx63cmx43cm y espesor 5cm.



Fuente: Propia.

Figura 154. APP de sonómetro virtual para pruebas iniciales.



Fuente: Propia.

Figura 155. Sonómetro para pruebas acústicas con certificado vigente.



Fuente: Amprobe Test Tools.

Figura 156. Muro para ensayo de 65cmxc60cm



Fuente: Propia.

Figura 157. Losa aligerada para ensayo de 60cmx65cm.



Fuente: Propia.

Figura 158. Lana de vidrio.



Fuente: Propia.

Figura 159. Embalaje Film.



Fuente: Propia.

Figura 160. Licuadora Oster de tres velocidades.



Fuente: Propia.

4.4.7.2 Desarrollo del Ensayo Acústico.

Para el ensayo acústico se construyeron muretes y losas, estos fueron 2 muretes para tabiquería y dos losas aligeradas, tanto la losa como el murete tienen la misma medida, 60cm de largo por 70cm de alto.

A continuación, la construcción de los especímenes a ensayar.

Murete de ladrillo pandereta.

Se utilizó ladrillo pandereta de la marca Lark, cuyas dimensiones son 9x10.5x23 cm y para el asentado se utilizó mortero no portante (NP) cuya proporción es de 1 volumen de cemento y hasta 6 volúmenes de arena. Vale decir que no se adicionó cal.

Tabla 17. Propiedades de ladrillo pandereta Lark

LADRILLO PANDERETA ACANALADO, MARCA LARK						
Variación Dimensional (mm)	Efloresc.	Alabeo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Peso (kg)
+/- 2	No eflorescente	1	90	105	230	1.90

Fuente: Ladrillos Lark.

El primer paso consiste en vaciar un pequeño sobrecimiento con refuerzo de acero de 1/2" y dejar varillas de acero de 1/2" en los lados para el confinamiento vertical.

Figura 161. Construcción del encofrado para el sobrecimiento.



Fuente: Propia.

Figura 162. Habilitación de acero para el refuerzo del confinamiento.



Fuente: Propia.

Figura 163. Encofrado y refuerzos listos para el vaciado.



Fuente: Propia.

Figura 164. Preparación de la mezcla para el sobrecimiento.



Fuente: Propia.

Figura 165. Vaciado del sobrecimiento.



Fuente: Propia.

Figura 166. Desencofrado del sobrecimiento.



Fuente: Propia.

Figura 167. Murete listo para confinar.



Fuente: Propia.

Figura 168. Vaciado de confinamiento de murete.



Fuente: Propia.

Figura 169. Murete listo para ensayo acústico.



Fuente: Propia.

Murete de eco ladrillo (eco muro)

Se realizó el mismo procedimiento utilizado en la construcción del murete de ladrillo pandereta, con la diferencia de que se cambiaron las unidades de albañilería, en este murete se utilizó el Eco ladrillo.

Tabla 18. Propiedades de Eco ladrillo

ECO LADRILLO						
Variación Dimensional (mm)	Efloresc.	Alabeo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Peso (kg)
< 0.30	No eflorescente	< 1	60	90	195	0.96 - 1.00

Fuente: Propia.

Figura 170. Asentado de eco ladrillos.



Fuente: Propia.

Figura 171. Eco murete listo para confinamiento.



Fuente: Propia.

Figura 172. Vaciado de confinamiento vertical de eco murete.



Fuente: Propia.

Figura 173. Vaciado de confinamiento horizontal superior de murete.



Fuente: Propia.

Figura 174. Eco muro desencofrado.



Fuente: Propia.

Losa aligerada de 60x65x20 cm con ladrillo Lark de 30x30x15 cm.

La construcción del espécimen de losa aligerada se realizó con ladrillos de techo de la marca Lark.

Tabla 19. Propiedades de ladrillo Hueco H15 Lark

LADRILLO HUECO 15 ACANALADO, MARCA LARK						
Variación Dimensional (mm)	Efloresc.	Alabeo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Peso (kg)
+/- 2	No eflorescente	1	150	300	300	7.60

Fuente: Ladrillos Lark.

Lo primero que se hizo fue construir el encofrado del friso, seguido de ello se cubrió los alveolos con plástico para que no pueda ingresar concreto. Por último, se procedió a preparar el concreto y se realizó el vaciado.

Figura 175. Forrado de alveolos de ladrillos que van en inicio y final de filas.



Fuente: Propia.

Figura 176. Espécimen de losa aligerada listo para vaciar.



Fuente: Propia.

Figura 177. Mezcla para vaciado de espécimen de losa aligerada.



Fuente: Propia.

Figura 178. Batido de Mezcla para vaciar espécimen de losa aligerada.



Fuente: Propia.

Figura 179. Vaciado de espécimen de losa aligerada.



Fuente: Propia.

Figura 180. Espécimen de losa aligerada terminado y fraguando.



Fuente: Propia.

Figura 181. Espécimen de losa aligerada desencofrado y secando.



Fuente: Propia.

Eco losa aligerada de 60x60x20 cm con eco bloque de 30x19.5x15 cm.

La construcción del espécimen de losa aligerada ha sido construida con dos eco bloques. Para esta eco losa aligerada, se realizó el mismo procedimiento ejecutado en la construcción de la primera losa aligerada tradicional.

Tabla 20. Propiedades de Eco bloque H15

ECO BLOQUE H15						
Variación Dimensional (mm)	Efloresc.	Alabeo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Peso (kg)
< 0.20	No eflorescente	< 1	150	300	195	3.56

Fuente: Propia.

Figura 182. Espécimen de losa aligerada con eco bloque listo para vaciar.



Fuente: Propia.

Figura 183. Vaciado de espécimen de losa aligerada con eco bloque.



Fuente: Propia.

Figura 184. Espécimen de losa aligerada con eco bloque vaciado y fraguando.



Fuente: Propia.

Figura 185. Espécimen de losa aligerada con eco bloques terminado y secando.



Fuente: Propia.

Caja de ensayo acústico.

La caja de ensayo acústico consta de una caja de poliestireno de 63cm de largo, 55cm de ancho, 43cm de altura y un espesor de 5cm, el cual será forrado con 3 capas de lana de vidrio para evitar que el sonido escape del interior.

Figura 186. Forrado de caja con Lana de Vidrio.



Fuente: Propia.

Figura 187. Corte de Lana de Vidrio.



Fuente: Propia.

Figura 188. Forrado final con embalaje Film.



Fuente: Propia.

Figura 189. Cámara acústica terminada.



Fuente: Propia.

Figura 190. Caja con capas de lana de vidrio.



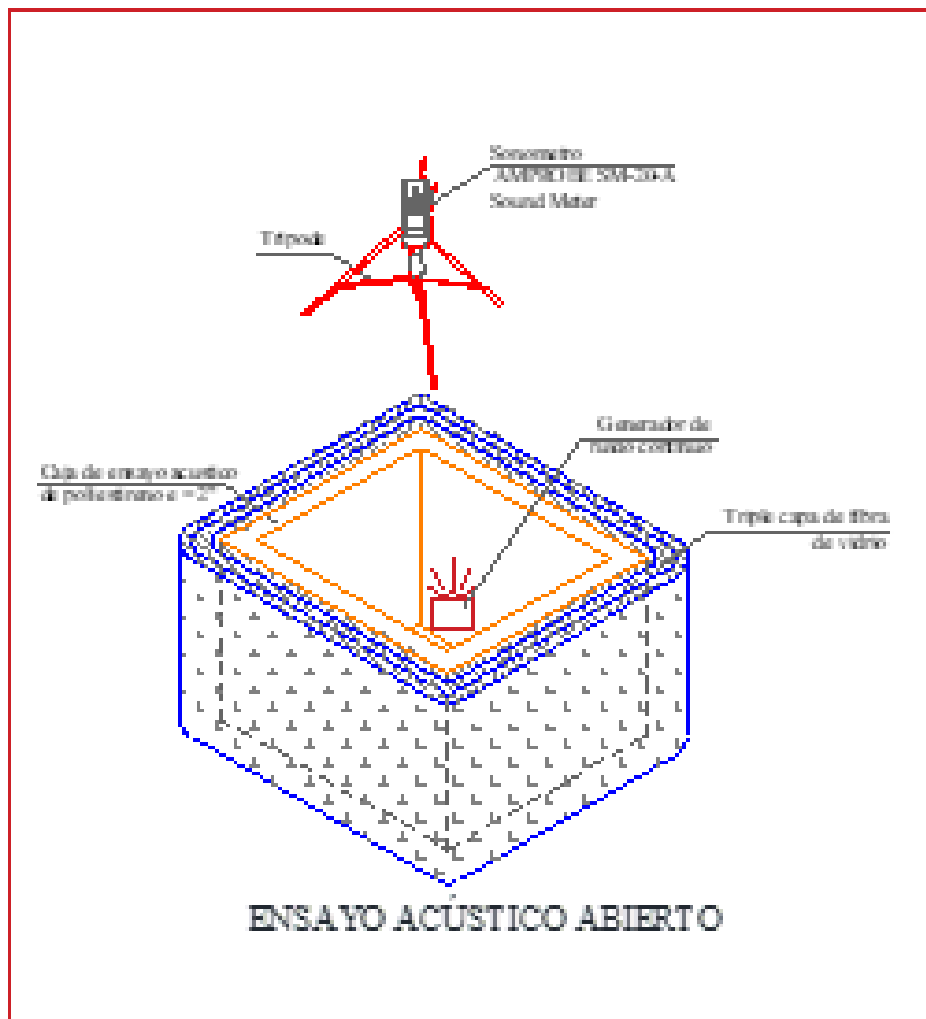
Fuente: Propia.

Medición de presión sonora de la licuadora dentro de la caja a una altura de 58cm, para medir absorción acústica en muros.

Para desarrollar la prueba acústica empezamos por medir la potencia sonora de la licuadora Oster, empezaremos por realizar la medición de la licuadora Oster dentro de la caja a una altura de 58 cm.

La primera medición se realizó con la licuadora en el interior de la cámara acústica.

Figura 191. Esquema de medición de equipo con generador de ruido constante.



Fuente: Propia.

Figura 192. Primera simulación de medición sonora con App móvil.



Fuente: Propia.

Se realizó la medición tomando 6 lecturas, dichas lecturas fueron tomadas en la madrugada para evitar que alguna contaminación acústica pueda perjudicar la medición. A continuación, los datos obtenidos.

Tabla 21. Tabla de medición acústica sin muro.

	Medida de licuadora sin muro (Db)					
	1	2	3	4	5	6
Medida	72.9	73.9	72.7	73	72.7	72.7
Media	73.4		72.9		72.7	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 193. Medición de la presión sonora de la licuadora en el interior de la cámara.



Fuente: Propia.

Figura 194. Comparación de medición de la App con el Sonómetro.

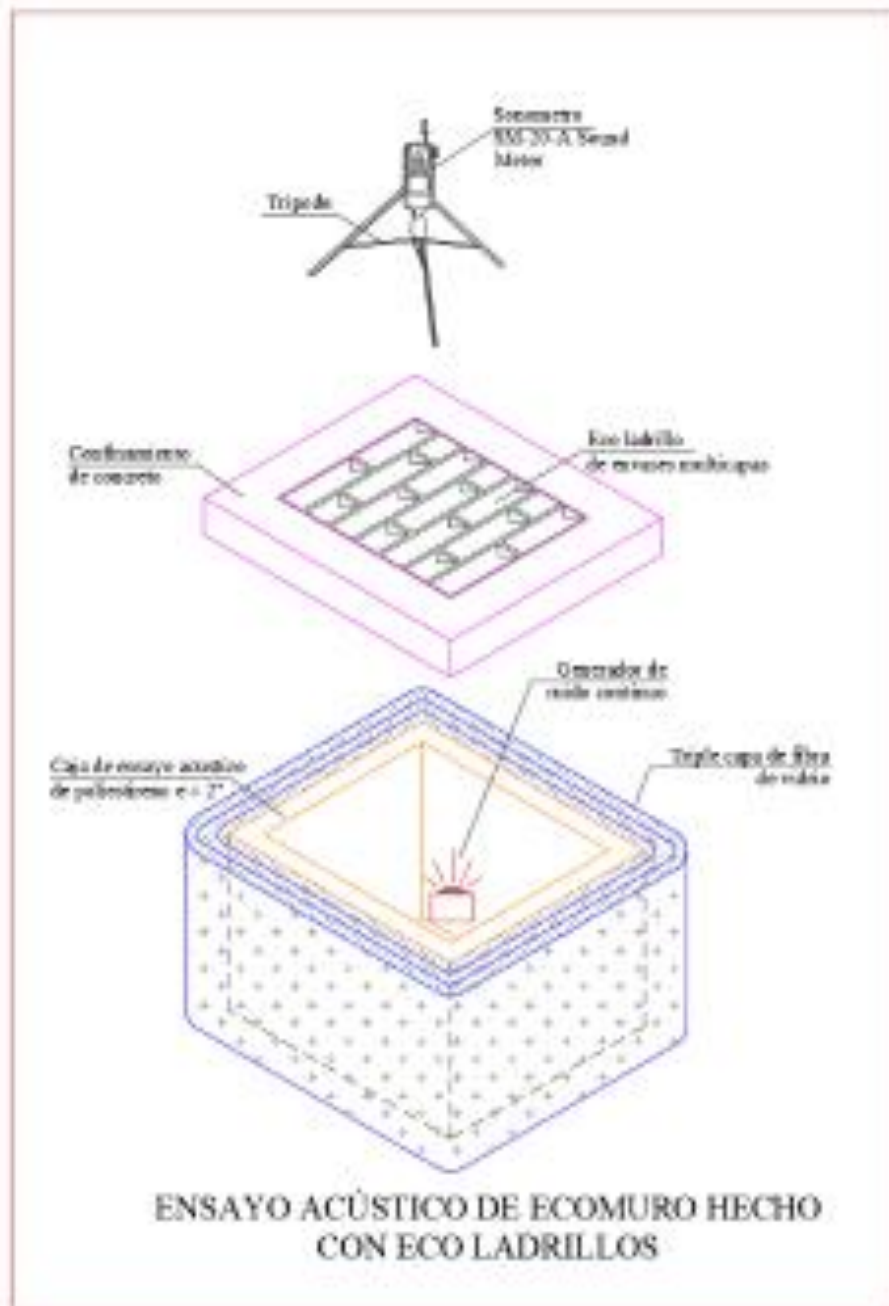


Fuente: Propia.

Medición de la Presión Sonora del muro de eco ladrillo.

Para medir la presión sonora que logra absorber el muro se tuvo que colocar la licuadora dentro de la caja y seguido a ello se procedió a colocar el muro sobre la caja, para a continuación instalar el sonómetro y tomar registro de la lectura.

Figura 195 Diagrama de diseño para acústico de eco muro



Fuente: Propia.

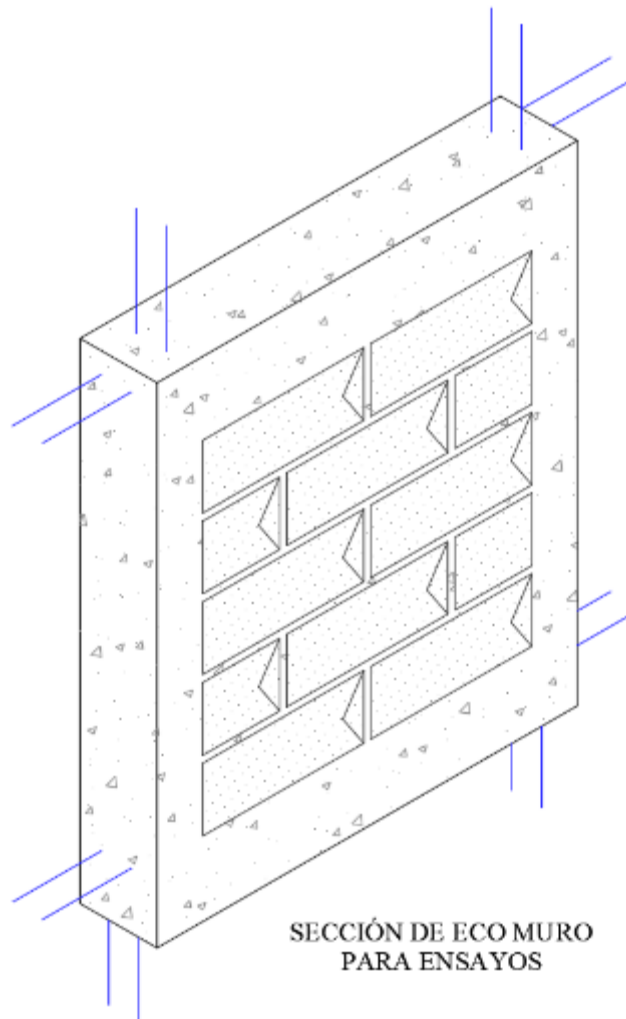
Se tomó 6 medidas de los cuales se calculó un promedio.

Tabla 22. Tabla de medición acústica de eco muro.

Absorción acústica de muro de eco ladrillo (Db)						
	1	2	3	4	5	6
Medida	52.3	52.5	52.5	52.3	52.7	52.3
Media	52.4		52.4		52.5	

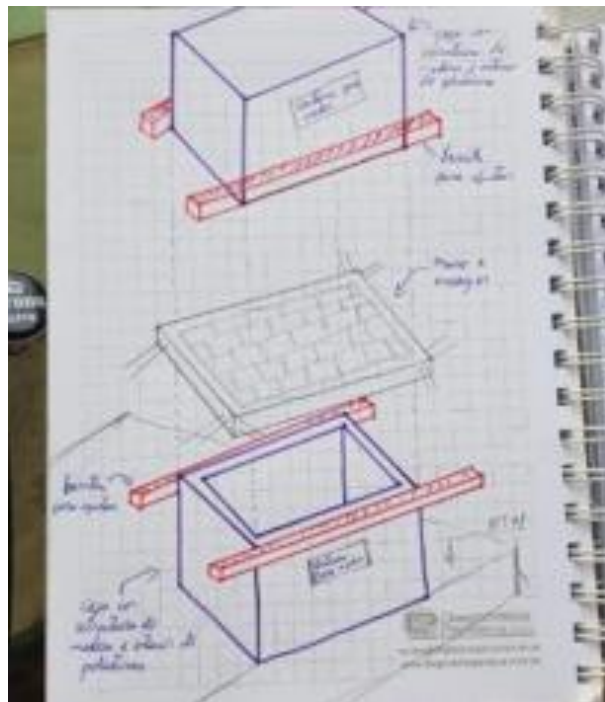
Fuente: Propia.

Figura 196. Plano de diseño de muro de albañilería para ensayo.



Fuente: Propia.

Figura 197. Isometría de muro de albañilería para ensayo.



Fuente: Propia.

Figura 198. Izado del eco muro sobre la cámara acústica.



Fuente: Propia.

Figura 199. Configuración del sonómetro para mediciones.



Fuente: Propia.

Figura 200. Toma de medidas acústicas.

