



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO**

TEMA:

**PROTOTIPO DE BLOQUE A BASE DE PLÁSTICO (PET - PEAD)
CON CASCARILLA DE ARROZ RECICLADO PARA VIVIENDAS
DE INTERÉS SOCIAL.**

TUTOR:

ARQ. JORGE ARMEL ABARCA ABARCA, MSC.

AUTOR:

ARIANA ESTEFANÍA BARCIA RODRÍGUEZ

GUAYAQUIL-ECUADOR

2020



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Sistema Nacional de Estudios Superiores, de Investigación Científica y Tecnológica, de Innovación y de Gestión del Talento Humano

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Prototipo de bloque a base de plástico (PET - PEAD) con cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social.

AUTORES:

Ariana Estefanía Barcia Rodríguez

REVISORES O TUTORES:

Arq. Jorge Armel Abarca Abarca, Msc.

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Arquitecto

FACULTAD:

Ingeniería, Industria y Construcción

CARRERA:

Arquitectura

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2020

N. DE PAGES: 147 páginas

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Plásticos, hormigón, tratamiento de desechos, vivienda

RESUMEN:

Durante los últimos años la industria de la construcción ha intentado mejorar el sistema constructivo, conllevando a series de investigaciones cuyo objetivo principal fue la elaboración de bloques más ligeros y de fácil accesibilidad. Una de las mejores alternativas que se considera actualmente, fue la utilización de productos orgánicos como la cáscara de arroz, dado a su aislamiento de calor, asimismo esta favorece a la conductividad eléctrica y al apantallamiento contra la radiación electromagnética. Fue preciso considerar que el área de la construcción de proyectos investigativos como la fabricación de un bloque en base a materiales innovadores, implicó la obtención de beneficios dentro de diversas empresas del sector; uno de los beneficios más importantes es la reducción de costos. El presente proyecto tuvo como objetivo principal el desarrollo de un modelo piloto, cuyos beneficios obtenidos sirvieron de base en el desarrollo de nuevas alternativas que fueron amigables con el medio ambiente, cabe recalcar que una de las principales ventajas que plantea este proyecto fue la conservación del medio ambiente.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:

SI

NO

CONTACTO CON AUTOR:

Ariana Estefanía Barcia Rodríguez

Teléfono:

0986689910

E-mail:

ariana_barciarodriguez@hotmail.com

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

MAE. Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza

Cargo: Decano de la Facultad de Ing., Indust. y Const.

Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241

E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

Tesis Barcia

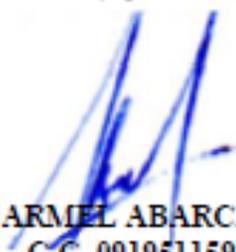
INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %	6 %	0 %	5 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
3	dokumen.site Fuente de Internet	<1 %
4	usuarios.fceia.unr.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
5	bibciv.ucla.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
6	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias Apagado
Excluir bibliografía Apagado


ARQ. JORGE ARMEL ABARCA ABARCA, MSC.
C.C. 0919511592

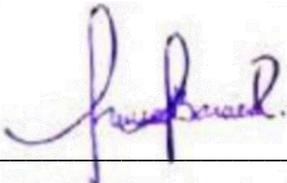
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.

La egresada *ARIANA ESTEFANÍA BARCIA RODRÍGUEZ*, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a la suscrita y se responsabiliza con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de investigar: *PROTOTIPO DE BLOQUE A BASE DE PLÁSTICO (PET - PEAD) CON CASCARILLA DE ARROZ RECICLADO PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.*

Autora

Firma:  _____

ARIANA ESTEFANÍA BARCIA RODRÍGUEZ

C.I.: 0926982471

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto de investigación PROTOTIPO DE BLOQUE A BASE DE PLÁSTICO (PET - PEAD) CON CASCARILLA DE ARROZ RECICLADO PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “PROTOTIPO DE BLOQUE A BASE DE PLÁSTICO (PET - PEAD) CON CASCARILLA DE ARROZ RECICLADO PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL”, presentado por la estudiante ARIANA ESTEFANÍA BARCIA RODRÍGUEZ, como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTA, encontrándose apto para su sustentación.

Firma: _____



ARQ. JORGE ARMEL ABARCA ABARCA, MSC.

C.I.: 0919511592

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, y a la Facultad de ingeniería, industria y construcción por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

A mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. A mis hermanos por ser una parte importante de mi vida, por haberme apoyado en aquellos momentos de necesidad, por ayudar a la unión familiar.

A mi esposo, por su apoyo incondicional, por tolerarme y por siempre buscar la manera de tenerme de buenas. Por soportar mis ratos de histeria. Por ser mi compañía en aquellas noches de desvelo. Por ser un excelente hombre, compañero y amigo.

Y por último a mi tutor de tesis, Arq. Jorge Abarca, por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo, otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Srta. Ariana Estefanía Barcia Rodríguez

DEDICATORIA

La presente labor de titulación la consagro a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mi esposo por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar.

“La belleza perece en la vida, pero es inmortal en el arte”. Leonardo Da Vinci.

Srta. Ariana Estefanía Barcia Rodríguez

ÍNDICE GENERAL

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUDES	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	iv
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1. Tema.	2
1.2. Planteamiento del problema.	2
1.3. Formulación del problema.	3
1.4. Sistematización del problema.	3
1.5. Objetivo general.....	4
1.6. Objetivos específicos.	4
1.7. Justificación de la investigación.	4
1.8. Delimitación o alcance de la investigación.	6
1.9. Hipótesis de la investigación.	6
1.9.1. Variable independiente.....	6
1.9.2. Variable dependiente.....	6
1.10. Líneas de investigación.....	7
CAPÍTULO II	8
2.1. Antecedentes.....	8

2.2. Bloque.....	12
2.2.1. Definición.....	12
2.2.2. Características.	12
2.2.3. Medidas.	13
2.2.4. Normas INEN.....	13
2.3. Plástico (PET – PEAD).	14
2.3.1. Definición.....	14
2.3.2. Características.	15
2.4. Proceso del pilado del arroz.....	18
2.4.1. Producción de arroz en el Ecuador.....	19
2.4.2. Proceso del pilado del arroz.	20
2.5. Cascarilla de arroz.	23
2.6. Cemento.....	27
2.6.1. Tipos de cemento.	28
2.7. Piedra Chasqui.....	30
2.8. Arena.....	31
2.8.1. Tipos de arena.	32
2.8.2. Granulometría.....	34
2.8.3. Curva granulométrica.....	35
2.9. Agua.....	37
2.10. Reciclaje.	38
2.10.1. Reciclaje de plástico.....	39
2.11. Marco referencial.....	40
2.11.1. Referencias de tesis internacionales y nacionales.	40
2.12. Marco legal.	42
2.12.1. Normas técnicas.	42
CAPÍTULO III.....	44
3.1. Investigación.....	44
3.2. Tipo de investigación.....	44
3.2.1. Investigación descriptiva.....	44
3.2.2. Investigación experimental.	44
3.2.3. Investigación de campo.....	45

3.2.4. Investigación bibliográfica.....	45
3.3. Enfoque de la investigación.....	45
3.4. Técnicas de investigación.....	46
3.4.1. La encuesta.....	48
3.4.2. Procesamiento y análisis de información.....	48
3.5. Población y muestra.....	48
3.6. Análisis de resultados.....	50
CAPÍTULO IV.....	62
4.1. Tema.....	62
4.2. Descripción de la propuesta.....	62
4.3. Desarrollo del proyecto.....	64
4.3.1. Diagrama de flujo del proceso.....	64
4.3.2. Cuadro de necesidades.....	65
4.4. Recolección y tratamiento de la materia prima.....	66
4.4.1. Recolección del plástico PET - PEAD.....	66
4.4.2. Recolección de la cascarilla de arroz.....	67
4.4.3. Componentes agregados a la materia prima para la mezcla del bloque.....	68
4.4.4. Tratamiento de las materias primas.....	69
4.4.5. Herramientas utilizadas durante el proceso de mezcla para los bloques.....	69
4.4.6. Maquinarias utilizadas durante el proceso de mezcla para los bloques.....	73
4.5. Moldeado y fabricación del bloque ecológico.....	74
4.6. Dosificación y pruebas realizadas al bloque ecológico.....	79
4.6.1. Dosificación o muestra de bloque ecológico 1.....	80
4.6.2. Dosificación o muestra de bloque ecológico 2.....	83
4.6.3. Dosificación o muestra de bloque ecológico 3.....	85
4.6.4. Dosificación o muestra de bloque ecológico 4.....	88
4.6.5. Dosificación o muestra de bloque ecológico 5.....	90
4.6.6. Dosificación o muestra de bloque ecológico 6.....	93
4.6.7. Dosificación o muestra de bloque ecológico 7.....	95
4.6.8. Dosificación o muestra de bloque ecológico 8.....	98
4.6.9. Dosificación o muestra de bloque ecológico 9.....	100
4.7. Pruebas del bloque ecológico.....	103

4.7.1. Prueba de humedad.	103
4.7.2. Prueba de calor.	104
4.7.3. Prueba de resistencia a la compresión.	106
4.8. Presupuesto.	109
4.8.1. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 1.	109
4.8.2. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 2.	110
4.8.3. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 3.	110
4.8.4. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 4.	111
4.8.5. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 5.	111
4.8.6. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 6.	112
4.8.7. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 7.	112
4.8.8. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 8.	113
4.8.9. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 9.	113
4.8.10. Tabla comparativa de precios y resistencia.	114
4.9. Renders.	115
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	124
Bibliografía	125
ANEXO9.	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1. Bloque de plástico reciclado.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. PET (Polietileno de tereftalato).....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3. PEAD (Polietileno de alta densidad).....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4. Características – PET (Polietileno de tereftalato).....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5. Características – PEAD (Polietileno de alta densidad).....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 6. Oryza sativa (arroz).....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7. Almacenamiento de arroz en piladoras.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8. Diagrama de molinería arroceras.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9. Molinería arroceras.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 10. Proceso de industrialización del arroz.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 11. Partes constituyentes del grano de arroz.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12. Cascara de arroz, desecho.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13. Partes y proceso de una piladora de arroz.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 14. Cemento HOLCIM – Tipo GU.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 15. Partes y proceso de una piladora de arroz.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 16. La graduación de tamaños de los áridos.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 17. Arena volcánica utilizada para la construcción.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 18. Huso granulométrico del porcentaje que pasa representado en un gráfico.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 19. Agua potable para la elaboración de bloques y hormigón.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 20. 3R.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 21. Materiales utilizados en la construcción.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 22. Análisis de las viviendas proyectadas por provincias.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 23. Área de construcción por vivienda.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 24. Tipos de muestreo.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 25. Género de encuestados.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 26. Edad de los encuestados.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 27. Pregunta 1.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 28. Pregunta 2.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 29. Pregunta 3.....</i>	<i>54</i>

<i>Figura 30. Pregunta 4.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 31. Pregunta 5.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 32. Pregunta 6.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 33. Pregunta 7.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 34. Pregunta 8.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 35. Pregunta 9.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 36. Pregunta 10.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 37. Prototipo de bloque.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 38. Vivienda de interés social.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 39. Diagrama del flujo del proceso de elaboración de los bloques ecológicos...64</i>	
<i>Figura 40. Recolección de plástico PET y PEAD.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 41. Recolección de cascarilla de arroz.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 42. Recolección de cascarilla de arroz.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 43. Materias primas y agregados.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 44. Pala o lampa.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 45. Balde o tacho.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 46. Balanza de mesa.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 47. Medidor de líquido.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 48. Tableros de madera.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 49. Carretilla.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 50. Carretilla al momento de extraer los bloques ecológicos.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 51. Personal de la bloquera.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 52. Mezcladora de agregados.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 53. Bloquera.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 54. Dimensiones del bloque ecológico.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 55. Plástico PET – PEAD vertido en la mezcladora.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 56. Cascarilla de arroz vertida en la mezcladora.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 57. Chasqui vertido en la mezcladora.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 58. Arena vertida en la mezcladora.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 59. Cemento vertido en la mezcladora.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 60. Agua vertida en la mezcladora.....</i>	<i>77</i>

<i>Figura 61. Mezcla de los materiales que componen el bloque ecológico.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 62. Vaciado de la mezcladora.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 63. Compactación de la mezcla del bloque ecológico.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 64. Producto final (bloques ecológicos) trasladados al Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli”.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 65. Prueba de humedad - Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli”.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 66. Prueba de calor - Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli”.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 67. Prueba de resistencia - Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli”.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 68. Bloque ecológico 1.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 69. Bloque ecológico 2.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 70. Bloque ecológico 3.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 71. Bloque ecológico 4.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 72. Bloque ecológico 5.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 73. Bloque ecológico 6.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 74. Bloque ecológico 7.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 75. Bloque ecológico 8.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 76. Bloque ecológico 9.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 77. Bloques ecológicos sumergidos por 24 horas.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 78. Bloques húmedos siendo pesados.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 79. Bloques ecológicos secados por 24 horas.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 80. Bloques ecológicos secos siendo pesados.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 81. Bloques ecológicos y proceso de compresión.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 82. Bloques ecológicos ubicados en la máquina de rotura.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 83. Placa metálica ubicada sobre el bloque ecológico.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 84. Bloque ecológico.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 85. Vivienda de interés social construida con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 86. Mampostería en paredes con los bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 87. Perspectiva de pared construida con los bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla Arroz).....</i>	<i>116</i>

<i>Figura 88. Losa aligerada de la vivienda de interés social construida con los bloques ecológicos.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 89. Cajonetas de la losa aligerada rellenas con los bloques ecológicos.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 90. Losa aligerada con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de arroz).....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 91. Uso de los bloques ecológicos en divisiones interiores de la vivienda de interés social.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 92. Pared ornamental construida con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 93. Mobiliarios elaborados con los bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 94. Jardineras construidas con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 95. Muros decorativos construidos con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 96. Certificado emitido por el Director del Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli.....</i>	<i>124</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Medidas estándares de los bloques.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2. Producción de arroz en cascara a nivel nacional.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3. Propiedades físicas de la cascarilla de arroz.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 4. Propiedades químicas de la cascarilla de arroz.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 5. Propiedades físicas de la piedra chasqui.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 6. Componentes minoritarios de la piedra chasqui.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 7. Dimensiones de los diferentes agregados.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 8. Porcentajes de contenido que pasa a través de los diferentes tipos de malla según ASTM.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 9. Género de encuestados.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 10. Edad de los encuestados.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 11. Pregunta 1.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 12. Pregunta 2.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 13. Pregunta 3.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 14. Pregunta 4.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 15. Pregunta 5.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 16. Pregunta 6.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 17. Pregunta 7.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 18. Pregunta 8.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 19. Pregunta 9.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 20. Pregunta 10.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 21. Cuadro de necesidades.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 22. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 1.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 23. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 1.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 24. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 1.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 25. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 1.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 26. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 2.....</i>	<i>83</i>

<i>Tabla 27. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 2....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 28. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 2.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 29. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 2.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 30. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 3.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 31. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 3....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 32. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 3.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 33. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 3.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 34. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 4.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 35. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 4....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 36. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 4.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 37. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 4.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 38. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 5.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 39. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 5....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 40. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 5.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 41. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 5.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 42. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 6.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 43. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 6....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 44. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 6.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 45. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 6.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 46. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 7.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 47. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 7....</i>	<i>96</i>

<i>Tabla 48. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 7.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 49. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 7.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 50. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 8.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 51. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 8....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 52. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 8.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 53. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 8.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 54. Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 9.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 55. Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 9..</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 56. Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 9.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 57. Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 9.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 58. Resultado preliminar – Pruebas de humedad.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 59. Resultado preliminar – Pruebas de calor.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 60. Resultado preliminar – Pruebas de compresión.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 61. Descripción y precios de materiales que componen el bloque ecológico.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 62. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 1.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 63. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 2.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 64. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 3.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 65. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 4.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 66. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 5.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 67. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 6.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 68. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 7.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 69. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 8.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 70. Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 9.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 71. Valores de precios y de resistencia de los bloques ecológicos.....</i>	<i>114</i>

INTRODUCCIÓN.

El sistema constructivo ha venido mejorado durante los últimos años en la industria de la construcción, teniendo como objetivo principal la elaboración de bloques más ligeros y de fácil accesibilidad conllevando a series de investigaciones.

Actualmente se considera una de las mejores alternativas la implementación de productos orgánicos como la cascarilla de arroz, para favorecer ciertas propiedades funcionales del concreto como su aislamiento de calor, la conductividad eléctrica, el apantallamiento contra la radiación electromagnética, entre otras.

Dentro de los beneficios más importantes para las diversas empresas del sector de la construcción es la reducción de costos, por ende, es preciso considerar un área dedicada a la ejecución de proyectos investigativos tales como la elaboración de un bloque a base de materiales innovadores.

El presente proyecto, prototipo de bloque a base de plástico (PET – PEAD) con cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social, tiene como objetivo principal la conservación del medio ambiente y los beneficios obtenidos sirvan de base en el desarrollo de nuevas alternativas que sean amigables con el medio ambiente.

El capítulo 1 contiene los siguientes puntos: tema, planteamiento del problema, objetivos, justificación, variables e hipótesis.

El capítulo 2 contiene los siguientes puntos: antecedentes, marco conceptual, referencial y legal.

El capítulo 3 contiene los siguientes puntos: marco metodológico, tipos y técnicas de la investigación.

El capítulo 4 contiene lo siguiente: propuesta, conclusiones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Tema.

Prototipo de bloque a base de plástico (PET - PEAD) con cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social.

1.2. Planteamiento del problema.

Hoy por hoy se sabe que los costos en el sector de la construcción de edificaciones tales como viviendas son muy altos, específicamente en el uso de materiales para la construcción de la misma, haciendo que su accesibilidad a ellas sea compleja, existiendo así, una sobre demanda de viviendas por causa de los habitantes, a raíz de esto la gran demanda en la fabricación de bloques se ha vuelto en una de las principales problemáticas a nivel mundial, por lo cual las grandes industrias se ven obligadas a examinar nuevas alternativas de componentes primos para la fabricación de bloques a un reducido importe.

El empleo de bloques fabricados a base de cemento, arena y piedra pómez vienen siendo utilizados de carácter tanto artesanal como fabril, pero su orientación como aislante térmico es limitado, por lo cual se buscan nuevas alternativas que sirvan como un sumo aislante térmico, siendo la cascarilla de arroz y componentes plásticos, una de las principales alternativas, la cual es de sencilla accesibilidad y de un reducido importe. Es significativo reiterar que la exploración de nuevas opciones de componentes primos en este caso la presunción de la elaboración de un régimen constructivo, nos permita beneficiar un material que inclusive hoy en día es calificado como material desechable.

El cambio meteorológico es un constituyente que se debe tener en cuenta al instante de elaborar un sólido de construcción de modo sostenible debido a la función

que va a efectuar por un extenso período de tiempo, las circunstancias atmosféricas del mismo modo deben ser estudiadas y analizadas para que no afecten al instante de ejecutar la construcción de viviendas de utilidad social con los bloques ecológicos.

Durante un extenso período en el sector constructivo se ha trabajado con materiales tradicionales que han sido aceptados por la comunidad para la construcción de viviendas; se ha diseñado, construido y comercializado con materiales cotidianos pero han dejado a un paraje, dos factores importantes: el ser humano y el medioambiente, sin embargo, cada uno de estos materiales provocan que el mundo se vaya deteriorando crecidamente, la mala utilización de los residuos generan descontento debido a que ocupan área, producen los malos olores percibidos por el ser humano y la remanente contaminación que conllevan.

Es por eso que basándonos en estos problemas y teniendo una cognición ecológica, como opción surge el prototipo de bloque ecológico buscando optimizar los recursos naturales minimizando el impacto ambiental en el área de la construcción y diseño de viviendas.

1.3. Formulación del problema.

Determinar la cualidad apropiada de resistencia del bloque en base a la cáscara de arroz y componentes plásticos (PET - PEAD), la misma que permitirá que el proyecto sea viable y factible, asimismo se plantea dar un nuevo aporte en las obras civiles, obteniendo así beneficios económicos en cuanto a los materiales que se utilizan, ya que se cree que la comercialización de está como materia prima mitigarán los costos en la industria de la construcción, evidenciándose como un ahorro de consumo de energía.

1.4. Sistematización del problema.

¿Cómo se podrá mejorar el bloque de concreto común?

¿Qué tipos de normas se deben seguir a la hora de construir una vivienda utilizando los materiales ecológicos y reciclables?

¿De qué manera este producto puede ser alternativa a los problemas de contaminación de nuestro ambiente?

¿El bloque ecológico reúne los estándares de resistencia como los de un bloque común?

1.5. Objetivo general.

Elaborar bloques a base de plásticos (PET-PEAD) y cascarilla de arroz, como una alternativa ecológica y de bajo costo para elaborar paredes en viviendas de interés social.

1.6. Objetivos específicos.

Adquirir información relevante de la implementación de plástico (PET - PEAD) con cascarilla de arroz.

Analizar la factibilidad técnica y económica del empleo de plástico (PET - PEAD) con cascarilla de arroz en la fabricación de bloques y morteros como una posibilidad viable para el sector de la construcción.

Determinar las proporciones de los materiales para una sobresaliente resistencia y aislamiento térmico de los bloques y mortero elaborados con plástico (PET - PEAD) y cascarilla de arroz utilizados en la construcción de viviendas.

1.7. Justificación de la investigación.

El campo de la construcción abarca un área importante para el progreso del país, y para continuar creciendo es primordial que se adapten a la petición de las sociedades actuales que exigen ser rápidos, eficaces y oportunos.

La aspiración del proyecto consiste en plasmar todos los objetivos ya sean financieros u operacionales de una empresa, institución o individual, en donde se reúne toda la información para evaluar si es acertado o no el uso de este método.

El reciclaje de una materia prima podría componer un fundamento de ahorro en costos y recursos. Una de las características más importantes de las actividades que conllevan al reciclaje es que coadyuvan a controlar una externalidad negativa derivada de la contaminación o congestión de los espacios destinados a la disposición final de residuos sólidos. Estas actividades reportan efectos externos positivos que resultan en extremo valorados por la sociedad.

El bloque ecológico es una alternativa en la construcción verde que impulsa el bienestar social que permitirá aprovechar los residuos (plástico PET - PEAD y cascarilla de arroz) como principales componentes de los bloques.

Esta investigación aporta el estudio de la utilización adecuada del plástico (PET - PEAD) y la cascarilla de arroz (desechos del arroz) como materiales bases para la fabricación de bloques ecológicos. La observación y la investigación son parte fundamental del proceso porque nos permitirán recopilar la información necesaria para establecer las propiedades físico-químicas para desarrollar de manera eficaz el bloque ecológico.

El aprovechamiento de los residuos de la industria arrocera (cascarilla de arroz) sumado el uso de los residuos producidos por el plástico (PET - PEAD) para la elaboración de bloques amigables con el medioambiente que servirán para construir viviendas de interés social de manera sostenible y a bajo costo.

La importancia de este proyecto consiste en demostrar la factibilidad de emplear residuos como materia prima en la elaboración de los materiales de construcción. El bloque ecológico es una solución a diversos problemas que permitirá el desarrollo del mercado productivo en la construcción de una manera sostenible.

1.8. Delimitación o alcance de la investigación.

Área: Arquitectura.

Campo: Sector de la construcción.

Aspecto: Estudio comparativo, sistemas constructivos, bloques ecológicos.

Tema: Prototipo de bloque a base de plástico (PET - PEAD) con cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social.

Delimitación geográfica: Provincia del Guayas, Cantón: Pedro Carbo (como productor de arroz) y Guayaquil (como centros de acopio de plástico).

Delimitación espacial: Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

1.9. Hipótesis de la investigación.

La elaboración de bloques a base de plástico (PET - PEAD) reciclados con cascarilla de arroz, disminuirá el costo de la construcción de viviendas de interés social en los sectores rurales.

1.9.1. Variable independiente.

Prototipo de bloque para viviendas de interés social.

1.9.2. Variable dependiente.

En base de plástico (PET - PEAD) reciclados con cascarilla de arroz.

