



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN  
CARRERA ARQUITECTURA**

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

**TEMA:**

**“PANEL MODULAR PORTANTE PARA CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDA SOCIAL CON USO DE PLÁSTICO, FIBRAS DE  
VIDRIO Y ESPUMA DE POLIURETANO”**

**TUTOR:**

**MSC. ARQ. BYRON RENÉ CÓRDOVA CRUZ**

**AUTOR:**

**CHRISTIAN ANDRE BETANCOURT CAMPOS**

**GUAYAQUIL**

**2021**

<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Panel modular portante para construcción de vivienda social con uso de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano.		
<b>AUTOR/ES:</b> Christian Andre Betancourt Campos.	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Msc. Arq. Byron René Córdova Cruz.	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Arquitecto	
<b>FACULTAD:</b> Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	<b>CARRERA:</b> Arquitectura	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2021	<b>N. DE PAGS:</b> 131 páginas	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción		
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Polímero, instalaciones, ingeniería de la construcción, construcción de vivienda.		
<b>RESUMEN:</b> Este estudio plantea un prototipo de panel modular portante para la construcción de la vivienda social con uso de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano, para esto, se demostró las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión de cada una de las muestras de acuerdo a los 7,14, 21 y 28 días, demostradas con el análisis de la resistencia a la compresión en la que fueron sometidas las cinco muestras; en referencia a un diseño que resista de entre 21Mpa a 28Mpa; los resultados arrojaron resistencias capaces de entre 29Mpa a 32Mpa.  Como propuesta, el panel es una alternativa a los sistemas actuales que resuelven la necesidad de una vivienda liviana y de construcción rápida, lo que en la actualidad se busca en proyectos a grande escala, ajustándose a los requerimientos de confort de los usuarios. En efecto, la implementación de los paneles portantes que se presentan, es un gran aporte a la gama de tendencias innovadoras, mediante la integración de materiales que, además de sus características de resistencia y durabilidad, contribuyan a la reducción de desperdicios en obras.		
<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Christian Andre Betancourt Campos.	<b>Teléfono:</b> 0983267158	<b>E-mail:</b> cbetancourtcampos@gmail.com

<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Msc. Ing. Alex Salvatierra Espinoza <b>Cargo:</b> Decano Facultad de Ingeniería Industria y Construcción <b>Teléfono:</b> (04)2596500 Ext. 240 <b>E-mail:</b> asalvatierrae@ulvr.edu.ec <b>Nombre:</b> Mg. María Dueñas <b>Cargo:</b> Directora de carrera <b>Teléfono:</b> (04)2596500 Ext. 209 <b>E-mail:</b> mduenasb@ulvr.edu.ec
------------------------------------	--

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

## TESIS BETANCOURT

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>www.ferbel.com</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>polired.upm.es</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>

Excluir citas      Apagado      Excluir coincidencias      < 2%  
Excluir bibliografía      Apagado

PROFESOR TUTOR

  
Mg. René Córdova Cruz

Firma:



MSC. ARQ. BYRON RENÉ CÓRDOVA CRUZ

C.I. 1713418885

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

El estudiante egresado CHRISTIAN ANDRE BETANCOURT CAMPOS, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, “PANEL MODULAR PORTANTE PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL CON USO DE PLÁSTICO, FIBRAS DE VIDRIO Y ESPUMA DE POLIURETANO” corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Christian Andre Betancourt Campos', written over a light blue circular stamp or watermark.

Firma:

**CHRISTIAN ANDRE BETANCOURT CAMPOS**

C.I. 0915206932

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación: “*PANEL MODULAR PORTANTE PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL CON USO DE PLÁSTICO, FIBRAS DE VIDRIO Y ESPUMA DE POLIURETANO*”, 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: “*PANEL MODULAR PORTANTE PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL CON USO DE PLÁSTICO, FIBRAS DE VIDRIO Y ESPUMA DE POLIURETANO*”, presentado el estudiante *CHRISTIAN ANDRE BETANCOURT CAMPOS* como requisito previo, para optar al Título de *ARQUITECTO*, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MSC. ARQ. BYRON RENÉ CÓRDOVA CRUZ

C.I. 1713418885

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia, mi madre Esperanza, mi padre Pedro, y mis hermanas Elizabeth y Nicole por su esfuerzo y apoyo en mi vida y en esta nueva etapa profesional, también quiero agradecer a mi tutor Msc. Byron Córdova por estar en cada paso de este proyecto, por brindarme su experiencia y conocimiento para mi formación, y, finalmente a todos mis conocidos, amigos, amigas, que me ayudaron en este proceso.

## **DEDICATORIA**

A todas las personas que buscan nuevos métodos y procesos en el campo de la construcción que fomente la innovación para la protección del medio ambiente en el área social, cultural y laboral.



## ÍNDICE GENERAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	I
REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	II
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO .....	IV
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES .....	V
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
DEDICATORIA .....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVI
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	2
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1. Tema.....	2
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Formulación del problema .....	3
1.3 Sistematización del problema .....	3
1.4 Objetivo general .....	3
1.5 Objetivos específicos .....	3
1.6. Delimitación de problema .....	3
1.7. Justificación del problema.....	4
1.8 Hipótesis.....	4
1.9 Línea de Investigación Institucional/Facultad. ....	4

CAPÍTULO II.....	5
2 MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Marco Teórico referencial.....	5
2.1.1 Antecedentes de Paneles portantes.....	5
2.2 Investigaciones de referencia .....	7
2.3 Proyectos de referencia.....	9
2.4 Marco Conceptual.....	11
2.4.1 Paneles .....	11
2.4.2 Panel portante .....	12
2.4.3 Tipos de paneles portantes .....	13
2.4.4 Plástico.....	14
2.4.5 Tipos de plástico.....	15
2.4.6 Obtención del plástico .....	17
2.4.7 Propiedades físicas del plástico .....	19
2.4.8 Propiedades mecánicas del plástico .....	19
2.4.9 Propiedades químicas del plástico .....	19
2.4.10 El plástico en la construcción .....	20
2.4.11 Durabilidad y resistencia a la corrosión.....	20
2.4.12 Paneles de plástico .....	22
2.4.13 Fibra de vidrio.....	24
2.4.14 Clasificación de las fibras de vidrio.....	25
2.4.15 Obtención de las fibras de vidrio.....	26
2.4.15.1 Procesos de fabricación de la fibra de vidrio.....	26
2.4.16 Propiedades físicas de las fibras de vidrio .....	27
2.4.17 Propiedades mecánicas de las fibras de vidrio .....	27
2.4.18 Propiedades químicas de las fibras de vidrio.....	28
2.4.19 Aplicaciones y usos de la fibra de vidrio .....	28
2.5 Fibra de vidrio en la construcción .....	28
2.6 Espuma de poliuretano.....	31
2.6.1 Procesos de obtención de espuma de poliuretano .....	31
2.6.2 Tipos de espumas de poliuretano .....	31
2.6.3 Espumas de poliuretano de interior y exterior .....	31

2.6.4	Espumas de poliuretano para juntas y grietas.....	32
2.6.5	Espumas de poliuretano para resistir el calor.....	31
2.6.6	Espumas de poliuretano para tejas.....	31
2.7	Aplicaciones y usos de la espuma de poliuretano .....	33
2.8	Propiedades físicas de la espuma de poliuretano .....	34
2.8.1	Propiedades mecánicas de la espuma de poliuretano .....	35
2.8.2	Propiedades químicas de la espuma de poliuretano .....	35
2.9	Arquitectura modular .....	36
2.9.1	Características de la arquitectura modular .....	36
2.9.2	Componentes de la arquitectura modular.....	36
2.10	Marco Legal .....	37
2.10.1	Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Constituyente, 2008). 37	
2.10.2	Ley de Gestión Ambiental (Congreso Nacional, 2004).....	38
2.10.3	Ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, de distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso (...) en el cantón Guayaquil (Concejo Municipal, 2018).....	38
2.10.4	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2634, disposición de desechos plásticos post- industriales. Requisitos – 2012. (INEN, 2012) .....	39
2.11	Generación de desechos post-consumo .....	42
2.11.1	Recolección .....	43
2.11.2	Almacenamiento y clasificación.....	43
2.11.3	Tratamiento .....	46
2.11.4	Co-procesamiento.....	47
2.11.5	Incineración.....	47
2.11.6	Confinamiento.....	47
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>48</b>
<b>3..... METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		<b>48</b>
<b>.....</b>		<b>48</b>
3.1	Metodología .....	48
3.2	Enfoque de la investigación .....	48
3.3	Tipo de Investigación.....	49
3.4	Investigación experimental .....	49

3.5	Investigación descriptiva.....	49
3.6	Investigación de Campo.....	50
3.7	Investigación bibliográfica.....	50
3.8	Técnicas de investigación .....	50
3.9	Población y muestra .....	51
3.10	Calculo de la muestra .....	52
3.11	Tratamiento de la información.....	54
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>62</b>
4.....	<b>PROPUESTA</b>	<b>62</b>
4.1	Fundamentación de la propuesta .....	<b>62</b>
4.2	Descripción de la propuesta .....	<b>62</b>
4.3	Materiales y herramientas para muestras.....	<b>64</b>
4.3.1	Materiales: .....	<b>64</b>
4.3.2	Herramientas.....	<b>67</b>
4.4	Procedimientos para la obtención del prototipo.....	<b>67</b>
4.4.1	Recolección de los elementos .....	<b>67</b>
4.4.2	Dimensiones del molde .....	<b>68</b>
4.4.3	Proceso de elaboración del panel.....	<b>69</b>
4.4.3.1	Trituración .....	<b>69</b>
4.4.3.2	Cocción de plástico.....	<b>69</b>
4.4.4	Elaboración de muestras.....	<b>69</b>
4.5	Observaciones primera muestra .....	75
4.6.	Observaciones segunda muestra .....	76
4.7.	Observaciones tercera muestra.....	78
4.8	Observaciones cuarta muestra.....	80
4.9	Observaciones quinta muestra .....	81
4.10	Pruebas de laboratorio y empíricas .....	<b>82</b>