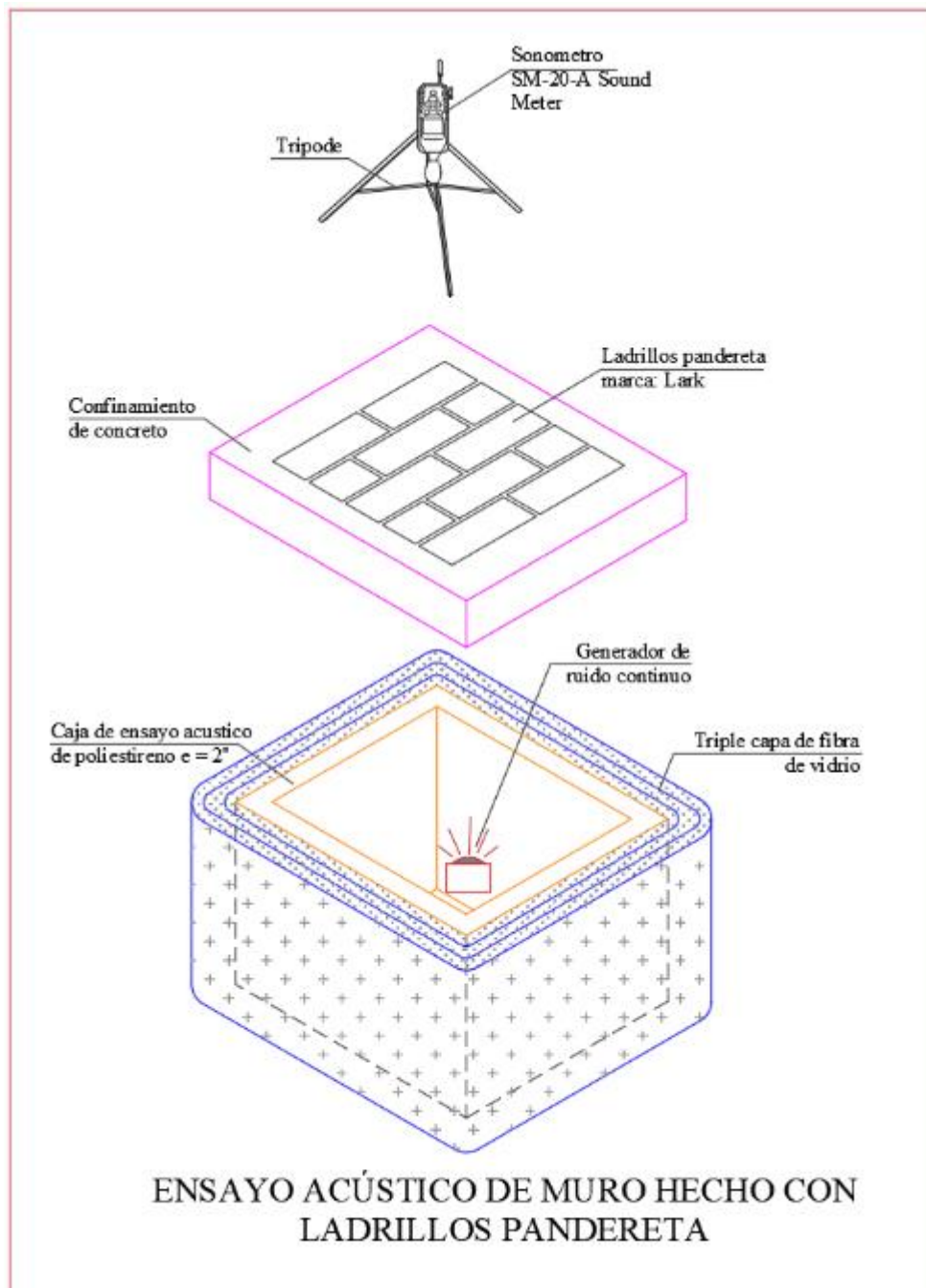


Fuente: Propia.

Medición de la presión sonora del muro de ladrillo pandereta.

Para medir la presión sonora que logra absorber el muro no portante de ladrillo Pandereta vamos a tener que colocar la licuadora dentro de la caja y seguido de ello vamos a tener que colocar el muro sobre la caja.

Figura 201 Diagrama de diseño para muro pandereta



Fuente: Propia.

Figura 202. Medición de absorción acústica de murete pandereta.



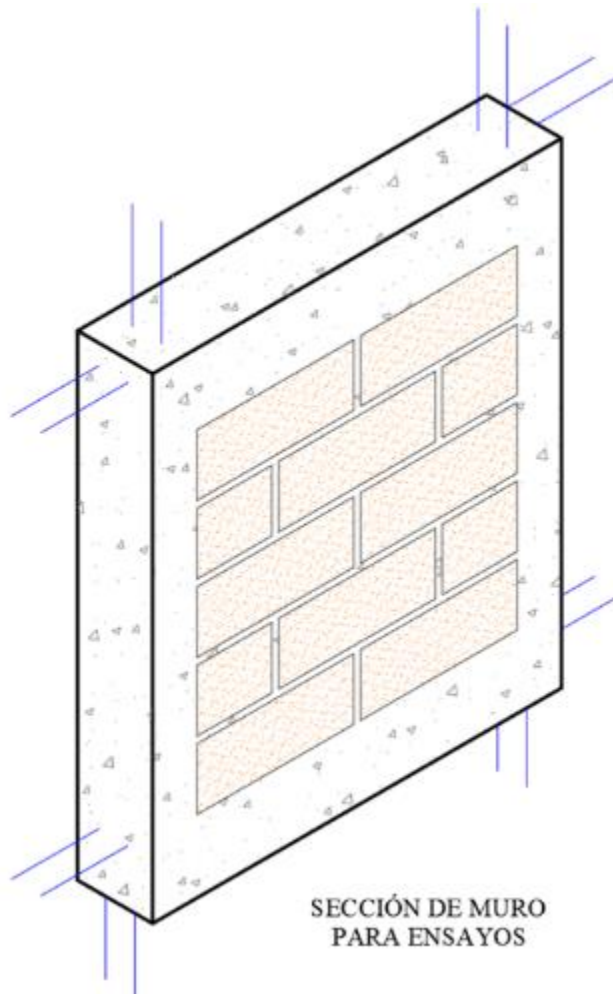
Fuente: Propia.

Tabla 23. Tabla de medición de dB con muro pandereta.

Absorción acústica de muro pandereta (Db)						
	1	2	3	4	5	6
Medida	55	54.1	53.6	53.8	53.3	53.2
Media	54.6		53.7		53.2	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 203. Plano de diseño de muro de albañilería para ensayo.



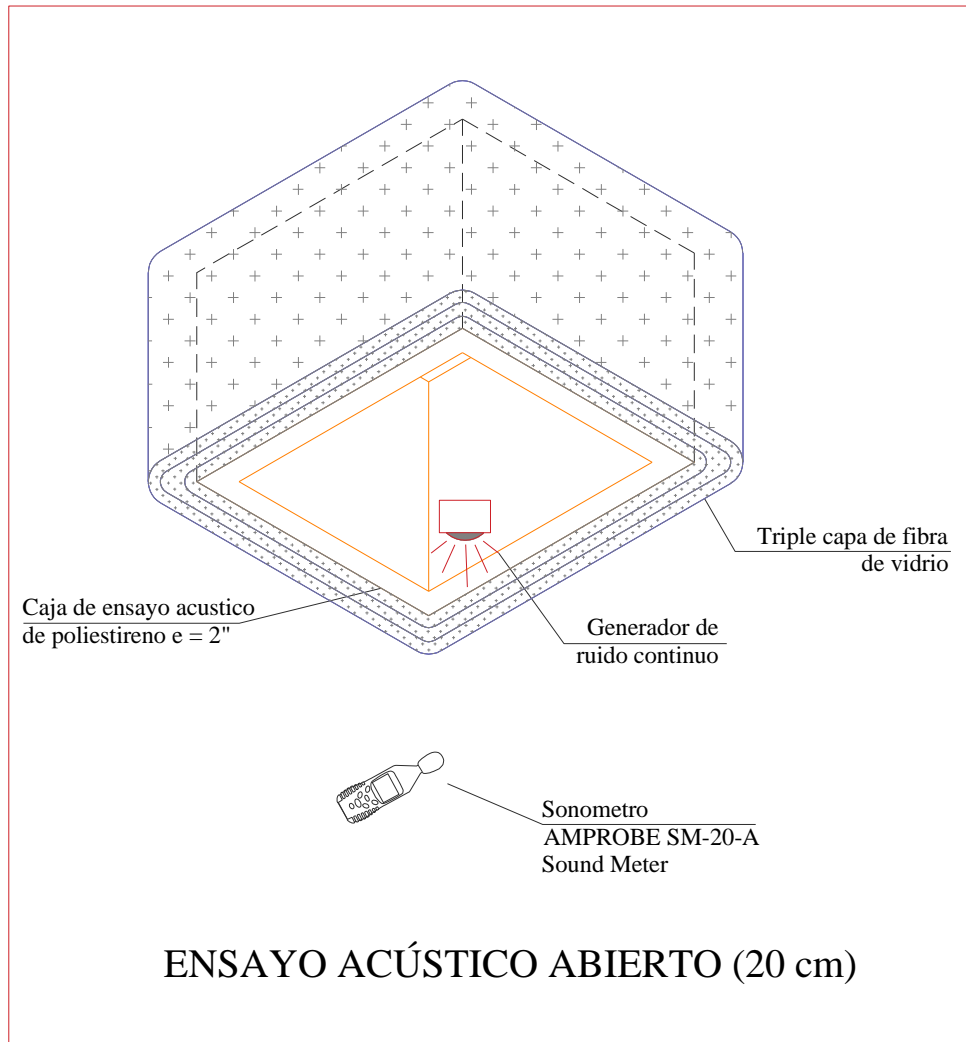
Fuente: Propia.

Medición de presión sonora de la licuadora dentro de la caja a una altura de 20 cm, para medir absorción acústica en losas aligeradas.

Para desarrollar la prueba acústica en las losas empezamos por medir la potencia sonora de la licuadora Oster en la caja a una altura de 20 cm.

La primera medición se realizó con la licuadora en el interior de la cámara acústica para tener como base al momento de calcular la absorción acústica de las losas aligeradas.

Figura 204. Esquema del procedimiento de medición para losas.



Fuente: Propia.

Se realizó la medición y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 24. Tabla de medición acústica de equipo sonoro a una distancia de 20 cm.

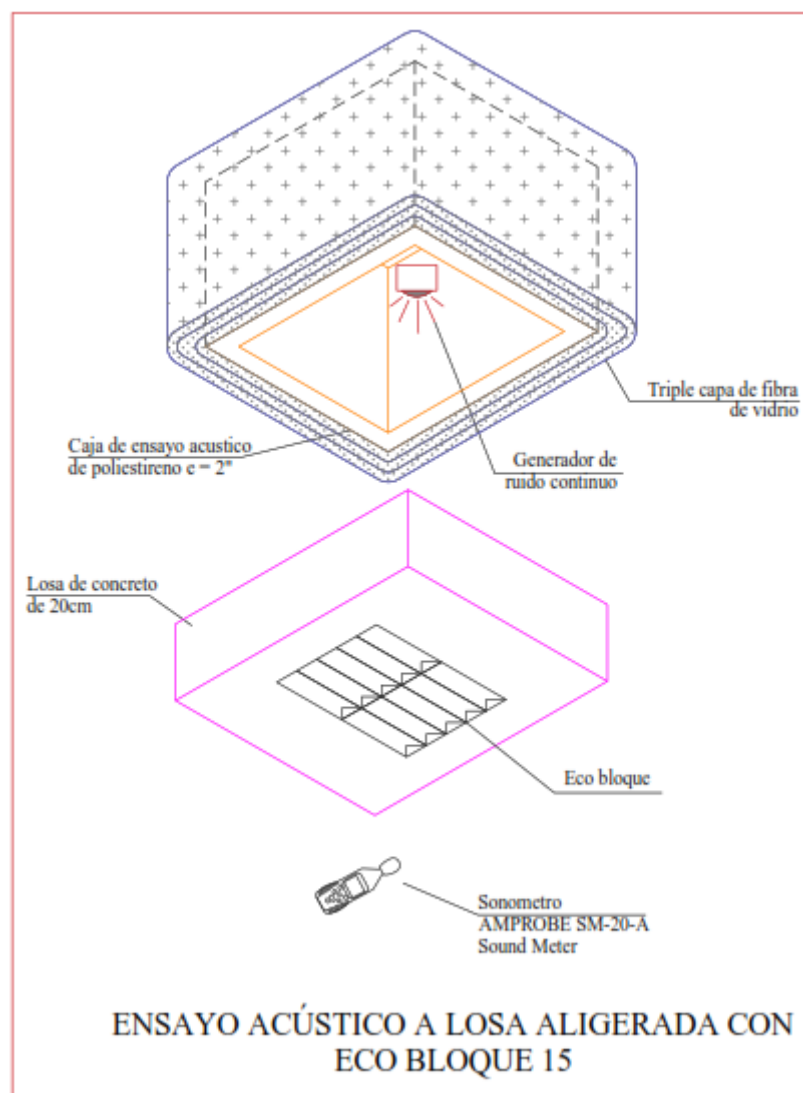
Medición acústica del aparato emisor a una distancia de 20 cm (dB)						
	1	2	3	4	5	6
Medida	80.4	80.7	80.20	80.50	80.20	80.20

Fuente: Propia.

Medición de la absorción acústica de losa aligerada con eco bloques.

Para la medición de absorción acústica de la losa aligerada construida a base de eco bloques, se cambiaron algunos puntos como la distancia, el tipo de configuración. Para este caso, al ser las losas demasiado pesadas, se procedió a apoyarlas sobre ladrillos y en la parte superior se colocó la caja de ensayo acústico para de ese modo facilitar la medición.

Figura 205. Esquema del procedimiento de medición en losas de eco bloque.



Fuente: Propia.

Figura 206. Losa aligerada colocada sobre ladrillos para medición acústica.



Fuente: Propia.

Figura 207. Losa aligerada lista para medición acústica.



Fuente: Propia.

Figura 208. Vista del equipamiento completo que interviene en el ensayo acústico.



Fuente: Propia.

Figura 209. Sonómetro realizando las primeras lecturas.



Fuente: Propia.

Tabla 25. Tabla de medición de dB de losa aligerada tradicional.

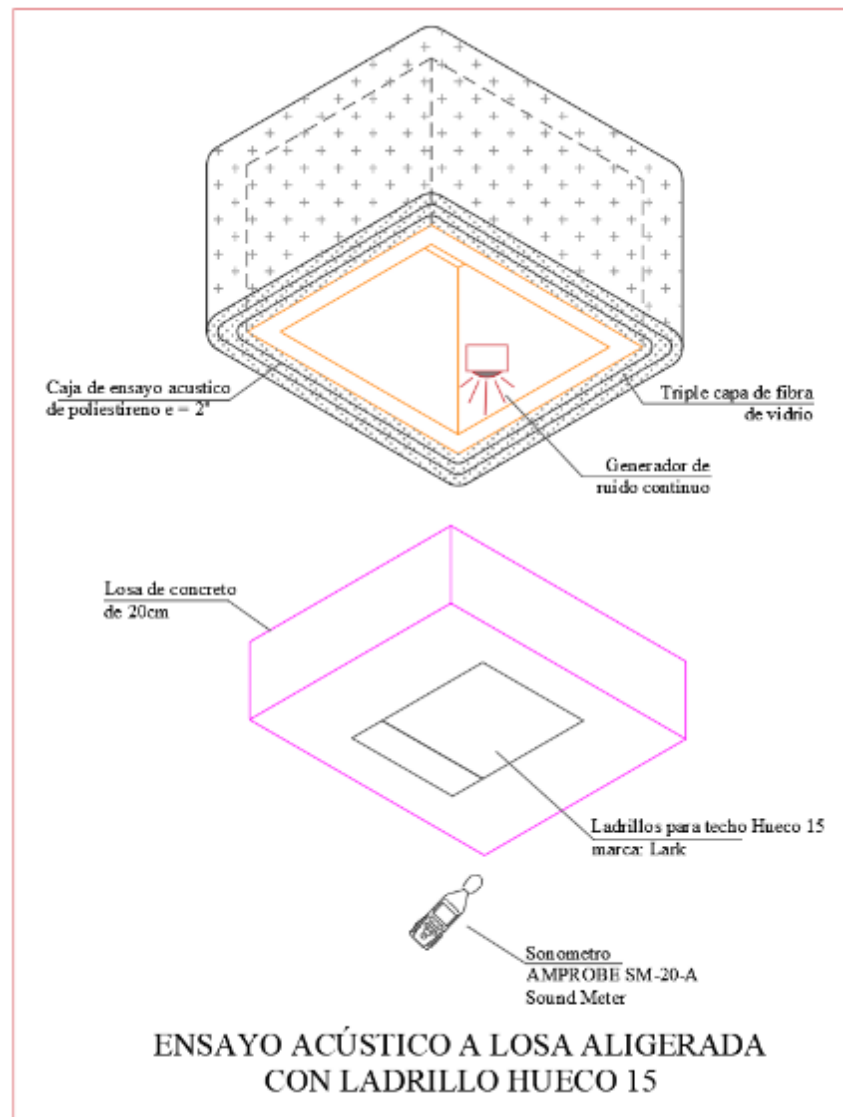
Absorción acústica de losa aligerada con eco bloques (dB)						
	1	2	3	4	5	6
Medida	53.8	53.7	53.6	53.3	53.5	53.6

Fuente: Propia.

Medición de la absorción acústica de la losa aligerada con ladrillo de techo hueco 15.

Para la medición acústica de la losa aligerada tradicional se realizó el mismo procedimiento que para la losa aligerada con eco ladrillos.

Figura 210. Esquema de procedimiento de medición para losa aligerada tradicional.



Fuente: Propia.

Figura 211. Colocación del equipo emisor de ruido constante.



Fuente: Propia.

Figura 212. Configurando sonómetro para medición.



Fuente: Propia.

Figura 213. Toma de datos de lecturas del sonómetro.



Fuente: Propia.

Tabla 26. Tabla de medición de losa aligerada tradicional.

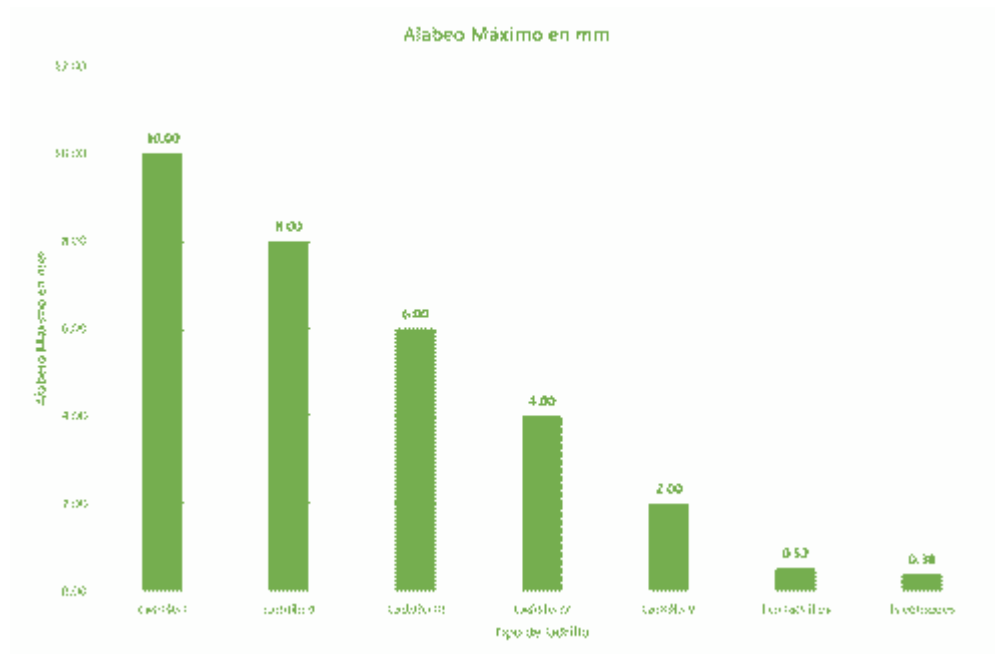
Absorción acústica de losa aligerada con eco bloques (dB)						
	1	2	3	4	5	6
Medida	58.9	58.7	58.5	58.6	58.5	58.7

Fuente: Propia.

4.4.8 Análisis Estadístico.

4.4.9.1 Alabeo.

Figura 214. Gráfico de alabeo de eco ladrillos, eco bloques y ladrillos.



Fuente: Elaboración propia.