1.10. Líneas de investigación.

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

Territorio, materiales de construcción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

La historia de los bloques tiene sus comienzos en la época de los romanos, en el año 200 a. C. iniciaron a emplear el mortero de cemento para unir piezas de piedra en la elaboración de sus construcciones y arquitectura. Entre los años 37 d. C. y 41 d. C. en la zona que actualmente comprende Nápoles, en Italia en el período de reinado del emperador Romano, Calígula, se usaron piezas pequeñas de hormigón prefabricado como material de construcción.

Durante el declive del imperio romano en el siglo quinto se perdió gran parte del conjunto de técnicas que desarrollaron en concreto. El británico Joseph Aspdin, en 1824, desarrolló y patentó el cemento portland, que se convirtió en uno de los principales materiales del hormigón moderno. En los Estados Unidos, en 1890, Harmon Sylvanus Palmer diseñó el primer bloque de concreto hueco. Después de 10 años de experimentación, en 1900, Harmon logró patentar su diseño. Los bloques eran tan pesados que se tenían que alzar con una grúa pequeña en su zona, las medidas del bloque eran 8 pulgadas (20,3 cm) por 10 pulgadas (25,4 cm) por 30 pulgadas (76,2 cm). En los Estados Unidos más de 1.500 empresas estaban produciendo bloques de hormigón en 1905. Los primeros bloques se realizaban a mano, 10 bloques por hora era la capacidad de producción promedio en esa época. La fabricación de bloques de concreto es un proceso automatizado capaz de producir hasta 2.000 piezas por hora en la actualidad. (BLOQUERAS.ORG, 2018).

La Ley 22/2011 de Residuos y Suelos Contaminados, define los “residuos industriales” como aquellos residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados

por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre. (ECOLEC, 2018)

Los residuos industriales son los desperdicios generados por la industria en grandes cantidades provocando una fuerte contaminación al planeta, cada uno de los procesos para recolectar y almacenar los residuos debe contar con las medidas de seguridad e higiene tanto para el ser humano como para el ecosistema. El reciclaje es la habilidad de aprovechar los residuos generados a nivel mundial y transformarlos mediante un proceso para implementarlos en un nuevo uso de manera sostenible generando un resultado positivo para el medioambiente. (Isan, 2018)

El reciclaje, consiste en recolectar y almacenar de la mejor manera los residuos para que sean sometidos a diversos procesos para su transformación con la finalidad de poder ser utilizados como materia prima en nuevos materiales producidos de manera sostenible y amigable con el medio ambiente.

El aumento del impacto ambiental a nivel mundial en los últimos años se ha visto manifestado con mayor énfasis en las grandes ciudades. En favor del medioambiente se realizará nuevas propuestas de diseño y elaboración de materiales sostenibles permitiendo un desarrollo sustentable para el beneficio de las nuevas generaciones. (Glover, 2014)

La gran demanda en la producción de bloques se ha vuelto en uno de las principales problemáticas a nivel mundial, por lo cual las grandes industrias buscan nuevas alternativas para la elaboración de bloques utilizados para construcción de viviendas. Diversos países como; Colombia, Uruguay, Estados Unidos, Bolivia, Republica Dominicana entre otros, estudian la cáscara de arroz con el fin de ayudar al medio ambiente y generar ingresos económicos que sean rentables para su país.

Actualmente en la arquitectura e interiorismo se utilizan materiales tradicionales como: el cemento, la madera, el metal, el aluminio, el vidrio; sin embargo, se puede

sustituir los elementos que conforman la materia prima de los materiales cotidianos utilizados en las construcciones para que sean amigables con el medio ambiente. El proceso de fabricación de los materiales que se emplean en la construcción sigue siendo de modo tradicional, no obstante, la implementación de nuevos métodos en la producción de materiales aprovechando de manera eficaz los residuos como recursos indispensables para obtener el mejor resultado en la construcción.

Según los estudios realizados por el Dr. Juris Balodis (Cordis, 2010) en la Universidad de Letonia, en el año 2.008, se obtuvo como resultado que el plástico reciclado sirve como elemento constructivo para vivienda y se asocia con la fábrica de cemento española Uniland formando el proyecto SANDPLAST, que era financiado por Eureka para su comercialización.

Argentina fue el primer país de Sudamérica que realizó investigaciones con los plásticos reciclados aprovechando que el reciclaje se estaba implementando en este país; en función de esto CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica), (Gaggino, 2014), ha desarrollado durante 45 años diferentes tecnologías en sus proyectos de investigación para disminuir el costo de las viviendas de inclusión social. En el año 2.008, sus investigaciones produjeron valiosos resultados proporcionando material de construcción, el *Bloque de Plástico Reciclado*, que serviría a la economía y medio ambiente.



Figura 1: *Bloque de plástico reciclado.*
Fuente: *Archivo fotográfico de CEVE.*
Elaborado por: *Barcia (2020)*

Los antecedentes históricos de la contaminación ambiental se registran desde el inicio de la humanidad, los recursos naturales han sido explotados de diversas maneras a lo largo del tiempo lo que ha producido un gran impacto perjudicial al medio ambiente. La contaminación ambiental es el resultado de una serie de acontecimientos producidos por la evolución del ser humano y por la misma metamorfosis del planeta. Actualmente a nivel mundial se desarrollan diferentes métodos para contrarrestar esta situación para la solución de esta problemática. (Compiladores: Solís Segura & López Arriaga, 2003)

El mundo afronta una cadena de problemas ambientales que son causados por diversos factores que influyen de manera directa e indirecta a la contaminación del medio ambiente. Las causas de la contaminación son visibles en cada lugar de nuestro planeta.

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) indicó que se genera 0,58 kilogramos diarios de residuos sólidos por habitante en la zona urbana del Ecuador; según información estadística de los Municipios para el año 2016.

El INEC señala que en promedio 12.897,98 toneladas de residuos sólidos se recolectan a diario. (EXTRA.EC, 2018)

- Deforestación: La tala de varias especies de árboles a nivel mundial debido al incremento de la población es la causa para que el planeta pierda una parte considerable de sus pulmones.
- Erosión: La erosión es un proceso natural donde los suelos y rocas se desgastan y destruyen constantemente. La erosión es el principal motivo de la desertización.
- Desertificación: Unas 250 millones de personas a nivel mundial sufren la degradación de la tierra en territorios áridos o semiáridos por causa de la actividad realizada por el ser humano y de las variaciones climáticas.

2.2. Bloque.

2.2.1. Definición.

Ladrillo de gran tamaño fabricado en hormigón. Se utiliza para cierres o construcciones bastas. Existen modelos con acabados decorativos. Además se fabrican para el fundido de placas en edificios. (Glosario de Arquitectura, 2014).

Un sillar es un bloque o elemento con forma prismática recta, es decir, con forma de paralelepípedo rectangular en el que sus tres dimensiones son del mismo orden o muy parecidas, como máxima relación de lados 1:1:2, generalmente es grande y por lo tanto pesado, por lo que se necesitan medios mecánicos para su manipulación y colocación. (Escobar, 2014).

Los bloques de hormigón o bloques de concreto, también denominados unidad de mampostería de concreto (CMU), son fabricados con una o más cavidades huecas, sus costados pueden ser lisos o con diseño. (BLOQUERAS.ORG, 2018)

2.2.2. Características.

Dentro de las características de los bloques podemos nombrar las siguientes:

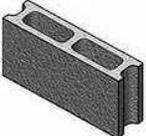
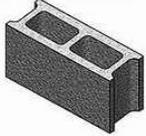
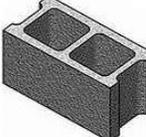
- Alta resistencia y estabilidad estructural.
- Aislamiento térmico y acústico.
- Aislamiento hidrófugo y durabilidad.
- Rápida y fácil colocación y manipulación.
- Las características físicas son: el ancho, el alto, el espesor y el peso por unidad.
- Los datos técnicos que encontramos son la resistencia a compresión, conductividad térmica, resistencia térmica, reacción al fuego, densidad.

- Pueden soportar cubiertas pesadas según sus propiedades y características óptimas.
- Presentan un coeficiente menor de absorción que los ladrillos.
- La unión de bloques requiere menos mortero.
- Absorción de agua por capilaridad. (Cruz, 2015).

2.2.3. Medidas.

Las medidas estándares de los bloques de hormigón se detallan a continuación::

Tabla 1: Medidas estándares de los bloques.

Nombre del bloque	Medidas estándares			Imagen del bloque
	Ancho (Cm)	Alto(Cm)	Largo (Cm)	
Bloque de hormigón	10	20	40	
Bloque de hormigón	15	20	40	
Bloque de hormigón	20	20	40	

Fuente: BLOQUERAS.ORG, 2018.

Elaborado por: Barcia (2020).

2.2.4. Normas INEN.

- Z.1 Documentos Normativos a consultar (NTE INEN 643, 1993-09)
- Normas INEN para la fabricación de bloques.

- INEN 638 Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales.
- INEN 639 Bloques huecos de hormigón. Muestreo, inspección y recepción
- INEN 640 Bloques huecos de hormigón. Determinación de la resistencia a la compresión
- INEN 642 Bloques huecos de hormigón. Determinación de la absorción de agua.

2.3. Plástico (PET – PEAD).

2.3.1. Definición.

PET (polietileno de tereftalato) Se usa para hacer recipientes para bebidas gaseosas, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles y de condimentos para ensaladas, frascos de manteca, y otros.



Figura 2: PET (Polietileno de tereftalato).

Fuente: www.quiminet.com

Elaborado por: Barcia (2020)

PEAD (polietileno de alta densidad) Se usa para hacer films plásticos procedentes de embalajes de golosinas, yerba, jabones, tarrinas, botellas para leche, bolsas o fundas de compras, envases de shampoo y perfumes, etc.



Figura 3: PEAD (Polietileno de alta densidad).

Fuente: www.quiminet.com

Elaborado por: Barcia (2020)

2.3.2. Características.

Dentro de las características de los plásticos PET podemos nombrar las siguientes:

- Claridad.
- Rango de dureza.
- Resistencia.
- Barrera a los gases.
- Barrera al vapor.

Características técnicas				
Densidad		ISO 1183	g/cm ³	1,36
Temperatura de Servicio			C°	- 40 + 110
Temperatura máxima de servicio en periodos breves			C°	≤160
Esfuerzo en el punto de fluencia		ISO 527	MPa	80
Elongación a la rotura		ISO 527	%	20
Modulo de elasticidad a la tensión		ISO 527	Mpa	3200
Resistencia al impacto		ISO 179/IeU	kJ/m ²	82
Dureza		ISO 13000-2	Shore D	81
Tiempo limite de rendimiento δ 1/1000	23°C/50%RH 100°C	ISO 899	Mpa	12
Temperatura de distorsión térmica	Método A	ISO 75	C°	67
	Método B	ISO 75	C°	165
Punto de Fusión	Método A	ISO 3146	C°	255
Coefficiente de expansión lineal térmica		DIN 53752	1/K 10 ⁻⁵	6
Constante dieléctrica	1 MHz	IEC 250		3.3
Factor de disipación	1 MHz	IEC 250		0.02
Resistencia dieléctrica		IEC 243	KV/mm	50
Resistividad volumétrica		IEC 243	Ω·cm	10 ¹⁶
Absorción de humedad a 23°C, 50% RH		ISO 62	%	-0,23
Absorción de Agua a 23°C		ISO 62	%	- 0.5

Figura 4: Características - PET (Polietileno de tereftalato).

Fuente: www.lorkindustrias.com

Elaborado por: Barcia (2020)

Dentro de las características de los plásticos PEAD podemos nombrar las siguientes:

- Rango de dureza.
- Resistencia.
- Resistencia a la humedad.
- Permeabilidad al gas.

Densidad g/cm ³ ISO 1183	0,95
Resistencia a la tracción N/mm ² DIN EN ISO 527	28
Resistencia al alargamiento % DIN EN ISO 527	+8
Alargamiento de la rotura %	300
Módulo-E MPa DIN EN ISO 527	850
Resistencia al impacto KJ/m ² DIN en ISO 179	Sin Rotura
Resistencia al impacto en probeta KJ/m ² DIN EN ISO 179	50
Dureza superficial N/mm ² DIN EN ISO 2039-1	45
Dureza shore D ISO 868	66
Expansión lineal coeficiente K-1 DIN 53752	1'8 . 10 ⁻⁴
Conductividad térmica W/m-K DIN 52612	0.38
Comportamiento ante el fuego	Normal inflamable
Rigidez dieléctrica KV/mm VDE 0303-21	44
Resistencia superficial Ohm DIN IEC 167	10 ¹⁴
Rango de temperatura °C	-100 hasta +80
Resistencia a los productos químicos	Alta resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes
Aceptable fisiológicamente	Sí
Soldadura	Sí
Refuerzo fibra de vidrio	-
Laqueado, impresión	-
Moldeado en caliente	Posible

Figura 5: Características - PEAD (Polietileno de alta densidad).

Fuente: www.aqualine.el

Elaborado por: Barcia (2020)

2.4. Proceso del pilado del arroz

El arroz (*Oryza sativa*) es una especie de la familia de las gramíneas o poaceas, que se encuentran dentro del grupo de los cereales, es necesario recalcar que es uno de los cereales que mayormente se consume a nivel mundial, especialmente en Suramérica (INIA, 2007). Este cereal proporciona alrededor del 20% del suministro de energía alimentaria del mundo, en comparación al trigo y el maíz los cuales suministran el 19% y 5% correspondientemente (FAO, 2004; Tinoco y Acuña, 2009).



Figura 6: Oryza sativa (arroz)

Fuente: www.anar.com.ni

Elaborado por: Barcia (2020)

Este cereal no tan solo es una rica fuente de energía sino también es una excelente opción como fuente de tiamina, riboflavina y niacina, considerado como un alimento de bajo contenido graso (1%), libre de colesterol y muy bajo en sodio (DICTA, 2003). De igual manera este es rico en proteínas, hierro, zinc y fibra, siendo el arroz integral con mayor contenido de fibra alimenticia.

El arroz es rico en cuanto a diversidad genética y se cultiva en todo el mundo, por otro lado, el arroz en su estado natural, con cáscara, presenta muchos colores que incluyen el pardo, el rojo, el púrpura e incluso el negro. Estas coloridas variedades de arroz casi siempre son apreciadas por sus propiedades benéficas para la salud. El arroz con cáscara tiene un contenido mayor de nutrientes que el arroz blanco sin cáscara o pulido (FAO, 2004).

2.4.1. Producción de arroz en el Ecuador.

Para la producción de arroz es necesario conocer el tipo y calidad de suelo en el que se desea sembrar y calidad de la semilla, ya que existen más de 10.000 variedades y cada una con especificaciones de siembra distinta (Márquez 2017y Marchesi, 2016). En la siguiente tabla se puede observar la producción de arroz en toneladas (t) a nivel nacional, está producción representa uno de los principales ingresos económicos en las provincias de: Loja, Manabí, Guayas, El Oro y Los Ríos.

Tabla 2: Producción de arroz en cascara a nivel nacional.

Provincia	Superficie Planta (HA)	Superficie Cosecha (HA)	Producción (t)	Rendimiento (HA)
Loja	2.683	2.683	24.296,00	9,1
Manabí	9.912,00	9.912,00	68.115,00	6,90
Guayas	242.640,00	242.640,00	1.209.338,00	5,00
Los Ríos	99.459,00	99.459,00	402.446,00	4,10
El Oro	2.750,00	2.750,00	10.679,00	3,90

Fuente: www.sinagap.agricultura.gob.ec, 2018.

Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 7: Almacenamiento de arroz en piladoras.

Fuente: www.sinagap.agricultura.gob.ec, 2018.

Elaborado por: Barcia (2020)

2.4.2. Proceso del pilado del arroz.

El proceso de pilado o tratamiento del arroz, no es más que el seguimiento de una serie de pasos, en donde se especifica que sin adecuado seguimiento el pilado del arroz puede generar pérdidas económicas o que el arroz sea de calidad baja, es necesario recalcar que el arroz paddy, es el arroz blanco que es apto para el consumo humano.

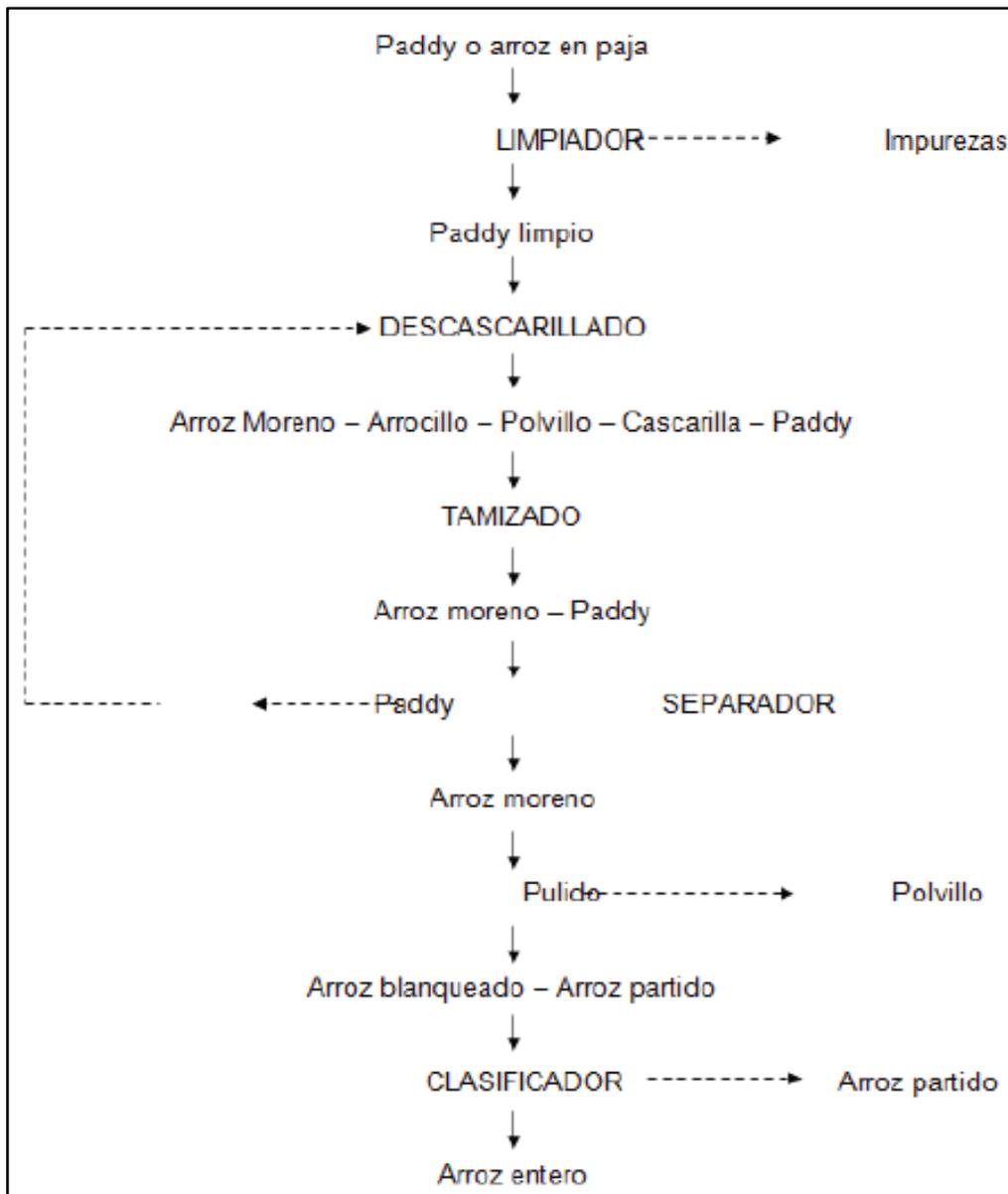


Figura 8: Diagrama de molinería arrocera.

Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca; cadena del arroz, 2002.

Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 9: Molinería arrocera.

Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca; cadena del arroz, 2002.

Elaborado por: Barcia (2020)

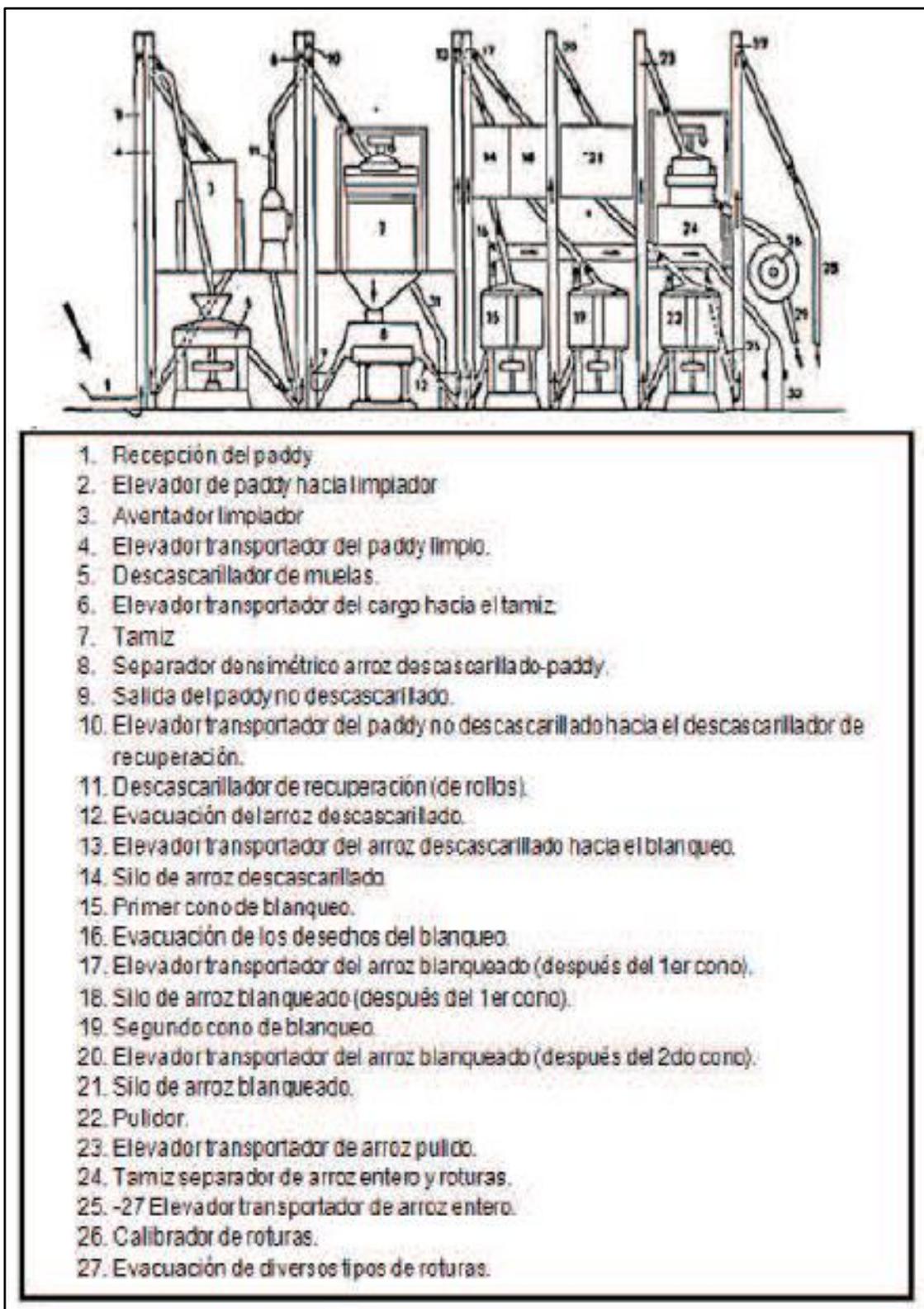


Figura 10: Proceso de industrialización del arroz.

Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca; cadena del arroz, 2002.

Elaborado por: Barcia (2020)

2.5. Cascarilla de arroz.

La cáscara de arroz no es más que la corteza dura que recubre el grano, la cual constituye aproximadamente el 25% del volumen del mismo, la cáscara se lo considera como un material residual, es decir, no procesable, ya que causa taponamiento de intestinos, por otro lado, la biodegradación de la cascarilla de arroz no es sencilla debido a que contiene un alto contenido de silicio.