4.10.1 Resistencia a la compresión.....	<b>82</b>
4.10.2 Resistencia a la flexión .....	<b>86</b>
4.10.3 Ensayo de absorción. ....	<b>86</b>
4.10.3.1 Análisis de costo de construcción de propuesta frente a otros sistemas....	<b>87</b>
4.10.3.2. Análisis de tiempo de construcción de propuesta frente a otros sistema....	<b>91</b>
4.10.3.3 Análisis de mano de obra de propuesta frente a otros sistemas.....	<b>93</b>
4.10.4 Discusión.....	<b>95</b>
4.10.5 Descripción del prototipo .....	<b>95</b>
4.10.6 Presupuesto referencial .....	<b>96</b>
4.11 ..... Propuesta de instalación del panel .....	<b>97</b>
4.11.1 Prueba empírica al agua.....	<b>99</b>
4.11.2 Prueba empírica de reacción al fuego .....	<b>100</b>
4.12 Planos explicativos.....	<b>103</b>
4.12.1 Planta tipo.....	<b>103</b>
4.12.2 Bloque modular de vivienda de interés social.....	<b>104</b>
4.12.3 Fachada de bloque modular de vivienda de interés social.....	<b>104</b>
4.12.4 Posición de paneles portantes.....	<b>104</b>
4.12.5 Cortes de vivienda tipo .....	<b>105</b>
4.12.6.- Cubierta de bloque modular de vivienda de interés social .....	<b>105</b>
CONCLUSIONES .....	<b>106</b>
RECOMENDACIONES.....	<b>108</b>
ANEXOS .....	<b>112</b>
4.13 Anexo 1.- Encuesta .....	<b>112</b>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Paneles portantes en la construcción .....	5
<b>Imagen 2.</b> Cimentación virtual propuesta. ....	7
<b>Imagen 3.</b> Cimentación virtual propuesta. ....	7
<b>Imagen 4.</b> Paneles virtuales propuestos.....	8
<b>Imagen 5.</b> Paneles EMMEDUE .....	8
<b>Imagen 6.</b> Paneles con fibra de vidrio .....	9
<b>Imagen 7.</b> Casa con paneles de plástico .....	10
<b>Imagen 8.</b> Casa con paneles de plástico .....	11
<b>Imagen 9.</b> Tipos de paneles .....	12
<b>Imagen 10.</b> Paneles estructurales .....	13
<b>Imagen 11.</b> Casa con paneles de plástico .....	14
<b>Imagen 12.</b> Termoplásticos .....	16
<b>Imagen 13.</b> Termoestables.....	16
<b>Imagen 14.</b> Elastómeros .....	17
<b>Imagen 15.</b> Panel de plástico.....	22
<b>Imagen 16.</b> Panel de plástico.....	23
<b>Imagen 17.</b> Panel de PVC .....	23
<b>Imagen 18.</b> Fibra de vidrio .....	24
<b>Imagen 19.</b> Molduras de PRFV .....	29
<b>Imagen 20.</b> Molduras de PRFV.....	29
<b>Imagen 21.</b> Molduras de PRFV .....	30
<b>Imagen 22.</b> Molduras de PRFV.....	30
<b>Imagen 23.</b> Espuma de poliuretano .....	31
<b>Imagen 24.</b> Espuma de poliuretano .....	32
<b>Imagen 25.</b> Espuma de poliuretano .....	32
<b>Imagen 26.</b> Espuma de poliuretano .....	33
<b>Imagen 27.</b> Espuma de poliuretano en la construcción.....	34
<b>Imagen 28.</b> Art. De la Constitución de la República referentes a la investigación...	37
<b>Imagen 29.</b> Flujo de desechos plásticos post-consumo.....	40
<b>Imagen 30.</b> Porcentajes nacionales por sectores económicos .....	52

<b>Imagen 31.</b> Plástico triturado .....	64
<b>Imagen 32.</b> Fibra de vidrio .....	64
<b>Imagen 33.</b> Espuma de poliuretano .....	65
<b>Imagen 34.</b> Malla electrosoldada .....	65
<b>Imagen 35.</b> Resina cobalto .....	65
<b>Imagen 36.</b> Cera desmoldante .....	66
<b>Imagen 37.</b> Secante .....	66
<b>Imagen 38.</b> Agua .....	66
<b>Imagen 39.</b> PVC recolectado.....	67
<b>Imagen 40.</b> PVC recolectado.....	68
<b>Imagen 41.</b> Molde metálico.....	68
<b>Imagen 42.</b> PVC recolectado.....	69
<b>Imagen 43.</b> Encerado de molde .....	70
<b>Imagen 44.</b> Puesta de fibra de vidrio.....	71
<b>Imagen 45.</b> Puesta de malla.....	71
<b>Imagen 46.</b> Puesta de plástico .....	72
<b>Imagen 47.</b> Puesta de resina .....	72
<b>Imagen 48.</b> Puesta de malla.....	73
<b>Imagen 49.</b> Puesta de malla.....	73
<b>Imagen 50.</b> Sacado del molde .....	74
<b>Imagen 51.</b> Obtención del producto. ....	75
<b>Imagen 52.</b> Obtención del producto. ....	76
<b>Imagen 53.</b> Obtención del producto. ....	77
<b>Imagen 54.</b> Obtención del producto. ....	78
<b>Imagen 55.</b> Obtención del producto. ....	78
<b>Imagen 56.</b> Obtención del producto. ....	79
<b>Imagen 57.</b> Obtención del producto. ....	80
<b>Imagen 58.</b> Obtención del producto. ....	81
<b>Imagen 59.</b> Obtención del producto. ....	81
<b>Imagen 60.</b> Obtención del producto. ....	83
<b>Imagen 61.</b> Panel propuesto .....	95
<b>Imagen 62.</b> Propuesta final.....	95
<b>Imagen 63.</b> Instalaciones eléctricas.....	96

<b>Imagen 64.</b> Instalación del panel modular con varilla de hierro .....	97
<b>Imagen 65.</b> Instalación de pared con panel portante propuesto. ....	98
<b>Imagen 66.</b> Panel sometido al agua.....	99
<b>Imagen 67.</b> Panel sometido al agua.....	100
<b>Imagen 68.</b> Panel sometido al fuego .....	101
<b>Imagen 69.</b> Panel sometido al fuego .....	102
<b>Imagen 70.</b> Planta tipo de vivienda de interés social. ....	103
<b>Imagen 71.</b> Bloque de interés social.....	104
<b>Imagen 72.</b> Fachadas de bloques de interés social .....	104
<b>Imagen 73.</b> Planta de bloques de viviendas de interés social.....	104
<b>Imagen 74.</b> Corte A-A´ y B-B´ .....	105
<b>Imagen 75.</b> Cubierta de bloque de vivienda de interés social. ....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	41
Tabla 2.....	54
Tabla 3.....	55
Tabla 4.....	56
Tabla 5.....	57
Tabla 6.....	58
Tabla 7.....	59
Tabla 8.....	60
Tabla 9.....	61
Tabla 10.....	70
Tabla 11.....	75
Tabla 12.....	77
Tabla 13.....	79
Tabla 14.....	80
Tabla 15.....	82
Tabla 16.....	86
Tabla 17.....	87



Tabla 18.....	88
Tabla 19.....	89
Tabla 20.....	90
Tabla 21.....	91
Tabla 22.....	92
Tabla 23.....	92
Tabla 24.....	93
Tabla 25.....	94
Tabla 26.....	94
Tabla 27.....	97

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tipos de plásticos.....	15
Gráfico 2. El uso de paneles portantes .....	54
Gráfico 3. La aprobación de paneles portantes innovadores.....	55
Gráfico 4. Lo que opinan del costo-tiempo de los paneles portantes.....	56
Gráfico 5. La utilidad de los paneles portantes en el sector.....	57
Gráfico 6. El plástico es útil para hacer paneles portantes.....	58
Gráfico 7. El plástico en la construcción .....	59
Gráfico 8. El plástico en la construcción de viviendas sociales.....	60
Gráfico 9. La calidad del panel propuesto. ....	61
Gráfico 10. Flujo de la propuesta.....	63
Gráfico 11. Curva de resistencia - muestra1 .....	83
Gráfico 12. Curva de resistencia – muestra2 .....	84
Gráfico 13. Curva de resistencia – muestra3 .....	84
Gráfico 14. Curva de resistencia – muestra4 .....	85
Gráfico 15. Curva de resistencia – muestra5 .....	85

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación presenta una solución habitacional mediante la elaboración de un prototipo de un panel portante a partir de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano para viviendas sociales, todo esto bajo un análisis documentado sobre las propiedades de sus compuestos más el desarrollo de experimento debidamente argumentado con fotografías y descripción de las observaciones, concluyendo con un aporte a la investigación científica y al sector constructivo, como una alternativa a los sistemas modulares existentes.

El propósito como ya se había mencionado, está direccionado a la vivienda social, al estudiar una alternativa modular de bajo costo, y que sea competitivo en reducir tiempos, escombros; sin dejar a un lado la eficacia en resistencia y confort interior. Ciertamente, otros autores analizaron componentes similares, dichos estudios fueron incluidos como fundamentación teórica, para comparar resultados, comportamientos y beneficios. Para la comprensión del lector a continuación, se resume la estructura de lo investigado en los siguientes capítulos:

En el capítulo I se describe la problemática envuelta a los sistemas prefabricados de viviendas sociales, donde además se fijaron los objetivos generales y específicos, más la justificación del tema y la hipótesis de partida. Ya en el capítulo II se distinguen las investigaciones que fundamentaron la propuesta, y se disponen los conceptos ligados a la propuesta, además de las normativas en las que se sujetan similares materiales.

En la sección III se explica cómo se lleva a cabo la investigación desde el punto de vista metodológico, evidenciando además la encuesta a profesionales y sus respectivos gráficos y análisis. Por último, está el capítulo IV que incluye la descripción de todo lo experimentado, desde la recolección de los insumos hasta la verificación de las pruebas, con la evidencia fotográfica pertinente, se cuenta además con tablas comparativas y las conclusiones y recomendaciones.

## CAPITULO I

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### **1 Tema.**

Panel modular portante para construcción de vivienda social con uso de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano.

#### **1.1 Planteamiento del Problema.**

En la actualidad, se conoce muy poco sobre la instalación de sistemas prefabricados en viviendas sociales, debido a la falta de personal especializado y su complejidad en instalar dicho sistema. En este sentido, la vivienda de interés social está supeditada a los materiales más económicos y su construcción sin supervisión técnica.

La opción común al utilizar bloques o ladrillos para construir viviendas, indican ser adecuadas en ciertos aspectos, sin embargo, se debe considerar algunos problemas de filtración del agua de lluvia que penetra por la propia estructura porosa de los materiales y sobre todo por las uniones entre ladrillo y mortero, por ende, es evidente el deterioro debido a la humedad. En las viviendas actualmente deben emplearse soluciones tecnológicas en la construcción que protejan de la humedad y de otros agentes para generar mejoras en dichas edificaciones frente a estos factores.

En el siguiente proyecto nos enfocamos en cambios en cuanto a construcción de sistemas prefabricados utilizando paneles modulares de materiales reciclables con el plástico, fibra de vidrio y espuma de poliuretano que adquieren resistencia a cada sistema climático para evitar filtración de agua que causa la humedad, lo que también nos permite agilizar tiempo, mano de obra y costos enfocándonos en una vivienda social de calidad.