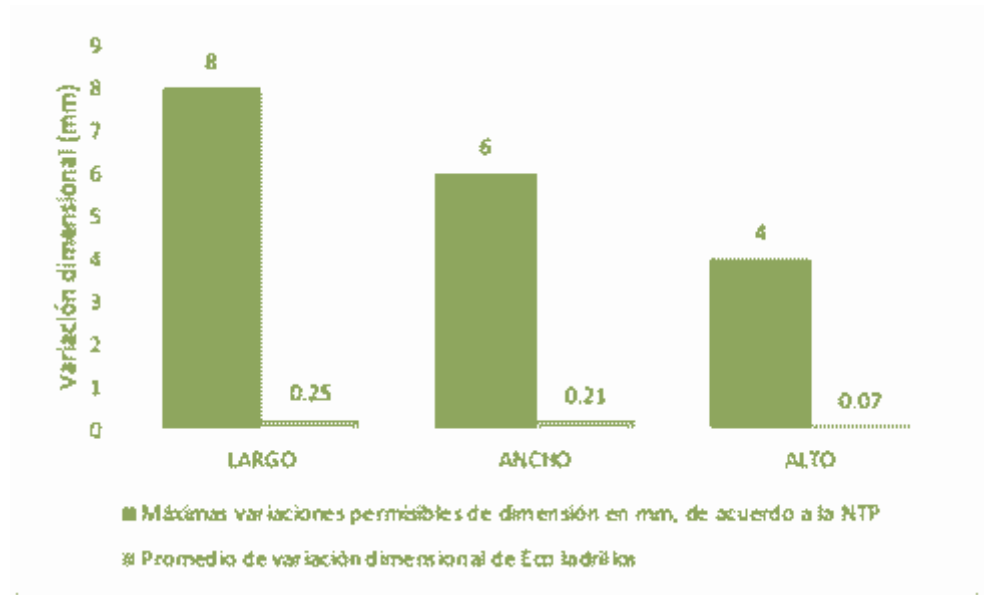
Conclusión:

Las unidades de albañilería solidas fueron elaboradas en moldes de madera y melamina, los cuales fueron construidos a escuadra y bien asegurados, por ello el alabeo es mínimo. Lo único que genera una ligera concavidad es el empalme del envase multicapa en una cara de asiento, también los vértices no son angulosos, muy por el contrario, son ligeramente boleados.

Entonces en cuanto al alabeo nuestras unidades de albañilería cumplen con lo mínimo requerido por el RNE E070.

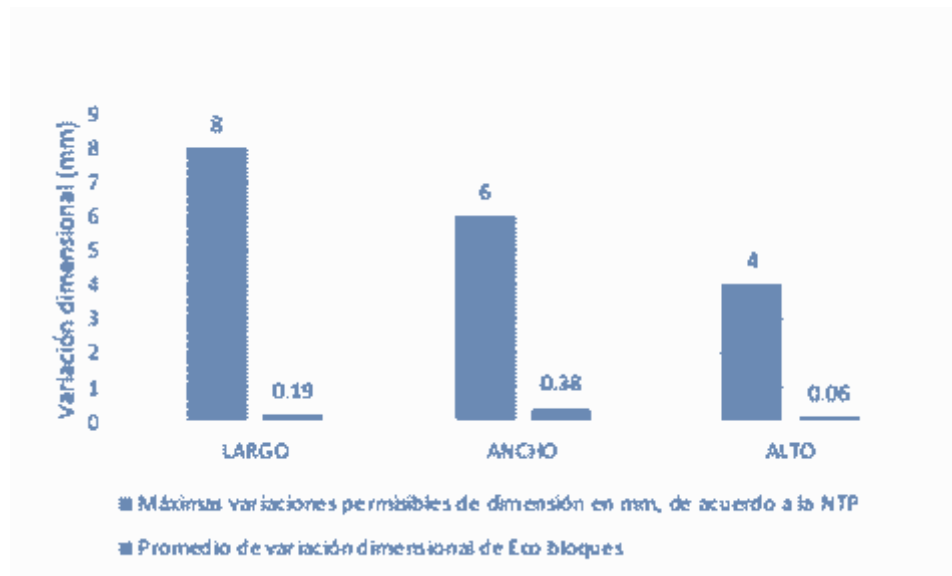
4.4.9.2 Variación Dimensional.

Figura 215. Gráfico de variación dimensional de eco ladrillos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 216. Gráfico de variación dimensional de eco ladrillos para eco bloques



Fuente: Elaboración propia.

Conclusión:

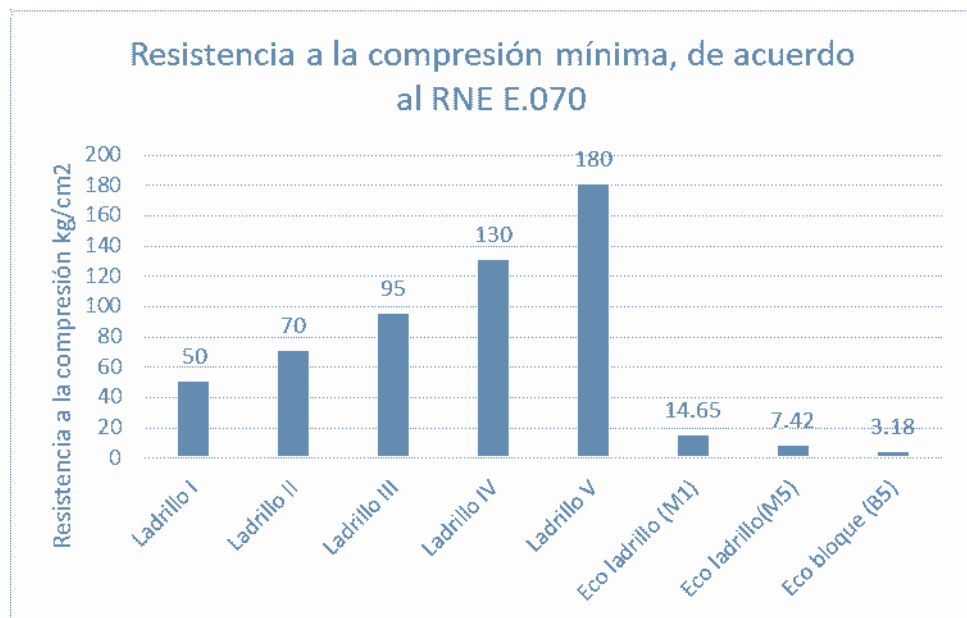
Es necesario indicar que el tipo de eco ladrillo a diseñar es similar al Ladrillo I del RNE E070, el cual tiene las variaciones dimensionales

indicadas en el gráfico de barras. Del gráfico se aprecia que las eco unidades de albañilería diseñadas muestran menor variación dimensional que las mínimas requeridas por el RNE para el tipo de ladrillo.

Entonces en cuanto a la variación dimensional comparado con el tipo de ladrillo del RNE (ladrillo I), nuestro eco ladrillo diseñado cumple lo mínimo requerido por el RNE E070.

4.4.9.3 Compresión y Densidad de la unidad de albañilería.

Figura 217. Resistencias a la compresión.



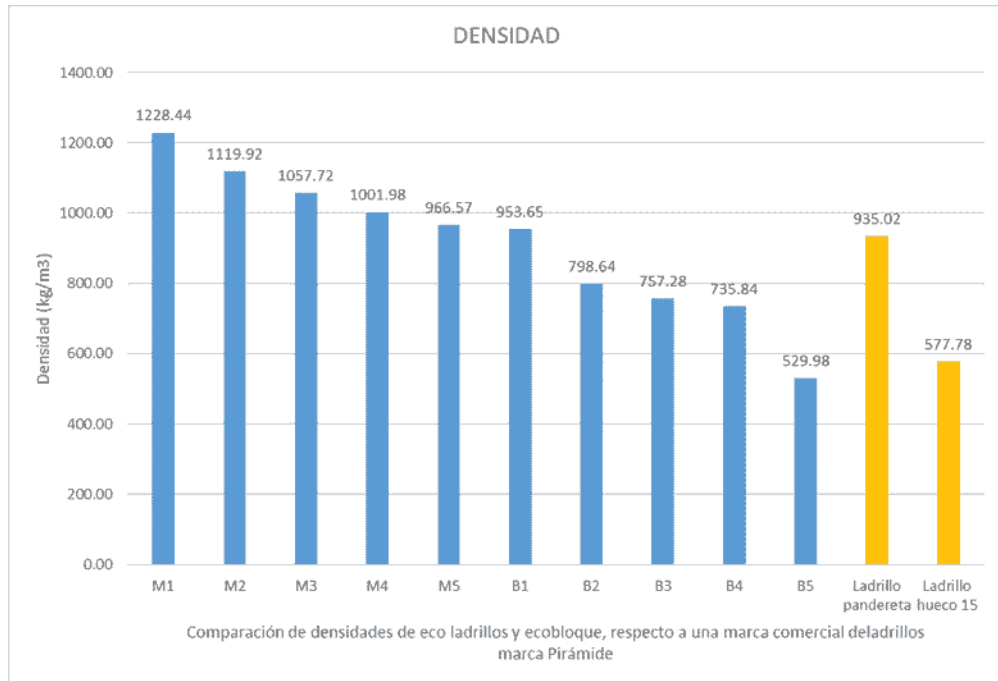
Fuente: Propia.

Conclusión:

Las unidades de albañilería diseñados no cumplen con la resistencia a la compresión para ser clasificado Ladrillo I. La muestra M1 tiene la mayor resistencia de las eco unidades de albañilería, pero es muy pesado en comparación al ladrillo pandereta, por ello se eligió la muestra M5 como la más adecuada para la construcción del eco muro

y se eligió a la muestra B5 como la más adecuada para formar el eco bloque ya que es la más liviana y puede soportar el tránsito de los operarios sin deformarse.

Figura 218. Diagrama de densidades.



Fuente: Propia.

Conclusión:

Para elegir las eco unidades de albañilería nos enfocamos básicamente en la densidad ya que son para usos en muros cortina y losas aligeradas.

La elección del eco ladrillo se realizó eligiendo a la muestra cuya densidad se asemeje más a la densidad del ladrillo pandereta, y la que más se acerca es la muestra M5.

La elección del eco ladrillo que formara el eco bloque se realizó eligiendo a la muestra cuya densidad se asemeje a la del ladrillo de techo de 30*30*12 (ladrillo hueco 15), y la que cumple dichos requisitos es la muestra B5, la cual es 12% más ligera.

4.4.9.6 Acústico.

Eco muros

Figura 219. Formato de medición acústica en muro.

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FIC LIMA		FECHA: Septiembre 2020
ENSAYO :	ENSAYO ACÚSTICO	NORMA: ECAD.S. Nº 085-2-003-PCM UNE-EN ISO 717-1:2013
TESIS :	"ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADAS"	
UBICACIÓN :	PUENTE PIEDRA LIMA	
AUTORES :	FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA	
MUESTRA :	MUROS DE ECO LADRILLOS Y MURO DE LADRILLO PANDERETA	CANTIDAD : 02 MURETES

MECALPE CALIBRACION CC-1366-2020
AMPROBE SM-20-A Sound Meter-A

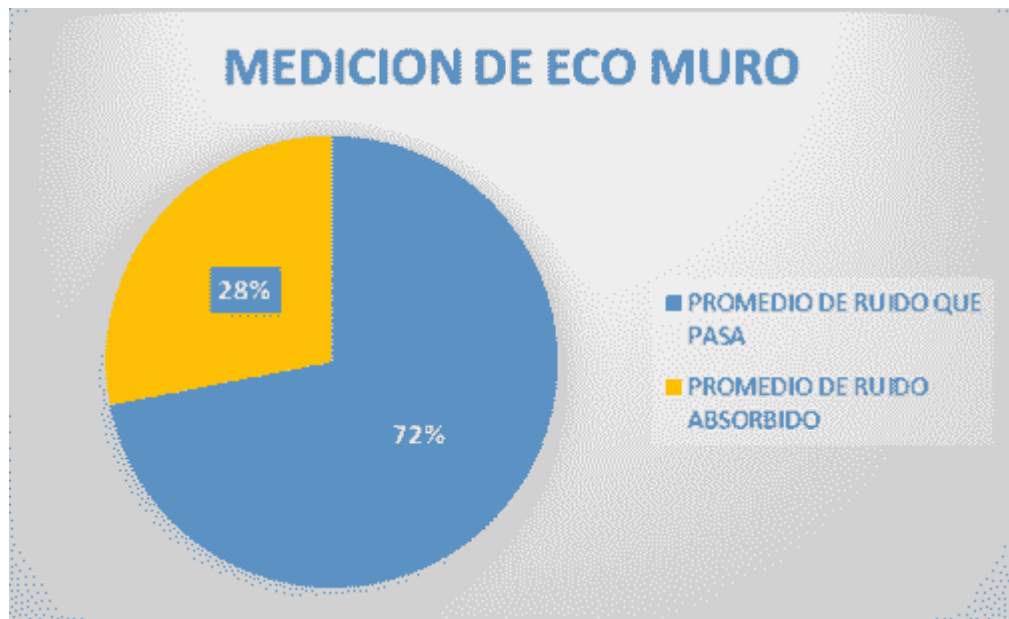
CONSIDERACIONES:

- * El equipo de medición acústica cuenta con certificado de calibración vigente.
- * Se cuenta con la ficha técnica del equipo.
- * Medición acústico del ambiente (Db)

MUESTRA	DISTANCIA	MEDICION AL AIRE LIBRE	PROMEDIO DE RUJIDO QUE PASA	PROMEDIO DE RUJIDO ABSORBIDO
	CM	Db	dB	Db
MEDICION AL AIRE LIBRE PARA ECO MUROS	58 cm	72.87	72.87	0.00
MEDICION DE ECO MURO	58 cm	72.87	52.43	20.44
MEDICION DE MURO PANDERETA	58 cm	72.87	53.83	19.04

Fuente: Propia.

Figura 220. Medición acústica en eco muro.



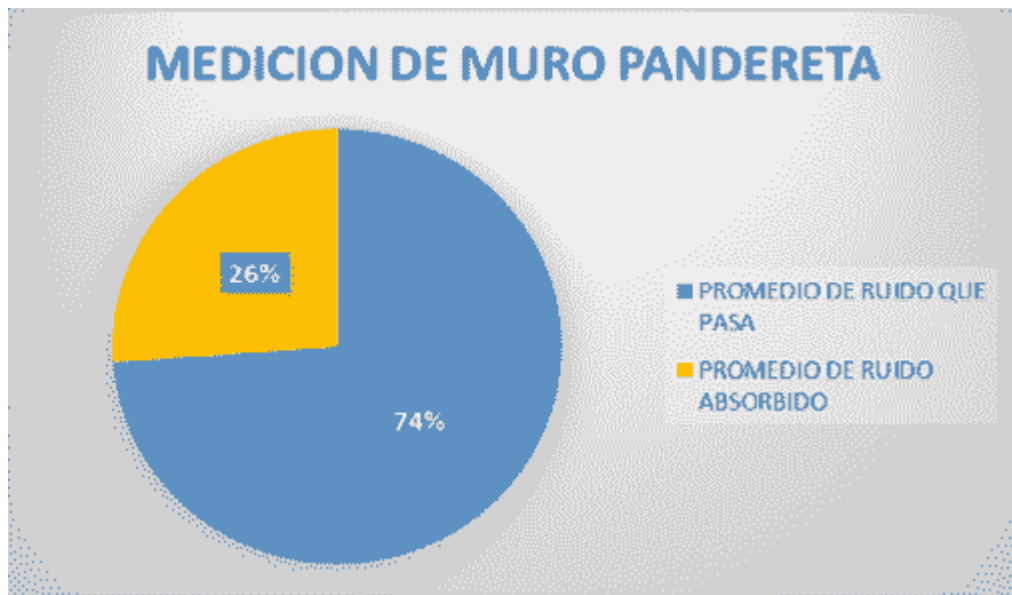
Fuente: Propia.

Conclusión:

Se observa que el ecomuro absorbe el 28% del total de ruido generado, 2% más que el muro de ladrillo pandereta.

Se aprecia que la absorción acústica es ligeramente mayor a la del muro de ladrillo pandereta, esto se debe a la diferencia en espesores de los muros, ya que el muro pandereta tiene un espesor de 11cm, mientras que el ecomuro tiene un espesor de 9cm.

Figura 221. Medición acústica muro pandereta.



Fuente: Propia.

Conclusión:

El muro pandereta absorbió el 26% del total del ruido emitido, 2% menos que el ecomuro, vale decir que ambos muros no fueron tarrajeados.

Eco losa aligerada

Figura 222. Formato de medición acústica.

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES RIC LIMA		FECHA: Septiembre 2020
ENSAYO :	ENSAYO ACÚSTICO	NORMA: ECA D.S. Nº 085-2003-PCM UNE-EN ISO 717-1:2013
TESIS :	"ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADAS"	
UBICACIÓN :	PUENTE PIEDRA LIMA	
AUTORES :	FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA / KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA	
MUESTRA :	LOSA HECHA DE ECO BLOQUES Y LOSA HECHA CON LADRILLO DE TECHO "HUECO 15"	CANTIDAD : 02 MURETES

MECALPE CALIBRACION CC-1356-2020	
AMP ROBE SM-20-A Sound Meter-A	

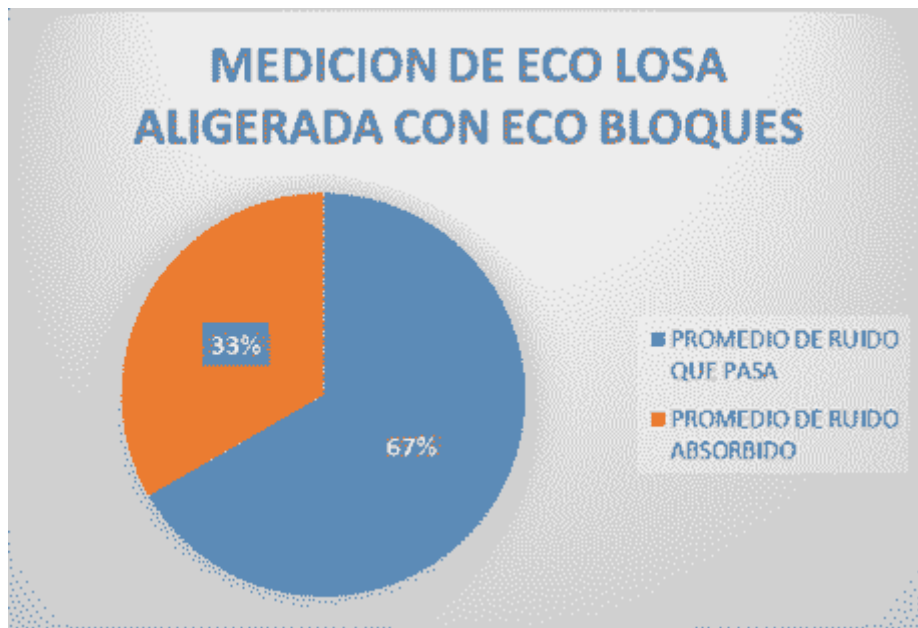
CONSIDERACIONES:

- El equipo de medición acústica cuenta con certificado de calibración vigente.
- Se cuenta con la ficha técnica del equipo.
- Medición acústico del ambiente (Db)

MUESTRA	Distancia	MEDICION AL AIRE LIBRE	PROMEDIO DE RUIDO QUE PASA	PROMEDIO DE RUIDO ABSORBIDO
	CM	Db	dB	Db
MEDICION AL AIRE LIBRE PARA LOSAS	20 cm	80.37	72.87	
MEDICION DE ECO LOSA ALIGERADA CON ECO BLOQUES	20 cm	80.37	53.58	26.79
MEDICION DE LOSA ALOGERADA CON LADRILLO DE TECHO, HUECO 15	20 cm	80.37	58.65	21.72

Fuente: Propia.

Figura 223. Medición acuática eco losa.