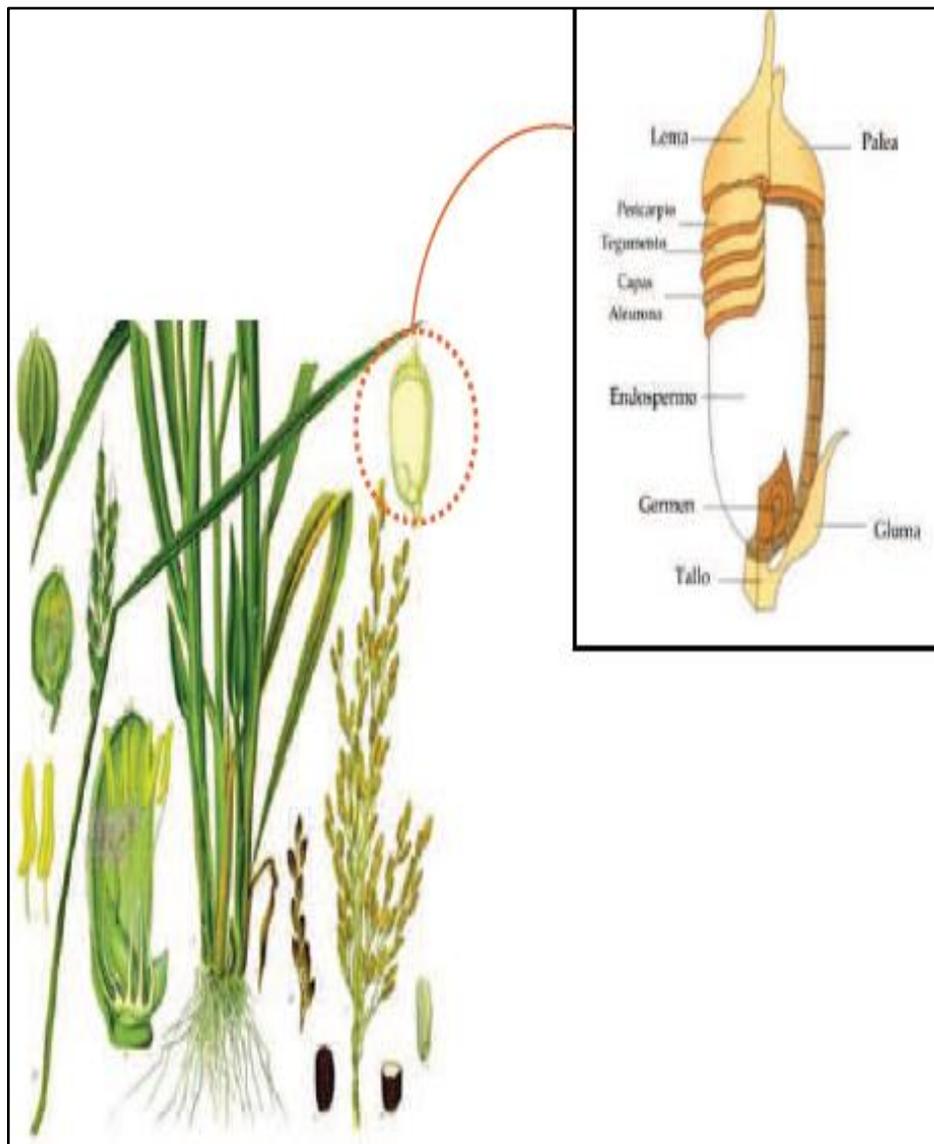


Figura 11: Partes constituyentes del grano de arroz.

Fuente: www.blanquita.com.

Elaborado por: Barcia (2020)

Se han analizado las propiedades y características físicas y químicas que tiene la cascarilla arroz, mediante métodos experimentales y analíticos. Estos resultados son los obtenidos en los laboratorios de PRONACA, AGROCALIDAD y el DECAP, Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología de la Escuela Politécnica Nacional, así como también se calcularon valores con fórmulas específicas en las normas ASTM.

Tabla 3: Propiedades físicas de la cascarilla de arroz.

Propiedades y características físicas	
Estado físico	Sólido granulado
Color	Beige
Olor	Olor característico
Longitud, mm	4 – 14
Ancho, mm	2 – 4
Espesor promedio, μm	50
Peso específico, mg	2.944 – 3.564
Solubilidad en el agua	Insoluble
Granulometría sobre malla # 4, %	0
Granulometría sobre malla # 8, %	4
Granulometría sobre malla # 10, %	18,6
Granulometría sobre malla # 20, %	74,6
Densidad verdadera, gr/cm^3	1,42
Densidad aparente, gr/cm^3	0,65
Densidad a granel, gr/cm^3	0,10
Porosidad del combustible, %	54
Fracción de espacios libres, %	85
Fase gaseosa teórica, %	93

Fuente: DECAP, 2018.

Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 4: Propiedades químicas de la cascarilla de arroz.

Propiedades y características químicas	
Humedad, %	7,41
Cenizas, %	19,39
Materia volátil, %	57,09
Carbono fijo, %	16,11
PH a 25° C	7,10
Fibra (Celulosa), %	45,38
Proteínas, %	3,59
Extracto con éter (Grasa), %	0,4
Carbohidratos totales, %	69,23
PCS B.S. (Bomba calorimétrica), MJ/kg.	12,7
PCS B.S. (Análisis bromatológico), MJ/kg.	12,04
PCS B.S. (Análisis último), MJ/kg.	15,58
PCI B.S. (Análisis último), MJ/kg.	14,42
PCI B.H. (Análisis último), MJ/kg.	13,498

Fuente: DECAP, 2018.

Elaborado por: Barcia (2020)

Uno de los componentes principales de la cascara de arroz es el silicio con un 87-97%, este sílice sirve principalmente para cumplir funciones estructurales o para aumentar la resistencia de las mismas, consecuentemente siendo un elemento beneficioso para que el arroz crezca de manera normal, el silicio o sílice se lo encuentra en varias partes de la planta de arroz puede ser; raíz, tallo, hojas, vaina o cascara. Por otro lado, una característica poco común y poco relevante es que presenta propiedades térmicas (Marchesi, 2016; Arcos, Macías y Rodríguez, 2007).

Con estos resultados se puede concluir que las propiedades fisicoquímicas de la cascarilla de arroz en el Ecuador están entre los rangos que se manejan a nivel mundial.

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico (Calderón, 2002).

La cáscara de arroz no es más que la corteza dura que recubre el grano, la cual constituye aproximadamente el 25% del volumen del mismo, la cáscara se lo considera como un material residual, es decir, no procesable, ya que causa taponamiento de intestinos, por otro lado, la biodegradación de la cascarilla de arroz no es sencilla debido a que contiene un alto contenido de silicio (Álvarez, 2014).



Figura 12: Cascara de arroz, desecho.

Fuente: www.clasipar.com.

Elaborado por: Barcia (2020)

Actualmente el uso de la cascarilla de arroz se da en diferentes ámbitos como en las industrias agropecuarias, ganaderas, de construcción y en la floricultura, entre otras, a pesar que para los productores arroceros este residuo es tedioso en otros ámbitos ha resultado de mucho beneficio. Sirve para formar las camadas de los cerdos y pollos en los galpones la cual les permite tener cierta comodidad, otro de los usos de esta es en la producción de energía (López, 2014 y UAN, 2017).

La piladora sirve para procesar la gramínea que se cosecha, esta permite pelar o desvainar fácilmente el grano de arroz, cuyo proceso se da a través de la entrada de arroz a través de tamiz vibrante, después pasa por un rodillo elaborado de goma cuya

función es de pelado, seguido a esto el arroz pasa a la sala de molienda en donde se introduce aire a presión haciendo que el arroz y la cascara se separen (Fig., 5) (El Comercio, 2017).

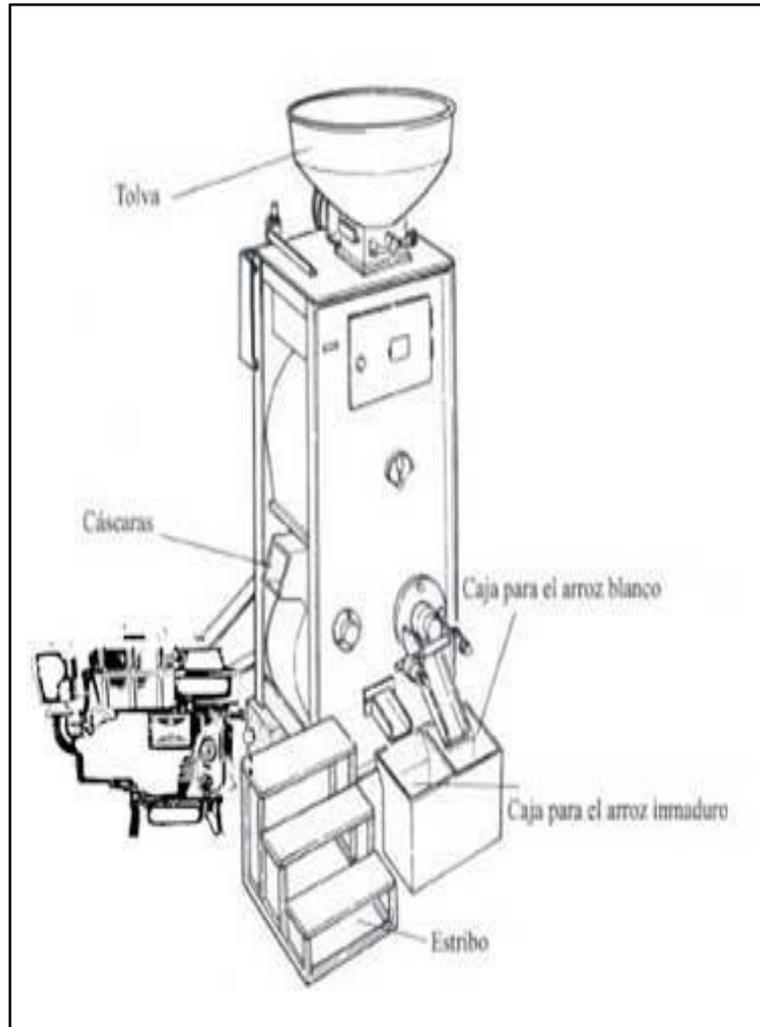


Figura 13: Partes y proceso de una piladora de arroz.
Fuente: www.torotractor.com.
Elaborado por: Barcia (2020)

2.6. Cemento.

El cemento es una conglomeración hidráulica, la cual amasado con el agua forma una masa que se endurece a través las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus

constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables tanto al aire como bajo agua (Montoya, Moran y Meseguer, 2000).

No obstante, el cemento es un material utilizado generalmente para la producción de morteros y hormigones cuando se mezclan con agua y áridos, naturales o artificiales, obteniéndose así elementos constructivos prefabricados o contruidos "*in situ*" (IECA, 2017).

Existen diferentes componentes utilizadas para la elaboración del cemento que en proporciones adecuadas y mediante el proceso de producción, proporcionan las cualidades físicas, químicas y resistencias adecuadas al uso deseado del mismo (IECA, 2017).

Componente principal: Material inorgánico, especialmente seleccionado, usado en proporción superior al 5% en masa respecto de la suma de todos los componentes principales y minoritarios.

Componente minoritario: Cualquier componente principal, usado en proporción inferior al 5% en masa respecto de la suma de todos los componentes principales y minoritarios.

De igual manera es preciso mencionar que la dosificación de la mezcla, mezclado y procesamiento inicial del hormigón fresco, determina su homogeneidad y densidad. Los hormigones que frecuentemente estarán expuestos a agentes químicos que se sabe producen un rápido deterioro del hormigón por lo cual se protegen con una barrera resistente a dichos agentes químicos (Holcim, 2017).

2.6.1. Tipos de cemento.

Existen diferentes tipos de cementos, los cuales se clasifican según sus propiedades específicas, sin considerar restricciones de su composición, de igual manera

estos se apegan a la norma Ecuatoriana INEN 2380, la cual es la equivalente a la norma ASTM C1157, basados en esta norma tenemos los siguientes (Holcim, 2017).

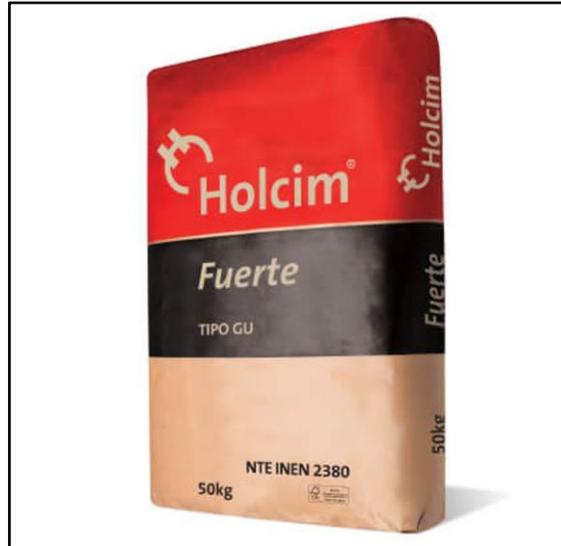


Figura 14: Cemento HOLCIM – Tipo GU

Fuente: www.disensa.com.ec.

Elaborado por: Barcia (2020)

Tipo GU: Para construcción general: Edificios, estructuras industriales, conjuntos habitacionales.

Tipo HE: Elevada resistencia inicial: este es utilizado cuando se necesita un secado rápido.

Tipo MS: Moderada resistencia a los sulfatos: este tipo de cemento es destinado a obras de concreto en general y obras que se encuentran expuestas a la concentración moderada de sulfatos o donde se requiera moderado calor de hidratación, cuando así sea especificado, siendo puentes y tuberías de concreto.

Tipo HS: Alta resistencia a los sulfatos. Utilizados esencialmente para la elaboración de canales, alcantarillas, obras portuarias.

Tipo MH: Moderado calor de hidratación.

Tipo LH: Bajo calor de hidratación: usados para evitar las dilataciones durante el fraguado.

Es necesario recalcar que mientras no se especifique el tipo de cemento se asumirá como cemento tipo GU. Por otro lado, es preciso hacer mención que el tipo de cemento utilizado durante este proyecto fue de tipo GU, ya que es el más utilizado en construcciones de edificaciones en general.

2.7. Piedra Chasqui.

Este tipo de piedra se la usa para la fabricación de bloques de tamaño pequeño. Para la fabricación de los bloques, no se necesita un tamaño específico de la piedra chasqui.



Figura 15: Partes y proceso de una piladora de arroz.

Fuente: www.torotrac.com.

Elaborado por: Barcia (2020)

La piedra chasqui se encuentra en diferentes canteras a nivel mundial, en el Ecuador precisamente se encuentra en la parte de la sierra donde la cantidades de volcanes son considerables, principalmente en Cotopaxi, Tungurahua, Pichincha, Latacunga, Cayambe y Chalupas, en donde se produce como resultado de las explosiones volanticas y de la compactación de la lava al contacto con la atmosfera, consecuentemente esta sufre una desgasificación haciendo que se formen espacios de aire en la misma, dándole así su aspecto y propiedades características (Fonseca, 2015; Gallegos, 2015).

Tabla 5: Propiedades físicas de la piedra chasqui.

Valores característicos		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso Especifico	0,71	g/cm ³
Abrasión	48,25	%
Carga Abrasiva	12	esferas
Absorción de agua	49,88	%
Densidad Suelta	0,66	g/cm ³
Densidad Compactada	0,75	g/cm ³
Humedad	8,5	%

Fuente: Gallegos Analía, 2015.

Elaborado por: Barcia (2020)

Este tipo de piedra se compone principalmente de trióxido de sílice y trióxido de aluminio dado a su origen volcánico, de igual manera presenta otros componentes pero en menores cantidades.

Tabla 6: Componentes minoritarios de la piedra chasqui.

Componentes	Porcentajes (%)
Oxido de Silicio (SiO ₂)	71
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	12,8
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1,75
Oxido de Calcio (CaO)	1,36
Oxido de Sodio (Na ₂ O)	3,23
Potasio	3,83
Agua (H ₂ O)	3,88

Fuente: Gallegos Analía, 2015.

Elaborado por: Barcia (2020)

2.8. Arena.

Si bien se sabe la arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas en diferentes tamaños, éstas varían entre un rango de 0,063 y 2 mm., su principal componente es el sílice la cual la hace resistente tanto a elevadas temperaturas como componentes químicos, de igual manera, uno de los principales motivos por el cual se usa en la industria de la construcción es su fácil maleabilidad. Por su yacimiento se las

clasifica en mina, río, marinas y artificiales, cuando se las obtiene por machaqueo. (González, 2016).

La arena es un material compuesto utilizado especialmente para la construcción de viviendas, es necesario tener en cuenta que esta presenta su propio rango de tamaño para ser considerada arena, una partícula individual dentro de este rango es llamada grano o clasto de arena. Por otro lado, la consolidación de estas partículas es denominada arenisca o calcarenitas si sus componentes son calcáreos.

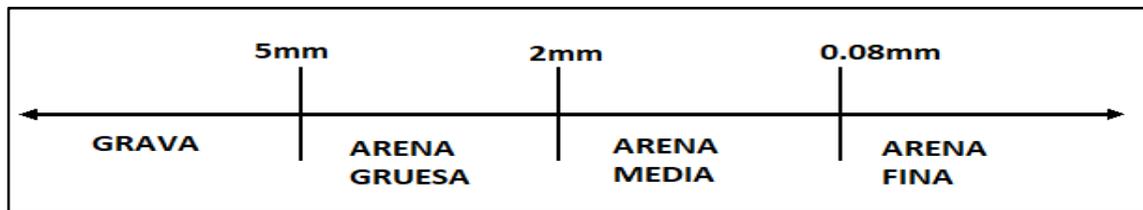


Figura 16: La graduación de tamaños de los áridos.

Fuente: González, 2016.

Elaborado por: Barcia (2020)

No obstante, como cualquier material la arena presenta componentes característicos de la misma como, el sílice generalmente en forma de cuarzo, siendo, estos componentes se encuentran generalmente en tierra continental y en las costas no tropicales. Sin embargo, la composición de está varía de acuerdo condiciones locales de la roca. Po ejemplo, la arena encontrada en los arrecifes de coral es caliza molida que ha pasado por un proceso de digestión a través del pez loro. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso (González, 2016).

2.8.1. Tipos de arena.

Existen diferentes tipos de arenas las cuales varían de color según la roca sedimentaria de la que proceden, por ejemplo, si la arena procede de roca volcánica esta tendrá una coloración negruzca, mientras que si la arena proviene de los arrecifes de coral esta será blanca (Sequeira, 1976).

Arenas naturales: Es el resultado de la separación natural de las rocas, las de propiedades superiores son las que contienen sílice o cuarzo (color azul). Origen de río, de cantos rodados.

De mina: Es aquella arena que se encuentra depositada en el interior de la tierra formando capas, de forma angular, color azul, gris y rosa, los de color rosa contienen óxido de hierro.

De playa: Requieren proceso de lavado con agua dulce, contienen sal es y restos orgánicos.

Volcánicas: Se encuentran en zonas cercanas a los conos volcánicos, de color negro.



Figura 17: Arena volcánica utilizada para la construcción.

Fuente: Hernández, 2017.

Elaborado por: Barcia (2020)

No obstante, toda arena no puede ser utilizada para el levantamiento de edificaciones, ya que la arena proveniente del mar presenta grandes cantidades de cloruros el cual corroe el acero y debilitan la capacidad resistente de las estructuras de concreto, por lo que la arena utilizada para la construcción debe de cumplir con la norma ASTM C33 (Hernández, 2017).

2.8.2. Granulometría.

Se entiende por granulometría a la medición y degradación de los agregados finos (arena) y gruesos (piedra), este tipo de análisis es utilizado para la separación de partículas según su tamaño a través de técnicas manuales o mecánicas (Bravo, García, Morales y Ramírez, 2012). Para la separación de estas partículas se utilizan mallas de diferentes tamaños de abertura de poro que van desde la # 100 (150 micras) hasta 9.52 mm, según la norma ASTM C 33, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregados en cada una de ellas (Bravo *et al.*, 2012; Sánchez, 2013).

Tabla 7: Dimensiones de los diferentes agregados.

Dimensiones de la partícula elemental (mm)	sistema internacional	U. S. Dep. de Agricultura	Ex. U.R.S.S.
< 0,001	Arcilla	Arcilla	Arcilla
< 0,002			Limo fino
0,005	Limo	Limo	Limo medio
0,01			Limo grueso
0,02			Arena muy fina
0,05	Arena Fina	Arena Fina	Arena fina
0,1			Arena media
0,25	Arena gruesa	Arena gruesa	Arena gruesa
0,2			Arena gruesa
0,5			Arena gruesa
1	Grava Fina	Grava Fina	Grava
2			Grava
3	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
5			Grava gruesa y piedras
10	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
20			Grava gruesa y piedras
> 20			Grava gruesa y piedras

Fuente: Granulometría de suelos, Sánchez, 2013.

Elaborado por: Barcia (2020)

La arena que va a ser utilizada en el levantamiento de edificaciones debe de ser (González, s.f.):

- Fácilmente moldeable, de manera que se adapte perfectamente a las formas del modelo y las reproduzca fielmente.

- Ser resistente a la erosión producida por el desplazamiento y el impacto del metal líquido en el interior del molde.
- Resistencia a los ataques químicos que pueden producirse entre el molde y el metal líquido.
- Resistente a altas temperaturas.
- Poseer buena permeabilidad para permitir la evacuación de los gases que se generan durante la colada del molde y del aire que ocupa inicialmente la cavidad.
- Buena capacidad para disipar la energía térmica del metal líquido y favorecer así la correcta solidificación de las piezas.
- Ser colapsable, es decir, presentar una buena capacidad de disgregación.
- Generar buenos acabados superficiales en las piezas.
- Ser reutilizable, de manera que una vez regenerada pueda moldearse nuevamente.

2.8.3. Curva granulométrica.

Es preciso mencionar que el control de la granulometría se representa mediante la elaboración de gráfica de curvas, en donde se representan los porcentajes acumulados en el tamiz y los que pasan a través del mismo. De igual manera es necesario tener en cuenta lo dicho según las normas ASTM, en donde se especifica que para aquellos agregados cuyo porcentaje que pasa por mallas de entre 150 y 300 micras, es necesario utilizar de más de 300 kg/m³.

Además, la misma indica que la relación entre el contenido que pasa y el que es retenido no debe ser mayor al 45% del total de dicha muestra (ASOCEM, 1983).

Tabla 8: Porcentajes de contenido que pasa a través de los diferentes tipos de malla según ASTM.

Malla (mm - μ m)	ASTM	Porcentaje que pasa (%)
9,5 mm	3-10	100
4,75 mm	4	95-100
2,36 mm	8	80-100
1,18 mm	16	50-85
600 μ m	30	25-60
300 μ m	50	10-30
150 μ m	100	2-10

Fuente: Boletín Técnico (ASOCEM, 1983).

Elaborado por: Barcia (2020)

Este tipo de curvas permite observar la tendencia homogénea o heterogénea que presentan los tamaños de grano (diámetros) de las partículas, esto se basa a partir de la obtención de todos los pesos totales y los pesos retenidos, se procede a realizar la curva granulométrica. Es necesario hacer énfasis que el material mejor graduado es aquel en el que cuyo gráfico granulométrico se encuentra fuera una línea recta desde el límite superior de la izquierda hasta el límite inferior de la derecha, es decir formando una curva las cuales son representadas en un papel denominado “log-normal” (Sánchez, 2013; ASOCEM, 1983).