Estas nuevas construcciones formaran sistemas más ágiles y eficientes evitando la contaminación ambiental con desarrollo de nuevas técnicas e importancia en mejoras habitacionales que cumplan con exigencias constructivas que permiten reducir el alto déficit habitacional existente en el país.

## 1.2 Formulación del problema

¿Por qué la fabricación de panel modular portante de construcción con uso de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano puede influir en una vivienda de interés social y económico?

## 1.3 Sistematización del problema

¿Qué especificaciones técnicas son necesarias para diseños de paneles portantes de calidad?

¿Cuáles serán las normativas nacionales e internacionales que rigen la elaboración de un panel portante?

¿Cuáles serán las características que deben tener los componentes de un panel?

¿Cuáles serán las diferencias de una propuesta ecológica y la tradicional?

## 1.4 Objetivo general

Elaborar un prototipo de panel portante con uso de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano para construcción de vivienda social.

## 1.5 Objetivos específicos

- Establecer las características de los materiales a utilizar en la elaboración del panel.
- Elaborar los moldes para el prototipo.
- Determinar la dosificación de los elementos.
- Establecer las pruebas mecánicas del producto.

## 1.6. Delimitación de problema

<b>Campo:</b>	Educación Superior Pregrado
<b>Área:</b>	Arquitectura
<b>Aspecto:</b>	Investigación experimental, documental o bibliográfica, de campo y cuantitativa
<b>Tema:</b>	Panel modular portante para construcción de vivienda social con uso de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano.

**Delimitación:** Guayaquil – Ecuador

**Delimitación Temporal:** 2019-2020

### **1.7. Justificación del problema.**

1. El trabajo se centra en mejorar la calidad de construcción utilizando paneles portantes, analizando sus características principales desde el punto de vista constructivo y formal. Se estudiarán sus ventajas, las soluciones constructivas, sus problemas más habituales, así como los aspectos más relevantes y significativos para emplear este tipo de construcciones.
2. La vivienda es una de las expresiones más importantes de la cultura y uno de los elementos representativos del grado de desarrollo en el proceso de producción social del hábitat.
3. El trabajo de investigación dará a conocer las diferentes alternativas habitacionales con sus respectivas características y se propone, tomando las fuentes de información ya disponibles y ampliando así sus contenidos, mostrando de manera general y específica el avance del aspecto constructivo, enmarcado en la necesidad actual de producir unidades habitables en corto plazo, mitigando el costo de obra causado por la inflación económica del momento que beneficiara a la población de escasos recursos brindando una vivienda innovadora, además de reutilizar materiales desechados como el plástico y vidrio que nos permite proteger al medio ambiente y a la población en general.

### **1.8 Hipótesis**

Con un prototipo de panel modular portante con uso de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano será posible construir una vivienda social.

### **1.9 Línea de Investigación Institucional/Facultad.**

Líneas de investigación:

-Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y de calidad

-Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

-Territorio, materiales de construcción.

## CAPÍTULO II

### 2.- MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco Teórico referencial

##### 2.1.1 Antecedentes de Paneles portantes

En Europa, desde los años 1920, la demanda de mano de obra de mucho conocimiento estaba muy en boga, sin embargo, no estaba disponible en muchos sectores; lo que provocó una nueva forma de desarrollo de técnicas constructivas, donde este factor no sea un problema mayor y esté al alcance de los usuarios. La idea de juntar materiales existentes con ciertas líneas de nuevos productos, creó el término “sistema”, y esto representó un gran reto en el mercado para que sea adaptado, valiéndose de la facilidad de operación que ofrecía.



**Imagen 1.** Paneles portantes en la construcción

**Fuente:** Baupanel (2019)

La nueva etapa en construcción se hace presente mediante una serie de materiales que representaban innovación con elementos sintéticos y químicos, que podría ser fácilmente aplicables en los sistemas convencionales existentes; dichas innovaciones en componentes aportaban en mejoras de las características acústicas, térmicas, de resistencia al fuego, entre otros beneficios. Los denominaban sistemas compuestos, y generalmente eran prefabricados, ya que para obtener dichas ventajas debían pre asignar que piezas presentaban un verdadero confort final en conjunto.

Mientras crecía la demanda de estos productos en el medio, iba aumentando la mentalidad hacia el cambio, y esto se daba cuando aquel beneficio prometido era aprovechado para elaborar un producto más atractivo a los consumidores; aunque no siempre había sido así, en el comienzo era muy difícil hacer que la gente apostara por ellos, y los que lo hacían tenían la garantía de un sistema confiable de componentes sólidos, con alta calidad y un sinnúmero de provechos.

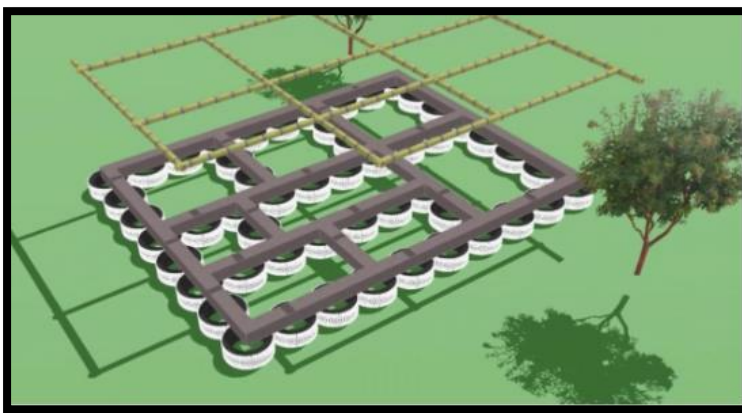
En épocas pasadas, las construcciones livianas se asociaban a la madera, que también se consideraba como un elemento económico, aunque con poca durabilidad en ciertas secciones de viviendas, no obstante, también se puede identificar en la actualidad innovaciones en este sentido, como los modernos sistemas de laminado de madera o contrachapado, otro ejemplo son los tableros de aglomerado, las placas de yeso o los paneles de fibrocemento, todos ellos pensados para aligerar la construcción, reducir desperdicios y costos finales.

Desde la década de los 50, cada vez más se han logrado introducir en la construcción varios materiales competentes, entre ellos están los plásticos, que han sabido adaptarse a las exigencias de ingeniería. Desde mucho antes, ya se eran útiles en las instalaciones eléctricas y sanitarias, pero ahora se ven desde ventanas, puertas, cubiertas, hasta pisos de este material. En el campo de prefabricación, el plástico también hace su aporte, debido a que existen ya sistemas de piezas de plástico que unidas forman una vivienda de calidad, con ejecuciones rápidas y disminuyendo escombros.

## 2.2 Investigaciones de referencia

### 2.2.1 Prototipo de vivienda de bajos recursos con material reciclado (modelación SAP, caracterización de los Materiales, animación virtual)- Argüello, 2015 (Colombia)

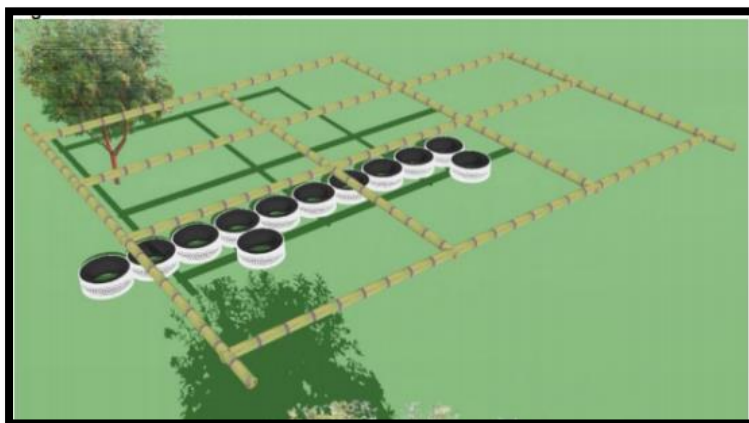
En Colombia, Argüello (2015), ingeniero civil, desarrolló un estudio para verificar el uso de materiales plásticos en la elaboración de viviendas de bajos recursos, en conjunto con otros materiales como la caña guadua, arena, cemento, neumático y acero, todos ellos como elementos auxiliares para aminorar costos y tener al plástico como protagonista de la construcción.



**Imagen 2.** Cimentación virtual propuesta.

**Fuente:** Argüello (2015)

Argüello realizó varias pruebas de sus soluciones de viviendas mediante el análisis de las cargas estáticas que puedan generarse; considerando los datos obtenidos en el sistema de análisis SAP. El autor indica que el uso de los materiales propuestos es de gran beneficio en ciertos contextos ya que son de alta resistencia, de alcance inmediato, a bajo costo y con reducido impacto ambiental (Argüello, 2015).

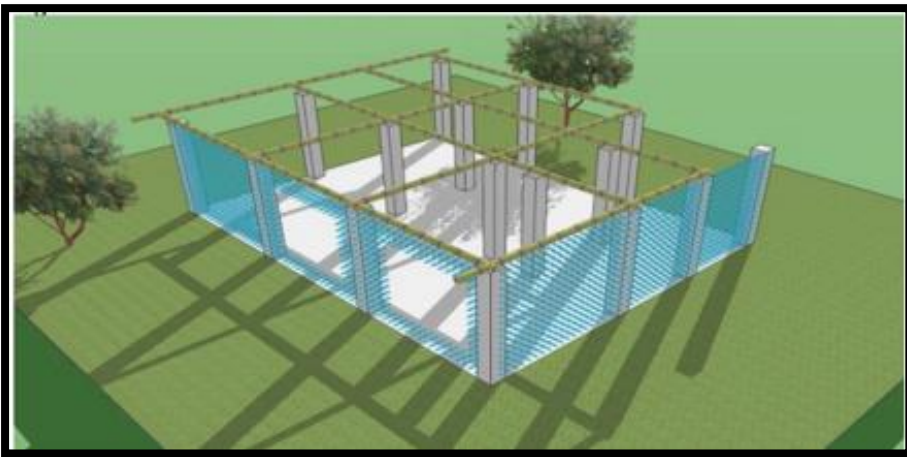


**Imagen 3.** Cimentación virtual propuesta.

**Fuente:** Argüello (2015)



Sobre la resistencia a eventos telúricos, el investigador insiste en la seguridad de su prototipo, ya que se refiere a ella como una vivienda “ligera y flexible”, capaz de hacer frente a ciertas fuerzas. En el sentido social, Argüello promueve este tipo de proyectos por su impacto social, al generar productos accesibles, de calidad y mejoras las condiciones de vida de aquellas personas vulnerables, con recursos limitados para adquirir su propio espacio digno, y al apoyo de varias familias en poblaciones más necesitadas.