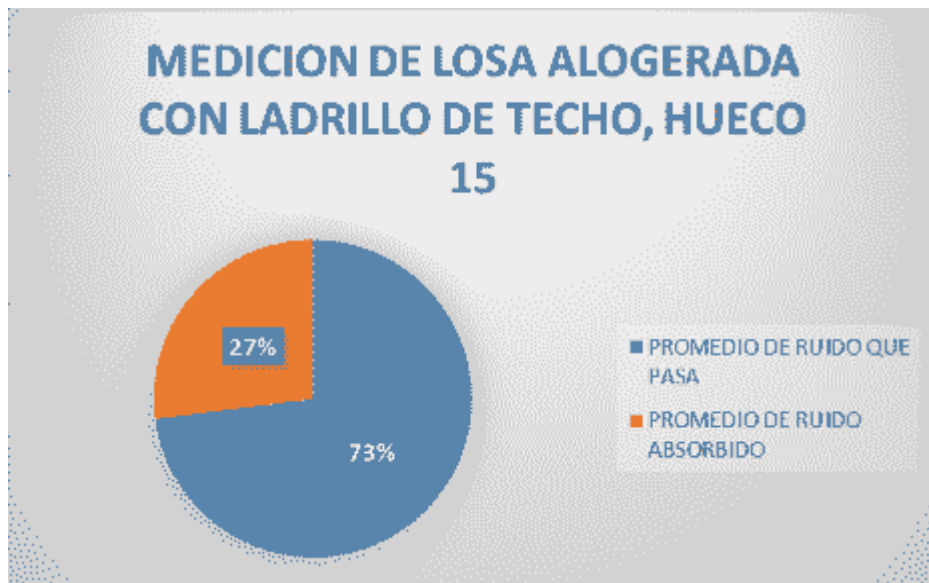


Fuente: Propia.

Conclusión:

La losa aligerada construida con eco bloques absorbe el 33% del total de ruido generado, 6% más que la losa aligerada tradicional, eso demuestra que el eco bloque es muy viable ya que es ecológico, más liviano y más acústico.

Figura 224. Medición acústica losa convencional.



Fuente: Propia.

Conclusión:

La losa aligerada tradicional construida con ladrillo de la marca Lark de altura 15cm, absorbió el 27% del ruido generado, 6% menos que la losa aligerada construida con eco bloques.

4.4.9.7 Análisis de costos

Se realizó un comparativo entre el ACU del muro de ladrillos pandereta versus el ACU del muro de eco ladrillos, con la finalidad de evaluar la diferencia de costos de ambos muros.

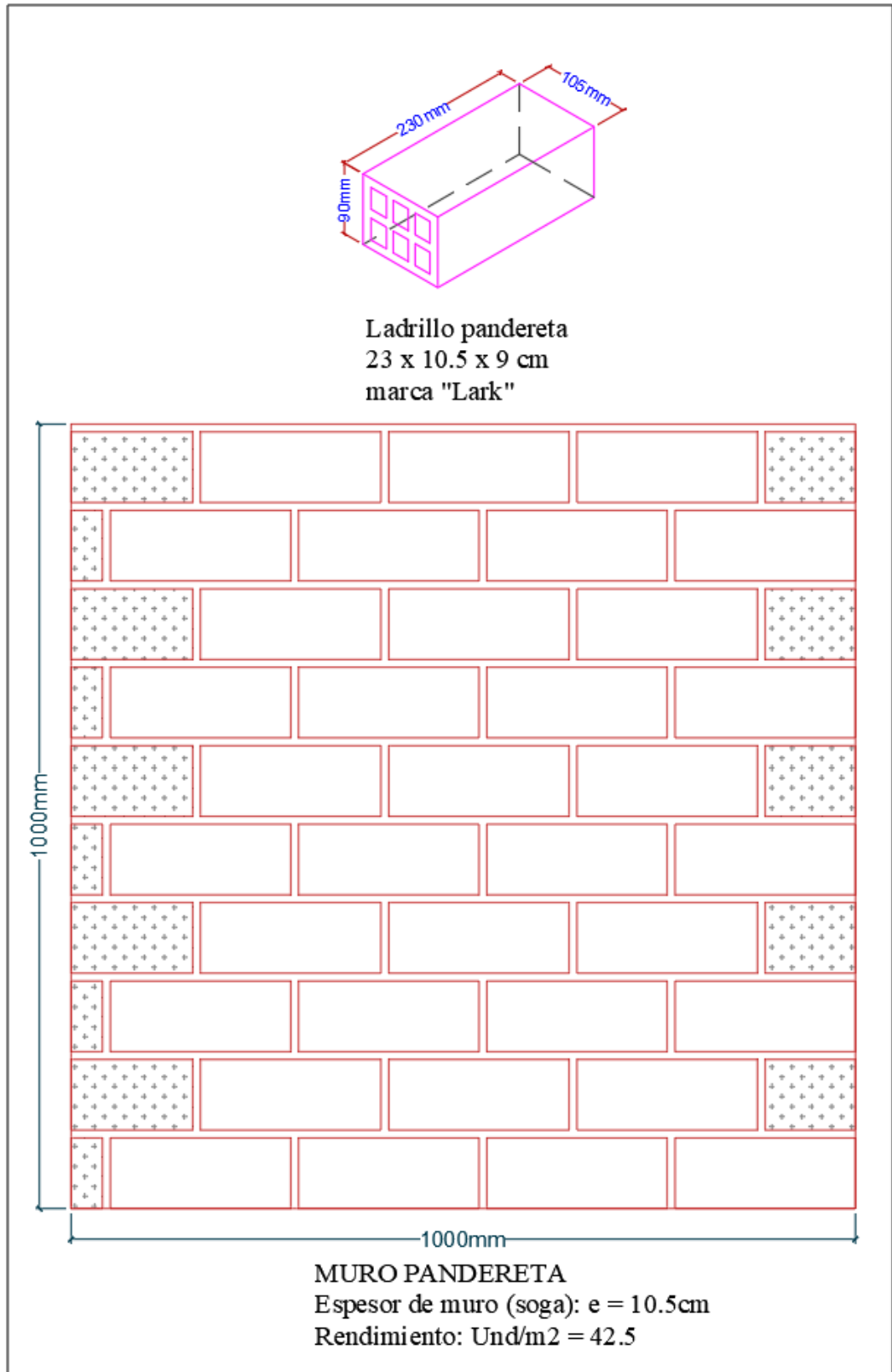
Figura 225. ACU de un m2 de muro de ladrillo pandereta.

OE.3.1.3.15* MURO LADR.PANDERETA DE SOGA MEZC.C:A 1:4 P/TARRAJEAR					73,09
Rendimiento : 9.00		m2			
0101010001	CAPATAZ	hh	0,0889	28,19	2,51
0101010002	OPERARIO	hh	0,8889	23,49	20,88
0101010004	PEON	hh	0,4444	16,79	7,46
0220010003	ARENA GRUESA	m3	0,0261	48,31	1,26
0222010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5 kg)	bls	0,2321	18,92	4,39
022G180002	MADERA ANDAMIAJE	p2	0,4030	3,50	1,41
022L030006	LADRILLO ARCILLA PANDERETA 10x12x24cm	mll	0,0400	838,98	33,56
022Q140005	CLAVO C/CABEZA P/CONSTRUCCION D. PROMEDIO	kg	0,0100	5,34	0,05
0238270001	AGUA	m3	0,0056	5,68	0,03
0391010101	HERRAMIENTA MANUAL	%MO	5,0000	30,85	1,54

Fuente: Revista Costos – febrero 2021.

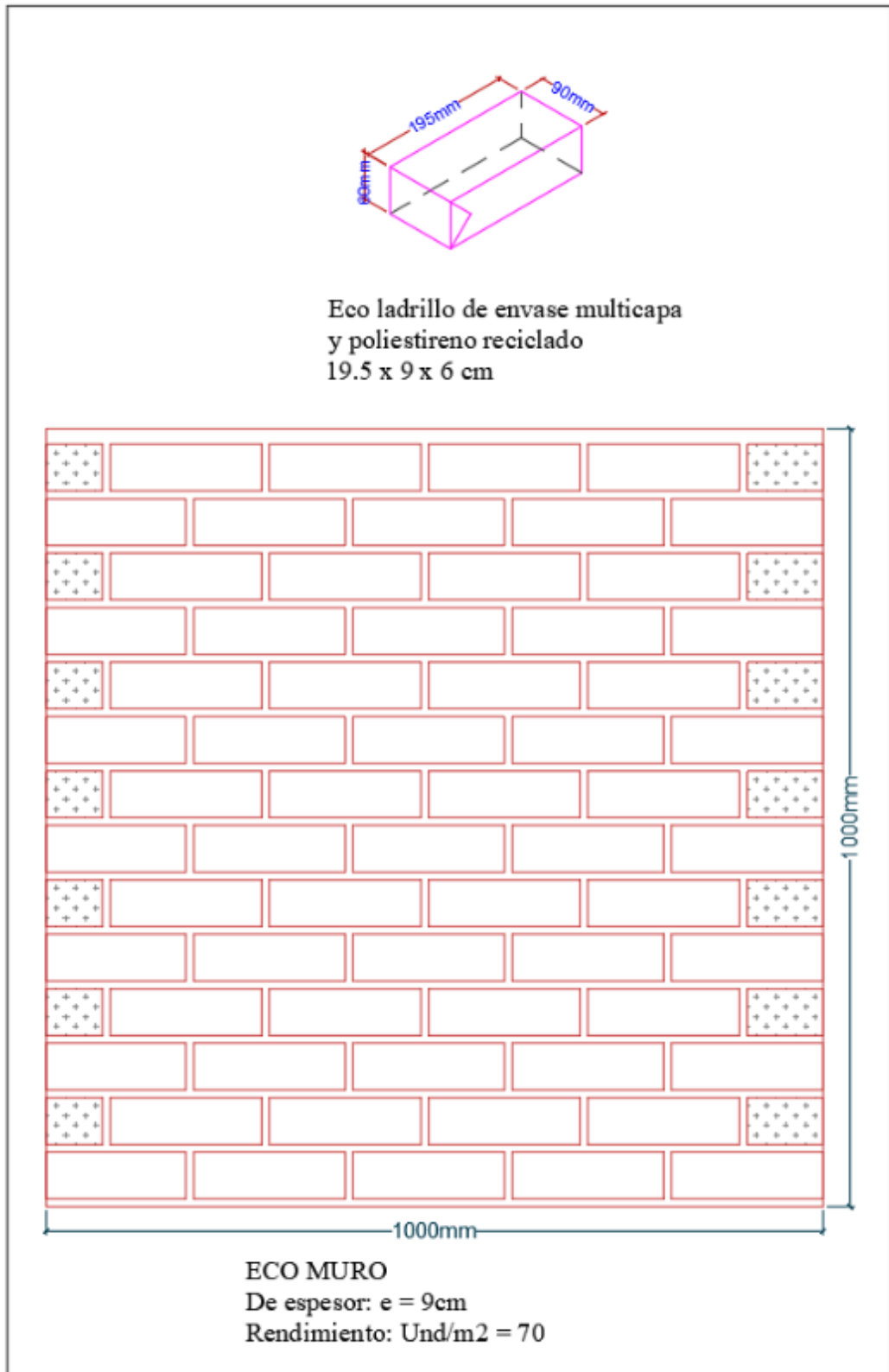
El precio referencial que hemos tomado para el presente trabajo de investigación es el que se encuentra en la revista costos, tal como se muestra en el análisis de costos unitarios de la Revista “Costos” para mano de obra y materiales, el cual actualiza sus costos mensualmente, y que para el mes de febrero del 2021 tiene como precio, a todo costo, el monto de S/ 73.09 por m2 de muro de ladrillo pandereta de sogá.

Figura 226. Rendimiento del ladrillo pandereta por m2.



Fuente: Propia.

Figura 227. Rendimiento del eco ladrillo por m2.



Fuente: Propia.

Figura 228. ACU de un m2 de tabiquería con eco ladrillos

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL	SUBTOTAL
MUROS Y TABIQUES					
MAMPOSTERIA DE ECO LADRILLO					
Rendimiento: 9 m2 /día	m2				
CAPATAZ	hh	0.0889	28.19	2.51	
OPERARIO	hh	0.8889	23.49	20.88	
PEON	hh	0.4444	16.79	7.46	30.85
ARENA GRUESA	m3	0.0261	48.31	1.26	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS:42.5kg)	bls	0.2321	18.92	4.39	
MADERA ANDAMIAJE	p2	0.4030	3.50	1.41	
ECO LADRILLO	mll	0.0700	420.00	29.40	
CLAVO C/CABEZA P/CONSTRUCCION D.PROME	kg	0.0100	5.34	0.05	
AGUA	m3	0.0056	5.68	0.03	36.55
HERRAMIENTAS	% M.O.	5.5000	30.85	1.70	1.70
TOTAL					69.09

Fuente: Propia.

Para el ACU del muro de eco ladrillos se asumió un precio referencial, ya que no contamos con antecedentes que nos ayuden a realizar una correcta estimación referencial. Para estimar el precio del eco ladrillo nos basamos en su composición más importante (poliestireno, fibra PET y envases multicapas), los cuales vienen a formar más del 50% del volumen del eco ladrillo y el cual es material reciclado. Por ello se redujo el costo a la mitad ya que también es de menor tamaño.

El costo unitario del m2 de tabiquería con eco ladrillos es de S/ 69.09 nuevos soles y el de ladrillo pandereta es de S/ 73.09, con diferencia de S/.4.00.

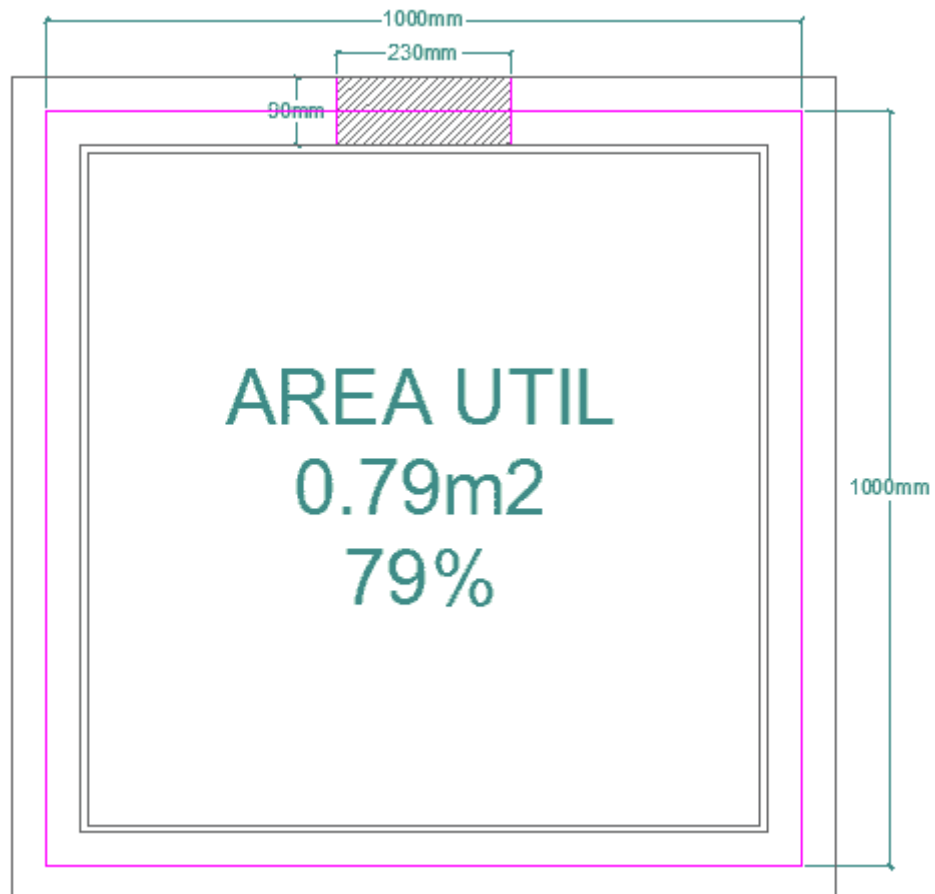
El ladrillo de techo H15 de 30x30x15cm de la marca Lark tiene un costo de S/ 3.01 (21/07/2021) mientras que el eco bloque este compuesto en un 73% por poliestireno y fibra PET, lo cual lo convierte en muy económico, lo cual podría llegar a costar un 50% menos, S/ 1.50 (en un caso hipotético).

4.4.9.8 Análisis de optimización de espacios

Los muros conformados por eco ladrillos tienen un espesor de 6cm, respecto a los muros de pandereta que tienen 9cm de espesor (de acuerdo a los muros que se elaboraron para la presente tesis).

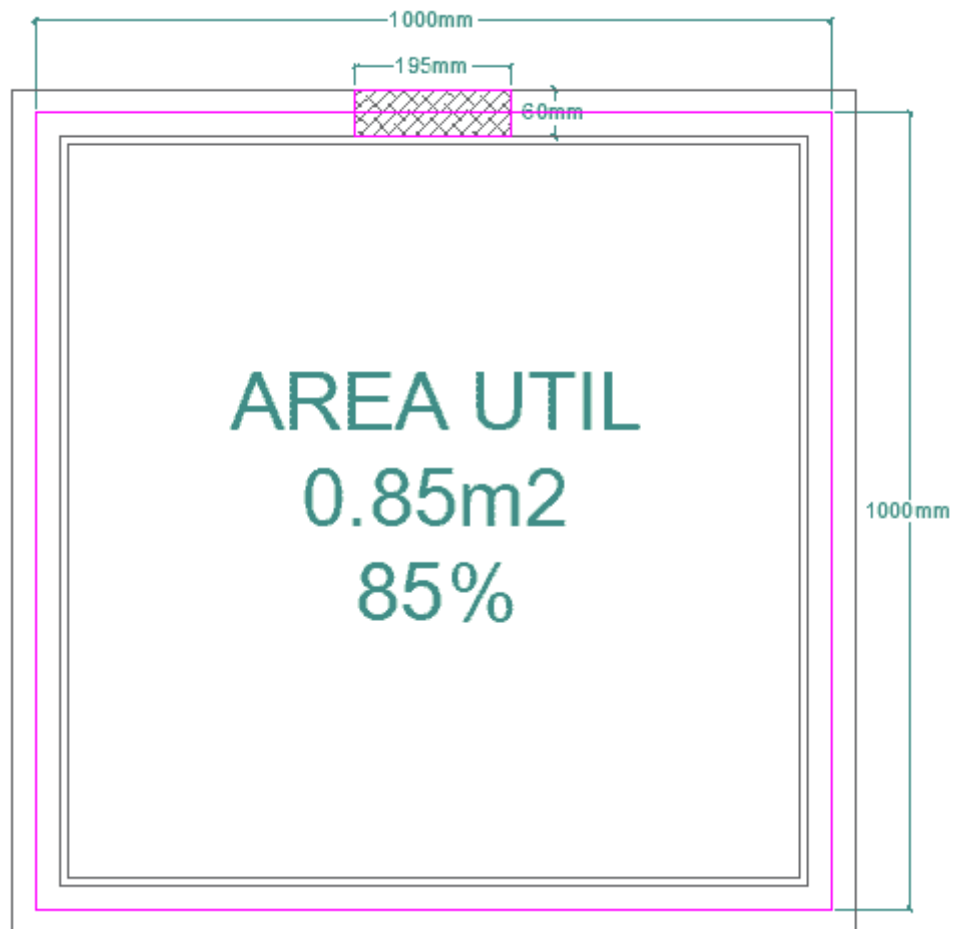
A continuación, se detalla en cuanto porcentaje aumenta el área útil de un ambiente (en m²) construido con eco ladrillos y otro ambiente con ladrillos pandereta.

Figura 229. Área útil de la mampostería con ladrillo pandereta.



Fuente: Propia.

Figura 230. Área útil de mampostería de eco ladrillo.



Fuente: Propia.