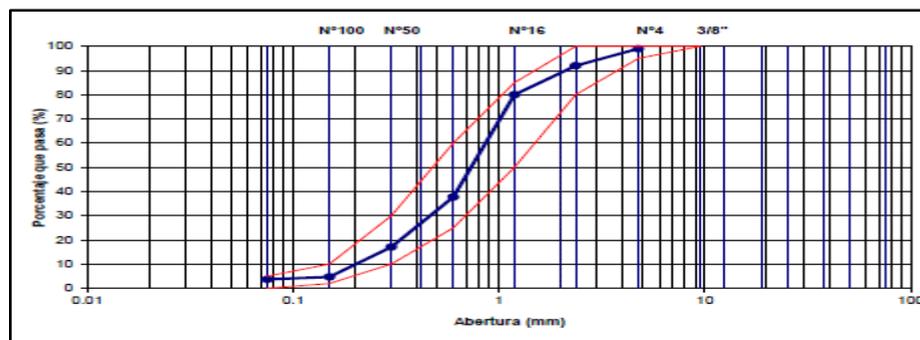


Figura 18: Huso granulométrico del porcentaje que pasa representado en un gráfico.

Fuente: Sánchez, 2013.

Elaborado por: Barcia (2020)

2.9. Agua.

El agua es un elemento básico para el desarrollo de la vida, y base de innumerables actividades productivas. Siendo de igual manera uno de los principales y más importantes componentes para la elaboración de bloques es el agua ya que está garantiza la consistencia del mismo. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que para la elaboración de estos se debe agregar el agua en una cantidad mínima, dado a que si es agregada a cantidades abrumantes afectara la resistencia del bloque (Fuster, 2010).

No obstante, toda el agua no es apta en las construcciones ya que, las aguas que presenten grandes cantidades de azúcar, ácidos, materia orgánica, aceites, sulfatos, sales alcalinas, efluentes de cloacas, sólidos suspendidos y gases, son perjudiciales, ya que pueden producir efectos desfavorables sobre el hormigón o sobre las armaduras (Carrasco, 2013).



Figura 19: Agua potable para la elaboración de bloques y hormigón.

Fuente: Carrasco, 2013.

Elaborado por: Barcia (2020)

Asimismo aquellas aguas que presenten calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, sulfatos, nitratos y carbonatos mayor a 2 g/L no son aptas como agua mezcla, dado a que el bicarbonato y especialmente el carbonato afecta al tiempo de fraguado del cemento y consecuentemente la resistencia del hormigón.

No obstante, algunas normas como la norma “Agua para mortero y hormigones” establece que la aptitud del agua depende de su origen. El agua utilizada para la elaboración de hormigón debe de estar por debajo de los 85 °C y libre de cloruros. Las aguas aptas son agua potable, agua recuperada de procesos de la industria del hormigón, aguas procedentes de fuentes subterráneas, agua de lluvia, agua superficial natural, aguas residuales industriales (Carrasco, 2013; Trelew, 2014).

2.10. Reciclaje.

El reciclaje consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso fisicoquímico o mecánico, a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizado. De tal manera, conseguimos alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos.

El reciclaje surge no sólo para eliminar estos residuos, sino para hacer frente al agotamiento de los recursos naturales del planeta.

El reciclaje, al margen de su complejo proceso de transformación, es uno de los puntos básicos de estrategia de tratamiento de residuos 3R.

- Reducir: Acciones de reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.
- Reutilizar: Acciones que permiten el volver a usar un producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.

- **Reciclar:** El conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida.



*Figura 20: 3R.
Fuente: www.agmagement.es
Elaborado por: Barcia (2020)*

2.10.1. Reciclaje de plástico.

El plástico es uno de los residuos que más tardan en degradarse. Algunos de ellos pueden durar en la naturaleza cientos de años. El reciclaje del plástico puede llevarse a cabo de manera mecánica o química.

Mecánico: Consiste en recoger el plástico, limpiarlo, molerlo o trocearlo en pequeños trozos, luego el lavado y enfardado.

Químico: Degrada el plástico para la obtención de moléculas simples, con métodos como la:

- Pirolisis (altas temperaturas en ausencia de oxígeno),
- Hidrogenación (altas temperaturas en presencia de hidrógeno),
- Gasificación (convierte al plástico en combustible en presencia de oxígeno o hidrógeno) y
- Craqueo (altas temperaturas y catalizador).

2.11. Marco referencial.

2.11.1. Referencias de tesis internacionales y nacionales.

- Ladrillos a base de cascarilla de arroz y PET. (Perú)

Sebastián Leal (2015). Éste proyecto es elaborado principalmente para aprender nuevas formas de reutilizar las basuras que son causadas por nosotros. Brindando nuevas opciones para la elaboración de materiales de construcción con la finalidad de aprender nosotros mismos como implementar en el ámbito general nuevas formas de recolección y utilización de las basuras como lo son el PET en el ámbito urbano.

La problemática de este proyecto radica en la necesidad de producir insumos más amigables con el medio ambiente, en este caso la producción de ladrillos los cuales contarán con añadidura del PET, los cuales brindaran resistencia y le darán el plus ecológico a este proyecto.

- Elaboración de bloques ecológicos a base de ceniza de carbón. (Colombia)

Mario Castaño (2015). Éste proyecto presentaría gran magnitud en el impacto del medio ambiente, por ello es necesario hacer los ensayos más apropiados para hacer de esta propuesta algo más que una presentación de trabajo, buscando y comprobando uno a uno los parámetros de seguridad que nos rige la norma sismo resistente de nuestro país

que es lo que más nos interesa a nosotros como realizadores de esta propuesta innovadora.

Los bloques ecológicos son bloques contruidos con materiales que no dañan al medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con este.

- Ecoladrillos con cascarilla de arroz. (España)

Cabo (2016). Específicamente en la Universidad Pública de Navarra se diseñaron ladrillos puzolánicos sin cocción, utilizando como materiales cal hidráulica natural, cemento Portland como aditivo de referencia, cascarillas de arroz como residuos procedentes de la cosecha de arroz y cenizas de cascara de arroz. La base de este ladrillo es un tipo de arcilla, la marga gris, un suelo considerado marginal.

- Ecoladrillos a base de botellas PET rellenas de residuos plásticos. (Guatemala)

Heisse et al. (2017). Surgen en la organización Pura Vida de Guatemala en el año 2004; se fabrican a partir de la combinación de los dos grupos más grandes de desechos sólidos de los hogares, botellas PET y residuos plásticos. Las botellas de plástico PET sirven como depósito para los residuos sueltos, limpios y secos de las casas, los cuales se compactan sellando posteriormente la botella.

- Ecoladrillos Ecotec. (México)

Ecotec (2016). En México se fabrican y distribuyen ladrillos a base de fibra de celulosa (desperdicio del proceso de fabricación de papel), arena, cemento y aserrín, por lo cual el 20% de la materia prima de estos ladrillos es material 100% reciclado. Es un material que cuenta con una densidad más alta que los materiales convencionales, lo que permite que conserve por más tiempo la temperatura.

2.12. Marco legal.

2.12.1. Normas técnicas.

A nivel mundial los terremotos representan uno de los mayores inconvenientes para las estructuras que todo profesional debe considerar, tanto en el diseño como en su construcción. Su respuesta dinámica, asimismo como los daños que estos pueden causar en las edificaciones, dependen no solo de la magnitud del evento telúrico sino también de la calidad de los materiales a utilizar. Durante años se ha venido observando que mientras más complejas sean las estructuras arquitectónicas mayor será la resistencia a los sismos (MIDUVI, 2015).

Sin embargo, en el Ecuador y en muchos otros países, existen construcciones informales, en las cuales las construcciones no cumplen con las normativas de los diseños antisísmicos, por lo que es necesario hacer énfasis en la correcta utilización de las normas, a continuación se presentan las normas más importantes en la construcción (MIDUVI, 2015).

- Norma ASTM (Association Standard Testing Materials): Las normas de ASTM International se usan en investigaciones y proyectos de desarrollo, sistemas de calidad, comprobación y aceptación de productos y transacciones comerciales por todo el mundo, estas normas métodos de ensayo, definiciones, prácticas, clasificaciones y especificaciones”. De igual permiten obtener ciertas características y rendimientos ya sea, para productos, servicios, sistemas entre otros. La aplicación de la misma genera responsabilidad en las personas involucradas en el proyecto (International, 2012).

- Norma ASTM C33: Esta norma permite la utilización agregado finos con un rango relativamente amplio en la granulometría, sin embargo, deben de cumplir las siguientes especificaciones que a veces son limitantes (International, 2012).

- Norma C127: Esta norma es utilizada para la determinación de la densidad promedio de los agregados gruesos, la densidad relativa y la absorción de agregados gruesos. Dependiendo del procedimiento seguido.
- Norma C128: Esta norma es utilizada para la determinación de la densidad promedio de los agregados finos, la densidad relativa y la absorción de agregados finos.
- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2551:2011. La INEN 2551:2011 “establece los requisitos que deben cumplir los materiales secos combinados, ensacados, para hormigones y morteros”, en donde establece el uso de los diferentes tipos de morteros y hormigones según lo que se desea construir. De igual manera establece que para la construcción de bloques y mortero se debe utilizar hormigón liviano de resistencia normal (Camaniero, 2010).
- Norma ACI 318 SUS-14 (332-14). La norma ACI 332-14 o “Requisitos de Reglamento para concreto estructural” se basa en el uso de materiales de construcción de zapatas, muros de cimentación apoyados en zapatas continuas, y losas sobre el terreno y el levantamiento de edificaciones como viviendas uni o multifamiliares.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Investigación.

Para conocer los resultados a obtener en una investigación se debe plantear un enfoque investigativo, técnicas a usar, determinar un problema partiendo de una hipótesis para dar a conocer los aspectos fundamentales y no fundamentales en la recopilación de los datos. Cada enfoque determina la confiabilidad y validez en el proceso de recopilación de la información mediante la evaluación de los métodos establecidos.

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Investigación descriptiva.

Mediante la investigación descriptiva, realizar de manera detallada el proceso de elaboración del bloque ecológico, analizar sus características y propiedades, establecer las ventajas y desventajas de la utilización del bloque ecológico para viviendas de interés social.

3.2.2. Investigación experimental.

Este ejemplar de investigación, según Fernández, A. (2015), fundamenta que en la administración de variables en circunstancias en extremo controladas, replicando un fenómeno preciso y observando el nivel en que la o las variables implicadas y manipuladas producen una consecuencia determinada. Los datos se obtienen de muestras aleatorizadas, de modo que se presupone que la prueba de la cual se obtienen es representativa de la realidad. Se desarrollará en la tentativa de la fabricación de un bloque ecológico a base de plástico PET, PEAD y cascarilla de arroz, con el fin de

construir una pared, de ésta forma se obtendrá los resultados del contingente utilizado en la obra. Analizando cada una de las destrezas y de los factores que puedan intervenir en todo el procedimiento.

3.2.3. Investigación de campo.

De campo; dentro de la investigación científica es necesario hacer una investigación de campo, una investigación exploratoria, para conocer, palpar, el problema, ver las necesidades, situaciones y especificaciones que se necesita en el planteamiento del proyecto. Fomentando el aprovechamiento de los diferentes residuos producidos por el ser humano como materia prima para la elaboración de materiales amigables con el ecosistema siendo una gran alternativa la fabricación de un bloque a base de plástico (PET y PEAD) y cascarilla de arroz reciclado, para ser utilizados en la construcción de viviendas de interés social para un sector de la población de la ciudad de Guayaquil.

3.2.4. Investigación bibliográfica.

A través de la compilación de las reseñas de otros trabajos desarrollados con el mismo material, por medio de libros y otros documentos que nos facilitan la revisión bibliográfica, adicionalmente se extenderá la información usando páginas electrónicas, entre otros.

3.3. Enfoque de la investigación.

Según Blasco y Pérez (2017), consiste en un enfoque de investigación mixto, partiendo tanto cuantitativo y cualitativo.

El enfoque cualitativo, busca una exploración directa con el entorno, estableciendo una perspectiva diferente basada en la observación directa e indirecta, establecer con una conexión interpretativa de las investigaciones de normas, regulaciones técnicas,

conceptos claves y experiencias personales de personajes especializados o de investigadores, revisión de documentos y entrevistas.

3.4. Técnicas de investigación.

La observación científica: Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

En el trabajo de elaboración de los bloques ecológicos se ha considerado el número de permisos relacionados a la construcción, además del análisis realizado por los materiales utilizados, en cimientos, paredes, estructuras y cubiertas. Se realizará por medio de una encuesta a las bloqueras y empresas de construcción sobre el uso de materiales convencionales y reciclables.

La estadística: Procesamiento y análisis de la información.

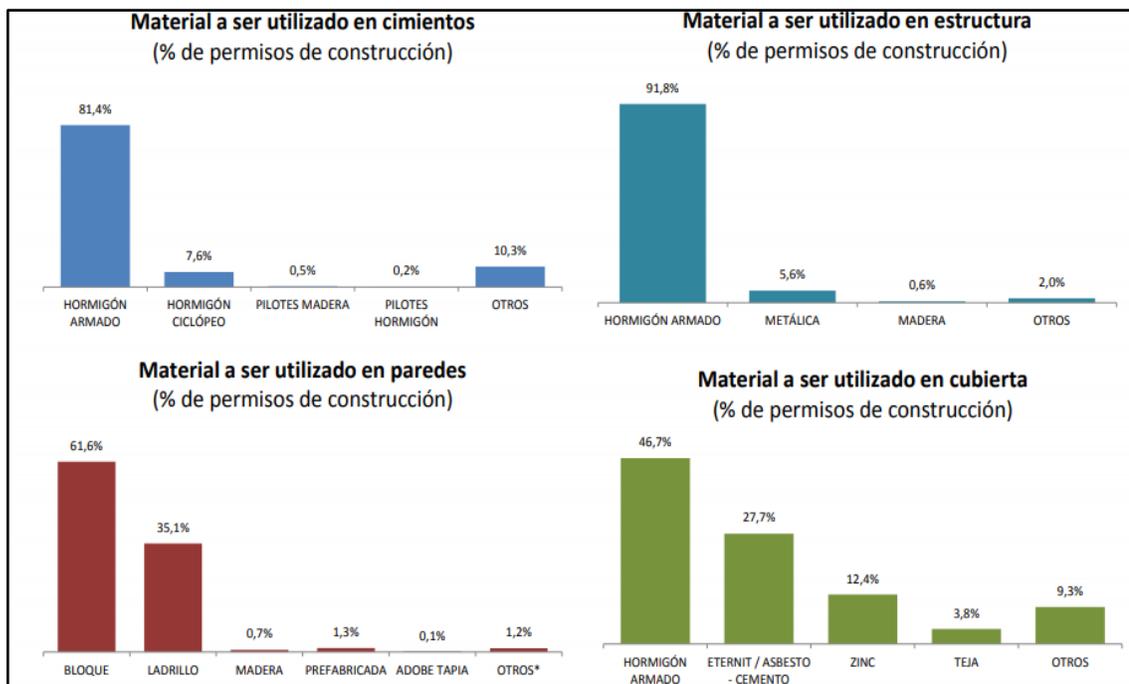


Figura 21: Materiales utilizados en la construcción.

Fuente: (INEC, 2016)

Elaborado por: Barcia (2020)

El uso de hormigón armado es el que mayormente se utiliza en las construcciones, e incluso el bloque es el principal material utilizado en cada proyecto inmobiliario según investigaciones realizadas por el instituto nacional de estadísticas y censo del Ecuador.

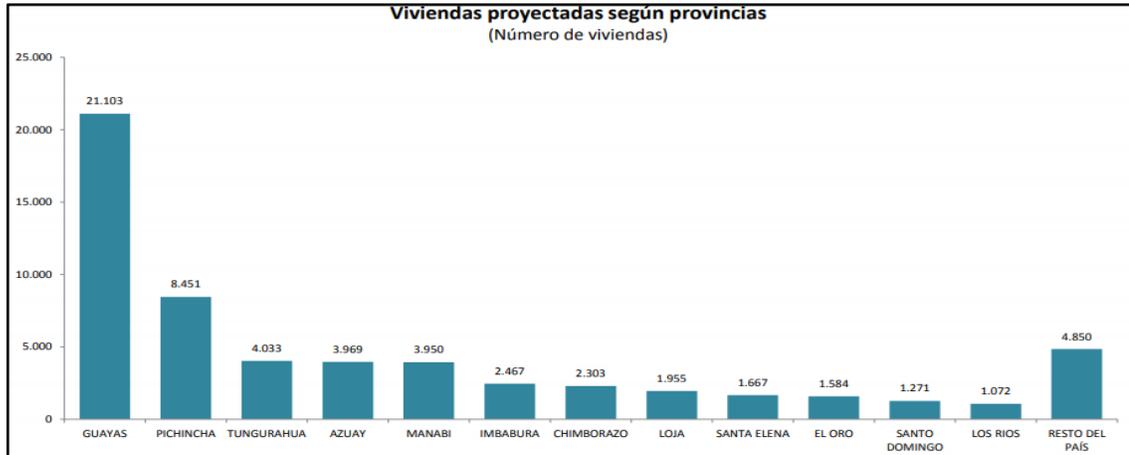


Figura 22: Análisis de las viviendas proyectadas por provincias

Fuente: (INEC, 2016)

Elaborado por: Barcia (2020)

El estudio realizado por el INEC (2016) señala que las viviendas proyectadas a construir son de alrededor de 58675 en el Guayas, situación que da movimiento a la inversión y al desarrollo social de las familias para quienes tienen la oportunidad de involucrarse en la industria de la construcción.

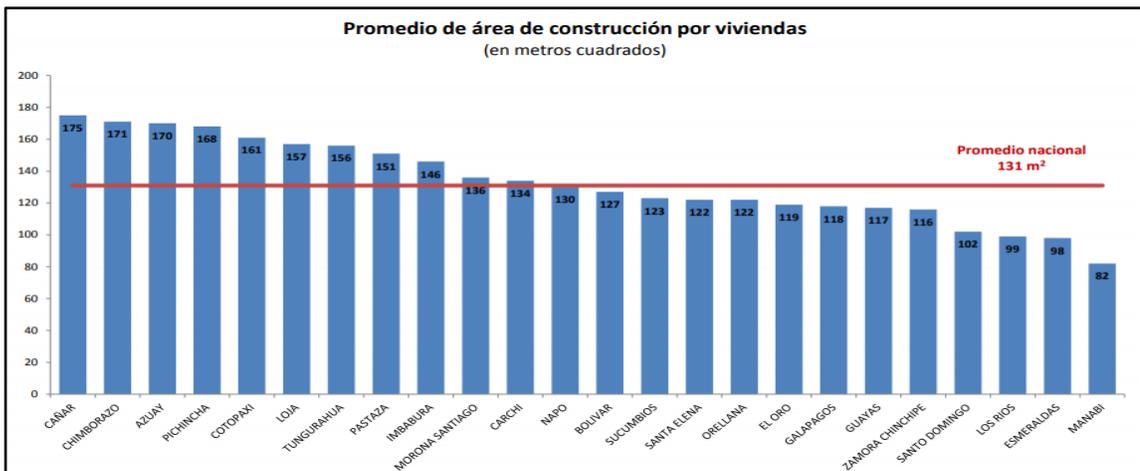


Figura 23: Área de construcción por vivienda.

Fuente: (INEC, 2016)

Elaborado por: Barcia (2020)

3.4.1. La encuesta.

Con la finalidad de requerir y compilar datos directamente de posibles compradores utilizamos la encuesta como técnica para adquirir los resultados basados en 10 preguntas con 5 tipos de márgenes:

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo
- c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- d) En desacuerdo
- e) Totalmente en desacuerdo

3.4.2. Procesamiento y análisis de información.

Mediante la técnica de la encuesta se adquirió información que será reflejada en cuadros y gráficos de manera estadística revelando los resultados de la investigación realizada.

3.5. Población y muestra.

El presente trabajo estará dirigido a un sector de la población de la ciudad de Pedro Carbo, específicamente en los sectores con mayor densidad poblacional. Los instrumentos empleados en la investigación tienen validez al estar apoyados en el análisis realizado, a quienes son el grupo objetivo de este proyecto, que son los profesionales y artesanos en el área de la construcción. Por consiguiente, se determinaron características representativas en las autoridades y habitantes como:

Características demográficas.

Características geográficas.

Características del desarrollo e implementación.



Figura 24: Tipos de muestreo.

Fuente: Investigación analítica.

Elaborado por: Barcia (2020)

n = Tamaño de la muestra $\rightarrow ?$

N = Tamaño de la población $\rightarrow 200$ profesionales y artesanos

σ = Desviación estándar $\rightarrow 0,5\%$

Z = Valor obtenido $\rightarrow 97,5\% \rightarrow 1,96$

e = Limite admisible $\rightarrow 6\% \rightarrow 0,06$

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

$$n = \frac{200 (0,5)^2 (1,96)^2}{(200 - 1)(0,06)^2 + (0,5)^2 (1,96)^2}$$

$$n = \frac{200 (0,25)(3,8416)}{(199)(0,0036) + (0,25)(3,8416)}$$

$$n = \frac{192,08}{0,7164 + 0,9604}$$

$$n = \frac{192,08}{1,6768}$$

$n = 114,55 \rightarrow$ Lo cual se aprox. a 115 profesionales y artesanos

3.5.1. Delimitación y tamaño de muestra.

El tamaño de la muestra está delimitado y enfocado a 200 individuos de un total de 37041 habitantes pertenecientes al cantón Pedro Carbo (INEC, 2010), donde la muestra arrojó una segmentación de 115 profesionales y artesanos.

3.6. Análisis de resultados.

3.6.1. Interpretación de encuestas realizadas.

Tabla 9: Género de encuestados.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Masculino	68	59 %
Femenino	47	41 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

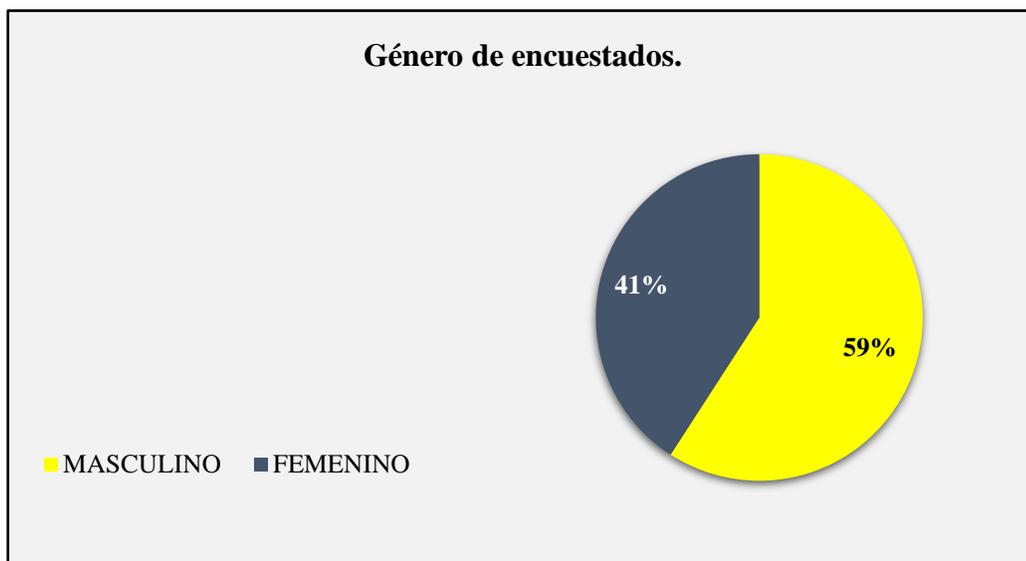


Figura 25: Género de encuestados.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 10: Edad de los encuestados.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
De 24 a 30 años	20	17 %
De 31 a 45 años	15	13 %
De 46 a 65 años	35	31 %
De 65 años en adelante	45	39 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

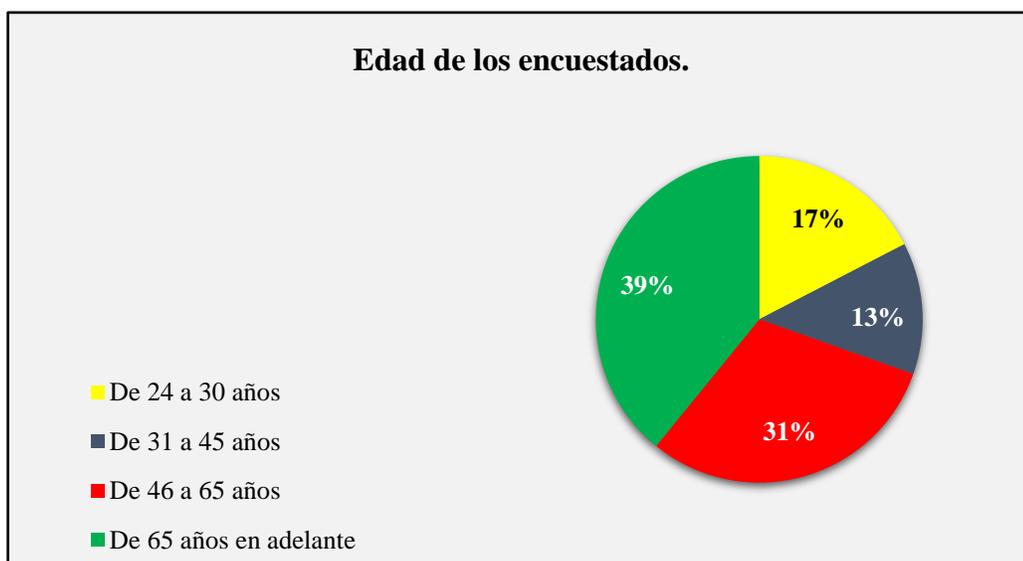


Figura 26: Edad de los encuestados.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Se tomó en consideración cierta edad de los encuestados de clase baja y media, en donde del 100% de los resultados, el 39% fue validado para las edades de 65 años en adelante, mientras que los de 46 a 65 años es el 31%, por otro lado, el 13% corresponde a los de 31 a 45 años de edad y finalmente el 17% para los de 24 a 30 años.