**Imagen 4.** Paneles virtuales propuestos

**Fuente:** Argüello (2015)

Otro sistema de construcción fue investigado por el ingeniero Vélchez (2017), en el que realizó la comparación entre los distintos tipos de aplicaciones en obra de los paneles de polietileno expandido dispuesto en viviendas unifamiliares, el profesional concluye que el sistema más efectivo para la construcción en grande escala es el llamado “Emedue”, debido a que permite reducir costos a diferencia de otros y la disminución de escombros en el sitio.



**Imagen 5.** Paneles EMMEDUE

**Fuente:** Vélchez (2017)

El siguiente caso se trata de paneles que sirven para revestir, y los investigadores Romero & Quezada (2018), arquitectos ambos, decidieron analizar qué tipo de fibras pueden llegar a mejorar las propiedades de un modelo a base de hormigón, el mismo que puede ser utilizado en fachadas o para reemplazar materiales en otros ambientes. Las pruebas valoraron a la fibra de nylon y polipropileno como las que ayudaron a optimar la resistencia a la compresión que llegaron hasta el 50% más que uno tradicional, concluyendo que la estructura física de dichos filamentos son los que colaboraron a un superior comportamiento frente a otras fibras naturales.



**Imagen 6.** Paneles con fibra de vidrio  
**Fuente:** Romero & Quezada (2018)

### **2.3.- Proyectos de referencia**

#### **2.3.1.- Casas con ladrillos de plástico reciclado**

La casa elaborada con ladrillos de plástico, es un proyecto elaborado en Colombia, además de una propuesta novedosa al incluir en su plan la iniciativa solidaria, esto en referencia a que la materia prima es el plástico reciclado, con el que fabrican ladrillos y construyen viviendas para las personas sin hogar. El proceso para la obtención de esta vivienda, no es tan complicado, y su costo puede llegar a bajar en comparación a las residencias hechas con métodos tradicionales; además que compite con las mismas en calidad, confort y estética.

A este proyecto prometedor, además de las ventajas antes mencionadas, se le suma la simplicidad de su ejecución, puesto que la forma de los ladrillos facilita el ensamblaje entre ellos para edificar las partes de la vivienda, sin necesidad de morteros o cementos; por este motivo se reducen tiempos y precios, lo que beneficia en el sentido adquisitivo para el colectivo de bajos recursos.



**Imagen 7.** Casa con paneles de plástico  
**Fuente:** Pinterest (2019)

### **2.3.2.- Paneles hechos de plástico reciclado**

En México, el arquitecto-ingeniero César Moreno, investigador del Instituto Politécnico Nacional, desarrolló un procedimiento tecnológico en el que se puede transformar desechos de plástico en casas. A esta innovación la denominó como paneles ecológicos que sirven para la elaboración de muros, paredes y hasta losas; el científico apuesta su producto como una solución de muy alta calidad, duradero, térmico, acústico, y sobre todo económico.

Este panel es un elemento es fabricado con una tecnología basada en la estructura tridimensional de acero de alta resistencia, con número 10 de calibre, en conjunto con una placa de fibras de plástico reciclado, que constituyen la eficacia térmica y acústica de este elemento. Al ser un producto con múltiples beneficios, fue patentado por el

arquitecto en el año 2011, y en conjunto con el Centro de Incubación de Empresas de Base Tecnológica, lo fabrican y comercializan.(Arq.com.mx, 2019).



**Imagen 8.** Casa con paneles de plástico  
**Fuente:** Arq.com.mx (2019)

## **2.4.- Marco Conceptual**

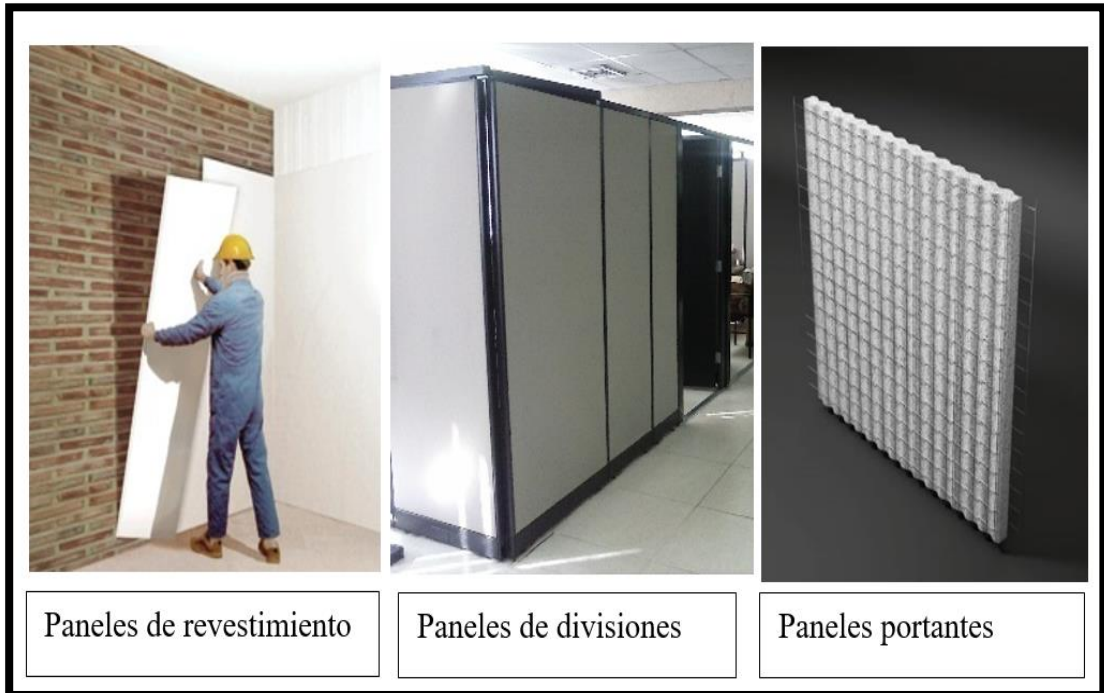
### **2.4.1.- Paneles**

Según la RAE (2014), un panel es “cada uno de los compartimentos, limitados comúnmente por fajas o molduras, en que para su ornamentación se dividen los lienzos de pared, las hojas de puertas (...)”. La Real Academia de la Lengua española también indica que este elemento prefabricado es útil en las construcciones de separadores verticales en viviendas, pueden ser interiores o exteriores.

Otros autores, definen este término como placas, que su función está supeditada al grosor y superficie, similares a muros de contención, láminas de yeso, de fachadas, entre otros (Construmática, 2019). Según Pérez & Gardey (2019), estos elementos pueden incorporar motivos ecológicos, sólo al considerar en su fabricación materias primas orgánicas, residuos o ingredientes reciclados, constituyendo un componente de calidad, con características sostenibles.



En otro aspecto, los paneles tienen variadas funciones, esto depende de los su estructura y forma de instalación; según el grupo Soluciones en acero (2017), indica que estos elementos prefabricados pueden identificarse por su forma y función; en efecto, de esta manera, se pueden distinguir tres tipos de paneles de construcción: paneles de revestimiento, paneles para divisiones interiores, y paneles portantes.



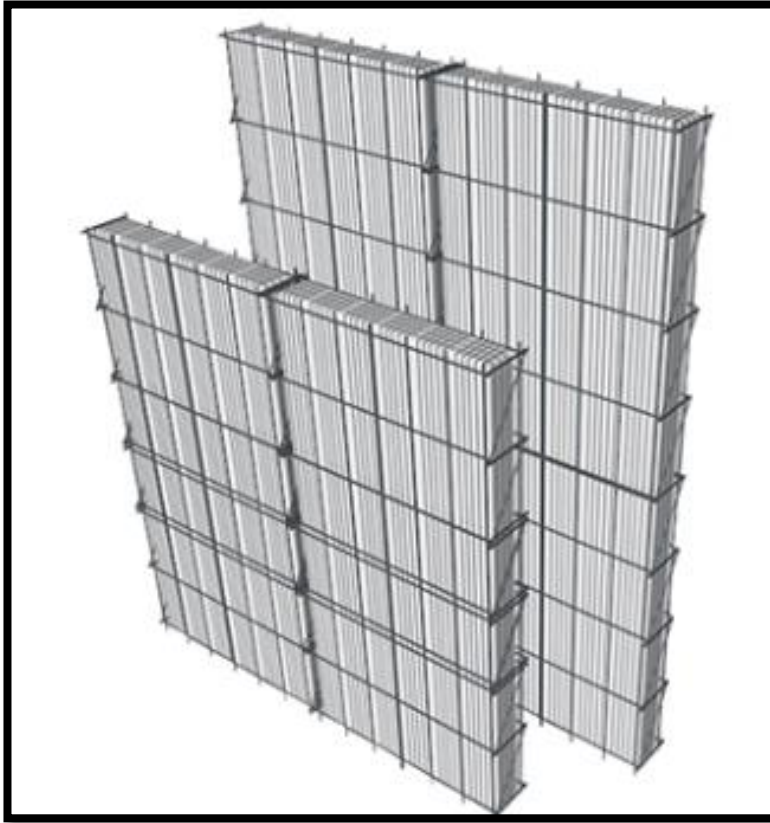
**Imagen 9.** Tipos de paneles  
**Fuente:** Paneles (2016)

#### **2.4.2.- Panel portante**

Según Terán & Maldonado (2014), son elementos estructurales densos capaces de resistir cargas de gravedad por sí mismos, sin necesidad de vigas o columnas; es decir, los paneles portantes son sistemas que reducen los pesos de los elementos estructurales y la estructura en sí, para así disminuir también las fuerzas sísmicas. Existen algunas formas de instalar dichos componentes, esto depende de su diseño o característica, y así determinar la necesidad de montantes, unidades de arriostre, soleras u otros instrumentos de soporte.

Se pueden disponer en viviendas, locales, oficinas, y se las usa como paredes, losas de cimentación y losas de cubierta; además existen en el mercado constructivo algunas opciones de paneles portantes a partir de sus materiales o la forma de instalación; así están los paneles prefabricados, los de madera, poliuretano, entre otros, también los

que se fabrican en el sitio luego de precisar encofrados, y los que se pre fabrican y se unen mediante perfiles de metal, propios de la arquitectura modular.



**Imagen 10.** Paneles estructurales  
**Fuente:** Paneles (2016)

#### **2.4.3.- Tipos de paneles portantes**

- Panel de pared exterior
- Panel para pared interior
- Panel para losa
- Panel para piso

#### 2.4.4.- Plástico

Los plásticos son materias formadas con polímeros que, a su vez, están compuestos mediante sucesiones extensas de átomos altamente contenedores de carbono. Proviene de elementos naturales como el carbón, la sal, el petróleo, la celulosa y el gas natural, por lo que se considera que son materias orgánicas. Otras partículas que contienen los plásticos pueden ser oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y azufre (Plasticseurope, 2020).