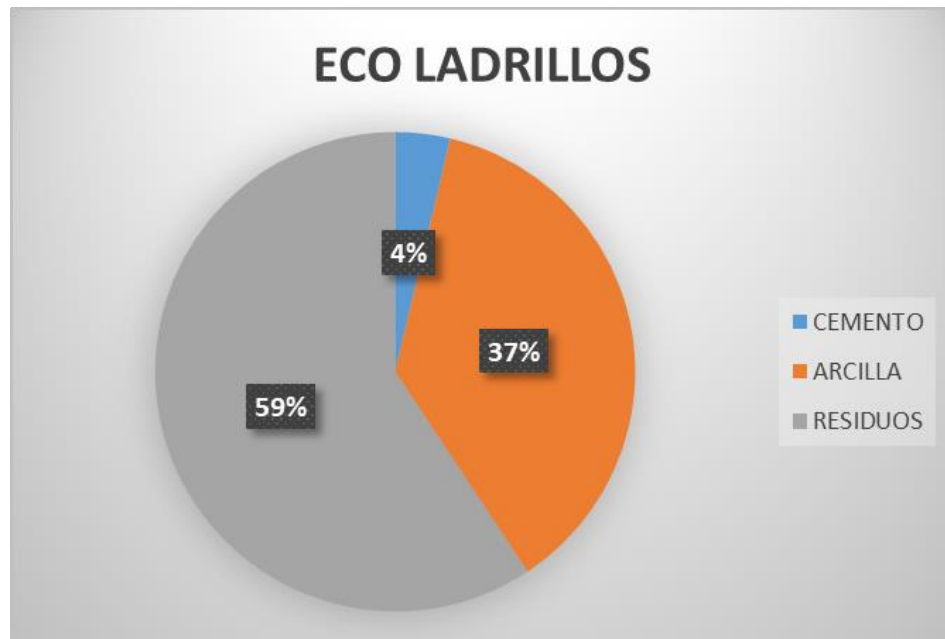
Se concluye que la mampostería de eco ladrillo aumenta en un 6% el área útil de los ambientes, por lo que se ha optimizado en relación a espacios útiles dentro de una edificación.

4.4.9.9 Análisis del aporte ecológico

Al usar como materia prima para su fabricación el poliestireno, los envases multicapas y el polietileno de tereftalato; los eco ladrillos contribuyen enormemente con el medio ambiente, ya que esos residuos

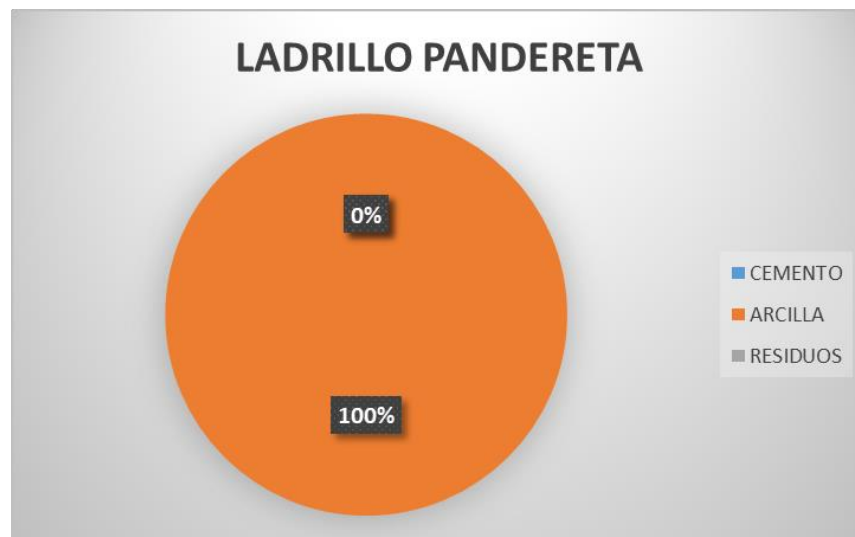
son de un solo uso por ellos se realizó un análisis de aporte ecológico con respecto al ladrillo pandereta.

Figura 231. Composición eco ladrillos.



Fuente: Propia.

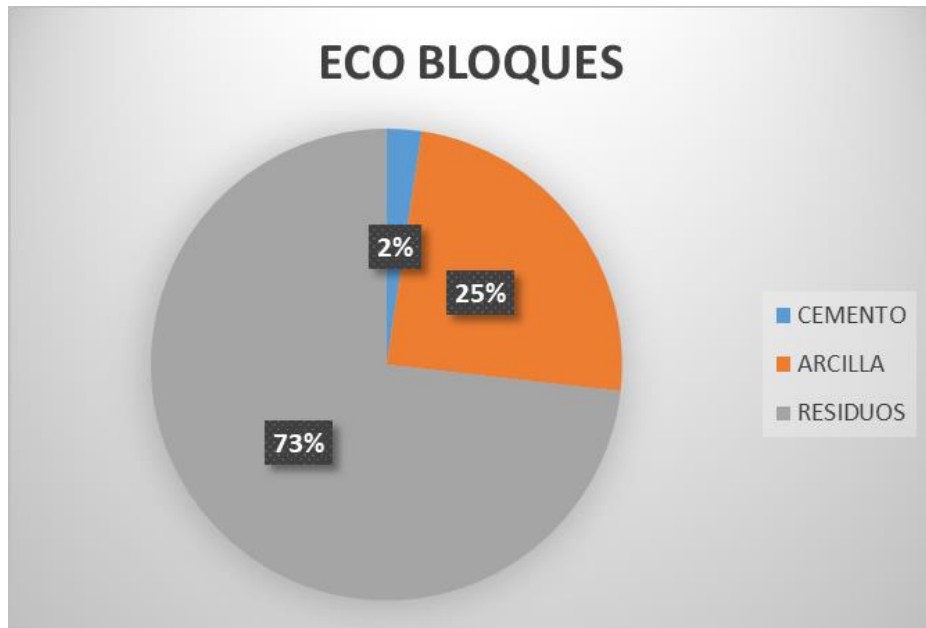
Figura 232. Composición ladrillo pandereta.



Fuente: Propia.

Los eco ladrillos tienen 59% de residuos sólidos en su composición, mientras que los ladrillos pandereta convencionales están fabricados con 100% arcilla cocida. Se aprecia que se está aprovechando enormemente el uso de los residuos sólidos no biodegradables de un solo uso, que generalmente contaminan mares, ríos, bosques, etc.

Figura 233. Composición eco bloques.



Fuente: Propia.

Figura 234. Composición de bloque de convencional.



Fuente: Propia.

Los eco bloques tienen 73% de residuos sólidos en su composición, mientras que los ladrillos de techos convencionales estos fabricados con 100% arcilla cocida. Se aprecia que se está aprovechando enormemente el uso de los residuos sólidos no biodegradables de un solo uso, que generalmente contaminan aguas y suelos, etc.

4.5 Proceso Constructivo de eco muro y eco losa.

4.5.1 Proceso Constructivo de Eco Losa Aligerada.

A continuación, estableceremos el procedimiento constructivo de la losa aligerada con eco bloques, el cual tiene muchos beneficios a favor del medio ambiente ya que es ecológico, económico, más liviano, más acústico y no ensucia a diferencia de los casetones de poliestireno.

Procedimiento de vaciado de losa aligerada con eco bloques:

1. Objetivo.

El objetivo de este procedimiento es establecer un procedimiento a seguir para la realización de los trabajos de vaciado de losa aligerada con eco ladrillos.

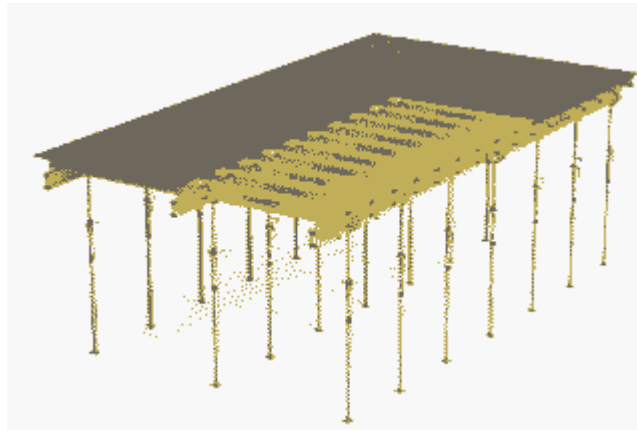
2. Alcance.

Este procedimiento es aplicable a la ejecución de vaciado de losas aligeradas con eco bloques; H15 Y H12.

3. Desarrollo.

- a) Delimitar el área de trabajo, tomando todos los controles de seguridad para evitar cualquier percance en la realización de la actividad.
- b) Encofrar la plataforma completa, seguidamente realizar los trazos para la colocación de los eco bloques. Vale decir que de ninguna forma se realizara encofrados con tablas.

Figura 235. Cama de fenólico para losa.



Fuente: Encofrados Ulma.

- d) Finalmente se coloca el acero de temperatura, los tubos para las II. SS y II.EE, acero positivo y negativo y se procede a vaciar.

4.5.2 Proceso Constructivo de Eco Muro.

A continuación, describiremos el procedimiento constructivo para el eco muro, el cual tiene la ventaja de no necesitar humedecer las unidades de albañilería antes de construir ya que tiene la cubierta del envase multicapa y es acústico, también por sus dimensiones aumentan el área útil de los ambientes, tiene mayor absorción acústica y, por último, y mucho más importante, contribuye con el medio ambiente.

Procedimiento de asentado de eco ladrillo

1. Objetivo.

El objetivo de este procedimiento es el de establecer un procedimiento a seguir para la realización de los trabajos de asentado de eco ladrillos.

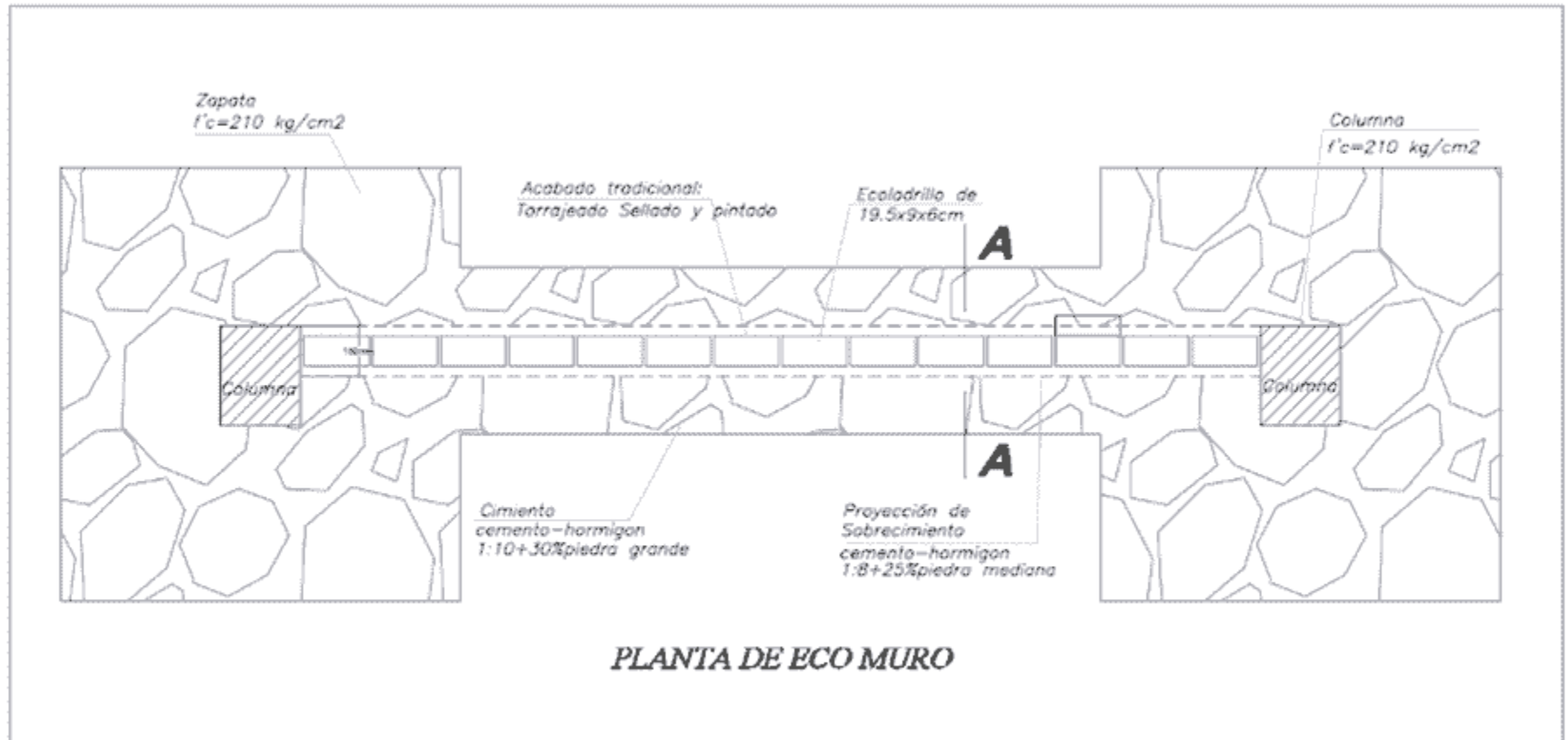
2. Alcance.

Este procedimiento es aplicable a la ejecución de colocación de eco ladrillos en muros no portantes, cercos, parapeto, ya sean de soga y/o cabeza.

3. Desarrollo.

- a) Delimitar el área de trabajo, tomando todos los controles de seguridad para evitar cualquier percance en la realización de la actividad.
- b) El vaciado del cimiento y sobrecimiento serán de acuerdo con el diseño de los planos de estructuras. Según siguiente figura.

Figura 238. Planta de proceso constructivo de muro.



Fuente: Propia.

- c) Trazado: consiste en el marcado con tiralíneas sobre la cara superior de la losa, de la ubicación y ancho de los tabiques proyectados en planos.
- d) No se mojará el ladrillo para asentarlo.
- e) Colocar escantillón para aplome de muro y calcular espesor de mortero, que no tiene que ser mayor a 1.5 cm ni menor a 1 cm. Se recomienda usar 1 cm de espesor de mortero.
- f) Preparar el mortero con proporción de 1 volumen de cemento para 6 volúmenes de arena gruesa.

Figura 239. Preparación de mortero del tipo no portante.



Fuente: Propia.

- g) Se cortará con amoladora las piezas de ladrillo que completaran la hilada según calculo previo.

Figura 240. Corte de eco ladrillo con amoladora.



Fuente: Propia.

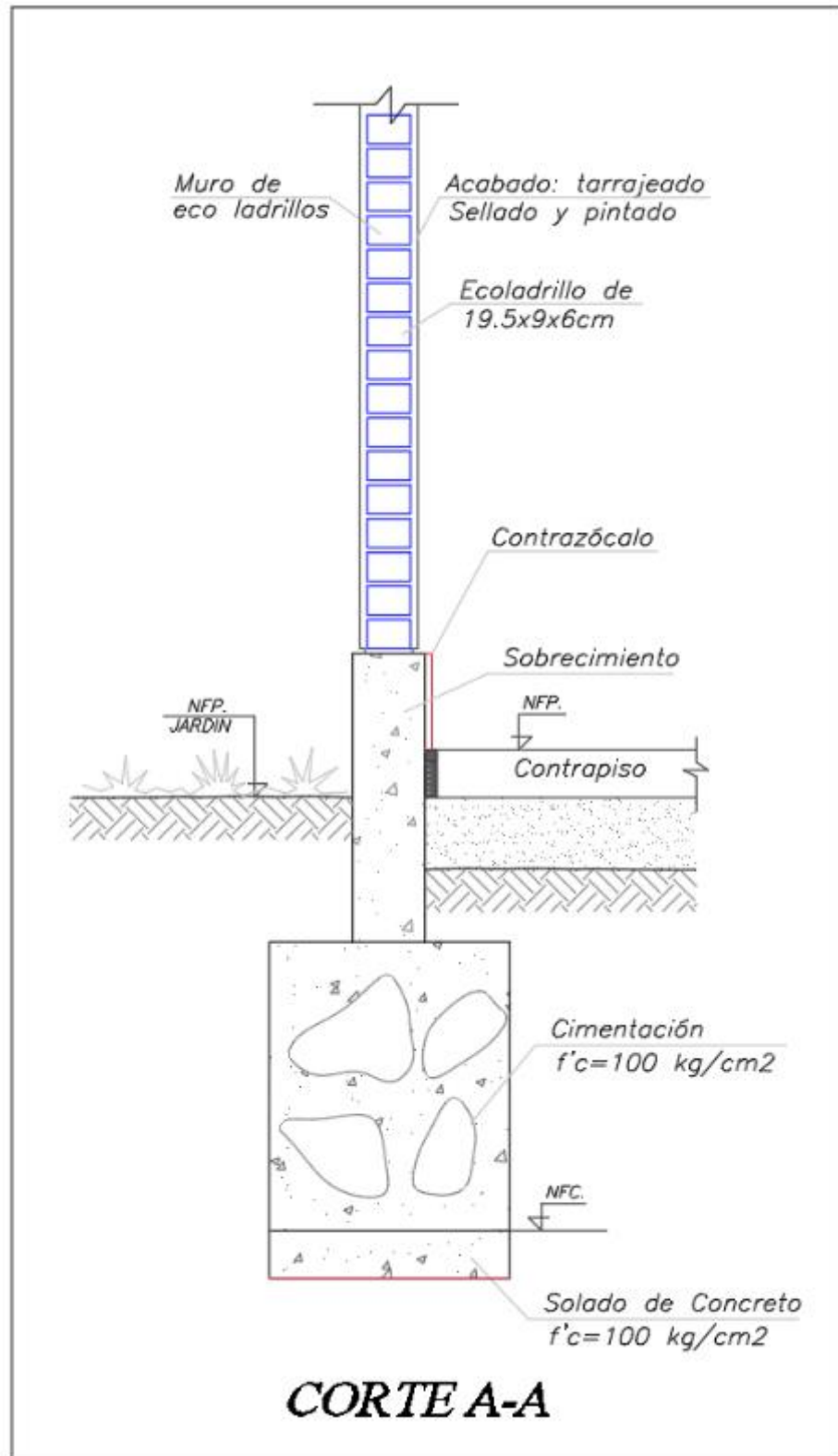
Figura 241. Piezas cortadas donde se muestra uniformidad de la mezcla en el corte.



Fuente: Propia.