Pregunta 1: ¿Estaría usted dispuesto a utilizar un bloque ecológico en sus obras de construcción?

Tabla 11: Pregunta 1.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	100	87 %
En acuerdo	8	7 %
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	7	6 %
En desacuerdo	0	0 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

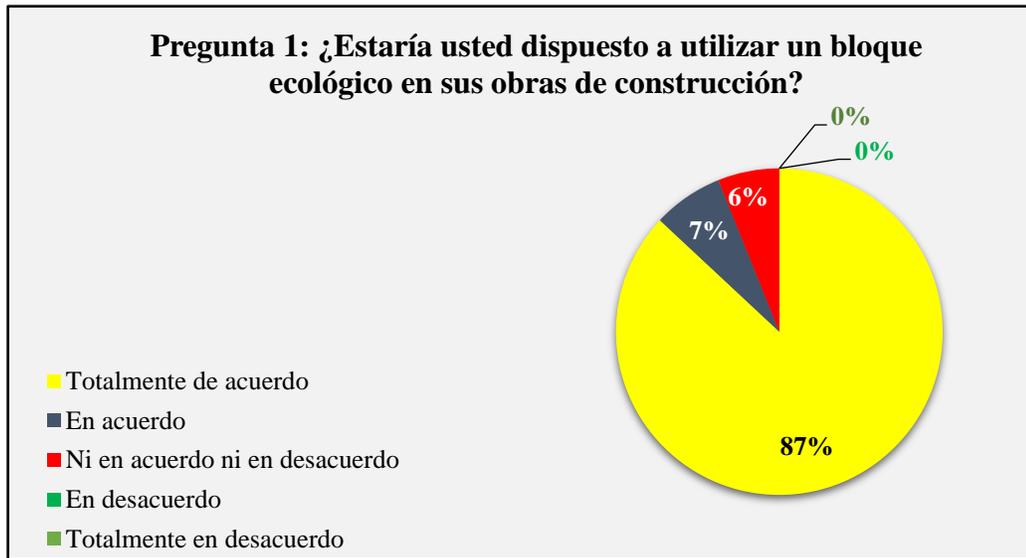


Figura 27: Pregunta 1.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 87% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto a la utilización de un bloque ecológico en sus obras de construcción.

Pregunta 2: ¿Estaría usted de acuerdo en la implementación y desarrollo de nuevos materiales a base de plástico PET y PEAD, y cascarilla de arroz?

Tabla 12: Pregunta 2.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	97	87 %
En acuerdo	12	7 %
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	5	6 %
En desacuerdo	1	0 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

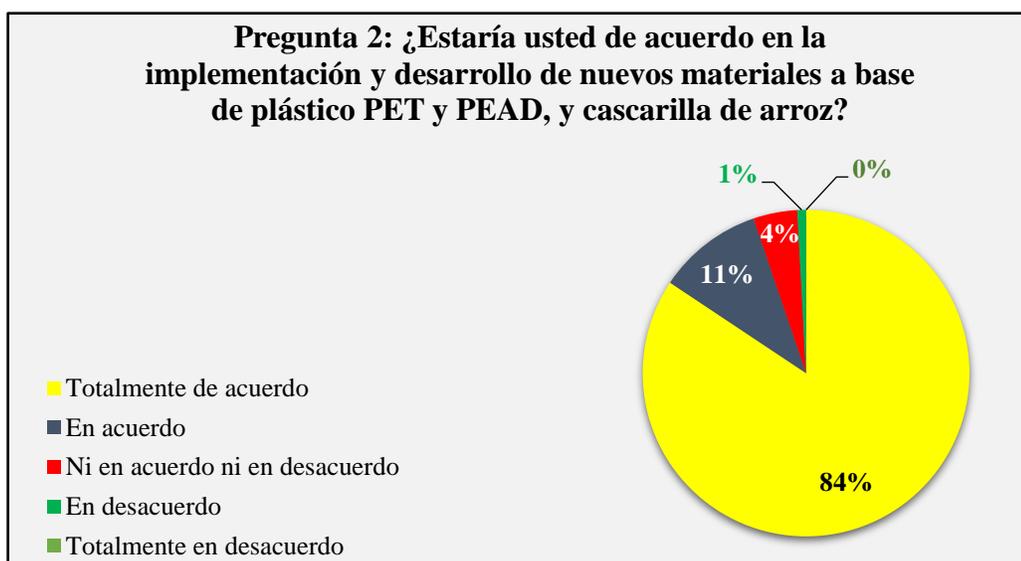


Figura 28: Pregunta 2.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 84% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto a la implementación y desarrollo de nuevos materiales a base de plástico PET y PEAD, y cascarilla de arroz.

Pregunta 3: ¿Le interesaría conocer los elementos que componen un bloque ecológico?

Tabla 13: Pregunta 3.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	115	100 %
En acuerdo	0	0 %
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0	0 %
En desacuerdo	0	0 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

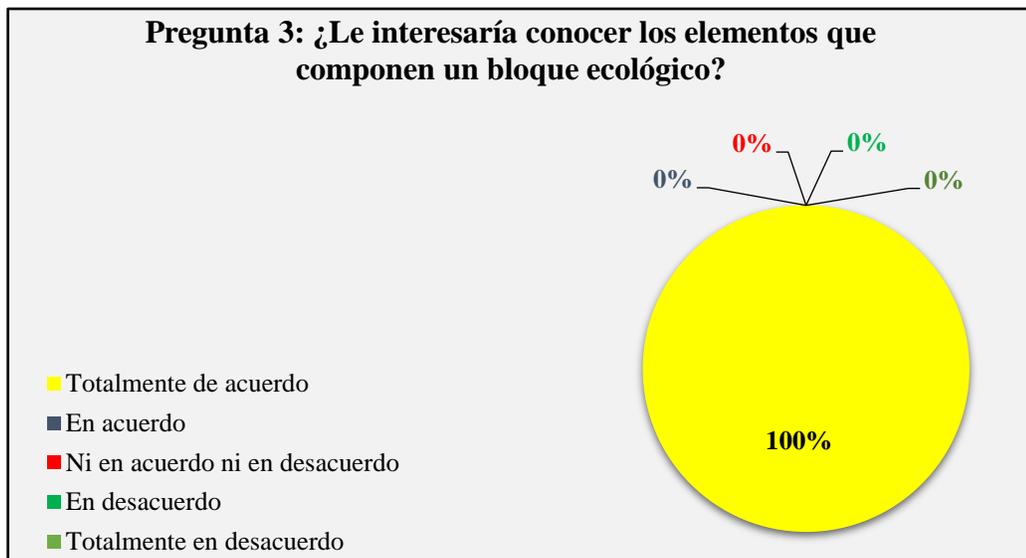


Figura 29: Pregunta 3.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 100% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto al interés de conocer los elementos que componen un bloque ecológico.

Pregunta 4: ¿Estaría usted de acuerdo en utilizar bloques ecológicos a base de plástico PET y PEAD, y cascarilla de arroz en la construcción de su vivienda?

Tabla 14: Pregunta 4.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	100	87 %
En acuerdo	10	9 %
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	4	3 %
En desacuerdo	1	1 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

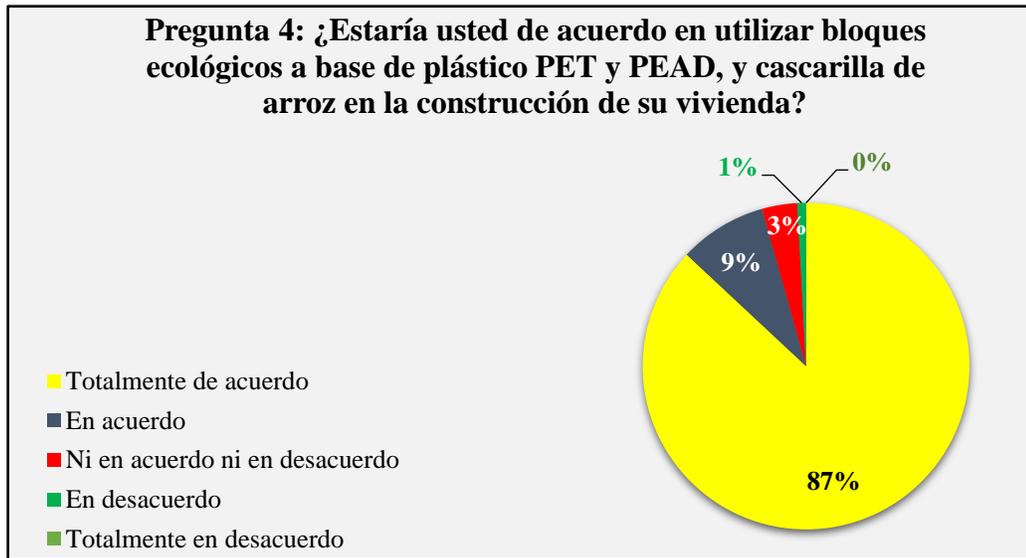


Figura 30: Pregunta 4.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 87% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto a la utilización de bloques ecológicos a base de plástico PET y PEAD, y cascarilla de arroz en la construcción de sus viviendas.

Pregunta 5: ¿Considera usted que se puede utilizar bloques ecológicos a base de plástico PET y PEAD, y cascarilla de arroz en diferentes tipos de construcciones, tales como viviendas, oficinas, locales comerciales, coliseos y hospitales?

Tabla 15: Pregunta 5.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	98	85 %
En acuerdo	10	9 %
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	4	3 %
En desacuerdo	3	3 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

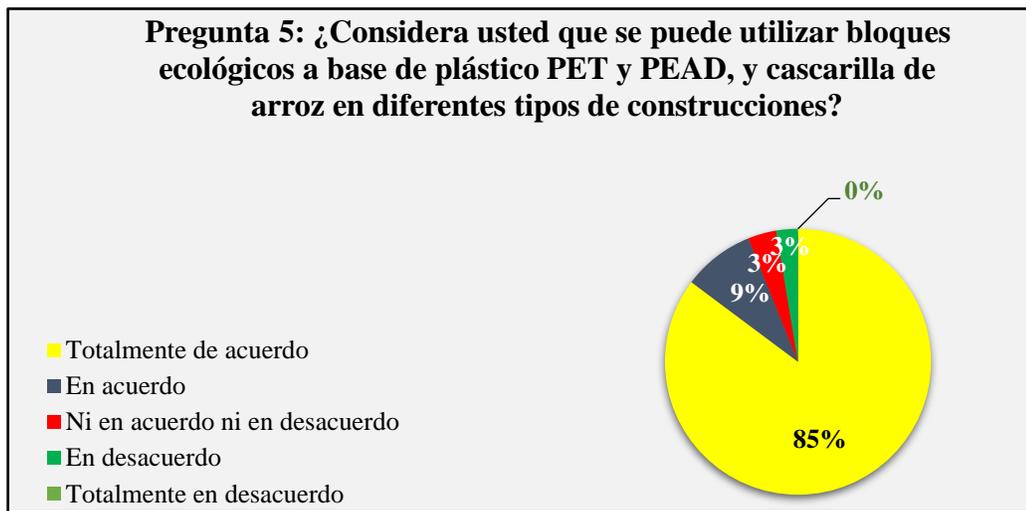


Figura 31: Pregunta 5.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 85% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto a la utilización de bloques ecológicos a base de plástico PET y PEAD, y cascarilla de arroz en diferentes tipos de construcciones.

Pregunta 6: ¿Considera importante la fomentación de materiales ecológicos para la construcción de una vivienda?

Tabla 16: Pregunta 6.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	100	87 %
En acuerdo	10	9 %
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	4	3 %
En desacuerdo	1	1 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

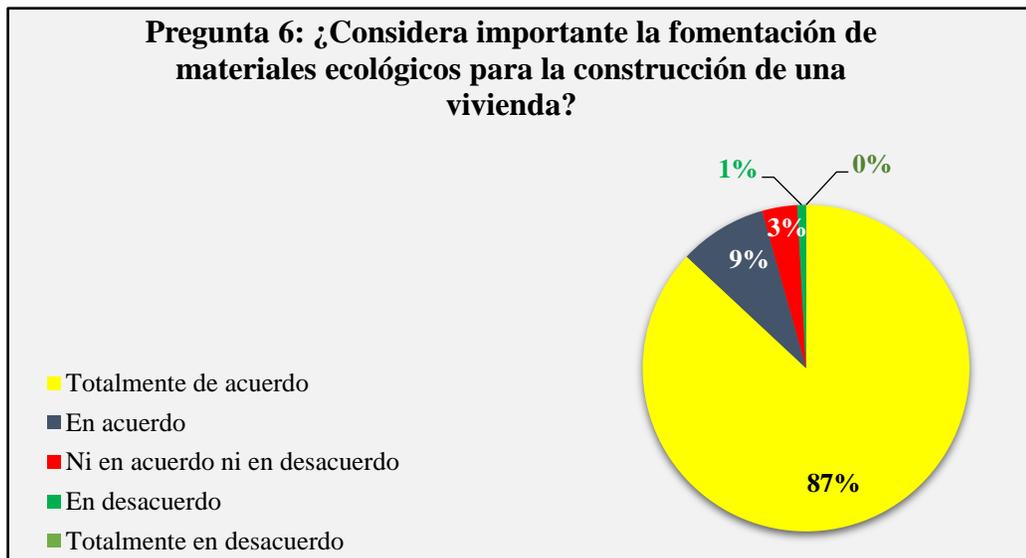


Figura 32: Pregunta 6.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 87% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto a la fomentación de materiales ecológicos para la construcción de una vivienda.

Pregunta 7: ¿Elegiría usted un material amigable con el medio ambiente para emplearlo en la infraestructura de una edificación?

Tabla 17: Pregunta 7.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	100	87 %
En acuerdo	10	9 %
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	4	3 %
En desacuerdo	1	1 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

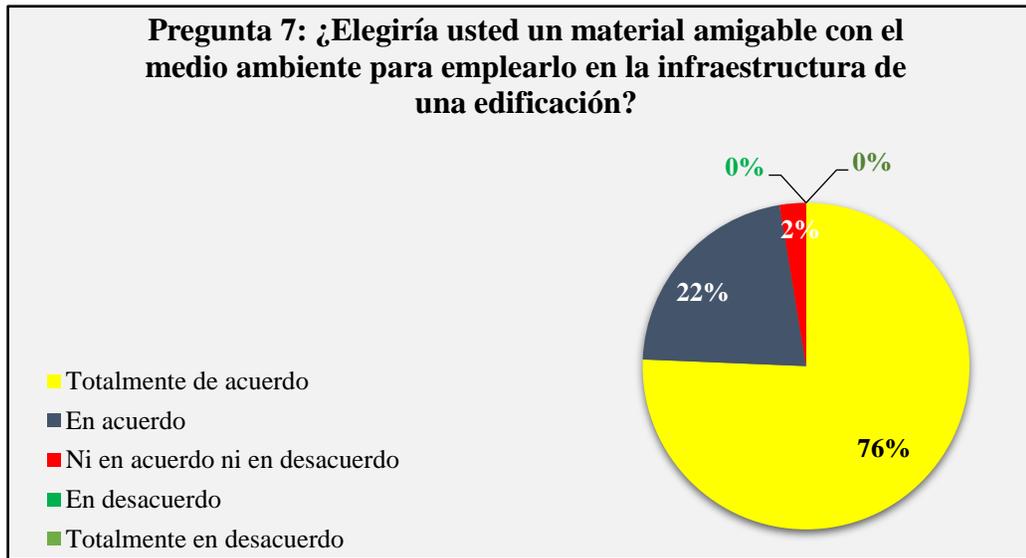


Figura 33: Pregunta 7.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 76% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto a la elección de un material amigable para emplearlo en la infraestructura de una edificación.

Pregunta 8: ¿Por qué usaría un material ecológico dentro de su vivienda?

Tabla 18: Pregunta 8.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Por seguir una tendencia	3	3 %
Por responsabilidad con el medio ambiente	45	39 %
Por su costo y beneficio económico	52	45 %
Por su calidad	15	13 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

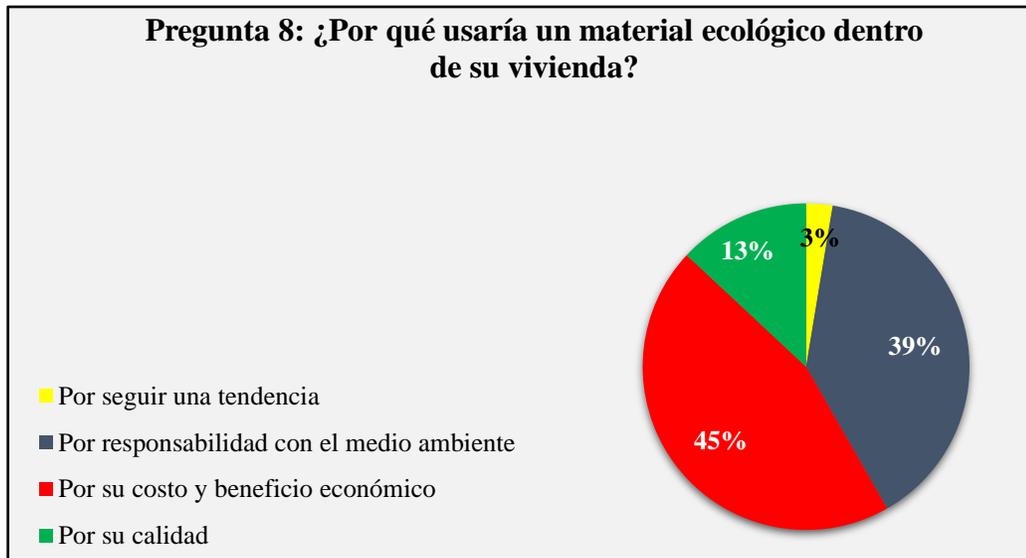


Figura 34: Pregunta 8.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 45% de las personas encuestadas optan por su costo y beneficio económico con respecto al uso de un material ecológico dentro de sus viviendas.

Pregunta 9: ¿Considera usted que el origen de una nueva tendencia apoyaría al sector de la construcción y a la economía de nuestros trabajadores (profesionales y artesanos)?

Tabla 19: Pregunta 9.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	70	61 %
En acuerdo	45	39 %
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0	0 %
En desacuerdo	0	0 %
Totalmente en desacuerdo	0	0 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

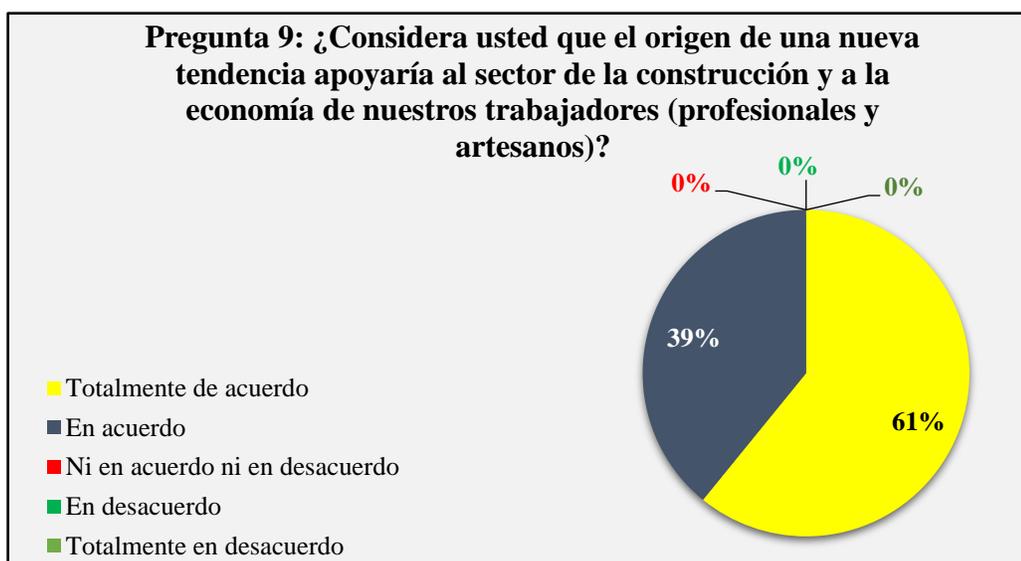


Figura 35: Pregunta 9.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 61% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto apoyo que brindaría el origen de una nueva tendencia al sector de la construcción y a la economía de los trabajadores (profesionales y artesanos).

Pregunta 10: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un bloque ecológico a base de plástico PET y PEAD, y cascarilla de arroz?

Tabla 20: Pregunta 10.

CRITERIOS	PERSONAS	PORCENTAJE
\$ 0,20	22	19 %
\$ 0,22	32	28 %
\$ 0,25	43	37 %
\$ 0,28	13	12 %
\$ 0,30	5	4 %
TOTAL	115	100 %

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

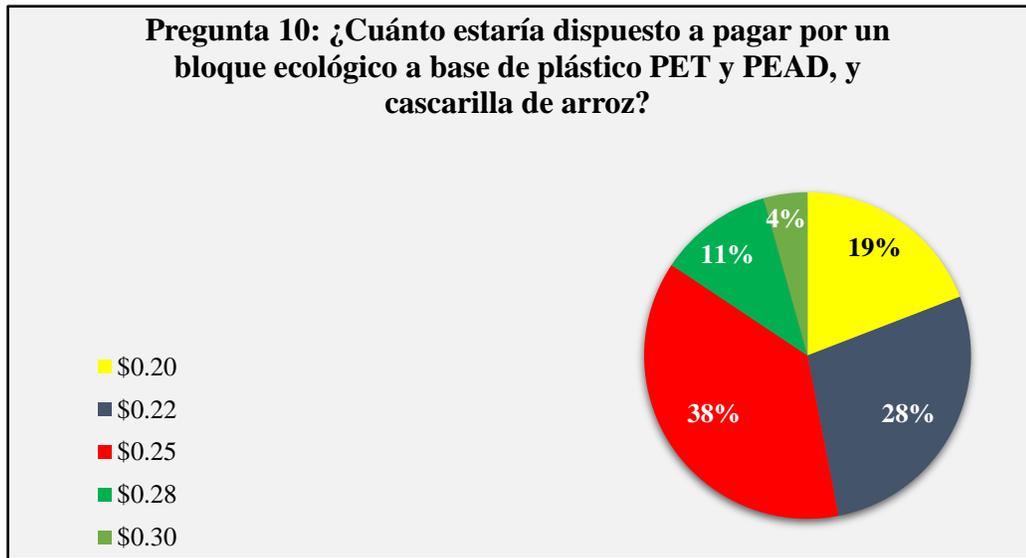


Figura 36: Pregunta 10.

Fuente: Encuesta, noviembre 2019.