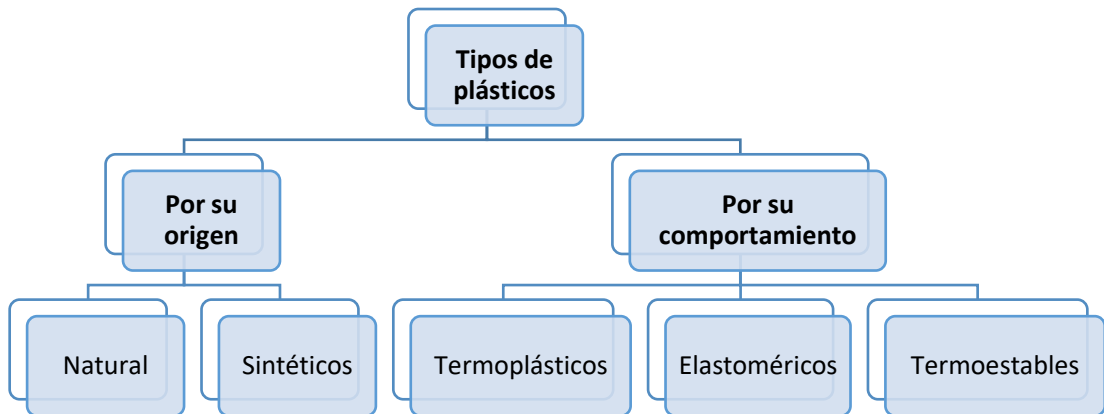
**Imagen 11.** Casa con paneles de plástico

**Fuente:** Pinterest (2019)

La palabra plástico se origina del término griego “plastikos”, el cual hace referencia a algo que puede ser moldeado; por esta razón, este material se lo conoce por su maleabilidad y plasticidad y sus propiedades permiten que puedan elaborarse diversos productos tales como botellas, placas, tubos, entre otros; en definitiva, su versatilidad se hace presente en muchos sectores influyentes, como la industria, la medicina, la construcción, artículos del hogar, es decir, tiene innumerables aplicaciones y utilidades.

### 2.4.5.- Tipos de plástico

Al ser un elemento con muchas aplicaciones en varios campos industriales; existen también diversas clasificaciones; no obstante, para fines investigativos se lo distinguirá de la siguiente manera:



**Gráfico 1.** Tipos de plásticos  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

Por origen:

**Naturales:** son aquellos que se obtienen desde materias primas asociadas a vegetales, un ejemplo es la celulosa; derivada de las células de vegetación; otro tipo similar es el celofán, que se la consigue desde las fibras de madera, cáñamo, y algodón disueltos; por último, está el látex logrado a partir del líquido que desprende la corteza de los árboles tropicales; en otros contextos, se los denominan plásticos biodegradables (Plasticseurope, 2020).

**Sintéticos:** son aquellos que proviene de materias a partir de elementos desarrollados por humanos, en su gran mayoría, de provenientes del petróleo. En otros casos se usa el carbón y gas natural para elaborarlo; y dentro de este grupo están la mayoría de los plásticos que se comercializan en la actualidad (Plasticseurope, 2020).

Por su comportamiento:

**Termoplásticos:** Son los que reaccionan al calor, ablandándose para ser moldeado de la manera según se lo anhele, y se conservará así cuando éste haya enfriado; cuando este procedimiento de ablandarse y endurecerse es repetitivo; el plástico no se daña con facilidad, esta es la razón por la cual lo hace un material fácil de ser reciclado.



En este grupo están el PVC (polivinilo de cloruro), que se utiliza en tuberías, indumentarias impermeables, planchas, entre otros; también está el poliestireno usado en aislamiento acústico y térmico además de embalajes; por último, está el metacrilato aplicado en ventanas, mesas o faroles de la industria automotriz (Areatecnología, 2020).



**Imagen 12.** Termoplásticos  
**Fuente:** Área tecnología (2020)

**Termoestables:** Son aquellos que al aplicar calor se endurecen, lo que hace que este procedimiento se realice una vez para poder obtener la forma anhelada; al tratar de volver a calentarla, pierden sus características y se vuelven inútiles, sin opción a reciclaje; en este grupo están el poliuretano usado en espumas para colchonetas, sillas o mueblería de este tipo; también está la melamina, utilizado en mobiliario para el hogar (Areatecnología, 2020).



**Imagen 13.** Termoestables  
**Fuente:** Área tecnología (2020)

**Elastómeros:** Son aquellos que su característica física principal es su plasticidad, es decir, que su figura y tamaño es variable y recuperable cuando se está ejerciendo una fuerza externa sobre él; la mezcla del caucho y el azufre son los que le dan su origen, aplicando sobre ellos 160°C. En este grupo está el caucho natural usado en la industria automotriz, gomas o mangueras, y el neopreno de caucho sintético para indumentarias de buceo (Areatecnologia, 2020).



**Imagen 14.** Elastómeros  
**Fuente:** Área tecnología (2020)

#### 2.4.6.- Obtención del plástico

Industrialmente los plásticos se presentan en forma de gránulos (bolitas de plástico), en polvo o en resinas (liquido viscoso). Estos materiales se someten posteriormente a los procesos de conformación, es decir los procesos para darles la forma deseada. Para darles la forma deseada se utilizan diferentes técnicas en función del tipo de plástico termoestable, termoplásticos o elastómeros.

##### EXTRUSION

Se utiliza para termoplásticos. Consiste en introducir en forma de gránulos o polvos. El plástico dentro de un embudo o tolva se va dejando caer dentro de un cilindro previamente calentado. El cilindro consta de un tornillo de grandes dimensiones que desplaza el material fundido hasta llegar a una boquilla o molde. El giro del tornillo fuerza la salida del Plástico fundido por la boquilla o molde, adquiriendo la forma del mismo.

Una vez que sale el plástico conformado por la boquilla se enfría lentamente mediante Agua. A la salida se cortan las piezas a la medida deseada. Se suele utilizar para hacer tuberías o tubos, perfiles, recubrimientos para cables y cañerías.

### CALANDRADO

Se utiliza para producir láminas o planchas de plástico finas de termoplásticos. En el calandrado de películas y láminas el compuesto plástico, en estado viscoso, se pasa a través de tres o cuatro rodillos giratorios y con caldeo (calientes), los cuales estrechan el material en forma de láminas o películas, el espesor final de del producto se determina por medio del espacio entre rodillos. Un uso es para las encimeras de las cocinas.

### CONFORMADO AL VACIO

Esta técnica se utiliza con láminas de termoplásticos de gran superficie, procedentes del calandrado. Para fabricar mediante conformado en vacío, se parte de una lámina termoplástica delgada, que se coloca sujeta sobre el molde de la forma a reproducir, posteriormente se calienta con un radiador para ablandar el material y se extrae el aire de la parte inferior, de esta manera la lámina se adhiere al molde tomando su forma. Una vez enfriado, se abre el molde para extraer la pieza.

### MOLDEO

Las técnicas de moldeo son aquellas con las que se da forma al plástico mediante un molde. Hay varias técnicas diferentes:

- Moldeo por soplado: se introduce en el molde una preforma en forma de tubo a través de un dosificador y a continuación, se inyecta aire comprimido adaptándose el plástico a las paredes del molde.

- Moldeo por inyección: La técnica es parecida a la extrusión, pero al salir el plástico caliente por la tobera o inyector rellena el molde. Se deja enfriar y se extrae posteriormente.

- Moldeo por compresión: Consiste en introducir el material, en forma de polvo o gránulos, en un molde, el cual se comprime mediante un contramolde, a la vez que se aporta calor, que reblandece el plástico.

Los polímeros termoestables presentan la propiedad de endurecer bajo determinadas condiciones de presión y calor. Si se mantienen estas condiciones el tiempo necesario (tiempo de curado) dentro de un molde tendrá lugar la reacción química por la cual se estabiliza el plástico y adquiere la forma requerida. Después ya no se pueden volver a dar forma otra vez por calor y presión.

#### **2.4.7. Propiedades físicas del plástico**

Se refieren a los aspectos relacionados con los fenómenos físicos que afectan a los materiales como el calor o las dimensiones.

- Densidad es la relación entre masa y volumen de un cuerpo.

- Conductividad térmica. Un material es buen conductor térmico cuando deja pasar el calor con facilidad; es baja en caso contrario.

- Dilatación térmica. Los materiales se dilatan al aumentar la temperatura y se contraen al disminuir. La dilatación térmica de algunos materiales es aprovechada para fabricar termostatos.

#### **2.4.8. Propiedades mecánicas del plástico**

Tienen que ver con los esfuerzos a que son sometidos los materiales. Ante un esfuerzo, un material puede tener tres respuestas: deformarse elásticamente (reversible), deformarse plásticamente (permanente) o romperse.

- Plasticidad es la propiedad que hace que el material pueda deformarse fácilmente.

- Resistencia a la tracción es cuando actúan dos fuerzas iguales sobre el objeto.

#### **2.4.9. Propiedades químicas del plástico**

Es la propiedad que mide la resistencia que oponen los materiales a diferentes agentes químicos. La metodología empleada para evaluar esta propiedad también es muy variada y depende en la mayoría de los casos de la aplicación final del producto. En este tipo de ensayos se estudia tanto la absorción del líquido de ensayo (variación

de masa, dimensional) como la alteración de propiedades mecánicas de la muestra sometida al ataque del líquido (AIMPLAST, 2019)

#### **2.4.10. El plástico en la construcción**

En el sector constructivo, existe una cantidad de materiales muy eficientes para dar calidad a cualquier proyecto; no obstante, el plástico es asociado con más frecuencia a las instalaciones sanitarias o eléctricas de las edificaciones, con el fin de que su uso sea a largo plazo, para evitar que sus desechos afecten al entorno natural. Según Cobeña (2016), profesional en arquitectura de la firma Mexichem Ecuador, usar este material desde la etapa inicial de la construcción, hasta los acabados, es muy conveniente, no solo por su durabilidad, más bien insiste que su aplicación optimiza el tiempo y los costos en las distintas obras.