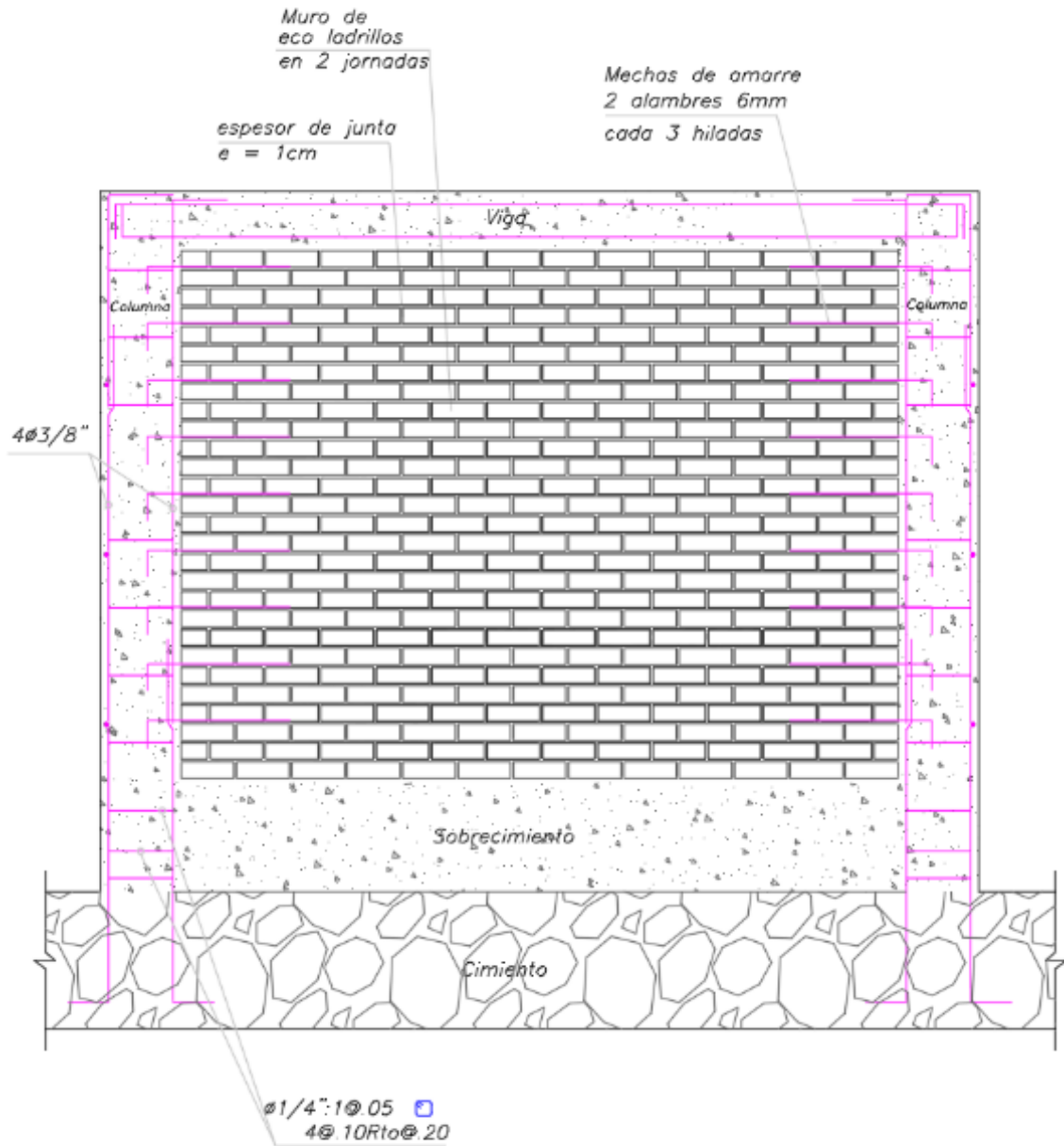
- h) Una vez terminado el asentado del eco muro, se procederá a encofrar las columnas de confinamiento y vigas según plano. (Ver siguiente figura)

Figura 242. Detalle de distribución de amarre horizontal de eco muro.



Fuente: Propia.

Figura 243. Elevación de detalle de refuerzo de eco muro.



**ELEVACION DE ECO MURO
CON REFUEZO VERTICAL**

Fuente: Propia.

- i) Al hacer los aparejos del al ras del muro, es necesario que se agreguen las mechas o chicotes de anclaje que deben entrar 40cm dentro de muro y 12.5cm en columna.

Tarrajeo de eco muro no portante

Para el tarrajeo del eco muro no se usó la malla expanded metal (malla gallinero) como se suele hacer para elementos no tradicionales; debido a que al hacer un tarrajeo convencional se pudo evidenciar la adherencia de la mezcla de tarrajeo en las unidades de albañilería que componen el ecomuro.

Esto debido a que las juntas distan de 60mm en el sentido vertical, lo cual permite que el tarrajeo fije bien por esta distancia. Para el tarrajeo se usó mortero fino en proporción 1:5 c: a, el cual nos garantizará una mejor adherencia.

Figura 244. Herramientas a utilizar.



Fuente: Propia.

Figura 245. Aplicación de lechada de cemento.



Fuente: Propia.

Figura 246. Preparación de mezcla para tarrajeo.



Fuente: Propia.

Figura 247. Mezcla lista para pañetear.



Fuente: Propia.

Figura 248. Pañeteo de muro.



Fuente: Propia.

Figura 249. Paleteo para identificar puntos a llenar.



Fuente: Propia.

Figura 250 Presentación de muro tarrajado



Fuente: Propia.

Figura 251. Canto de eco muro tarrajado y perfilado.



Fuente: Propia.

Pasado el tiempo de secado de los ecomuros tarrajados. Y a los 2 meses, se procedió a verificar el estado de la misma. Observándose que no presenta fisuras, grietas ni zonas hinchadas.

Para verificar el estado final del tarrajeo del muro a prueba; procedimos a golpearlo con un martillo con la finalidad de evidenciar el estado de la adherencia y los resultados fueron positivos.

Figura 252. Golpeamos el tarrajeo para verificar la adherencia del tarrajeo en los eco ladrillos



Fuente: Propia.

Figura 253. Estado del tarrajeo al someterlo a golpes con martillo



Fuente: Propia.

Figura 254. Desgaste de tarrajeo hasta llegar a los eco ladrillos



Fuente: Propia.

Adherencia entre mortero y eco ladrillo

El mortero en el eco muro de albañilería conforma las juntas horizontales y verticales que permiten la adherencia de las unidades. Los eco muros al ser considerados no portantes, llevan el mortero NP (1:6 ; cemento: arena) Como indica la Norma E.070 es un mortero para muros no portantes.

Luego de que el ecomuro cumplió 6 meses se procedió a buscar desprender las unidades de eco ladrillo del eco muro, notándose dificultad, por lo tanto, con ayuda de una comba se golpeó buscando desprender la unidad, al lograr desprender la unidad, se evidenció restos de mortero pegadas en las caras de asiento; así como en la cara del llenado del eco ladrillo (cara vertical), esta cara al estar en contacto con la junta vertical, presentó mayor adherencia con la pieza contigua.

Figura 255. Prueba de desprendimiento de eco ladrillo con golpes.



Fuente: Propia.

Figura 256. Muro con eco ladrillo desprendido



Fuente: Propia.

Figura 257. Unidad de eco ladrillo con mortero en superficie de asiento



Fuente: Propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Contrastación de hipótesis general

Ho: La utilización de unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido optimizan la construcción de muros no portantes y losas aligeradas.

H1: La utilización de unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido no optimizan la construcción de muros no portantes y losas aligeradas.

A partir de los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis nula (H0), que establece que la utilización de unidades de albañilería si optimizan la construcción de muros no portantes y losas aligeradas según lo detallado a continuación:

Acústico: se ha demostrado (por medio de un ensayo acústico) que las eco losas, con respecto a las losas aligeradas convencionales, absorben un 6% más el ruido generado por un equipo emisor de ruido, con lo cual se ha demostrado que existe optimización acústica en la eco losa aligerada. En el caso de los eco muros, con respecto a los muros convencionales de ladrillo pandereta, también se ha demostrado una optimización acústica ya que absorben en un 2% más el ruido.

Peso: los eco ladrillos, con respecto al ladrillo pandereta convencional, pesan 2% más, ya que son ladrillos sólidos y no han secado al 100%. Los eco bloques para losas aligeradas son 12% más livianos que los bloques de arcilla cocida H15 de la marca Lark. Se ha demostrado que hay una optimización en el peso de las losas aligeradas, ya que los eco bloques son más livianos.

Área útil: los ambientes construidos con eco ladrillos aportan 6% más de área útil con respecto a los ambientes construidos con ladrillo pandereta convencional. Esto demuestra que hay una optimización en áreas útiles.

Costos: se ha desarrollado el análisis de precios unitarios del eco muro para poder compararlo con el análisis de precios unitarios del muro de ladrillo pandereta convencional, cuyos precios fueron S/ 69.09 y S/ 73.09 respectivamente. Se ha demostrado que el m² eco muro es S/4.00 más barato que un muro de ladrillo pandereta convencional, con lo cual hay optimización en costo económico, además el uso de materiales no biodegradables representa un costo ambiental.

Se ha demostrado que los eco ladrillos y eco bloques optimizan en varios aspectos la construcción de muros no portantes y losas aligeradas.

5.2 Contrastación de hipótesis específicas

1. Ho: Los insumos de las unidades de albañilería eco amigables son los envases multicapas, poliestireno expandido reciclado, fibras PET, con adición de arcilla y cemento.

H1: Los insumos de las unidades de albañilería eco amigables no son los envases multicapas, poliestireno expandido reciclado, fibras PET, con adición de arcilla y cemento.

A partir de los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis nula (H0), donde indica que los insumos de las unidades de albañilería eco amigable son los envases multicapas, poliestireno expandido reciclado, fibras PET, arcilla y cemento. Mas del 50% de los insumos de las unidades de albañilería es poliestireno expandido reciclado. Esto hace que las unidades sean ligeras, acústicas, térmicas, amigables con el medio ambiente y contribuyen con el uso de residuos sólidos no reutilizables que tardan más de 500

años en degradarse. El cemento le da mayor resistencia y acelera el fraguado considerablemente debido a su calor de hidratación, sin el cemento la arcilla tardaría mucho en fraguar y esto retrasa la fabricación. La arcilla es un material que está al alcance de todos y no es costoso, por lo que su uso es importante en la fabricación de las unidades de albañilería ya que contribuye a que sean muy económicas.

Las dosificaciones del eco ladrillo (M5) con el que se construyó el muro fue de 0.5:1:5:1:7 (cemento, agua, arcilla, fibra Pet, poliestireno) y la dosificación del eco bloque (B5) con la que se construyó la eco losa fue de 0.5:1:5:1:13 (cemento, agua, arcilla, fibra Pet, poliestireno).

2. Ho: Las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas, cumplen con las propiedades físicas (alabeo y variación dimensional), pero no así las mecánicas.

H1: Las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas, cumplen con las propiedades físicas (alabeo y variación dimensional), pero si con las mecánicas.

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis nula (Ho) que establece que las unidades de albañilería de envases multicapas y poliestireno expandido cumplen con las propiedades físicas, pero no mecánicas para ser consideradas portantes.

Durante los ensayos de laboratorio se demostró que los eco ladrillos y eco bloques no llegan a la resistencia de compresión mínima para la clasificación de ladrillo Tipo I (50kg/cm²); por lo

cual estos eco ladrillos serán empleados en muros no portantes como tabiques, cercos y parapetos ya que soportan 7.42 kg/cm^2 . Los eco bloques fabricados son unidades sólidas muy livianas cuya densidad mínima obtenida es de 529.98 kg/m^3 (muestra B5), siendo 12.4% menos densa que un ladrillo de arcilla de la marca Lark H15. Su resistencia a la compresión es de 3.18 kg/cm^2 .

Los eco ladrillos y eco bloques al someterlos al ensayo de variación dimensional, presentaron menor variación dimensional que las mínimas requeridas por el RNE para variaciones permisibles del E070, en la longitud del largo de la unidad la variaron es 0.25 mm , en el ancho variaron 0.21 y en el alto variaron 0.07 mm ; las variaciones mínimas de la E070 son 8 mm , 6 mm y 4 mm respectivamente.

En los ensayos de alabeo para las caras se asiento, los eco ladrillos y eco bloques presentaron valores menores a los requeridos por el reglamento en el E070, los ecos ladrillos presentaron una variación de 0.52 mm y los eco bloques 0.38 mm , la variación dimensional mínima contemplada en la E070 es de 2 mm .

El ensayo de succión nos permitió determinar cuánto de agua podrían quitarle los eco ladrillos y eco bloques a la mezcla; no obstante, se demostró mediante el ensayo que debido a la naturaleza de los envases multicapas esta succión es mínima porque el envase multicapa envuelve a la unidad de albañilería totalmente, impidiendo que le pueda quitar humedad al mortero o concreto.

3. Ho: El proceso constructivo de muros no portantes, consiste en asentar eco ladrillos con mortero simple, los muros llevarán acero de refuerzo vertical con ojo chino y acero transversal.

H1: El proceso constructivo de muros no portantes, no consiste en asentar eco ladrillos con mortero simple, los muros no llevarán acero de refuerzo vertical con ojo chino y acero transversal.

A partir de los hallazgos encontrados, rechazamos la hipótesis nula (H_0) que establece que las unidades de albañilería se asentarán con mortero simple y que los muros lleven refuerzo de acero vertical con ojo chino y acero transversal.

Los eco muros se asentarán con eco ladrillos y mortero no portante (1:6 c: a) y a partir de ello construir cercos, tabiques y parapetos, los cuales serán debidamente confinados con elementos de arriostre.

4. H_0 : Las losas aligeradas se construirán con eco bloques modulados con eco ladrillos de baja densidad, pegados uno junto a otro hasta formar bloques de 30cm de ancho, largo variable y altura de 12 y 15cm. Las losas aligeradas se construirán con el procedimiento similar a las losas aligeradas construidas con casetones de poliestireno.

H1: d) Las losas aligeradas no se construirán con eco bloques modulados con eco ladrillos de baja densidad, pegados uno junto a otro hasta formar bloques de 30cm de ancho, largo variable y altura de 12 y 15cm. Las losas aligeradas no se construirán con el procedimiento similar a las losas aligeradas construidas con casetones de poliestireno.

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis nula (H_0) que establece que las losas aligeradas se construirán con eco bloques modulados con eco ladrillos de baja densidad, pegados uno junto a otro hasta formar bloques de 30cm de ancho, largo variable y altura de 12 y 15cm. Para fabricar los eco bloques H15 y H12 se pegaron los eco ladrillos de baja densidad

de distintas formas (pieza A, pieza B, pieza C) hasta encontrar la altura y ancho adecuado. Una vez diseñados se procedió a pegarlos con cemento de contacto (terocal), donde se observó un adecuado pegado de las piezas en comparación a la silicona. Las losas aligeradas se construirán con procedimiento similar a las losas aligeradas construidas con casetones de poliestireno y ladrillo de techo, el encofrado de la losa es completo con planchas de fenólico y no con tablas separadas como el encofrado de un aligerado con bloques de arcilla, a diferencia de una losa con casetones de poliestireno, que ensucia mucho y se comprime debido al paso de los trabajadores de instalaciones, acero y albañiles; los eco bloques no ensucian y no se comprimen.

5. Ho: El procedimiento de ensayo de absorción acústica consiste en construir una cámara de aislamiento acústica; para el ensayo del muro de ladrillo pandereta tradicional, así mismo para el muro con eco ladrillos, la losa aligerada (ladrillo de arcilla H15) y la losa aligerada con eco bloques.

H1: El procedimiento de ensayo de absorción acústica consiste en no construir una cámara de aislamiento acústica; para el ensayo del muro de ladrillo pandereta tradicional, así mismo para el muro con eco ladrillos, la losa aligerada (ladrillo de arcilla H15) y la losa aligerada con eco bloques.

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis nula (H_0) que establece se construirá una cámara de aislamiento acústica; para el ensayo del muro de ladrillo pandereta tradicional, así mismo para el muro con eco ladrillos, la losa aligerada (ladrillo de arcilla H15) y la losa aligerada con eco bloques. Para la construcción de la cámara utilizamos una caja

de poliestireno expandido de espesor 2" dejando una cara libre; la caja fue forrada interior y exteriormente con 3 capas de lana de vidrio; durante el ensayo la caja albergó en su interior al emisor de ruido continuo. Por la cara vacía, se puso el ecomuro y la eco losa, al igual que el muro y la losa de ladrillo tradicional respectivamente; colocamos por el exterior el sonómetro calibrado, las lecturas de absorción acústica en dB, determinaron que el eco muro absorbió el 28% del ruido generado (2% más que el muro pandereta); y la eco losa absorbió el 33% del ruido generado (6% más que la losa tradicional).

CONCLUSIONES

1. La utilización de unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido optimizan la construcción de muros no portantes y losas aligeradas, porque se observó que al usar unidades eco amigables se optimiza el área útil libre, el comportamiento termoacústico, el uso de agua y la contribución con el medio ambiente.
2. Se determinó los insumos que componen las unidades de albañilería eco amigables, los cuales son envases multicapas y poliestireno expandido reciclados. Para ello se utilizó los envases multicapas Tetra Pak (Tetra Brik), poliestireno expandido reciclado, fibras Pet, arcilla, cemento y agua.
3. En esta tesis se identificó las propiedades físico-mecánicas que cumplen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas. Donde cumplen las propiedades físicas, pero no las propiedades mecánicas para ser consideradas portantes.
4. Se detalló el procedimiento de construcción para los muros no portantes con eco ladrillos de envases multicapas y poliestireno expandido. El cual ha sido asentado con mortero simple y confinado con elementos de arriostre.
5. Se detalló el diseño constructivo de los eco bloques con envases multicapas y poliestireno expandido para la construcción de losas aligeradas, para ello se configuró los bloques de H=15 y H=12 con el uso de eco ladrillos de baja densidad (B5).
6. Se determinó el procedimiento para el desarrollo del ensayo de absorción acústica para muros no portantes y losas aligeradas. Esto se logró con la construcción de una caja de poliestireno expandido, recubierta con lana de vidrio al interior y exterior, un generador de ruido continuo y el sonómetro calibrado.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que, para investigaciones futuras, debe buscarse un nuevo método para agilizar el secado de los eco ladrillos, dado que los envases multicapas dificultan el secado por presentar una cobertura externa de polietileno que no permite someterlo a altas temperaturas.
2. Debe formularse otro método para realizar el ensayo acústico; de mayor eficacia, para tomar datos más precisos que los realizados en la presente investigación.
3. Se recomienda profundizar el presente estudio, proponiendo nuevas dosificaciones que no incluyan cemento y sustituyéndola por otro material mucho más amigable con el medio ambiente.
4. Dado que los eco ladrillos diseñados para tabiquerías presentan muy baja resistencia, recomendamos se realicen investigaciones cambiando la dosificación; agregando arena y/o algún aditivo que agilice el secado y aumente la resistencia a la compresión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALVAREZ, Luis. 2018.** *Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental y selección tecnológica para el residuo de envases de Tetrapak.* Arequipa : s.n., 2018.
2. **BRÁZHNIKOV, Alexéi. 2018.** Ciudadelas verdes: Arquitectura ecológica - Documental RT. [En línea] RT, 22 de Junio de 2018. [Citado el: 28 de Mayo de 2020.] <https://www.youtube.com/watch?v=gOXaeSDmYOU&t=128s>.
3. **CEMBRANEL, Adir, y otros. 2019.** *Embalagens Tetra Pakno isolamneto térmico de cobertura em edificacoes.* Florianópolis : s.n., 2019.
4. **CONGRESO DE LA REPUBLICA. 2018.** *Ley N°30884.* Lima : s.n., 2018.
5. **INGA, Anabel. 2019.** *Diseño de un adobe con poliestireno expandido reciclado para una vivienda climatizada en la zona rural de Piruruyoc, Huaraz - Ancash, 2019.* Chimbote : s.n., 2019.
6. **MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2017.** Aprueban el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *DECRETO SUPREMO N° 014-2017-MINAM.* Lima, Lima, Perú : El Peruano, 22 de Diciembre de 2017.
7. **MIÑAN, Whitney. 2018.** Diario Gestión. *Industria del tecnopor necesitaría cinco años para adecuarse a ley que prohibiría su uso.* [En línea] 23 de octubre de 2018. <https://gestion.pe/economia/industria->

tecnopor-necesitaria-cinco-anos-adecuarse-ley-prohibiria-247955-noticia/.

8. **QUINTERO, Carlos. 2013.** Reciclaje termo-mecánico del poliestireno expandido (Icopor), como una estrategia de mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitarios. Manizales : s.n., 2013.
9. **SAN BARTOLOME, Ángel, QUIUN, Daniel y SILVA, Wilson. 2011.** *Diseño y construcción de estructuras sismoresistentes de albañilería.* Lima : Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. 9789972429569.