Elaborado por: Barcia (2020)

Comentario: De acuerdo a la pregunta realizada se comprobó que el 38% de las personas encuestadas están totalmente de acuerdo con respecto a la disposición de pago por un bloque ecológico a base de plástico PET y PEAD, y cascarilla de arroz.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Tema.

Prototipo de bloque a base de plástico (PET - PEAD) con cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social.



*Figura 37: Prototipo de bloque.
Fuente: Investigación analítica.
Elaborado por: Barcia (2020)*

4.2. Descripción de la propuesta.

Existe una gama de materiales que cumplen su función de vida en un tiempo determinado para luego ser rechazados, sin embargo muchas de sus propiedades se conservan, por ende, se analiza la factibilidad de utilizar aquellos materiales en sistemas constructivos como una alternativa amigable con y para el medio ambiente. Es por éste motivo que se plantea la propuesta de aprovechar los residuos como materia prima en el campo de la construcción. El avance tecnológico es una base que permite obtener

resultados superiores con respecto a la optimización de la calidad del material, o a su vez, la creación de un nuevo producto.

En el campo de la construcción actualmente existe la iniciativa de implementar elementos, tales como, los derivados del petróleo (plástico PET – PEAD) y sustrato orgánico (cascarilla de arroz), los cuales son producidos a gran escala generando un alto nivel de contaminación en el mundo. Se propone elaborar bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social como una alternativa amigable al medio ambiente.



Figura 38: Vivienda de interés social.

Fuente: Investigación analítica.

Elaborado por: Barcia (2020)

La fabricación de materiales para la construcción a partir de componentes contaminantes surge como una propuesta sostenible y sustentable, beneficiando a diversos sectores. Con la finalidad de alcanzar los objetivos deseados y obtener un bloque ecológico de similares o superiores características físicas y estéticas, y a su vez, sea económicamente accesible en comparación con el bloque tradicional, se procedió a realizar el proceso experimental teniendo en cuenta todas las normativas, adquiriendo la mejor alternativa para la construcción. El proyecto está enfocado en el aprovechamiento y la reutilización de los derivados del petróleo, para lo cual se visualizan los resultados de las dosificaciones usadas para verificar la adherencia y compactación entre los elementos reciclados (plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz) y los materiales utilizados tradicionalmente (cemento, arena, piedra chasqui, agua).

4.3. Desarrollo del proyecto.

4.3.1. Diagrama de flujo del proceso.

En el siguiente esquema se detalla el proceso de elaboración de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz para viviendas de interés social.

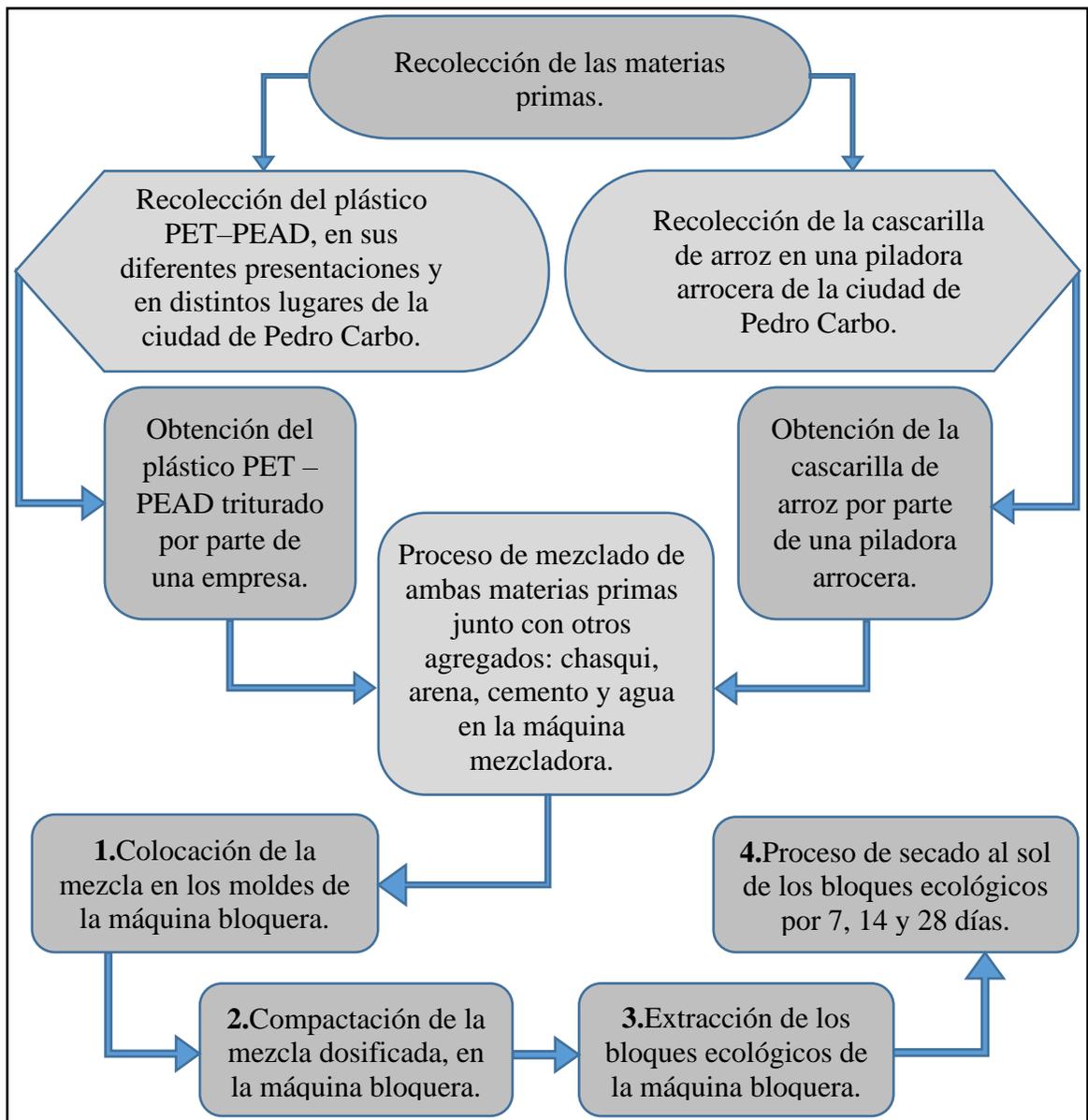


Figura 39: Diagrama del flujo del proceso de elaboración de los bloques ecológicos.

Fuente: Investigación analítica.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.3.2. Cuadro de necesidades.

En el siguiente esquema se detalla el proceso de elaboración de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz para viviendas de interés social.

Tabla 21: Cuadro de necesidades.

MATERIA PRIMA	HERRAMIENTAS	MAQUINARIAS	COMPONENTES PARA LA MEZCLA	OBSERVACIONES
Plástico PET – PEAD triturado	Pala Balde Balanza	Carretilla	Triturado de fábrica, solo pesaje en balanza.	Obtenido de fábrica en diferente granulometría
Cascarilla de arroz	Pala Balde Balanza	Piladora de arroz, desprende la cascarilla del grano de arroz.	Obtenida de piladoras de arroz, solo pesaje en balanza.	Cascarillas
Materiales agregados	Pala Balde Balanza Medidor de líquidos.	Mezcladora, mezcla vertida en los moldes.	Solo pesaje en balanza	Chasqui, arena, cemento y agua.
Bloque	Tablero	Bloquera, compacta la mezcla del bloque.	Solo pesaje en balanza	Bloque secado bajo el sol a temperatura ambiente.

*Fuente: Investigación analítica.
Elaborado por: Barcia (2020)*

4.4. Recolección y tratamiento de la materia prima.

4.4.1. Recolección del plástico PET - PEAD.

El plástico PET (polietileno de tereftalato) y PEAD (polietileno de alta densidad), una parte fue recolectado caseramente, a través de los desechos de las compras cotidianas del hogar y la mayor parte fue recolectada de las principales calles, vecindarios y unidades educativas del cantón Pedro Carbo, seleccionando únicamente botellas de agua, gaseosas y detergentes, tarrinas y fundas, todo en buen estado y sin algún contenido extraño en su interior que comprometa la salud ni tampoco el proceso de elaboración del bloque, ya que luego de la recolección total del plástico, los envases fueron lavados con suficiente agua y detergente industrial.



Figura 40: Recolección de plástico PET y PEAD.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.4.2. Recolección de la cascarilla de arroz.

Dentro del estudio realizado observamos que el arroz una vez que ha sido procesado, crea un desperdicio latente en las diferentes piladoras de arroz en varios cantones, en éste caso se recolectó en una piladora del cantón Pedro Carbo, por lo tanto su volumen en las calles puede reflejar una materia prima de interés en el área de la construcción para la elaboración de bloques ecológicos con la cascarilla de arroz; el consumo del arroz tiene una gran demanda en el mercado nacional e internacional, pero el desperdicio generado no es aprovechado debidamente y termina siendo desechado o quemado, elevando los niveles de contaminación y desfavoreciendo al medio ambiente. Al igual que el plástico; para no comprometer la elaboración del bloque ecológico, la cascarilla de arroz después de haber sido recolectada totalmente, fue lavada con suficiente agua y detergente industrial.



*Figura 41: Recolección de cascarilla de arroz.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)*



*Figura 42: Recolección de cascarilla de arroz.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)*

4.4.3. Componentes agregados a la materia prima para la mezcla del bloque.

Para la elaboración de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social se usaron los materiales tradicionales tales como: chasqui, arena, cemento y agua, adicionalmente se agregaron como materiales principales: plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz.

Se requirieron herramientas ligeras, tales como: pala, carretilla, balanza de mesa y tableros de madera; y maquinaria pesada, tales como: mezcladora de agregados y bloquera. Para obtener un producto de calidad que cumpla con todos los parámetros es muy importante considerar el cuidado y la correcta manipulación de cada una de las herramientas y máquinas utilizadas antes, durante y después del proceso de elaboración de los bloques ecológicos.



Figura 43: Materias primas y agregados.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

4.4.4. Tratamiento de las materias primas.

En el caso del plástico PET – PEAD, obtenido de las botellas de agua, gaseosas y detergentes, tarrinas y fundas, se lavaron con suficiente agua y detergente industrial, eliminando las bacterias que puedan afectar la elaboración del bloque ecológico, para después enjuagar con agua limpia y dejarlos al sol por un periodo de tiempo, posteriormente después de secarse los distintos envases y fundas se procedió a llevar todo a una empresa trituradora de plástico para obtener el plástico PET – PEAD triturado. Mientras que la cascarilla de arroz una vez recogida se procedió a lavar con agua y detergente industrial, eliminando las impurezas que puedan afectar a la elaboración del bloque ecológico, para luego enjuagar con agua limpia y dejarla secar al sol por 24 horas.

4.4.5. Herramientas utilizadas durante el proceso de mezcla para los bloques.

Durante la elaboración de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclados, se utilizaron distintas herramientas que facilitaron la manipulación de los distintos materiales.

- Pala o lampa, se la emplea para depositar la mezcla de forma semejante en cada uno de los moldes ubicados en la parte posterior de la bloquera.



Figura 44: Pala o lampa.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

- Balde o tacho, permite que cada material sea pesado en la balanza y posteriormente sea vertido en la mezcladora de agregados.



Figura 45: Balde o tacho.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

- Balanza, permite conocer con exactitud el peso en kilogramos (kg) de cada uno de los materiales que se verterán en la mezcladora de agregados.



Figura 46: Balanza de mesa.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

- Medidor de líquidos, se ocupa de constatar la cantidad de agua exacta en litros (lt) que se vierte en la mezcladora de agregados.



Figura 47: Medidor de líquidos.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

- Tableros de madera, es una base rectangular que se coloca en la parte inferior de la bloquera, los bloques ecológicos una vez compactados son depositados sobre el tablero de manera uniforme.



Figura 48: Tableros de madera.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

- Carretilla, se la utiliza para extraer y trasladar el tablero cargado de bloques ecológicos desde la parte posterior de la bloquera hacía un espacio despejado para el secado de aquellos.



Figura 49: Carretilla.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 50: Carretilla al momento de extraer los bloques ecológicos.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.4.6. Maquinarias utilizadas durante el proceso de mezcla para los bloques.

Durante la elaboración de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclados, se utilizaron distintas maquinarias; el personal encargado del control y manipulación, ocupan su debido equipo de protección personal (EPP) que consta de gafas protectoras, mascarillas para el polvo, orejeras para el sonido, guantes resistentes, botas con puntas de acero y chalecos.



Figura 51: Personal de la bloquera.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

- Mezcladora, funciona con un brazo giratorio en el centro que permite mezclar todos los elementos que conformaran los bloques ecológicos.



Figura 52: Mezcladora de agregados.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

- Bloquera, se encarga de compactar la mezcla en los moldes homogéneamente y fabricar de manera correcta los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado.



Figura 53: Bloquera.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.5. Moldeado y fabricación del bloque ecológico.

El tipo de bloque a fabricar será el tipo “D”, cuyas dimensiones serán las siguientes: 0,39 m. x 0,19 m. 0,09 m.

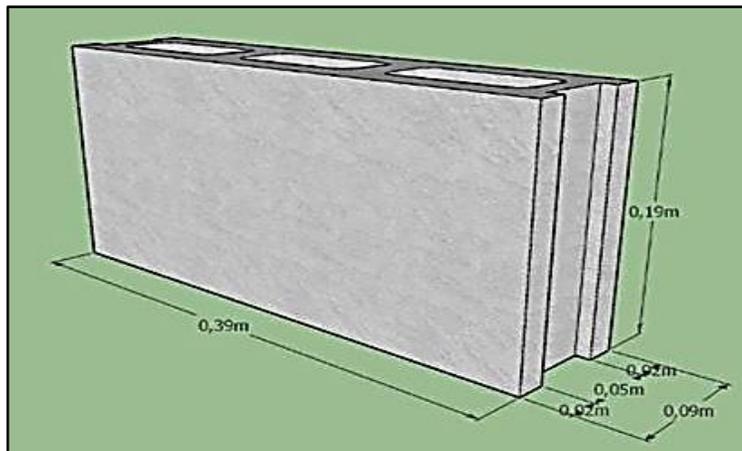


Figura 54: Dimensiones del bloque ecológico.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

La dosificación realizada para la elaboración del bloque ecológico se vaciará en moldes metálicos que contiene la maquinaria (bloquera), con su correspondiente periodo de secado que cumpla con las normas vigentes. A continuación, se observa la materia prima que es el plástico PET - PEAD triturado y la cascarilla de arroz, los cuales fueron agregados para posteriormente mezclarlos junto con los demás agregados.



Figura 55: Plástico PET – PEAD vertido en la mezcladora.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 56: Cascarilla de arroz vertida en la mezcladora.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 57: Chascu vertido en la mezcladora.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 58: Arena vertida en la mezcladora.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 59: Cemento vertido en la mezcladora.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 60: Agua vertida en la mezcladora.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 61: Mezcla de los materiales que componen el bloque ecológico.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 62: Vaciado de la mezcladora.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 63: Compactación de la mezcla del bloque ecológico.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Después de haber mezclado los materiales, vaciar la mezcladora y colocar la mezcla en los moldes de la máquina (bloquera) para que sea compactada, se procede a desmoldar el producto final (bloques ecológicos) para ser movidos a un espacio libre donde se secarán por periodos de tiempo determinados y después trasladarlos a la Universidad de Guayaquil – Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, donde se ubica el Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli”, para realizar las pruebas correspondientes.



Figura 64: Producto final (bloques ecológicos) trasladados al Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli”.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

4.6. Dosificación y pruebas realizadas al bloque ecológico.

A continuación las descripciones y evaluaciones de cada bloque ecológico con sus respectivos rendimientos a través de las pruebas realizadas en el laboratorio tales como:

- Prueba de humedad.



Figura 65: Prueba de humedad - Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli".
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

- Prueba de calor.



Figura 66: Prueba de calor - Laboratorio "Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli".
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

- Prueba de resistencia.



Figura 67: Prueba de resistencia - Laboratorio “Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli”.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.1. Dosificación o muestra de bloque ecológico 1.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 1:

Tabla 22: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 1.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	4,65 Kg
Cascarilla de arroz	2,50 Kg
Chasqui	16,00 Kg
Arena	10,00 Kg
Cemento	8,00 Kg
Agua	10,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 1: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 7,15 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena.



Figura 68: Bloque ecológico 1.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 23: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 1.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-1	7	1	6585,20	6,585	7,735	7,683	7,631	6,490	1,327
		2	6385,05	6,385	7,615	7,559	7,502	6,259	1,517
		3	6564,05	6,564	7,964	7,898	7,832	6,381	1,437
	14	1	6191,20	6,191	7,435	7,374	7,312	5,959	3,607
		2	6048,50	6,049	7,428	7,385	7,342	6,392	1,757
		3	6217,10	6,217	7,693	7,584	7,475	5,073	1,527
	28	1	5403,20	5,403	7,492	7,425	7,357	5,876	1,307
		2	5375,40	5,375	6,759	6,689	6,618	5,072	1,657
		3	5523,20	5,523	7,048	6,986	6,924	5,563	1,617

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 1:

El bloque ecológico 1 demostró una densidad pareja excepto por dos muestras cuyos valores fueron elevados y la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz e independientemente de cuánto pudo absorber en las pruebas.

Tabla 24: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 1.

Código de bloque	Nº	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
	1					6,585	7,735	6,490	7,613	5319,672	19,183	7,647
	2					6,385	7,615	6,259	6,813	780,424	21,665	9,296
	3					6,564	7,964	6,381	7,178	811,832	24,808	11,563
	4					6,191	7,435	5,959	6,765	889,403	24,769	15,732
BE-1	5	0,40	0,10	0,20	0,01	6,049	7,428	6,392	6,975	1411,038	16,208	33,156
	6					6,217	7,693	5,073	7,151	935,978	51,646	43,668
	7					5,403	7,492	5,876	7,006	1209,053	27,502	29,257
	8					5,375	6,759	5,072	6,105	775,535	33,261	17,985
	9					5,523	7,048	5,563	6,968	6953,750	26,694	2,680

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 1:

El bloque ecológico de ésta muestra no toleró esta prueba demostrando baja resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz reciclado y arena que no fue suficiente, por ende no alcanzó la resistencia óptima.

Tabla 25: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 1.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
	7	1	1,327	11,54	15	0,10	1,54
		2	1,517	11,54	18	0,10	1,76
		3	1,437	11,54	17	0,10	1,67
BE-1	14	1	3,607	11,54	42	0,10	4,17
		2	1,757	11,54	20	0,10	2,04
		3	1,527	11,54	18	0,10	1,77
	28	1	1,307	11,54	15	0,10	1,52
		2	1,657	11,54	19	0,10	1,92
		3	1,617	11,54	19	0,10	1,88

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.2. Dosificación o muestra de bloque ecológico 2.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 2:

Tabla 26: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 2.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	4,65 Kg
Cascarilla de arroz	5,00 Kg
Chasqui	16,00 Kg
Arena	13,00 Kg
Cemento	8,00 Kg
Agua	11,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 2: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 9,65 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena, y añadiendo un poco más de agua a la dosificación.



Figura 69: Bloque ecológico 2.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 27: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 2.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-2	7	1	5180,35	5,180	6,425	6,365	6,306	4,993	1,467
		2	5141,40	5,141	6,487	6,439	6,391	5,336	1,377
		3	5302,90	5,303	6,456	6,408	6,359	5,293	1,587
	14	1	5187,40	5,187	6,538	6,475	6,412	5,028	1,657
		2	5157,70	5,158	6,636	6,583	6,530	5,364	1,587
		3	5277,50	5,278	6,449	6,394	6,339	5,129	1,607
	28	1	5201,50	5,202	6,609	6,541	6,473	4,979	1,407
		2	5190,30	5,190	7,663	7,594	7,525	6,006	2,187
		3	5226,70	5,227	6,270	6,206	6,141	4,726	2,227

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 2:

El bloque ecológico 2 demostró una densidad muy pareja excepto por una muestra cuyo valor fue elevado y la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz e independientemente de cuánto pudo absorber en las pruebas.

Tabla 28: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 2.

Código de bloque	N°	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
BE-2	1					5,180	6,425	4,993	6,069	1402,528	28,680	13,083
	2					5,141	6,487	5,336	6,022	1147,527	21,570	16,907
	3					5,303	6,456	5,293	6,075	1389,239	21,972	0,851
	4					5,187	6,538	5,028	6,124	1214,493	30,032	10,556
	5	0,40	0,10	0,20	0,01	5,158	6,636	5,364	6,243	1364,885	23,714	16,219
	6					5,278	6,449	5,129	6,168	1825,267	25,736	11,250
	7					5,202	6,609	4,979	6,198	1211,436	32,737	13,650
	8					5,190	7,663	6,006	7,157	1186,957	27,589	49,228
	9					5,227	6,270	4,726	5,636	745,426	32,670	32,429

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 2: El bloque ecológico de ésta muestra no toleró esta prueba demostrando baja resistencia

debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz reciclado y arena que no fue suficiente, por ende no alcanzó la resistencia óptima.

Tabla 29: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 2.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
BE-2	7	1	1,467	11,54	17	0,10	1,70
		2	1,377	11,54	16	0,10	1,60
		3	1,587	11,54	18	0,10	1,84
	14	1	1,657	11,54	19	0,10	1,92
		2	1,587	11,54	18	0,10	1,84
		3	1,607	11,54	19	0,10	1,86
	28	1	1,407	11,54	16	0,10	1,63
		2	2,187	11,54	25	0,10	2,53
		3	2,227	11,54	26	0,10	2,58

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.3. Dosificación o muestra de bloque ecológico 3.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 3:

Tabla 30: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 3.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	3,50 Kg
Cascarilla de arroz	1,85 Kg
Chasqui	12,00 Kg
Arena	9,00 Kg
Cemento	8,00 Kg
Agua	8,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 3: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 5,35 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena.



Figura 70: Bloque ecológico 3.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 31: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 3.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-3	7	1	6207,40	6,207	7,222	7,179	7,136	6,186	2,337
		2	6029,60	6,030	7,576	7,531	7,486	6,501	2,447
		3	6237,15	6,237	7,400	7,342	7,284	6,006	2,317
	14	1	6210,50	6,211	7,248	7,196	7,143	5,992	1,927
		2	5995,90	5,996	7,650	7,601	7,551	6,462	3,217
		3	6233,20	6,233	7,470	7,412	7,353	6,066	2,867
	28	1	6216,70	6,217	7,212	7,152	7,092	5,767	2,357
		2	5928,50	5,929	7,293	7,231	7,169	5,806	3,547
		3	6225,30	6,225	7,239	7,177	7,115	5,745	3,847

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 3:

El bloque ecológico 3 demostró una densidad muy pareja, aunque la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz y arena, más allá de la absorción, también por su porcentaje de materiales reciclados ya que posee muy buena resistencia.

Tabla 32: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 3.

Código de bloque	Nº	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
BE-3	1					6,207	7,222	6,186	6,496	852,066	16,747	2,066
	2					6,030	7,576	6,501	6,891	949,051	16,536	43,851
	3					6,237	7,400	6,006	6,647	797,610	23,210	16,582
	4					6,211	7,248	5,992	6,262	607,708	20,961	17,396
	5	0,40	0,10	0,20	0,01	5,996	7,650	6,462	6,678	664,815	18,384	39,234
	6					6,233	7,470	6,066	6,519	637,855	23,145	11,909
	7					6,217	7,212	5,767	6,217	579,598	25,056	31,121
	8					5,929	7,293	5,806	6,309	590,041	25,611	8,238
	9					6,225	7,239	5,745	6,261	587,423	26,005	32,149

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 3: El bloque ecológico de ésta muestra toleró esta prueba demostrando muy buena resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz que ayudó a compactar la muestra, haciéndola resistente a la presión aplicada.