La diversidad de usos del plástico en la construcción es visible en las arquitecturas modernas, y sus beneficios están presentes cada vez más en las mentes innovadoras de arquitectos, diseñadores e ingenieros, que lo disponen como elementos ligeros, resistentes, económicos, manejables y seguros para garantizar la calidad y comodidad en sus proyecciones. De esta forma, las utilidades de los plásticos en la construcción se las pueden identificar mediante las siguientes características:

#### **2.4.11.- Durabilidad y resistencia a la corrosión**

La durabilidad del plástico lo convierte en ideal para aplicaciones como marcos de ventanas y tuberías. Además, sus propiedades anticorrosivas les otorgan una impresionante vida útil, que supera los 100 años para los tubos de plástico, y los 50 años para los cables subterráneos y de exterior.

#### **-Aislamiento**

El plástico proporciona un aislamiento eficaz contra el frío y el calor, evita la pérdida de energía, y permite que las familias ahorren a la vez que se reduce la contaminación acústica.

### **-Rentabilidad**

La fabricación e instalación de componentes de plástico suelen costar menos que las de los materiales tradicionales, incluso cuando se hacen a medida.

### **-Fáciles de instalar, usar y mantener**

El plástico es fácil de instalar, usar y mantener gracias a su ligereza. En realidad, prácticamente no requiere mantenimiento. Además, la flexibilidad del plástico significa que los tubos pueden adaptarse a los movimientos del suelo.

### **-Sostenibilidad**

El plástico ahorra recursos gracias a la rentabilidad de su producción, la facilidad de instalación y la durabilidad. Se estima que, en una vivienda norma., la cantidad de energía que se utiliza para fabricar su aislamiento de plástico se recupera con tan solo un año de uso. Además, esos plásticos se pueden reutilizar, reciclar o convertir en energía.

### **-Innovación**

Los plásticos inspiran a los arquitectos para crear edificios con dimensiones, características y diseños innovadores. Además, la velocidad a la que avanza la innovación ayuda a reducir continuamente el coste y aumenta la eficiencia de los edificios.

### **-Seguridad contra incendios**

Muchos productos de plástico del sector de la edificación y construcción se valoran por su resistencia al fuego. Los detectores de humo, alarmas y sistemas automáticos contra incendios en general se fabrican con plástico, y el éxito del PVC, el polímero más utilizado en el sector, se debe sobre todo a sus características intrínsecas de resistencia al fuego.

Además, se prevé que se va a introducir en la normativa el planteamiento de Ingeniería de Seguridad contra Incendios, que evalúa el comportamiento ante el fuego

de un producto en diferentes escenarios en un entorno determinado, lo que fomentará aún más el uso del plástico.

#### **2.4.12.- Paneles de plástico**

##### **-Paneles sándwich de plástico**

Los paneles de polipropileno copolímero (PPCO) y polietileno (HDPE) son más ligeros y más fuertes que la mayoría de los paneles de plástico construcción. Ofrecen la posibilidad de soluciones muy creativas para la construcción de cualquier tipo de depósitos y tanques de agua (Paneltim, 2019).



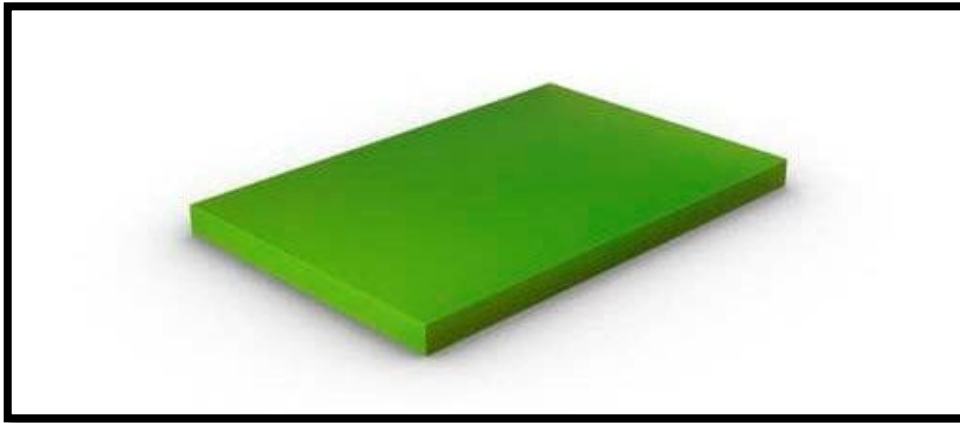
**Imagen 15.** Panel de plástico  
**Fuente:** ABC pedia, 2017

##### **-Panel de plástico para interiores de alta resistencia**

Las poliamidas fundidas son plásticos técnicos o de ingeniería. Debido a sus excelentes propiedades mecánicas/físicas y químicas, representan una alternativa a los elementos mecánicos hechos de metal fundido. Son principalmente adecuados para su instalación en lugares con cargas mecánicas pesadas y en contacto con productos químicos agresivos o impurezas.

Es extremadamente resistente al desgaste. Es ocho veces más ligero que el bronce, siete veces más ligero que el hierro fundido gris y dos veces más ligero que el aluminio, lo que, además del efecto económico, también facilita la instalación y el mantenimiento de dispositivos con componentes de poliamida incorporados. No se

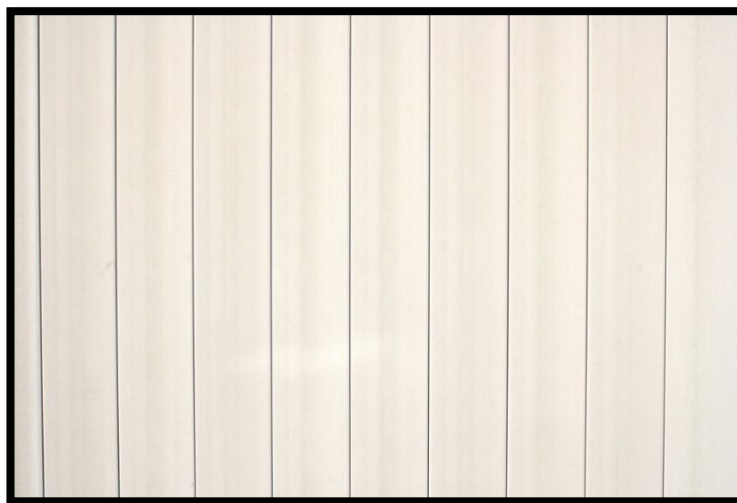
corroe, es totalmente resistente a todo tipo de lejías, a ácidos y oxidantes diluidos y a una serie de otros productos químicos que, de otro modo, destruyen rápidamente los componentes mecánicos.



**Imagen 16.** Panel de plástico  
**Fuente:** ABC pedia, 2017

### **-Panel de plástico PVC**

Los paneles de PVC exteriormente parecen tiras a granel con refuerzos internos. Pueden ser sin costuras (entonces la tela terminada se ve entera y suave) y sutura (el recubrimiento tiene pequeños huecos). La última opción se utiliza a menudo para el revestimiento vertical de locales pequeños. Las costuras longitudinales visualmente "sacan" la habitación. Los paneles estándar se presentan en una amplia gama de tamaños y tienen varias opciones de grosor. Para la decoración del techo, se utiliza un revestimiento estrecho, para paredes: paneles de plástico de diferentes anchos.



**Imagen 17.** Panel de PVC  
**Fuente:** ABC pedia, 2017



### 2.4.13.- Fibra de vidrio

La fibra de vidrio es un conjunto de hebras entretejidas hechas a partir de vidrio muy delgado, unidas con diferentes patrones para generar una malla o unidad telar, y esta pieza desarrolla características de flexibilidad, durabilidad, resistencia al calor; además pueden ser muy útil para aislar la electricidad y evitar corrosión por el ambiente o productos químicos, y todo esto en un material muy fácil de conseguir, y a bajo costo (Área Tecnología, S.f).

Debido a todas sus ventajas, la fibra de vidrio tiene muchas aplicaciones, partiendo desde el sector industrial, automotriz, diseño y construcción, ya que sus propiedades son aprovechadas por estas áreas de forma estratégica, y se amplía su utilidad, haciéndolo uno de los materiales más versátiles en distintos ámbitos. Para identificar las ventajas de esta fibra de mejor forma, a continuación, se destacan los siguientes puntos:



**Imagen 18.** Fibra de vidrio

**Fuente:** ABC pedia, 2017

- Es altamente resistente a la tracción
- Es muy maleable

- Posee muy bajo peso
- Es muy buen dieléctrico
- Es muy buen aislamiento térmico
- Soporta altas temperaturas.
- No es combustible
- No produce gases tóxicos
- Es imputrescible
- Es Inerte a muchas sustancias, incluyendo los ácidos

#### **2.4.14.- Clasificación de las fibras de vidrio**

La fibra de vidrio está presente en cinco grupos que son los siguientes:

- Tipo E: es el tipo de fibra más empleado, se caracteriza por sus propiedades dieléctricas, representa el 90% de refuerzo para composites.
- Tipo R: se caracteriza porque tiene muy buenas prestaciones mecánicas, demandándose en los sectores de aviación, espacial y armamento.
- Tipo D: su principal característica es su excelente poder dieléctrico, de ello su aplicación en radares, ventanas electromagnéticas...
- Tipo AR: posee un alto contenido en óxido de circonio, el cuál les confiere una buena resistencia a los álcalis.
- Tipo C: se caracteriza por su alta resistencia a agentes químicos. Los mismos se explican con más detalle a continuación:

##### Tipo E

Fibra inorgánica compuesta de 53-54% SiO<sub>2</sub>, 14- 15.5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 20-24% CaO, MgO y 6.5-9% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, y escaso contenido en álcalis. Este tipo de fibra posee buenas propiedades dieléctricas, además de sus excelentes propiedades frente al fuego. El vidrio tipo E tiene un peso específico de 2.6 g/cm<sup>3</sup>.

## **2.4.15.- Obtención de las fibras de vidrio**

### 2.4.15.1.- Procesos de fabricación de la fibra de vidrio

-Fundición:

Hay dos tipos principales de fabricación de fibra y dos tipos de resultados. La primera, es fibra hecha a partir de un proceso de fundición directa y la segunda un proceso de refundición de canicas. Ambas comienzan con el material en su forma sólida; los materiales se combinan y se funden en un horno. Luego, para el proceso con canicas, el material fundido se separa mediante tensión cortante y se enrolla en canicas que están enfriadas y empacadas. Las canicas se llevan a las instalaciones donde se elabora la fibra donde se insertan dentro de contenedores para refundirse; el vidrio fundido se extruye en espirales roscadas (similares a insertos roscados) para conformar la fibra. En el proceso de fundición directa, el vidrio derretido en el horno va directamente a la formación de los insertos.

-Formación:

La placa donde se enroscan los insertos es el componente principal en el maquinado de la fibra. Consiste en una placa de metal caliente en la que están situadas las boquillas mediante las cuales se hará fibra a partir de los insertos introducidos en ellas. Casi siempre esta placa está hecha de una aleación de platino y rodio por motivos de durabilidad. El platino se usa debido a que el vidrio fundido tiene una afinidad natural para humectarlo.