ANEXOS

ANEXO N° A: Matriz de consistencia

ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASES MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA MUROS NO PORTANTES Y LOSAS ALIGERADAS				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	Variable Independiente (X) Unidades de albañilería eco amigable. Dimensiones: Unidades de albañilería, tipos de ensayo, residuos sólidos.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico Analítico - Sintético TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo - Explicativo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental POBLACIÓN La población está compuesta por todas las unidades de eco ladrillos y eco bloques preparados. MUESTRA Censo
¿Cómo influyen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido en muros no portantes y losas aligeradas?	Analizar la influencia de las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido en los muros no portantes y losas aligeradas.	La utilización de unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido optimizan la construcción de muros no portantes y losas aligeradas.		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	Variable Dependiente (Y) Muros no portantes y losas aligeradas. Dimensiones: Tabiquería, operación costos, losas, propiedades.	
a) ¿De qué insumos están compuestos las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido?	a) Determinar qué insumos componen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido.	a) Los insumos de las unidades de albañilería eco amigables son los envases multicapas, poliestireno expandido reciclado, fibras PET, con adición de arcilla y cemento.		
b) ¿Qué propiedades físico mecánicas cumplen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas?	b) Identificar qué propiedades físico mecánicas cumplen las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas.	b) Las unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas, cumplen con las propiedades físicas (alabeo y variación dimensional), pero no así las mecánicas.		
c) ¿Cómo se construirán los muros no portantes con eco ladrillos de envases multicapas y poliestireno expandido?	c) Detallar como se construyen los muros no portantes con eco ladrillos de envases multicapas y poliestireno expandido.	c) El proceso constructivo de muros no portante, consiste en asentar eco ladrillos con mortero simple, los muros llevarán acero de refuerzo vertical con ojo chino y acero transversal.		
d) ¿Cómo se construirán las losas aligeradas con eco bloques de envases multicapas y poliestireno expandido?	d) Detallar como se construyen las losas aligeradas con eco bloques de envases multicapas y poliestireno expandido.	d) Las losas aligeradas se construirán con eco bloques modulados con eco ladrillos de baja densidad, pegados uno junto a otro hasta formar bloques de 30cm de ancho, largo variable y altura de 12 y 15cm. Las losas aligeradas se construirán con el procedimiento similar a las losas aligeradas construidas con casetones de poliestireno.		
e) ¿Cuál es el procedimiento utilizado en el ensayo de absorción acústica para muros no portantes y losas aligeradas?	e) Especificar el procedimiento para el ensayo de absorción acústica para muros no portantes y losas aligeradas.	e) El procedimiento de ensayo de absorción acústica consiste en construir una cámara de aislamiento acústica; para el ensayo del muro de ladrillo pandereta tradicional, así mismo para el muro con eco ladrillos, la losa aligerada (ladrillo de arcilla H15) y la losa aligerada con eco bloques.		

ANEXO N° B: Certificado de Ensayo de Resistencia a Compresión de
eco ladrillos.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LYC-AL-048
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 200.813: 2005

REFERENCIA SOLICITANTES	: Datos de laboratorio : FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA/KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA	Fecha de ensayo:	7/09/2020
TESIS	: ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASE MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO		
UBICACIÓN	: RECICLADO EN LIMA 2020 : CALLE AMADOR MERINO REYNA 285, OFICINA 702, SAN ISIDRO		

TIPO: ECO-LADRILLOS

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena/ PET poliestireno					
1	M-1	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 3	19.50	9.30	181.35	2583.1	14.24
2	M-1	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 3	19.43	9.30	180.42	2488.0	13.79
3	M-1	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 3	19.53	9.20	179.40	2855.5	15.92
Promedio:								14.65

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena/ PET poliestireno					
1	M-2	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 4	19.40	9.30	180.42	2365.3	13.11
2	M-2	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 4	19.50	9.20	179.40	2100.8	11.71
3	M-2	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 4	19.40	9.30	180.42	2260.0	12.53
Promedio:								12.45




ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena/ PET poliestireno					
1	M-3	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 5	19.50	9.20	179.40	1956.4	10.91
2	M-3	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 5	19.40	9.30	180.42	1894.0	10.50
3	M-3	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 5	19.40	9.30	180.42	1985.0	11.00
Promedio:								10.80

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena/ PET poliestireno					
1	M-4	3/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 6	19.40	9.30	180.42	1636.2	9.07
2	M-4	3/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 6	19.40	9.30	180.42	1496.5	8.29
3	M-4	3/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 6	19.40	9.20	178.48	1588.8	8.90
Promedio:								8.76

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena/ PET poliestireno					
1	M-5	3/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 7	19.40	9.30	180.42	1429.1	7.98
2	M-5	3/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 7	19.40	9.30	180.42	1231.3	6.82
3	M-5	3/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 7	19.50	9.30	181.35	1355.0	7.47
Promedio:								7.42

OBSERVACIONES:

- * Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Se realizó el referentado con yeso nacional y cemento.
- * El ensayo a la compresión se realizó sobre ladrillo entero.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL RREG. CIP N° 210001 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	---	--

ANEXO N° C: Certificado de Ensayo de Resistencia a Compresión de eco bloques.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-048
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JUG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.612: 2005

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	12/06/2020
SOLICITANTES	: FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA/KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA		
TESTES	: ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASE MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LIMA 2020		
UBICACIÓN	: CALLE AMADOR MERINO REYNA 296, OFICINA 702, SAN ISIDRO		

TIPO: ECO-BLOQUES

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena PET poliestireno					
1	B-1	6/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 9	19.40	9.20	178.48	1005.6	5.63
2	B-1	6/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 9	19.50	9.20	179.40	958.3	5.34
3	B-1	6/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 9	19.50	9.20	181.35	1100.0	6.07
Promedio:								5.68

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena PET poliestireno					
1	B-2	6/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 10	19.50	9.30	181.35	935.2	5.16
2	B-2	6/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 10	19.50	9.20	179.40	955.0	5.32
3	B-2	6/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 10	19.40	9.20	178.48	889.6	4.98
Promedio:								5.15



ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena PET poliestireno					
1	B-3	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 11	19.40	9.20	178.48	801.3	4.49
2	B-3	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 11	19.50	9.30	181.35	792.0	4.37
3	B-3	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 11	19.50	9.20	179.40	844.0	4.70
Promedio:								4.52

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena PET poliestireno					
1	B-4	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 12	19.50	9.20	181.35	756.2	4.17
2	B-4	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 12	19.50	9.20	179.40	701.4	3.91
3	B-4	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 12	19.50	9.20	179.40	691.0	3.85
Promedio:								3.98

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento arena PET poliestireno					
1	B-5	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 14	19.40	9.20	178.48	600.9	3.37
2	B-5	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 14	19.50	9.20	179.40	525.0	2.93
3	B-5	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 14	19.50	9.20	179.40	581.7	3.24
Promedio:								3.18

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Se realizó el rehetado con yeso nacional y cemento.
- * El ensayo a la compresión se realizó sobre ladrillo entero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER HERRERA HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210901	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO N° D: Certificado de Ensayo de Resistencia a Compresión de eco
ladrillos sin caja.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LYC-AL-048
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y AGREGADOS

NTP 398.813: 2005




REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTES	: FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA/ KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA
TESTES	: ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASE MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO RECYCLADO EN LIMA 2020
UBICACIÓN	: CALLE AMADOR MERINO REYNA 295, OFICINA 702, SAN ISIDRO Fecha de ensayo: 12/08/2020

TIPO: ECO-LADRELLOS

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento/arena/PET/poliestireno					
1	M-1 (Sin caja)	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 3	19.40	9.00	174.60	2350.0	13.46
2	M-2 (Sin caja)	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 4	19.40	9.00	174.60	1950.2	11.17
3	M-3 (Sin caja)	1/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 5	19.40	9.00	174.60	1874.4	10.74
4	M-4 (Sin caja)	3/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 6	19.40	9.00	174.60	1395.3	7.99
5	M-5 (Sin caja)	3/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 7	19.40	9.00	174.60	1219.4	6.98

OBSERVACIONES:

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- Se realizó el retentado con yeso natural y cemento.
- El ensayo a la compresión se realizó sobre ladrillo entero.

Elaborado por: 	Revisado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21060	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD
---	--	---

ANEXO N° E: Certificado de Ensayo de Resistencia a Compresión de eco bloques sin caja.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-048
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y AGREGADOS
NTP 399.813: 2005



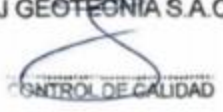
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTES	: FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA/KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA
TESIS	: ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASE MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO RECYCLADO EN LIMA 2020
UBICACIÓN	: CALLE AMADOR MERINO REYNA 295, OFICINA 702, SAN ISIDRO Fecha de ensayo: 12/08/2020

TIPO: ECO-BLOQUES

ITEM	CÓDIGO	FECHA DE ELABORACIÓN	IDENTIFICACION	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm)	W (kg)	C (kg/m ³)
			Cemento/arena/PEI/poliestireno					
1	B-1 (Sin caja)	6/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 9	19.40	9.00	174.60	905.7	5.19
2	B-2 (Sin caja)	6/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 10	19.40	9.00	174.60	856.0	4.90
3	B-3 (Sin caja)	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 11	19.40	9.00	174.60	712.5	4.08
4	B-4 (Sin caja)	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 12	19.40	9.00	174.60	639.3	3.56
5	B-5 (Sin caja)	7/07/2020	0.5 : 5 : 1 : 14	19.40	9.00	174.60	506.2	2.92

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- * Se realizó el refrentado con yeso nacional y cemento.
- * El ensayo a la compresión se realizó sobre ladrillo entero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER ACOSTA HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210006	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD




ANEXO N° F: Certificado de Ensayo de Humedad de eco ladrillos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ASTM D2216, NTP 339.127	
REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTES	: FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA/ KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA
PROYECTO	: ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECO AMIGABLES CON ENVASE MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LIMA 2020
UBICACIÓN	: LIMA
FECHA	: 10-08-2020

ECOLADRILLO	MUESTRA	DOSIFICACIÓN cemento/ arcilla/ PET/ poliestireno	% HUMEDAD
1	M-1	0.5 : 5 : 1 : 3	16.8
2	M-2	0.5 : 5 : 1 : 4	12.6
3	M-3	0.5 : 5 : 1 : 6	16.8
4	M-4	0.5 : 5 : 1 : 6	16.8
5	M-5	0.5 : 5 : 1 : 7	10.4

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210908 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

ANEXO N° G: Certificado de ensayo de Humedad de eco bloques.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ASTM D2216, NTP 339.127	
REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTES	: FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA/KEVIN MAURELIO VASQUEZ OROPEZA
PROYECTO	: ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECO AMIGABLES CON ENVASE MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LIMA 2020
UBICACIÓN	: LIMA
FECHA	: 10-06-2020

ECOBLOQUE	MUESTRA	DOSIFICACIÓN cemento/ arcilla/ PET/ poliestireno	% HUMEDAD
1	B-1	0.5 : 5 : 1 : 9	11.8

ECOBLOQUE	MUESTRA	DOSIFICACIÓN cemento/ arcilla/ PET/ poliestireno	% HUMEDAD
2	B-2	0.5 : 5 : 1 : 10	10.8

ECOBLOQUE	MUESTRA	DOSIFICACIÓN cemento/ arcilla/ PET/ poliestireno	% HUMEDAD
3	B-3	0.5 : 5 : 1 : 11	13.9

ECOBLOQUE	MUESTRA	DOSIFICACIÓN cemento/ arcilla/ PET/ poliestireno	% HUMEDAD
4	B-4	0.5 : 5 : 1 : 12	15.3

ECOBLOQUE	MUESTRA	DOSIFICACIÓN cemento/ arcilla/ PET/ poliestireno	% HUMEDAD
5	B-5	0.5 : 5 : 1 : 14	15.8

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

ANEXO N° H: Certificado de Ensayo de Clasificación de Suelos.

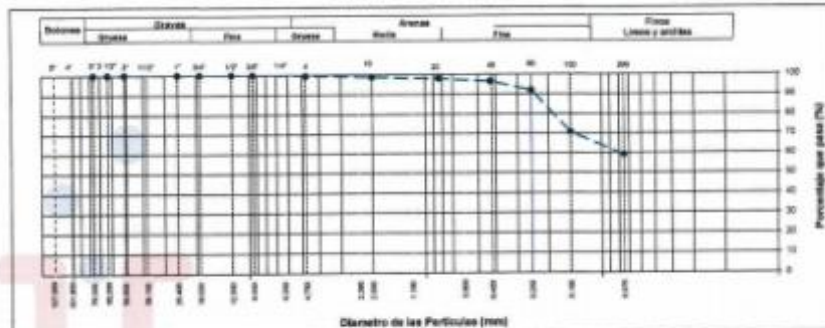
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC 2 - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTES	: FLORIANA DE LA CRUZ MEDINA/KEVIN MAURELO VASQUEZ OROPEZA		
TEMA	: ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECO AMIGABLES CON ENVASE MULTICAPAS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO RECICLADO EN LBM 2020		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	: 09/08/2020
CALCATA	: C-1		
MUESTRA	: =		
PROFUNDIDAD	: =		

TAMÉ	ASBITO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1"	25.400	100.0	/	<p>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</p> <p>Contenido Humedad (%) : 8.8</p> <p>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4018)</p> <p>Límite Líquido (LL) : 36 Límite Plástico (LP) : 20 Índice Plástico (IP) : 16</p> <p>Grava (%) : 0.5 Arena (%) : 40.4 Fines (%) : 59.1</p> <p>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</p> <p>Clasificación SUCS (ASTM D2487) : CL Clasificación AASHTO (D1533) : A-6 (7)</p> <p>Nombre del Grupo : Arilla arenosa de baja plasticidad</p> <p>INDICACIONES:</p> <p>El método de ensayo para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±0.5°C hasta masa constante.</p>
2"	50.800	100.0		
3 1/2"	89.300	100.0		
4"	101.600	100.0		
5"	127.000	100.0		
6"	152.400	100.0		
7 1/2"	190.500	100.0		
8"	203.200	100.0		
9"	228.600	100.0		
10"	254.000	100.0		
12"	304.800	100.0		
15"	381.000	100.0		
19"	482.600	96.5		
25"	635.000	86.7		
30"	762.000	86.5		
37.5"	952.500	82.0		
47.5"	1200.000	75.7		
60"	FOFONDO	59.1		

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Muestra enviada e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JJ GEOTECNIA.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES	JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER ACERO HUAMANI INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD

ANEXO N° I: Certificado de calibración de balanza

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y tabla de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MRA) del Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CAL LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II", Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

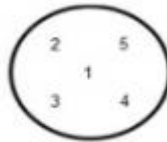
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-8
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-8
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (zmg)				200	error máximo permitido (zmg)				300



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	1,000	1,00	4	1	800,000	799,99	4	-9	-10	200
2		1,00	5	0		799,98	4	-19	-19	
3		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
4		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
5		1,00	5	0		799,99	5	-10	-10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,000	0,10	4	101						
0,000	1,00	5	1 000	899	1,00	4	1 001	900	100
0,000	10,00	4	10 001	9 900	10,00	5	10 000	9 999	100
0,000	100,00	4	100 001	99 900	100,00	5	100 000	99 899	100
0,000	500,00	5	500 000	499 899	499,99	4	499 991	499 890	100
0,000	799,99	4	799 991	799 890	799,99	4	799 991	799 890	200
0,000	999,99	4	999 991	999 890	1 000,00	5	1 000 000	999 899	200
0,000	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	200
0,000	1 499,99	5	1 499 990	1 499 889	1 500,01	5	1 500 010	1 499 909	200
2 000,004	1 999,99	5	-14	-115	1 999,99	4	-13	-114	200
2 000,004	2 199,99	4	199 987	199 886	2 199,99	4	199 987	199 886	300

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
AL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-11} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_x = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



ANEXO N° J: Certificado calibración de horno

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
 Marca : GEMMY
 Modelo : YC0-010
 N° de Serie : 510B47
 Tipo de Ventilación : Turbulencia
 Procedencia : ALEMANIA
 Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
 Marca : No Indica
 Alcance : 1°C a 250°C
 Resolución : 1 °C
 Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
 Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOP.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 8316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

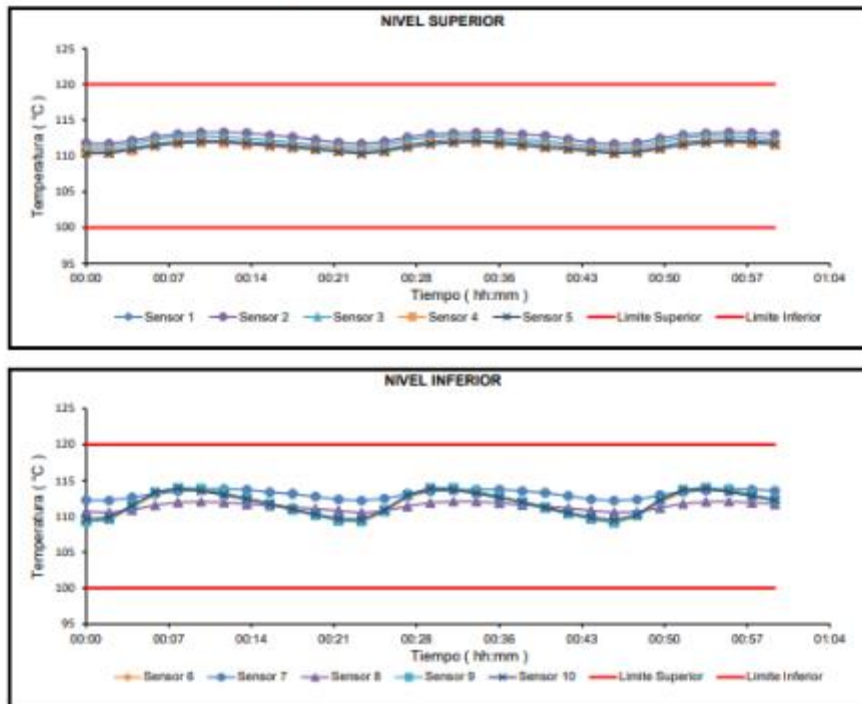
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Homó (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^{RI} (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM ^{RI}	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX ^{RI}	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN ^{RI}	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4		
DTT ^{RI}	0,0	1,6	1,6	1,6	1,8	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		



RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (\pm)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020
Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] 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 registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

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 $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



 jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

 (01) 262 9536
 (51) 988 901 065

 informes@testcontrol.com.pe
 www.testcontrol.com.pe

ANEXO N° K: Certificado compresión prensa de concreto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-1597-2020

PROFORMA : 2543A Fecha de emisión : 2020 - 07 - 30 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **PRENSA DE CONCRETO**
 Marca : FORNEY
 Marca del indicador : ELE Internacional
 Modelo del indicador : ADR TOUCH
 Nº Serie del indicador : 1887-1-00074
 Intervalo de indicación : 120000 kgf
 Resolución : 0,1 kgf
 Procedencia : United States
 Código de Identificación : No Indica
 Ubicación : Laboratorio
 Fecha de Calibración : 2020 - 07 - 28

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,5°C	20,6°C
HUMEDAD RELATIVA	62,0%	66,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 8316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-040-2020

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,01	7,32
0,1	120,0	0,1	126,2	-0,01	-6,2	0,01	7,58
0,2	232,4	0,2	239,8	-0,01	-7,4	0,01	8,20
0,9	1022,9	0,9	1037,6	-0,01	-14,7	0,01	8,98
11,6	13880,6	11,6	13892,5	-0,01	-11,9	0,01	9,78
23,3	28000,6	23,3	28019,2	-0,02	-18,6	0,01	10,56
41,7	50007,2	41,7	50027,5	-0,02	-20,3	0,01	12,65
62,5	75005,0	62,5	75027,8	-0,02	-22,8	0,01	15,89
75,0	90010,0	75,0	90033,8	-0,02	-23,8	0,02	18,78
81,7	98000,1	81,7	98035,2	-0,03	-35,1	0,02	20,25

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La Incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



FICHA TECNICA DE LANA REY GLASS

Aislamiento térmico lana Rey glass, resistente para ser instalado entre la perflería de muros de los Sistemas Constructivos en Seco (Drywall) en áreas residenciales, comerciales e industriales. A mayor espesor del producto, se obtiene mayor control de temperatura y mejor desempeño acústico.