Tabla 33: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 3.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
BE-3	7	1	2,337	11,54	27	0,10	2,71
		2	2,447	11,54	28	0,10	2,83
		3	2,317	11,54	27	0,10	2,68
	14	1	1,927	11,54	22	0,10	2,23
		2	3,217	11,54	37	0,10	3,72
		3	2,867	11,54	33	0,10	3,32
	28	1	2,357	11,54	27	0,10	2,73
		2	3,547	11,54	41	0,10	4,10
		3	3,847	11,54	44	0,10	4,45

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.4. Dosificación o muestra de bloque ecológico 4.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 4:

Tabla 34: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 4.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	2,25 Kg
Cascarilla de arroz	2,50 Kg
Chasqui	12,00 Kg
Arena	9,00 Kg
Cemento	8,00 Kg
Agua	6,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 4: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 4,75 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena.



Figura 71: Bloque ecológico 4.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 35: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 4.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-4	7	1	5309,80	5,310	6,666	6,622	6,579	5,621	2,757
		2	6105,10	6,105	7,354	7,309	7,263	6,266	2,837
		3	6292,55	6,293	6,671	6,629	6,587	5,666	2,797
	14	1	5638,80	5,639	7,278	7,225	7,172	6,007	2,867
		2	6132,50	6,133	7,667	7,614	7,561	6,397	3,547
		3	6302,10	6,302	6,858	6,814	6,770	5,796	2,797
	28	1	6296,80	6,297	7,450	7,388	7,326	5,961	3,357
		2	6187,30	6,187	7,242	7,180	7,118	5,754	3,417
		3	6321,20	6,321	7,149	7,088	7,028	5,695	3,377

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 4:

El bloque ecológico 4 demostró una densidad muy pareja, aunque la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz y arena, independiente de cuánto pueden absorber en las pruebas, también por su porcentaje de materiales reciclados (plástico PET – PEAD) ya que posee muy buena resistencia.

Tabla 36: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 4.

Código de bloque	N°	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
BE-4	1					5,310	6,666	5,621	5,791	642,400	18,591	29,780
	2					6,105	7,354	6,266	6,390	650,000	17,364	14,789
	3					6,293	6,671	5,666	5,778	634,490	17,737	62,343
	4					5,639	7,278	6,007	6,354	650,108	21,159	28,969
	5	0,40	0,10	0,20	0,01	6,133	7,667	6,397	6,709	667,745	19,853	20,827
	6					6,302	6,858	5,796	5,921	618,570	18,323	47,655
	7					6,297	7,450	5,961	6,561	670,529	24,979	22,552
	8					6,187	7,242	5,754	6,320	624,078	25,860	29,120
	9					6,321	7,149	5,695	6,192	595,089	25,531	43,067

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 4: El bloque ecológico de ésta muestra toleró esta prueba demostrando muy buena resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz que ayudó a compactar la muestra, haciéndola resistente a la presión aplicada.

Tabla 37: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 4.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
BE-4	7	1	2,757	11,54	32	0,10	3,19
		2	2,837	11,54	33	0,10	3,28
		3	2,797	11,54	32	0,10	3,24
	14	1	2,867	11,54	33	0,10	3,32
		2	3,547	11,54	41	0,10	4,10
		3	2,797	11,54	32	0,10	3,24
	28	1	3,357	11,54	39	0,10	3,88
		2	3,417	11,54	39	0,10	3,95
		3	3,377	11,54	39	0,10	3,91

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.5. Dosificación o muestra de bloque ecológico 5.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 5:

Tabla 38: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 5.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	9,30 Kg
Cascarilla de arroz	2,50 Kg
Chasqui	12,00 Kg
Arena	9,00 Kg
Cemento	8,00 Kg
Agua	8,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 5: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 11,80 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena.



Figura 72: Bloque ecológico 5.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 39: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 5.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-5	7	1	5479,75	5,480	6,505	6,447	6,390	5,120	1,847
		2	5447,60	5,448	6,657	6,605	6,554	5,419	1,827
		3	5415,20	5,415	6,567	6,523	6,479	5,513	1,917
	14	1	5412,30	5,412	6,699	6,641	6,582	5,299	2,557
		2	5410,10	5,410	6,623	6,566	6,509	5,260	1,907
		3	5418,40	5,418	6,650	6,605	6,560	5,570	2,017
	28	1	5277,40	5,277	6,739	6,677	6,615	5,251	1,607
		2	5335,10	5,335	6,561	6,501	6,440	5,112	2,107
		3	5424,80	5,425	6,786	6,724	6,662	5,299	2,217

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 5:

El bloque ecológico 5 demostró una densidad pareja, aunque la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz y arena, y por su alto porcentaje de materiales reciclados, ya que posee una resistencia similar a la del bloque tradicional.

Tabla 40: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 5.

Código de bloque	Nº	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
BE-5	1					5,480	6,505	5,120	5,632	586,483	27,051	25,975
	2					5,448	6,657	5,419	5,823	649,760	22,846	2,310
	3					5,415	6,567	5,513	5,712	644,795	19,118	9,279
	4					5,412	6,699	5,299	5,905	667,380	26,420	8,093
	5	0,40	0,10	0,20	0,01	5,410	6,623	5,260	6,107	1019,380	25,913	11,012
	6					5,418	6,650	5,570	6,322	1698,171	19,390	14,037
	7					5,277	6,739	5,251	6,485	2067,323	28,337	1,774
	8					5,335	6,561	5,112	6,273	1775,000	28,345	15,397
	9					5,425	6,786	5,299	6,468	1666,352	28,062	8,460

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 5:

El bloque ecológico de ésta muestra toleró esta prueba demostrando buena resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz que ayudó a compactar la muestra, haciéndola resistente a la presión aplicada.

Tabla 41: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 5.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
BE-5	7	1	1,847	11,54	21	0,10	2,14
		2	1,827	11,54	21	0,10	2,12
		3	1,917	11,54	22	0,10	2,22
	14	1	2,557	11,54	30	0,10	2,96
		2	1,907	11,54	22	0,10	2,21
		3	2,017	11,54	23	0,10	2,34
	28	1	1,607	11,54	19	0,10	1,86
		2	2,107	11,54	24	0,10	2,44
		3	2,217	11,54	26	0,10	2,57

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.6. Dosificación o muestra de bloque ecológico 6.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 6:

Tabla 42: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 6.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	4,65 Kg
Cascarilla de arroz	7,50 Kg
Chasqui	11,00 Kg
Arena	8,00 Kg
Cemento	9,00 Kg
Agua	12,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 6: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 12,15 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena.



Figura 73: Bloque ecológico 6.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 43: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 6.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-6	7	1	5279,45	5,279	6,366	6,321	6,276	5,289	2,387
		2	5274,90	5,275	6,350	6,303	6,256	5,225	2,317
		3	5278,55	5,279	6,528	6,484	6,439	5,460	2,357
	14	1	5307,70	5,308	6,411	6,363	6,314	5,249	2,967
		2	5300,00	5,300	6,392	6,378	6,363	6,046	3,057
		3	5296,10	5,296	6,658	6,610	6,562	5,500	2,957
	28	1	5364,20	5,364	6,548	6,485	6,421	5,026	2,487
		2	5350,20	5,350	6,406	6,345	6,284	4,946	3,167
		3	5331,20	5,331	6,517	6,455	6,394	5,035	3,117

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 6:

El bloque ecológico 6 demostró una densidad pareja, aunque la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz y arena, independiente de cuánto pueden absorber en las pruebas, también por su porcentaje de materiales reciclados (plástico PET – PEAD) ya que posee muy buena resistencia.

Tabla 44: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 6.

Código de bloque	N°	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
BE-6	1					5,279	6,366	5,289	6,184	2906,044	20,363	0,887
	2					5,275	6,350	5,225	6,176	3002,874	21,531	4,436
	3					5,279	6,528	5,460	6,360	3250,000	19,560	16,990
	4					5,308	6,411	5,249	6,259	3453,289	22,138	5,052
	5	0,40	0,10	0,20	0,01	5,300	6,392	6,046	6,267	4836,800	5,723	215,607
	6					5,296	6,658	5,500	6,562	5729,167	21,055	17,608
	7					5,364	6,548	5,026	6,464	5983,333	30,283	22,221
	8					5,350	6,406	4,946	6,350	8832,143	29,519	27,685
	9					5,331	6,517	5,035	6,485	15734,375	29,434	19,987

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 6: El bloque ecológico de ésta muestra toleró esta prueba demostrando muy buena resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz que ayudó a compactar la muestra, haciéndola resistente a la presión aplicada.

Tabla 45: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 6.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
BE-6	7	1	2,387	11,54	28	0,10	2,76
		2	2,317	11,54	27	0,10	2,68
		3	2,357	11,54	27	0,10	2,73
	14	1	2,967	11,54	34	0,10	3,43
		2	3,057	11,54	35	0,10	3,54
		3	2,957	11,54	34	0,10	3,42
	28	1	2,487	11,54	29	0,10	2,88
		2	3,167	11,54	37	0,10	3,66
		3	3,117	11,54	36	0,10	3,61

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.7. Dosificación o muestra de bloque ecológico 7.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 7:

Tabla 46: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 7.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	7,00 Kg
Cascarilla de arroz	3,75 Kg
Chasqui	12,00 Kg
Arena	13,00 Kg
Cemento	8,00 Kg
Agua	8,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 7: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 10,75 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena.



Figura 74: Bloque ecológico 7.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 47: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 7.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-7	7	1	5515,30	5,515	6,456	6,414	6,371	5,438	3,237
		2	5509,80	5,510	6,389	6,369	6,348	5,902	3,147
		3	6007,75	6,008	6,765	6,717	6,669	5,613	3,357
	14	1	5547,50	5,548	6,797	6,753	6,709	5,746	3,707
		2	5550,80	5,551	6,546	6,529	6,511	6,127	3,727
		3	5890,20	5,890	6,674	6,623	6,573	5,460	3,767
	28	1	5611,90	5,612	6,692	6,636	6,579	5,338	3,817
		2	5632,80	5,633	7,046	6,985	6,925	5,593	3,847
		3	5655,10	5,655	6,787	6,730	6,672	5,410	3,877

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 7:

El bloque ecológico 7 demostró una densidad muy pareja, aunque la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz y arena, también por su porcentaje de materiales reciclados (plástico PET – PEAD) ya que posee una excelente resistencia.

Tabla 48: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 7.

Código de bloque	Nº	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
BE-7	1					5,515	6,456	5,438	5,614	645,843	18,720	7,593
	2					5,510	6,389	5,902	5,624	771,503	8,251	80,534
	3					6,008	6,765	5,613	5,946	685,348	20,524	34,266
	4					5,548	6,797	5,746	6,052	771,275	18,291	18,887
	5	0,40	0,10	0,20	0,01	5,551	6,546	6,127	5,778	797,786	6,839	137,518
	6					5,890	6,674	5,460	5,857	668,299	22,234	35,437
	7					5,612	6,692	5,338	6,038	816,208	25,365	20,229
	8					5,633	7,046	5,593	6,321	771,448	25,979	2,739
	9					5,655	6,787	5,410	5,978	668,727	25,453	17,800

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 7: El bloque ecológico de ésta muestra toleró esta prueba demostrando gran resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz que ayudó a compactar la muestra, haciéndola resistente a la presión aplicada.

Tabla 49: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 7.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
BE-7	7	1	3,237	11,54	37	0,10	3,75
		2	3,147	11,54	36	0,10	3,64
		3	3,357	11,54	39	0,10	3,88
	14	1	3,707	11,54	43	0,10	4,29
		2	3,727	11,54	43	0,10	4,31
		3	3,767	11,54	43	0,10	4,36
	28	1	3,817	11,54	44	0,10	4,42
		2	3,847	11,54	44	0,10	4,45
		3	3,877	11,54	45	0,10	4,48

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.8. Dosificación o muestra de bloque ecológico 8.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 8:

Tabla 50: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 8.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	7,00 Kg
Cascarilla de arroz	1,85 Kg
Chasqui	12,00 Kg
Arena	13,00 Kg
Cemento	8,00 Kg
Agua	9,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 8: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 8,85 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena.



Figura 75: Bloque ecológico 8.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 51: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 8.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-8	7	1	5763,75	5,764	6,531	6,494	6,457	5,645	3,467
		2	5496,45	5,496	6,649	6,606	6,563	5,614	3,437
		3	5847,45	5,847	7,095	7,036	6,976	5,668	3,527
	14	1	5730,80	5,731	6,629	6,587	6,544	5,609	3,607
		2	5521,60	5,522	6,753	6,707	6,661	5,653	3,767
		3	5821,10	5,821	7,247	7,178	7,110	5,597	3,587
	28	1	5664,90	5,665	6,579	6,524	6,470	5,267	3,907
		2	5571,90	5,572	6,880	6,822	6,764	5,492	3,807
		3	5768,40	5,768	6,816	6,759	6,702	5,444	3,817

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 8:

El bloque ecológico 8 demostró una densidad muy pareja, aunque la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz y arena, independiente de cuánto pueden absorber en las pruebas, también por su porcentaje de materiales reciclados (plástico PET – PEAD) ya que posee una excelente resistencia.

Tabla 52: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 8.

Código de bloque	N°	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
BE-8	1					5,764	6,531	5,645	5,785	756,702	15,695	13,403
	2					5,496	6,649	5,614	5,895	744,562	18,436	11,357
	3					5,847	7,095	5,668	6,327	738,021	25,176	12,575
	4					5,731	6,629	5,609	5,944	818,832	18,185	11,941
	5	0,40	0,10	0,20	0,01	5,522	6,753	5,653	6,062	818,090	19,459	11,945
	6					5,821	7,247	5,597	6,541	792,776	29,480	13,582
	7					5,665	6,579	5,267	5,732	621,842	24,910	30,328
	8					5,572	6,880	5,492	6,027	643,845	25,273	5,756
	9					5,768	6,816	5,444	5,954	631,555	25,202	23,644

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 8: El bloque ecológico de ésta muestra toleró esta prueba demostrando gran resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz que ayudó a compactar la muestra, haciéndola resistente a la presión aplicada.

Tabla 53: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 8.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
BE-8	7	1	3,467	11,54	40	0,10	4,01
		2	3,437	11,54	40	0,10	3,98
		3	3,527	11,54	41	0,10	4,08
	14	1	3,607	11,54	42	0,10	4,17
		2	3,767	11,54	43	0,10	4,36
		3	3,587	11,54	41	0,10	4,15
	28	1	3,907	11,54	45	0,10	4,52
		2	3,807	11,54	44	0,10	4,40
		3	3,817	11,54	44	0,10	4,41

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.6.9. Dosificación o muestra de bloque ecológico 9.

A continuación la descripción de cómo fue elaborada la dosificación o muestra del bloque ecológico 9:

Tabla 54: Descripción de la dosificación o muestra del bloque ecológico 9.

Descripción del contenido	Cantidad
Plástico PET – PEAD triturado	7,00 Kg
Cascarilla de arroz	2,50 Kg
Chasqui	12,00 Kg
Arena	11,00 Kg
Cemento	8,00 Kg
Agua	8,00 Lt

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Evaluación del bloque ecológico 9: El bloque ecológico destinado para la construcción es sólido y fortalecido con plástico PET – PEAD triturado, posee 9,50 kg de componente reciclado, reduciendo el uso de la piedra chasqui y de la arena.



Figura 76: Bloque ecológico 9.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Tabla 55: Resultados obtenidos de la dosificación o muestra del bloque ecológico 9.

Nombre del bloque	Días	N°	Masa espécimen como se recibe en gramos	Masa espécimen como se recibe en Kg. (mr.)	Masa de espécimen saturado en Kg. (ms)	Intervalo 1hora	Intervalo 2horas	Masa espécimen seco al horno en Kg. (md)	Prueba de resistencia en Ton.
BE-8	7	1	5557,60	5,558	6,566	6,509	6,453	5,208	2,957
		2	5536,75	5,537	6,431	6,376	6,321	5,105	2,837
		3	5429,70	5,430	6,789	6,738	6,688	5,574	2,817
	14	1	5499,80	5,500	6,653	6,603	6,552	5,443	3,067
		2	5489,60	5,490	6,569	6,505	6,442	5,042	3,037
		3	5375,00	5,375	6,860	6,800	6,740	5,418	3,087
	28	1	5384,20	5,384	6,749	6,688	6,627	5,287	3,187
		2	5395,30	5,395	6,724	6,665	6,605	5,299	3,277
		3	5265,60	5,266	6,518	6,461	6,404	5,148	3,447

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de densidad, absorción y humedad del bloque ecológico 9:

El bloque ecológico 9 demostró una densidad pareja, aunque la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz y arena, y por su porcentaje de materiales reciclados (plástico PET – PEAD), ya que posee muy buena resistencia.

Tabla 56: Informe técnico de densidad, absorción y humedad de la dosificación o muestra del bloque ecológico 9.

Código de bloque	Nº	l (m)	a (m)	h (m)	Volumen (m3)	Mr (Kg)	Ms (Kg)	Md (Kg)	Mi (Kg)	Densidad (kg/m3)	Absorción	Humedad
	1					5,558	6,566	5,208	5,914	798,773	26,075	25,744
	2					5,537	6,431	5,105	5,840	863,790	25,975	32,560
	3					5,430	6,789	5,574	6,161	887,580	21,798	11,877
	4					5,500	6,653	5,443	6,066	927,257	22,230	4,694
BE-9	5	0,40	0,10	0,20	0,01	5,490	6,569	5,042	5,957	823,856	30,286	29,312
	6					5,375	6,860	5,418	6,261	904,508	26,615	2,982
	7					5,384	6,749	5,287	6,115	833,912	27,653	6,648
	8					5,395	6,724	5,299	6,142	910,481	26,892	6,758
	9					5,266	6,518	5,148	5,894	825,000	26,612	8,584

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

Informe técnico de resistencia y compresión del bloque ecológico 9: El bloque ecológico de ésta muestra toleró esta prueba demostrando muy buena resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz que ayudó a compactar la muestra, haciéndola resistente a la presión aplicada.

Tabla 57: Informe técnico de resistencia y compresión de la dosificación o muestra del bloque ecológico 9.

Código del bloque	Días	Nº	Resistencia (Ton.)	Compresión (Kg/m ³)	Kgf/cm ²	Conversión	MPa
	7	1	2,957	11,54	34	0,10	3,42
		2	2,837	11,54	33	0,10	3,28
		3	2,817	11,54	33	0,10	3,26
BE-9	14	1	3,067	11,54	35	0,10	3,55
		2	3,037	11,54	35	0,10	3,51
		3	3,087	11,54	36	0,10	3,57
	28	1	3,187	11,54	37	0,10	3,69
		2	3,277	11,54	38	0,10	3,79
		3	3,447	11,54	40	0,10	3,99

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.7. Pruebas del bloque ecológico.

4.7.1. Prueba de humedad.

Después de trasladar los bloques ecológicos desde el sitio donde se fabricaron, se realizó la prueba de humedad la cual consiste en sumergir los bloques ecológicos en agua durante 24 horas, para analizar su estado de absorción, peso y sobre todo su resistencia, posteriormente dejar escurrir el exceso de agua por el periodo de 1 hora y luego proceder a pesar los bloques húmedos en una balanza de mesa.



*Figura 77: Bloques ecológicos sumergidos por 24 horas.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)*



*Figura 78: Bloques húmedos siendo pesados.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)*

- **Resultado preliminar de las pruebas de humedad de los bloques ecológicos.**

A continuación se detalla el resultado preliminar obtenido en cada una de las pruebas de humedad de los bloques ecológicos sumergidos en la piscina de agua.

Tabla 58: Resultado preliminar – Pruebas de humedad.

Código del bloque	Resultado Preliminar
BE-1	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo regular adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.
BE-2	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo regular adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.
BE-3	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo muy buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.
BE-4	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo muy buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.
BE-5	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.
BE-6	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo muy buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.
BE-7	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo una excelente adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.
BE-8	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo una excelente adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.
BE-9	Los bloques ecológicos pasaron la prueba, teniendo muy buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.7.2. Prueba de calor.

Una vez terminada la prueba de humedad, a continuación los bloques ecológicos serán sometidos a la prueba de calor, se procedió a introducir a los bloques ecológicos en el horno eléctrico para el proceso de secado, durante intervalos de 1 hora, 2 horas y 24 horas a 150°C para después de cada prueba pesarlos y anotar los datos de cada muestra, estas pruebas se realizaron durante una semana para cumplir con el tiempo

establecido, para finalizar los bloques ya secos pasaran a la siguiente fase de pruebas la cual es la de resistencia.



Figura 79: Bloques ecológicos secados por 24 horas.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 80: Bloques ecológicos secos siendo pesados.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

- **Resultado preliminar de las pruebas de secado de los bloques ecológicos.**

A continuación se detalla el resultado preliminar obtenido en cada una de las pruebas de calor de los bloques ecológicos introducidos en el horno industrial.

Tabla 59: Resultado preliminar – Pruebas de calor.

Código del bloque	Resultado Preliminar
BE-1	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo regular adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.
BE-2	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo regular adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.
BE-3	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo muy buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.
BE-4	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo muy buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.
BE-5	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.
BE-6	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo muy buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.
BE-7	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo excelente adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.
BE-8	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo excelente adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.
BE-9	Los bloques ecológicos pasaron la prueba sin dificultad, teniendo muy buena adherencia entre los materiales utilizados como el plástico PET – PEAD y la cascarilla de arroz y sin problemas en su contextura.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.7.3. Prueba de resistencia a la compresión.

Esta prueba de compresión es un experimento técnico, que se realiza para poder delimitar la resistencia del bloque y su deformación ante la fuerza de compresión, en

este caso el bloque ecológico a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado, se le realizaron estas pruebas para probar su dureza y cuánto daño puede soportar hasta deformarse.



Figura 81: Bloques ecológicos y proceso de compresión.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 82: Bloques ecológicos ubicados en la máquina de rotura.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 83: Placa metálica ubicada sobre el bloque ecológico.
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

- **Resultado preliminar de las pruebas de compresión de los bloques ecológicos.**

A continuación se detalla el resultado preliminar obtenido en cada una de las pruebas de compresión de los bloques ecológicos colocados en la máquina de rotura.

Tabla 60: Resultado preliminar – Pruebas de compresión.

Código del bloque	Resistencia	Valor
BE-1	Baja	1,77 MPa
BE-2	Regular	2,25 MPa
BE-3	Muy buena	3,76 MPa
BE-4	Muy buena	3,91 MPa
BE-5	Buena	2,57 MPa
BE-6	Muy buena	3,38 MPa
BE-7	Mejor resistencia	4,45 MPa
BE-8	Mejor resistencia	4,44 MPa
BE-9	Muy buena	3,82 MPa

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

4.8. Presupuesto.

A continuación se detalla el presupuesto del bloque ecológico, que está determinado con los valores obtenidos del bloque tradicional en el mercado, el costo varía de acuerdo a la forma de adquisición de los elementos que lo componen. El precio del bloque tradicional con las mismas medidas tiene un costo de \$ 0,40 dólares y su resistencia promedio es de 2,50 MPa.

Tabla 61: Descripción y precios de materiales que componen el bloque ecológico.

Descripción del contenido	Precio por kilo
Plástico PET – PEAD	0,05
Cascarilla de arroz	0,02
Piedra Chasqui	0,09
Arena	0,06
Cemento	0,15
Agua	0,01

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.1. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 1.

La muestra BE-1 presenta una cantidad de 7,15 kg de componente reciclado, posee poca solidez y económicamente cuesta lo mismo que el bloque tradicional.

Tabla 62: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 1.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	4,65 kg.	0,23
Cascarilla de arroz	2,50 kg.	0,05
Piedra Chasqui	16,00 kg.	1,44
Arena	10,00 kg.	0,60
Cemento	8,00 kg.	1,20
Agua	10,00 lt.	0,10
Total de bloques	9,00 unid.	3,62
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 1	3,62 / 9,00	0,40

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.2. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 2.

La muestra BE-2 presenta una cantidad de 9,65 kg de componente reciclado, posee regular solidez, económicamente excede el costo del bloque tradicional.

Tabla 63: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 2.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	4,65 kg.	0,23
Cascarilla de arroz	5,00 kg.	0,10
Piedra Chasqui	16,00 kg.	1,44
Arena	13,00 kg.	0,78
Cemento	8,00 kg.	1,20
Agua	11,00 lt.	0,11
Total de bloques	9,00 unid.	3,86
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 2	3,86 / 9,00	0,43

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.3. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 3.