Las primeras placas que se usaban para este propósito eran 100% de platino y el vidrio las penetraba tan fácilmente que empapaba la placa y se acumulaba como residuo a la salida de las boquillas. También se usa esta aleación platino-rodio debido al costo del platino y su tendencia a desgastarse con facilidad; en el proceso de fundición directa, las placas también cumplen la función de coleccionar el vidrio fundido. Se usan ligeramente calientes para mantener el vidrio a una temperatura correcta, adecuada para la formación de la fibra. En el proceso de fundición de canicas, la placa actúa más como un distribuidor de calor, en el sentido en que funde la mayoría del material.<sup>1</sup>

Estas placas representan el mayor costo en la producción de fibra de vidrio. El diseño de las boquillas también es importante; el número de boquillas abarca un rango desde 200 a 4000 en múltiplos de 200. Una de las dimensiones más importantes a tener en cuenta en la elaboración de filamentos continuos, es el espesor de las paredes de las boquillas en su salida; se descubrió que añadiendo un ensanchamiento de la cavidad antes del orificio, se reducía el empapamiento.

Actualmente, las boquillas están diseñadas para tener un espesor de pared lo más delgado posible al final; a medida que el vidrio fluye por la boquilla forma una gota que se suspende verticalmente y a medida que cae, deja un hilo conectado por el menisco a la boquilla, que será tan largo como lo permita el diseño de la boquilla. Cuanto menor sea el anillo de la boquilla (la parte final de las paredes que rodean el orificio de salida) más rápido permitirá la formación de la gota que cae y más baja es la tendencia a que empape la parte vertical de la boquilla.<sup>1</sup> La tensión superficial del vidrio es lo que influye en la formación del menisco; para el vidrio de Clase E debe ser de aproximadamente 400mN por minuto.

#### **2.4.16.- Propiedades físicas de las fibras de vidrio**

Inoxidable: la fibra de vidrio no se oxida, un problema que sí afecta a los materiales metálicos. Esta característica viene muy bien en áreas que necesitan una higiene especial (Termiser, 2017).

Ligereza: las piezas de plástico reforzado ayudan a ahorrar peso en comparación con las piezas de acero (hasta un 30% más ligero) con propiedades termo-mecánicas similares. Gracias a sus características nuestros andamios de plástico reforzado con fibra de vidrio (GPR) son ideales para su uso en refinerías, centrales eléctricas o plantas químicas, puertos de marítimos, centros de alta tecnología y un largo etcétera.

#### **2.4.17.- Propiedades mecánicas de las fibras de vidrio**

Aislamiento: la fibra de vidrio es un conocido material aislante. De ese modo, evita la conducción eléctrica y el “chispeo”. Estas dos características hacen que su empleo sea muy seguro en instalaciones eléctricas o áreas con materiales combustibles cerca.

Resistencia: la fibra de vidrio tiene una mayor resistencia específica (resistencia a la tracción / masa volumétrica) que el acero. Esta característica es la principal razón para el uso de la fibra de vidrio en la producción de compuestos de alto rendimiento.

#### **2.4.18.- Propiedades químicas de las fibras de vidrio**

Resistencia a la corrosión: la fibra de vidrio refuerza el plástico y lo hace resistente a la corrosión causada por agentes químicos (como aceites y disolventes) o agua salada. Por eso se recomienda su uso en la mayor parte de las áreas industriales.

Incombustibilidad: como material mineral, la fibra de vidrio es naturalmente incombustible. Ni se propaga ni apoya una llama. Cuando se expone al calor, no emite humo ni productos tóxicos.

#### **2.4.19.- Aplicaciones y usos de la fibra de vidrio**

Con las propiedades y características mencionadas, se puede entender por qué es tan utilizada la fibra de vidrio para la fabricación de productos variados. Por ejemplo, se usa para: la elaboración de plataformas navales y piezas para el ámbito náutico; la fabricación de cables con fibra óptica tan utilizados hoy en día en el mundo de las telecomunicaciones; la producción de materiales y productos sumamente ligeros y resistencia en conjunción con plásticos termoestables, por ejemplo, vigas ipr, perfiles estructurales, tanques de almacenamiento, tanques industriales, rejillas pluviales, rejillas de fibra de vidrio, entre otros (Plaremesa, 2016).

El transporte de la luz como la natural o los rayos láser; la construcción de piezas protésicas en el ámbito de la traumatología; la reparación y creación de autopartes gracias a su estabilidad dimensional; entre otros.

### **2.5 Fibra de vidrio en la construcción**

#### **-Columnas, Arcos, y Molduras de PRFV**

Los elementos constructivos fabricados con resina de poliéster y fibra de vidrio permiten realizar diseños personalizados, y ofrece numerosas ventajas ante otros materiales como son: gran variabilidad de formas y colores, bajo peso, se pueden reparar ante golpes o roturas, se pueden instalar tanto en interiores como exteriores. No requieren soportes de fijación al edificio. A tener en cuenta también el bajo coste de instalación y el prácticamente nulo mantenimiento. Las columnas de fibra de vidrio

son otra aplicación popular para el uso de PRFV en la arquitectura. Las columnas pueden fabricarse como cubiertas de columnas para envolver y embellecer soportes estructurales.



**Imagen 19.** Molduras de PRFV  
**Fuente:** Plaremesa (2017)

### **-Recercados de fibra de vidrio**

Fabricación de recercados de fibra de vidrio. Recercados para ventanas y puertas. Diseño personalizado. Terminación en cualquier color. Piezas listas para colocar.



**Imagen 20.** Molduras de PRFV  
**Fuente:** Plaremesa (2017)

### **-Moldes en fibra de vidrio**

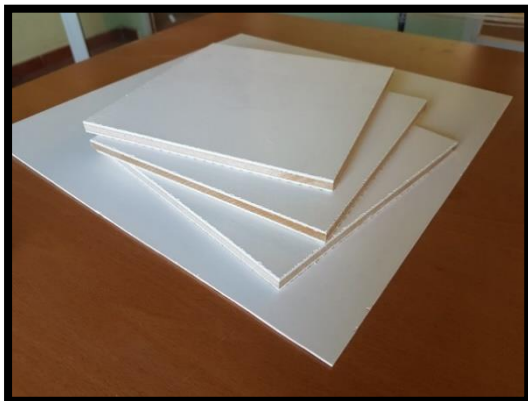
Moldes en fibra de vidrio para realizar formas o piezas de hormigón en obra. Muy duraderos, admiten muchas tiradas. Podemos fabricar todo tipo de encofrados para que puedas realizar desde los encofrados más simples hasta los más complejos.



**Imagen 21.** Molduras de PRFV  
**Fuente:** Plaremesa (2017)

### **-Placas y Planchas**

Placas y planchas de poliéster con refuerzo de fibra de vidrio (PRFV). Se fabrican a medida. Terminaciones lisas a una cara o dos caras. Sencillas o tipo sándwich, con núcleo aislante de espesor a elegir. Fabricamos planchas de diferentes medidas, colores y grosores, según las necesidades del cliente para variedad de usos: paneles publicitarios, laterales de camiones, decoración, fachadas, impermeabilizaciones, etc.



**Imagen 22.** Molduras de PRFV  
**Fuente:** Plaremesa (2017)

## **2.6 Espuma de poliuretano**

El poliuretano es un elemento formado a partir de la amalgama de isocianato y polioliol; mediante una respuesta química; luego de esto, ya posee características de flexibilidad y resistencia, de esta forma se dificulta el cambio de su estructura al ser aplastado o estirado, por esta razón se conoce a este material como uno de los más duraderos en su campo. Se presenta en estado sólido o líquido, aunque en su presentación como espuma se deriva del estado líquido sometido a cierta temperatura hasta que tome su forma expandida (De maquinarias, 2019).

### **2.6.1 Procesos de obtención de espuma de poliuretano**

Para obtener poliuretano es necesario nombrar de donde se derivan: el azúcar y el petróleo, ambos una vez que pasan por un procedimiento químico, se obtienen dos elementos denominados polioliol e isocianato; dependiendo de la cantidad, aditivo o técnica de mezclado se fabrican en características máximas o mínimas de flexibilidad, porosidad, dureza, forma o tamaño (IPUR, 2017).

### **2.6.2 Tipos de espumas de poliuretano**

Para estudiar este material, dividiremos a la espuma de poliuretano de acuerdo a su aplicación:

#### **2.6.3 Espumas de poliuretano de interior y exterior**

Son aquellas que pueden tolerar temperaturas variables que pueden ser desde los -10°C hasta los 35°, esto depende de su instalación en el interior o exterior de la edificación, en paredes o en superficies de fachadas. Actúa como aislante térmico, aunque en muchas ocasiones no hay gran diferencia entre interior o exterior, no obstante, cuando se trata de climas extremos, su variedad es considerable (Cantitec, 2018).



**Imagen 23.** Espuma de poliuretano  
**Fuente:** Antonio Gómez (2017)



#### 2.6.4 Espumas de poliuretano para juntas y grietas

Es aquella que sirve para reacondicionar espacios que tengan juntas o grietas, es un material de alta calidad que permite cubrir dichas fallas debido a su flexibilidad y durabilidad, muy competitivo entre otras opciones que no superan estas características (Cantitec, 2018).



**Imagen 24.** Espuma de poliuretano  
**Fuente:** Xavier Valderas (2017)

#### 2.6.5 Espumas de poliuretano para resistir el calor

Es aquella que está hecha para resistir altas temperaturas, por lo que es denominada ignífuga, a causa de sus propiedades retardantes o duradero frente al fuego; de esta forma es útil en muchas construcciones, especialmente en espacios de emergencia, como puertas, además de instalaciones eléctricas, en ductos de aire, muros contenedores de fuego, hasta zonas estructurales (Cantitec, 2018).



**Imagen 25.** Espuma de poliuretano  
**Fuente:** Bricolemar (2017)

### 2.6.6 Espumas de poliuretano para tejas

Es aquella que sirve para aislar o reparar tejados, es muy competente en este campo, y se podría decir que es el uso más frecuente que se le da; esta aplicación tiene especificaciones técnicas diferentes a las otras espumas, debido a su alta adherencia, y el cuidado con lo que se instala en la superficie deseada (Cantitec, 2018).



**Imagen 26.** Espuma de poliuretano  
**Fuente:** Construmática (2017)

## 2.7.- Aplicaciones y usos de la espuma de poliuretano

### -Material de construcción

En la construcción, el poliuretano es muy usado por su versatilidad y calidad, cubren muchas necesidades específicas que no se comparan otro material; éstos productos permiten economizar en obra a la vez de que reducen el uso de energía eléctrica, además es utilizado con más frecuencia por su capacidad de aislar temperaturas, sonidos o cargas eléctricas.