PRODUCTO LANA REY GLASS
MARCA REY GLASS
PROCEDENCIA CHINA
EMPRESA IMPORTADORA EKONO DRYWALL S.A.C.



ESPECIFICACIONES TECNICAS:

ITEM	UNIDAD	INDICE	MEDIDA
Fabricación	Norma		ASTM C553
Incombustible	Norma		ASTM E84
espesor	mm		50
Longitud	m		10
Ancho	m		1.2
Densidad	Kg. / m3	10-96	12
Diámetro medio de la Fibra	um	<8.0	4.0-6.0
Hidrofóbico	%	>98	>98.5
Incombustibilidad		incombustible	calificado (Grado A)
Conductividad Térmica	w/(m.k)		0.046
Resistencia Térmica	m2.k/w		≥ 1.23
Coefficiente de Conducto de Absorción			1.03 Duración del sonido en el interior 24 Kg/m3 2000hz
Resistencia a la Temperatura	°C	400	450

LIMA: Av. Republica De Panamá 4935- Surquillo
T: 444 1424
E-MAIL: ventas@ekonodrywall.com.pe

LIMA: Av. Republica de Panamá 5220 – Surquillo
T: 444 0429
E-MAIL: ventas1@ekonodrywall.com.pe

ANEXO N° L: Certificado de calibración de sonómetro.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1366-2020

Fecha de Emisión 2020-08-14

Página 1 de 2

1. SOLICITANTE CONSULTORA & MEDIO AMBIENTE SSOMARS S.A.C.
DIRECCIÓN Jr. Jhon Dunnet N° 112 - San Martín de Porres - Lima - Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : SONÓMETRO (DECIBELÍMETRO)
MARCA AMPROBE
MODELO SM-20
CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN CIM-366 (*)
RANGO DE FRECUENCIA 31,5 Hz a 8 kHz
ALCANCE DE MEDICIÓN 30 dB a 130 dB
RESOLUCIÓN 0,1 dB
FRECUENCIA DE PONDERACIÓN A / C
CLASE : 2
TIPO DE INDICACIÓN DIGITAL
PROCEDENCIA NO INDICA

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó el 2020-08-14 en el laboratorio de MECALPE SAC.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por método de comparación directa tomando como referencia el procedimiento "PC-023 Procedimiento para la Calibración de Sonómetros" 1era Edición 2017 - DM-INACAL.

5. PATRON DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	MARCA	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
SONOMETRO	CONTROL COMPANY	4335-8518091	NIST-USA
MULTIMETRO DIGITAL	FLUKE	LE-594-2018	DM-INACAL



6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN
TEMPERATURA AMBIENTAL INICIAL : 20,5 °C FINAL : 20,9 °C
HUMEDAD RELATIVA INICIAL : 66,6 %H.R. FINAL : 66,9 %H.R.

7. OBSERVACIONES

- Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
- Para el cálculo de la incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura $k=2$ que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- (*) Código de identificación asignado por MECALPE S.A.C.



SE PROHIBE LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE MECALPE S.A.C.

Jr. Los Boleños M2-5A Lote-4 Urb. Los Jardines de San Juan II Etapa (Altura Cdra. 11 de la Av. Próceres de la Independencia S.J.L.)

8. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

8.1 PONDERACIÓN : A
MODO DE MEDICIÓN : FAST

FRECUENCIA (Hz)	VALOR NOMINAL (dB)	VALOR OBTENIDO (dB)	VALOR TEÓRICO (*) (dB)	ERROR (dB)	TOLERANCIA (*) (dB)
250,0	94,0	85,1	85,4	-0,3	± 1,9
500,0		90,1	90,8	-0,7	± 1,9
1000,0		94,0	94,0	0,0	± 1,4
2000,0		94,5	95,2	-0,7	± 2,6
4000,0		94,1	95,0	-0,9	± 3,6
INCERTIDUMBRE ENCONTRADA				0,5 dB	

FRECUENCIA (Hz)	VALOR NOMINAL (dB)	VALOR OBTENIDO (dB)	VALOR TEÓRICO (*) (dB)	ERROR (dB)	TOLERANCIA (*) (dB)
250,0	114,0	105,2	105,4	-0,2	± 1,9
500,0		110,2	110,8	-0,6	± 1,9
1000,0		114,1	114,0	0,1	± 1,4
2000,0		114,5	115,2	-0,7	± 2,6
4000,0		114,1	115,0	-0,9	± 3,6
INCERTIDUMBRE ENCONTRADA				0,5 dB	

8.2 PONDERACIÓN : C
MODO DE MEDICIÓN : FAST

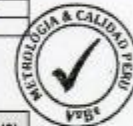
FRECUENCIA (Hz)	VALOR NOMINAL (dB)	VALOR OBTENIDO (dB)	VALOR TEÓRICO (*) (dB)	ERROR (dB)	TOLERANCIA (*) (dB)
250,0	94,0	94,4	94,0	0,4	± 1,9
500,0		94,3	94,0	0,3	± 1,9
1000,0		94,1	94,0	0,1	± 1,4
2000,0		93,0	93,8	-0,8	± 2,6
4000,0		91,2	93,2	-2,0	± 3,6
INCERTIDUMBRE ENCONTRADA				0,5 dB	

FRECUENCIA (Hz)	VALOR NOMINAL (dB)	VALOR OBTENIDO (dB)	VALOR TEÓRICO (*) (dB)	ERROR (dB)	TOLERANCIA (*) (dB)
250,0	114,0	114,3	114,0	0,3	± 1,9
500,0		114,2	114,0	0,2	± 1,9
1000,0		114,1	114,0	0,1	± 1,4
2000,0		113,7	113,8	-0,1	± 2,6
4000,0		111,3	113,2	-1,9	± 3,6
INCERTIDUMBRE ENCONTRADA				0,5 dB	

9. CONCLUSIONES

- Antes de realizar la calibración el equipo se ajustó a 94 dB según indicado en su manual.
- (*) Datos obtenidos de la Norma IEC 61672-1:2002

Fin del Documento





SM-20-A Sound Meter-A

The Amprobe SM-20-A Sound Level Meter has been designed to meet the measurement requirements of safety Engineers, Health, Industrial safety offices and quality control in various environments. It offers two types of measurements: A weighting and C weight.

The A weighting is for general noise sound level and the C weighting is for measuring sound level of acoustic material control in various environments (ie 94dB 1 kHz etc...). The SM-20-A conforms to the IEC651 Type 2, ANSI S1.4 Type 2, and JISC1502 requirements for Sound Level Meters. Which means the SM-20-A uses two different weighting filters required by the IEC 651 and ANSI S1.4 Type 2: The A-Weighting and the C-Weighting audio filtering.

No hassle warranty

No waiting.

No shipping charges.



Our commitment to high-quality products and customer service is demonstrated by our industry exclusive "No Hassle" warranty. In the unlikely event that an Amprobe Test Tool requires warranty service, any of our local dealers are authorized to replace it, on the spot.

(note: \$500 MSLP limit)

- Designed to meet the measurement requirements of Safety Engineers, Health, Industrial safety offices and quality control in various environments.
- A and C weightings for checking compliance with safety regulations as well as acoustic analysis
- Measuring ranges: A Weighting 30-130dB, C Weighting 35-130dB
- Frequency range: 31.5Hz-8KHz
- Display with 0.1dB steps on a 4 digit LCD
- Slow (1 sec) and fast (125ms) response settings to check peak and average noise levels
- MAX/MIN recording
- Internal memory, 14,000 records
- Recording intervals from 1 second to 8 hours
- PC computer download capabilities
- Data Hold to freeze reading on digital display
- CE, designed to meet IEC651 Type2, ANSI S1.4 Type2





Data Sheet

SM-20-A Sound Meter

Specifications

General Specifications	
Display	4 digits LCD
Microphone	1/2 inch Electret condenser microphone
Low Battery Indication	Replace battery when LCD displays "E3"
Power Supply	9V NEDA 1604, IEC 6F22, JIS 006P battery
Power Life	Approx. 50 hrs (alkaline Battery)
Auto Power Off	Approx. 5 min
Environment	Indoor operation, < 2000 m
Temperature / Humidity	
Operation	5°C to 40°C (41°F to 104°F); < 80% RH
Storage	-10°C to 60°C (14°F to 140°F); < 70% RH
Dimension	200 x 55 x 38 mm (7.8 x 2.2 x 1.5 in)
Weight	233g. (0.5 lb.) including battery
Electrical (Audio)	
Standard applied	IEC 651 Type2, ANSI 1.4 Type 2
Dynamic range	50 dB
Resolution	0.1 dB, Display Update: 0.5 sec.
Time weighting	FAST(125mS), SLOW(1 sec)
Frequency range:	31.5 Hz to 8 kHz
Measuring level range	(Auto Range) A Weighting: 30 to 130 dB C Weighting: 35 to 130 dB
Accuracy	± 1.5 dB
Calibration cycle	1 year
Accessories	Carrying case, windscreen, User manual, USB cable and 9V battery
CE	EN61326-1 This product complies with requirements of the following European Community Directives: 89/336/EEC (Electromagnetic Compatibility) and 73/23/EEC (Low Voltage) as amended by 93/68/EEC (CE Marking). However, electrical noise or intense electromagnetic fields in the vicinity of the equipment may disturb the measurement circuit. Measuring instruments will also respond to unwanted signals that may be present within the measurement circuit. Users should exercise care and take appropriate precautions to avoid misleading results when making measurements in the presence of electronic interference.

OPTIONAL ACCESSORIES

SM-CAL1

Sound Meter Calibrator with two output levels of 94dB and 114dB, output frequency of 1000Hz, fits 1/2" microphones

FINAL TEST
Venta de Instrumentos de Prueba y Medición

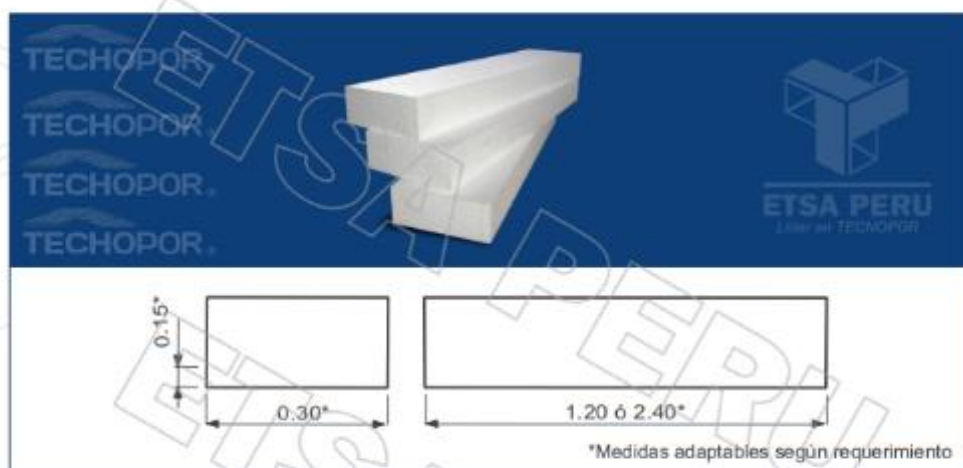
Calle del Eban 810625
Jardines de Chapultepec
Tijuana B. C. Mexico
Tel: (064) 681 1130
Fax: (064) 681 1150
Tel: 01800 527-4848

©2009 Amprobe Test Tools. All rights reserved.
4/2009 3358187 Rev B

Amprobe® Test Tools

www.Amprobe.com

ANEXO N° LL: Ficha técnica de Ladrillo Techopor.



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

MATERIAL	Poliestireno Expandido			
NOMBRE COMERCIAL	Ladrillo TECHOPOR			
ANCHO (Metros)*	0.30; 0.40 ó según requerimiento			
LARGO (Metros)*	1.20; 2.40 ó según requerimiento			
ESPESOR (Metros)*	0.08	0.12	0.15	0.25
DENSIDAD APARENTE	10 KG/m3	12 KG/m3	15 KG/m3	Otros

VENTAJAS

<p>Liviano</p> <ul style="list-style-type: none"> * Gran facilidad de descarga y manipuleo. * Rapidez en la colocación. <p>Seguros</p> <ul style="list-style-type: none"> * Fabricados con EPS autoextingible tipo F. * Sin riesgos durante su manipulación. 	<p>Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> * Gran ahorro de mano de obra * Importante ahorro en fierro y hormigón en la estructura por mayor esparcimiento entre viguetas. * Evita pérdidas de mezcla por escurrimiento. * 1 ladrillo TECHOPOR equivale a 4 ladrillos de arcilla.
--	--

WWW.ETSAPERU.COM.PE

Calle San Carlos N° 120 Urb. Santa Marta - Ate Vitarte, Lima - Perú
(01) 351 5219 / (01) 351 7521 / (01) 351 0314 / Fax: 352-0053



ETSA PERU
Líder en TECHOPOR

ANEXO N° M: Ficha técnica de ladrillo pandereta.

CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación del Bien	: PANDERETA ACANALADA		
Denominación técnica	: PANDERETA ACANALADA		
Grupo/clase/familia	: CONSTRUCCIONES DE TABIQUERIA		
Dimensiones (mm)	Alto	Ancho	L.Corte
	90	105	230
Peso	: 1.90 Kg.		
Unidades m ²	: 36		



Anexos adjuntos:

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

CARACTERISTICAS TECNICAS

DE LOS TIPOS DE LADRILLOS

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

Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

CARACTERISTICAS FISICAS

	según NTP	según muestra
VARIACION DE LA DIMENSION (mm)	± 2.0	± 2.0
ALABEO (mm)	2	1
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	36.0 Kg/cm ²	39.8 Kg/cm ²
ABSORCION (%)	<22	13.00
EFLORESCENCIA	NO EFLORESCENTE	NO EFLORESCENTE

OTRAS ESPECIFICACIONES

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

EL CONTENIDO DE LA FICHA PUEDE VARIAR POR CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS O EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ACTUALIZADO: FEBRERO 2019

Parcela 10234 Fundo Santa Inés, Puente Piedra – Lima. Telf: (051) 711-3322

www.ladrilloslark.com.pe

ANEXO N° N: Ficha técnica de bloque hueco H15.

CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación del Bien	: HUECO 15 ACANALADO		
Denominación técnica	: LADRILLO HUECO 15 ACANALADO		
Grupo/clase/familia	: CONSTRUCCIONES DE TECHO		
Dimensiones (mm)	Alto	Ancho	L.Corte
	150	300	300
Peso	: 7.60 Kg.		
Unidades m ²	: 9		



Anexos adjuntos:

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

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

DE LOS TIPOS DE LADRILLOS

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

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

CARACTERISTICAS FISICAS

	según NTP	según muestra
VARIACION DE LA DIMENSION (mm)	± 2.0	± 2.0
ALABEO (mm)	2	1
RESISTENCIA A LA FLEXO-TRACCION (Kg/cm ²)	2.04 Kg/cm ²	2.30 Kg/cm ²
ABSORCION (%)	<22	12.90
EFLORESCENCIA	NO EFLORESCENTE	NO EFLORESCENTE

OTRAS ESPECIFICACIONES

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

EL CONTENIDO DE LA FICHA PUEDE VARIAR POR CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS O EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ACTUALIZADO: FEBRERO 2019

Parcela 10234 Fundo Santa Inés, Puente Piedra – Lima. Telf: (051) 711-3322

www.ladriilloslark.com.pe

ANEXO N° O: Ficha técnica de Eco ladrillo.



FICHA TÉCNICA

Actualizado el 13 de julio del 2021

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO				
		<h3>ECO LADRILLO</h3>		
USO:		<i>Ladrillo para tabiquería.</i>		
MATERIAS PRIMAS: <i>Mezcla de arcilla, poliestireno expandido, cemento y PET.</i>		Unidad	Especificación de Producto	Requisitos Normados: RNE. E-070.
PROPIEDADES FÍSICAS:				
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	0.96-1.00	-
DIMENSIONES	Largo	cm	19.5	± 1mm 19.5 Máx. 19.3 Mín.
	Ancho	cm	9	± 0mm 9.0 Máx. 9.0 Mín.
	Alto	cm	6	± 0mm 6.0 Máx. 6.0 Mín.
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 16.8	Máx. 17.8
ÁREA DE VACÍOS		%	0.0	-
ALABEO		mm	< 1.0	Máx. 1.0
DENSIDAD		g/cm ³	0.97	-
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta
RENDIMIENTO		Und/m ²	70	-
PROPIEDADES MECÁNICAS:				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg/cm ²	7.42	

Nota:


Ladrillo utilizado para la construcción de muros divisorios (tabiquería) dónde no se aplica carga portante y deberán llevar refuerzo de acero horizontal y vertical.

ANEXO N° P: Ficha técnica de Eco bloque H15.



FICHA TÉCNICA

Actualizado el 13 de julio del 2021

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO					
		ECO BLOQUE H15			
USO:		<i>Ladrillo para techos y entrepisos aligerados.</i>			
MATERIAS PRIMAS: <i>Mezcla de arcilla, poliestireno expandido, cemento y PET.</i>		Unidad	Especificación de Producto	Requisitos Normados: RNE. E-070.	
PROPIEDADES FÍSICAS:					
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	3.56	-	
DIMENSIONES	Largo	cm	30	± 3mm	30.1 Máx. 29.9 Mín.
	Ancho	cm	19.5	± 1mm	19.5 Máx. 18.9 Mín.
	Alto	cm	15.0	± 1mm	15.1 Máx. 14.9 Mín.
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 16.8	Máx. 17.8	
ÁREA DE VACÍOS		%	0.0	-	
ALABEO		mm	< 1.0	Máx. 1.0	
DENSIDAD		g/cm ³	0.53	-	
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta	
RENDIMIENTO		Und/m ²	15	-	
PROPIEDADES MECÁNICAS:					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		Kg/cm ²	3.18		

Nota:

Ladrillo utilizado para la construcción de losas en techos transitables, que requieren gran aislación térmica y acústica, sin área de adherencia para el tarrajeo, por lo que se deberá usar sistemas de adherencia como la malla gallinero, similar a los usados en los casetones de poliestireno.

ANEXO N° Q: Ficha técnica de Z Membrana blanco.



Curadores

Z Membrana Blanco

Descripción: Es un curador de color blanco o transparente que evita la evaporación del agua en el concreto. Cumple con las normas ASTM C309, ASTM C 156, TIPO 1 D, TIPO 2, CLASE A. No contiene polímeros

Ventajas:

- Facilita la retención de la humedad.
- Provee superficies sin polvo.
- Ofrece una mayor dureza superficial, ya que el sistema de arrocera debilita superficialmente a la losa.
- Resiste los cambios de temperatura.
- Por la membrana que forma, el concreto se cura con su propia agua y desarrolla mayor fuerza y resistencia.
- El producto es compatible con el tarrajeo y la pintura látex, caucho, epóxica.
- El pigmento de la superficie desaparece después de los 7 días de aplicado.

Usos:

- En placas, columnas, inmediatamente después del desencofrado.
- En losas, techos, canales.
- En todo elemento de concreto.
- Se puede utilizar también en climas fríos.
- En climas de altas temperaturas, recomendamos el CURET Z o Z SOL BLANCO.
- Se usa también en el curado de morteros normales o impermeabilizados.
- En todo elemento de concreto horizontal y vertical.
- En losas cuando haya desaparecido la exudación del concreto (según el clima).

Aplicación

- La aplicación puede ser con brocha, mochila pulverizadora, rodillo, Etc.
- El Curador debe aplicarse a 20 o 30 minutos después de exudación del concreto.

Cuidados

- Evitar el tráfico sobre la superficie en donde ha sido aplicado el curador.
- Agitarlo antes de usar.
- Lavar la mochila pulverizadora, rodillo o brocha cada vez que se termine de aplicar el producto Z MEMBRANA BLANCO.