La muestra BE-3 presenta una cantidad de 5,35 kg de componente reciclado, posee muy buena solidez, siendo económico comparando con el bloque tradicional.

Tabla 64: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 3.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	3,50 kg.	0,18
Cascarilla de arroz	1,85 kg.	0,04
Piedra Chasqui	12,00 kg.	1,08
Arena	9,00 kg.	0,54
Cemento	8,00 kg.	1,20
Agua	8,00 lt.	0,08
Total de bloques	9,00 unid.	3,12
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 3	3,12 / 9,00	0,35

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.4. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 4.

La muestra BE-4 presenta una cantidad de 4,75 kg de componente reciclado, posee muy buena solidez, siendo económico comparando con el bloque tradicional.

Tabla 65: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 4.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	2,25 kg.	0,11
Cascarilla de arroz	2,50 kg.	0,05
Piedra Chasqui	12,00 kg.	1,08
Arena	9,00 kg.	0,54
Cemento	8,00 kg.	1,20
Agua	6,00 lt.	0,06
Total de bloques	9,00 unid.	3,04
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 4	3,04 / 9,00	0,34

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.5. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 5.

La muestra BE-5 presenta una cantidad de 11,80 kg de componente reciclado, posee buena solidez, siendo económico comparando con el bloque tradicional.

Tabla 66: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 5.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	9,30 kg.	0,47
Cascarilla de arroz	2,50 kg.	0,05
Piedra Chasqui	12,00 kg.	1,08
Arena	9,00 kg.	0,54
Cemento	8,00 kg.	1,20
Agua	8,00 lt.	0,08
Total de bloques	9,00 unid.	3,42
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 5	3,42 / 9,00	0,38

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.6. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 6.

La muestra BE-6 presenta una cantidad de 12,15 kg de componente reciclado, posee muy buena solidez, siendo económico comparando con el bloque tradicional.

Tabla 67: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 6.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	4,65 kg.	0,23
Cascarilla de arroz	7,50 kg.	0,15
Piedra Chasqui	11,00 kg.	0,99
Arena	8,00 kg.	0,48
Cemento	9,00 kg.	1,35
Agua	12,00 lt.	0,12
Total de bloques	9,00 unid.	3,32
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 6	3,32 / 9,00	0,37

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.7. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 7.

La muestra BE-7 presenta una cantidad de 10,75 kg de componente reciclado, posee mejor solidez, económicamente cuesta lo mismo que el bloque tradicional.

Tabla 68: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 7.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	7,00 kg.	0,35
Cascarilla de arroz	3,75 kg.	0,08
Piedra Chasqui	12,00 kg.	1,08
Arena	13,00 kg.	0,78
Cemento	8,00 kg.	1,20
Agua	8,00 lt.	0,08
Total de bloques	9,00 unid.	3,57
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 7	3,57 / 9,00	0,40

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.8. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 8.

La muestra BE-8 presenta una cantidad de 8,85 kg de componente reciclado, posee mejor solidez, siendo económico comparando con el bloque tradicional.

Tabla 69: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 8.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	7,00 kg.	0,35
Cascarilla de arroz	1,85 kg.	0,04
Piedra Chasqui	12,00 kg.	1,08
Arena	13,00 kg.	0,78
Cemento	8,00 kg.	1,20
Agua	9,00 lt.	0,09
Total de bloques	9,00 unid.	3,54
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 8	3,54 / 9,00	0,39

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.9. Presupuesto de la dosificación o muestra de bloque ecológico 9.

La muestra BE-9 presenta una cantidad de 9,50 kg de componente reciclado, posee mejor solidez, siendo económico comparando con el bloque tradicional.

Tabla 70: Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 9.

Descripción del contenido	Cantidad	Costo de la prueba
Plástico PET – PEAD	7,00 kg.	0,35
Cascarilla de arroz	2,50 kg.	0,05
Piedra Chasqui	12,00 kg.	1,08
Arena	11,00 kg.	0,66
Cemento	8,00 kg.	1,20
Agua	8,00 lt.	0,08
Total de bloques	9,00 unid.	3,42
Presupuesto de la muestra del bloque ecológico 9	3,42 / 9,00	0,38

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.8.10. Tabla comparativa de precios y resistencia.

A continuación se presentan las muestras de los bloques ecológicos con sus respectivos costos (\$) y resistencias (MPa).

Tabla 71: Valores de precios y de resistencia de los bloques ecológicos.

Bloques	Precio (\$)	Resistencia (MPa)
Tradicional	0,40	2,50
BE-1	0,40	1,77
BE-2	0,43	2,25
BE-3	0,35	3,76
BE-4	0,34	3,91
BE-5	0,38	2,57
BE-6	0,37	3,38
BE-7	0,40	4,45
BE-8	0,39	4,44
BE-9	0,38	3,82

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 84: Bloque ecológico.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

4.9. Renders.

A continuación se presentan las siguientes ilustraciones, donde se puede visualizar el uso de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado, en una vivienda de interés social, tanto en mampostería (paredes) como en elementos estructurales (losa).



*Figura 85: Vivienda de interés social construida con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cscrilla. Arroz).
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)*



Figura 86: Mampostería en paredes con los bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 87: Perspectiva de pared construida con los bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla Arroz)
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

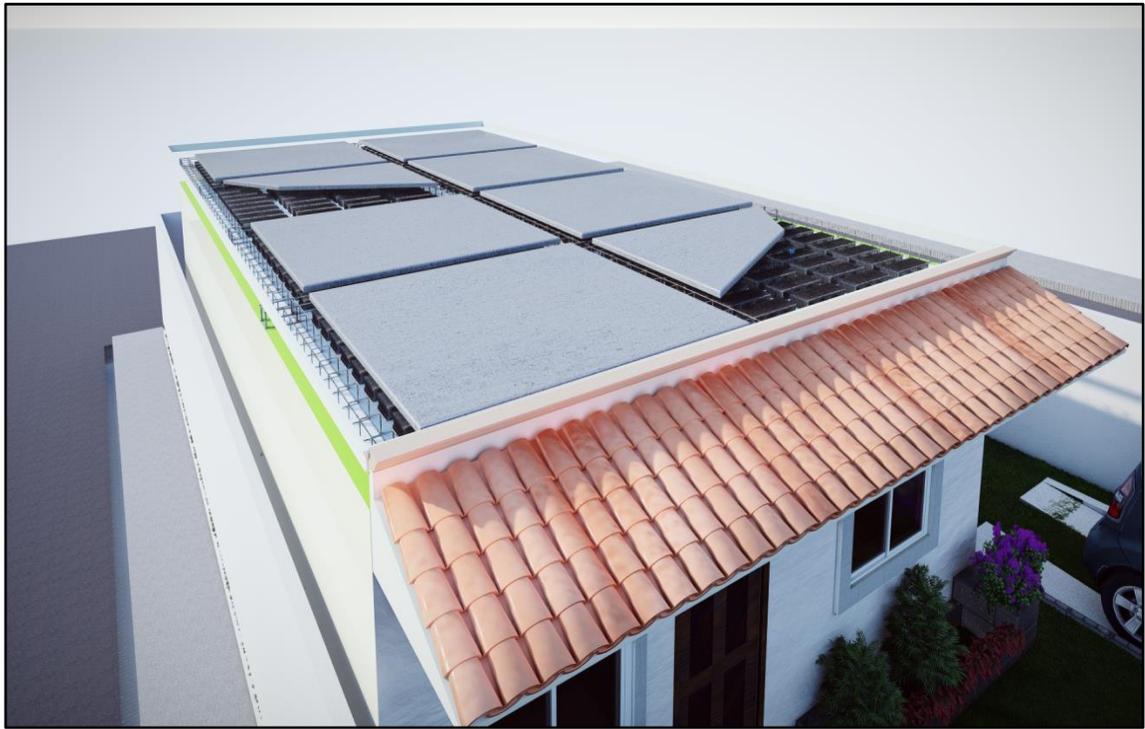


Figura 88: Losa aligerada de la vivienda de interés social construida con los bloques ecológicos.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 89: Cajonetas de la losa aligerada rellenas con los bloques ecológicos.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)

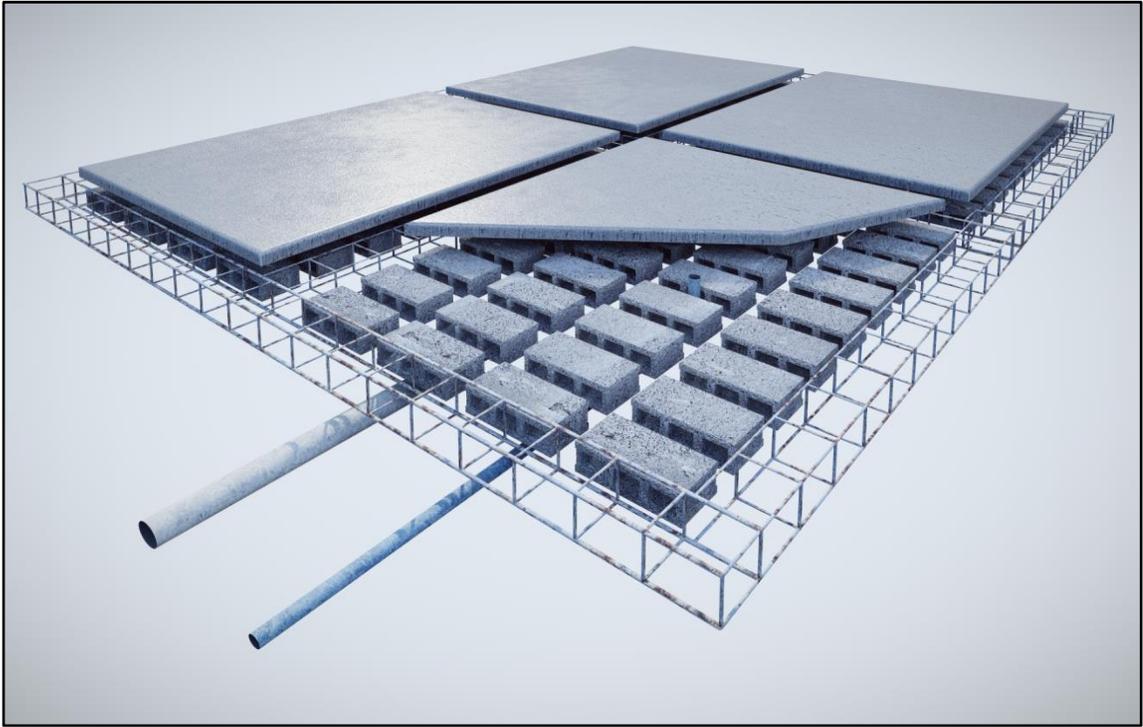


Figura 90: Losa aligerada con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de arroz).

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 91: Uso de los bloques ecológicos en divisiones interiores de la vivienda de interés social.

Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.

Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 92: Pared ornamental construida con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 93: Mobiliarios elaborados con los bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 94: *Jardineras construidas con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).*
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)



Figura 95: *Muros decorativos construidos con bloques ecológicos (PET – PEAD y Cascarilla de Arroz).*
Fuente: Barcia Rodríguez, Ariana Estefanía.
Elaborado por: Barcia (2020)

CONCLUSIONES

La elaboración de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social, surgió como una propuesta amigable al medio ambiente, en el área de la construcción se busca la manera de implementar mecanismos que permitan disminuir considerablemente el impacto ambiental en el planeta, por ende, este proyecto se basa en el aprovechamiento de residuos industriales como materia prima para la fabricación de materiales que sean de mejor calidad que los tradicionalmente conocidos en el mercado.

El número de habitantes se incrementa con el pasar de los años generando un crecimiento inmobiliario para satisfacer las necesidades de la sociedad. Para cubrir la oferta y la demanda, es esencial crear propuestas innovadoras amigables con el medio ambiente para construir edificaciones sustentables y sostenibles siendo económicamente accesibles.

Las viviendas de interés social son fabricadas con materiales convencionales, por ende, se trata de disminuir el impacto ambiental con el desarrollo de propuestas que promuevan el uso de materiales ecológicos, en este caso, la elaboración de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado, se enfoca en establecer un sistema de construcción resistente, además debe ser económico para que se establezca como la mejor alternativa en el mercado.

La cascarilla de arroz es un residuo de la industria arrocera, mientras que el plástico PET – PEAD triturado es el resultado del procesamiento del plástico de las botellas, tarrinas y fundas, todas éstas se encuentran en desuso y en buen estado, estos materiales son los elementos base que se utilizados para elaborar los bloques ecológicos destinados a la construcción, se realizaron todas las pruebas necesarias cumpliendo con todas las normativas y reglamentos necesarios que garantizan un producto de excelencia.

Elegir un sistema de construcción ecológicamente amigable, es una propuesta que se fortalece con el tiempo; en lugar de escoger los materiales tradicionales, se opta por los materiales ecológicos, debido a sus características y propiedades físicas y químicas, obteniendo un producto de primera calidad a un excelente costo, con un beneficio a largo plazo en las viviendas de interés social.

Los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado son una alternativa para la construcción de un inmueble de manera sustentable y sostenible. Implementar diseños enfocados en la utilización de materiales menos contaminantes al medio ambiente y aumentar la aplicación de nuevas propuestas y mecanismos de bajo costo con el fin de beneficiar a la sociedad mediante la construcción de viviendas de interés social, de tal manera, se realizará el levantamiento de mampostería del inmueble usando los bloques a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado. Para disminuir la contaminación existente en nuestro medio, se realiza el estudio y se desarrolla la propuesta de aumentar el uso de materiales ecológicos para la fabricación de obras arquitectónicas en el mundo.

Hoy en día la innovación de métodos constructivos tiene como iniciativa aprovechar los recursos de la naturaleza, así mismo, la obtención de materiales ecológicamente amigables con el medio ambiente a base de residuos reciclados, entre otros residuos domésticos, para emplearlos en diseños originales en cada infraestructura en el mundo. En este caso, la elaboración de los bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social.

El bloque ecológico 4 demostró una densidad muy pareja, aunque la variación de los valores es debido al porcentaje de cascarilla de arroz y arena, independiente de cuánto pueden absorber en las pruebas, también por su porcentaje de materiales reciclados (plástico PET – PEAD) ya que posee muy buena resistencia.

El bloque ecológico de ésta muestra toleró esta prueba demostrando muy buena resistencia debido a la cantidad de plástico PET – PEAD triturado y cascarilla de arroz que ayudó a compactar la muestra, haciéndola resistente a la presión aplicada.

La muestra BE-4 con un peso de 6,27 kg, presenta una cantidad de 4,75 kg de componente reciclado (76%), posee muy buena solidez, adicional a eso es más liviano y su valor económico es de \$ 0,34 dólares, en comparación con el bloque tradicional.

RECOMENDACIONES

La elaboración de bloques ecológicos a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado para viviendas de interés social, nos permite reemplazar en cierto porcentaje la cantidad de los elementos tradicionales para la fabricación de bloques, por ende, se realizaron varias dosificaciones que demostraron por medio de las pruebas físicas, químicas y mecánicas que los bloques ecológicos son una propuesta sostenible en el mundo de la construcción.

El bloque ecológico es una alternativa que se elaboró mediante la recolección de residuos domésticos y orgánicos (plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado) mezclándolos con los materiales tradicionales, cada bloque ecológico se elaboró según los parámetros de construcción, adicionalmente se optimizó el estudio de los materiales constructivos. La experimentación nos permite definir la mezcla óptima del bloque ecológico basándonos en la prueba y error por cada unidad de bloque ecológico según sus componentes.

El sector inmobiliario requiere la innovación de materiales de construcción, así como el empleo de nuevos mecanismos para crear diseños y elaborar edificaciones amigables con el medio ambiente de manera económica. El desarrollo de propuestas sustentables y sostenibles han tomado mayor fuerza con el paso del tiempo, de tal manera se realiza el análisis de los materiales tradicionales y se incrementa el estudio de nuevas alternativas constructivas.

Con la finalidad de elaborar un bloque ecológico a base de plástico PET – PEAD y cascarilla de arroz reciclado, como un producto de calidad, se fabrica de acuerdo a las normativas y reglamentos estipulados, la investigación es parte fundamental para adquirir el mayor conocimiento sobre la materia prima y poder emplearla en un material de construcción de manera ecológica siendo económicamente accesible con características superiores al bloque tradicional.

Bibliografía.

- Alvarez, K. (2014). ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN A BASE DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y SU INCIDENCIA EN EL FORTALECIMIENTO DE LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE (Tesis de Grado). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS.
- Gallegos, A. (2015). Diseño de la mezcla de hormigón alivianado usando piedra pómez de Latacunga. Aplicación a la fabricación de paneles prefabricados no estructurados (Sangolqui). DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION.
- Trelew, C. (2014). MATERIALES Y PROPIEDADES DEL HORMIGÓN. Presentación, Argentina.
- ACI. (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318SUS-14)
- ASTM INTERNATIONAL. (2017). STM C127 - 04 Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Gruesos. Obtenido de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C127-04-SP.htm>
- Sebastian Leal (2015). (UNI trabaja proyecto para construcción de viviendas a base de cascarilla de arroz)- ANDINA- 3 de febrero Lima/Peru
- inforeciclaje. (2013). Obtenido de <http://www.inforeciclaje.com/que-es-reciclaje.php>
- Glosario de Arquitectura. (11 de Noviembre de 2014). Obtenido de Glosario de Arquitectura: <http://arte-y-arquitectura.glosario.net/construccion-y-arquitectura/bloque-6568.html>
- ecured. (julio de 2017). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Aserr%C3%ADn>
- Basaure, P. (23 de Octubre de 2014). manualdelombricultura. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de manualdelombricultura: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/16675.html>
- BLOQUERAS.ORG, E. d. (2018). BLOQUERAS.ORG. Recuperado el 07 de Agosto de 2018, de BLOQUERAS.ORG: <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>
- Cruz, J. L. (21 de Septiembre de 2015). Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de <https://es.slideshare.net/IngJoseLuisCruzM/bloques-de-hormign-blocks-de-construccion>

- ECOLEC. (2018). FUNDACION ECOLEC. Recuperado el 23 de 07 de 2018, de FUNDACION ECOLEC: <https://www.ecolec.es/informacion-y-recursos/tipos-de-residuos/industriales/>
- Escobar, S. C. (2014). Materiales de construcción para edificación y obra civil. En S. C. Escobar, *Materiales de construcción para edificación y obra civil*. San Vicente, Alicante, España.: Editorial Club Universitario.
- Glover, D. (2014). Valorizar el medio ambiente. En D. Glover, *Valuing the Environment: Economics for a Sustainable Future*. España: <https://books.google.com.ec/books?id=0XcsKANZA5UC&pg=PA63&lpg=PA63&dq=valorizar+el+medio+ambiente:+econom%C3%ADa+para+un+futuro+sostenible,+Glover+David,+Espa%C3%B1a&source=bl&ots=oTfh7ctjR-&sig=WjIHqh2-2Uzr3Ox9BieJRkUW008&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiy7sXV3-fb>.
- Isan, A. (2018). Ecología Verde. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/definicion-de-reciclaje-240.html>
- Ochoa, A. B. (2016). Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5922/1/12241.pdf>
- ORTEGA, A. A. (2016). DOCPLAYER. Obtenido de <http://docplayer.es/51070282-Eco-ladrillo-a-base-de-caucho-reciclado-de-neumaticos-fuera-de-uso.html>
- ASTM INTERNATIONAL. (2017). *STM C127 - 04 Historical Standard: Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Gruesos*. Obtenido de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C127-04-SP.htm>
- ASOCEM. (1983). *Granulometría de la Arena* (pp. 1-6). Lima. Retrieved from <http://imcyc.com/biblioteca/ArchivosPDF/Arenas/Granulometria%20de%20la%20Arena.pdf>
- Camanieno, R. (2011). *Cemento hidráulicos. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos*. (1st ed.). Quito. Obtenido de <http://studylib.es/doc/5836679/ntenin-2380--cementos-hidr%C3%A1ulicos.-requisitos-de-desempe%C3%B1o>
- Carrasco, M. (2013). *AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES* (pp. 1-9). Santa Fe. Obtenido de <http://www.fceia.unr.edu.ar/~fermar/Apuntes%20Tecnolog%C3%ADa%20del%20Hormig%C3%B3n%20UTN%20FRSF/Unidad%204%20-%20AGUA%20PARA%20MORTEROS%20Y%20HORMIGONES.pdf>

- El Universo. (2009). Un proyecto con la cascarilla de arroz ayuda al ambiente. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2009/11/29/1/1430/un-proyecto-cascarilla-arroz-ayuda-ambiente.html>
- Nuevo usos de la cascarilla del arroz.* (2017). UAN. Obtenido de http://www.uan.edu.co/noticias?option=com_content&view=article&id=1966:nuevo-usos-de-la-cascarilla-del-arroz&catid=33:la-uan-en-los-medios
- Fernández, A. (2012). Estudiantes de construcción fabrican concreto con cascarilla de arroz. Hasta el momento se está en la etapa experimental, tal como se hace en otros países., pág. 14.
- Gallegos, A. (2015). *Diseño de la mezcla de hormigón alivianado usando piedra pómez de Latacunga. Aplicación a la fabricación de paneles prefabricados no estructurados* (Sangolquí). DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION.
- Hernández, C. (2017). El uso de arena de mar para producir concreto. *El Universo*. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/opinion/2017/10/19/nota/6437794/uso-arena-mar-producir-concreto>
- Historia del cemento. (2017). Cemex. Obtenido de <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/HistoriaDelCemento.aspx>
- Holcim. (2017). Evolución de las Normas para la fabricación de cemento y características de sus aplicaciones. Holcim Ecuador S.A. [Online Obtenido de: http://www.holcim.com.ec/fileadmin/templates/EC/doc/folletos/Evolucion_normasHEC.pdf [Accessed 29 Oct. 2017].
- Evolución de las Normas para la fabricación de cemento y características de sus aplicaciones. Holcim Ecuador S.A.* (2017). *Holcim*. Obtenido de http://www.holcim.com.ec/fileadmin/templates/EC/doc/folletos/Evolucion_normasHEC.pdf
- Tinoco, R., y Acuña, A. (2009). *Cultivo de Arroz (Oryza sativa)* (pp. 9-12). Costa Rica.
- Sánchez, N. (2013). Granulometría De Suelos. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2013/11/25/granulometria-suelos-ing-nestor-luis-sanchez/>
- Sequeira, J. E. (1976) Temas sobre materiales de construcción. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, Cuba.

Zarini, A. (2015). Obtenido de

<https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/507/Z37%20-%20Alternativas%20de%20reutilizaci%C3%B3n%20y%20reciclaje%20de%20nuevos%20materiales%20en%20desuso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

 UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
Y FÍSICAS
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DR. ING. ARNALDO RUFFILLI

 SECRETARÍA
Telf. 2281037

A QUIEN INTERESE

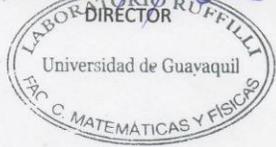
Certifico que la Srta. Ariana Barcia Rodríguez, egresada de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte realizó los ensayos y pruebas de laboratorio correspondiente al tema de tesis de grado "PROTOTIPO DE BLOQUE A BASE DE PLASTICOS PET, PEAD Y CASCARILLA DE ARROZ RECICLADO PARA VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL", con la supervisión del laboratorista Sr. Carlos Carbo Villavicencio.

Se hace constancia que los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli de la Universidad de Guayaquil no tuvo costo alguno

Guayaquil, 10 de febrero del 2020

Atentamente,


Ing. David Stay Coello, Mg. Geot.
DIRECTOR



Telf. 2281037
Av. Kenny S/N y Delta
Frente al Colegio Las Mercedarias
laboratorioruffilli@ug.ed.ec
Guayaquil - Ecuador

Figura 96: Certificado emitido por el Director del Laboratorio Dr. Ing. Arnaldo Ruffilli .
Fuente: Universidad de Guayaquil – Laboratorio Dr. Ing Arnaldo Ruffilli.
Elaborado por: Ing. David Stay Coello – Director del Laboratorio Dr. Ing Arnaldo Ruffilli (2020)