El poliuretano es fácilmente combinable con otro tipo de material de acabado expuesto en las superficies, lo que abre la posibilidad de obtener diferentes componentes; por ejemplo, las cámaras de refrigeración, hasta cuartos de energía, donde no es posible concentrar humedades en ciertos sitios. En este sentido, este elemento es usado además sobre otros objetos, como las tuberías de refrigeración o calefacción, y si se debe hacerlo en grandes cantidades, la mejor opción es aplicándolo sobre la técnica de aspersion.

Esta espuma también puede presentarse de forma rígida, en el interior de placas para cubiertas o paredes que deben aislar sonidos o temperaturas; además, es posible usarlo para cubrir espacios en dichas superficies; es perfecta para los aislamientos, más cuando se requiera baja conductividad y ligereza, para acabados duraderos y resistentes. A diferencia de la espuma rígida, el poliuretano en espuma flexible tiene una estructura de células abiertas, es decir, posee mucha elasticidad, tanto que cuando se le somete a una carga se comprime y cuando se la quita, ésta vuelve a su estado inicial.



**Imagen 27.** Espuma de poliuretano en la construcción  
**Fuente:** Auxitec (2019)

## **2.8 Propiedades físicas de la espuma de poliuretano**

**Capacidad alta de carga:** esta propiedad de carga muy alta, en rangos tanto de tensión como en compresión, en sobrepesos, la espuma puede alterar su forma, aunque al separar dicho peso puede volver a su forma de origen.

**Flexibilidad:** reacciona muy bien a la alta fatiga por flexión, es decir que conserva una muy buena capacidad para estirarse y volver a su estado habitual.

**Resistencia al impacto y desgaste:** responde muy bien a la abrasión, inclusive en los climas extremos.

**Resistencia a líquidos y grasas:** su reacción frente a humedades o aceites es mínima, ya que presenta un hinchamiento casi imperceptible; es muy útil en la industria naval.

**Aspecto y color:** al fabricarse, puede añadirse pigmentos de varios colores.

Asepsia y resistencia a hongos: el poliuretano es muy resistente al crecimiento de hongos ni al moho, esto lo hace atractivo en lugares tropicales.

Resistencia a ambientes hostiles: se enfrenta a contextos extremos o productos químicos, sin presentar mayores degradaciones.

Aislamiento eléctrico: el poliuretano enfrenta muy buen aislamiento eléctrico.

### **2.8.1 Propiedades mecánicas de la espuma de poliuretano**

Los fabricantes de sistemas pueden declarar el valor mínimo de Resistencia a Compresión. Este valor se recogerá en el código de designación mediante el código CS(10\Y)i (IPUR, 2017).

Resistencia a compresión 200 kPa para espumas que vayan a estar sometidas a carga “CS(10\Y)200” Tradicionalmente esta resistencia a compresión superior a 200 kPa se alcanzaba con productos de densidad 45 kg/m<sup>3</sup> o mayor, pero hoy en día hay productos con densidades más bajas que alcanzan este valor de resistencia a compresión, por lo que lo importante es fijarse en la declaración de esta prestación.

-Degradación por la acción mecánica:

El poliuretano proyectado puede verse afectado por acción mecánica en forma de aplastamientos, perforaciones, cortes o desgarros, generalmente producidos por un uso inadecuado como puede ser peso superior y de forma puntual a lo que su resistencia a la compresión permite, arrastre de elementos cortantes o punzantes, apoyos de escaleras, tránsito con calzado inadecuado, etc. También puede ser, si esto se produce, que sea debido a la aplicación de una Resistencia a Compresión no apropiada para las sollicitaciones mecánicas a las que se va ver sometida.

### **2.8.2 Propiedades químicas de la espuma de poliuretano**

Nomenclatura: PUR

Composición química:

$(-\text{CO}-\text{NH}-\text{R}-\text{NH}-\text{CO}-\text{O}-\text{R}-\text{O})_n$

Materias primas:

Diisocianato de tolueno-2,6, polioli; uretano

El poliuretano es un polímero que puede tener propiedades termoplásticas, termoestables o elastoméricas. La mayor parte de las propiedades físicas y sobre todo mecánicas dependen de la cantidad de poros existentes en la espuma y de su grado de reticulación. Según esto, el PUR se puede clasificar en espumas rígidas, semirrígidas y flexibles.

## **2.9 Arquitectura modular**

La arquitectura modular se refiere a cualquier diseño compuesto por componentes separados que conectados o unidos forman una unidad habitable. Lo novedoso de la arquitectura modular es que se pueden reemplazar o agregar cualquiera de sus componentes (o módulos) sin afectar al resto del sistema (Arcus, 2015).

### **2.9.1 Características de la arquitectura modular**

La arquitectura o construcción modular se caracteriza porque su diseño está conformado por diferentes módulos o elementos separados. Al juntar estos módulos se obtiene como resultado un espacio funcional, habitable, seguro y con una estética agradable. Así mismo, al ser cada módulo independiente, es posible agregar más módulos si así fuera necesario sin que haya que realizar ajustes importantes en el diseño general (Méndez, 2017).

### **2.9.2 Componentes de la arquitectura modular**

La prefabricación es un sistema de construcción basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie en una fábrica fuera de su ubicación final y que se llevan a su posición definitiva para montar la edificación tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa. Tal es así que, cuando un edificio es prefabricado, las operaciones en el terreno son esencialmente de montaje, y no de elaboración. Una buena referencia para conocer el grado de prefabricación de un edificio es la de valorar la cantidad de residuos generados en la obra; cuanta mayor cantidad de escombros y suciedad, menos índice de prefabricación presenta el inmueble (Serrador, 2017).

Así pues, las viviendas prefabricadas son construidas a partir de secciones estandarizadas, que son fabricadas con antelación fuera de su lugar de emplazamiento, y posteriormente enviadas a su ubicación definitiva para su ensamblaje final. El

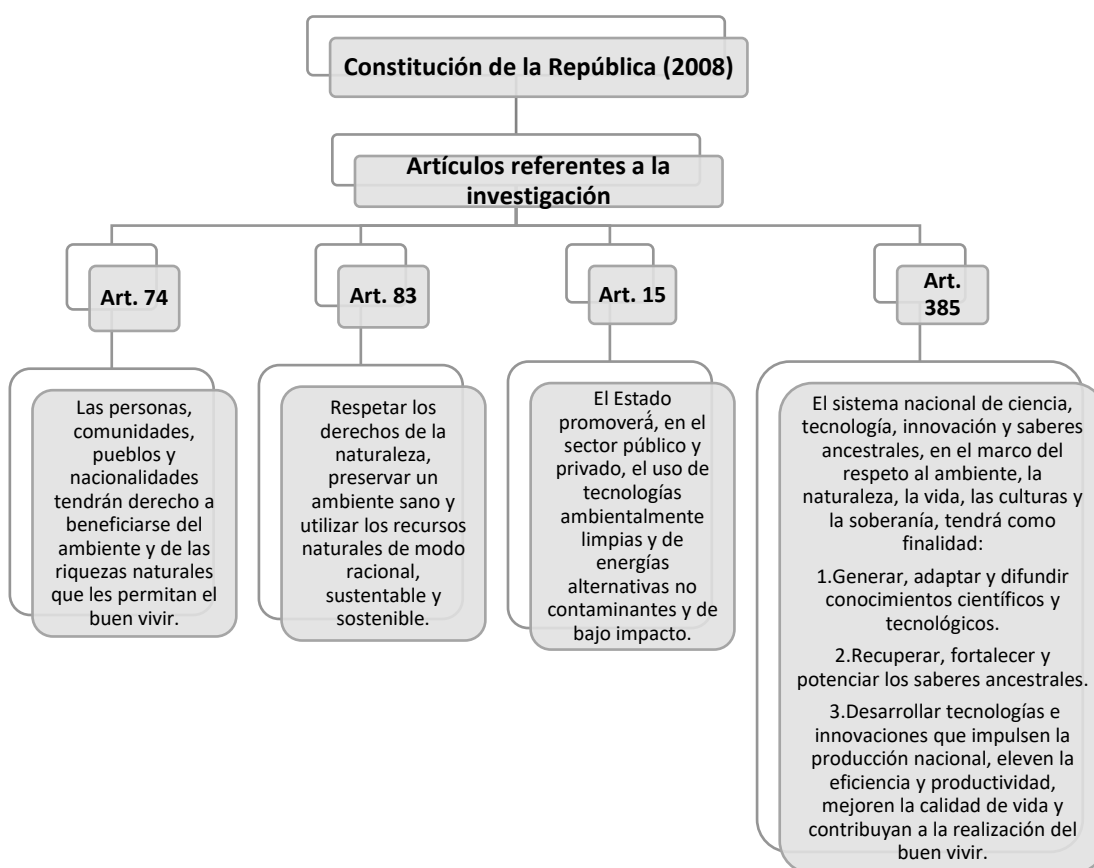
término prefabricación sigue teniendo una connotación despectiva, lo cual ya adelantaba el diseñador y arquitecto autodidacta Jean Prouvé, cuando decía que lo que se califica como prefabricado acaba asimilándose a edificio provisional. No obstante, la prefabricación conlleva, en la mayoría de los casos, un aumento de calidad, reducción de desechos, perfeccionamiento y seguridad (Serrador, 2017).

## **2.10 Marco Legal**

### **2.10.1 Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Constituyente, 2008).**

Las leyes del país promulgan la responsabilidad con el entorno, a disfrutar de éste, a beneficiarse de sus recursos y riquezas naturales, en pro del bien común para todos los ciudadanos. De igual manera, se infunde el respeto a la naturaleza, de mantener su estado sano, usando sus patrimonios de forma responsable y controlada, bajo criterios de sustentabilidad y sostenibilidad. Estas exhortaciones se muestran en los Art. 83 y 74 de la Constitución de la República.

De igual manera, se promueve la ecología y el uso de técnicas no contaminantes, desde la perspectiva industrial, para que en lo posible se trate de generar el menor impacto en el ambiente. Sobre esto, la entidad gubernamental competente puntualiza el respeto a la naturaleza, a la vida y sus comunidades: en primer lugar, precisa la generación, adaptación y difusión de los conocimientos que contribuyan a la ciencia y tecnología, el segundo lugar se exhorta a la recuperación de los saberes ancestrales y por último, el desarrollo de técnicas que induzcan a la innovación para el buen vivir; esto está enunciado en los art. 15 y 385 de la Constitución de la República.



**Imagen 28.** Art. De la Constitución de la República referentes a la investigación

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

### **2.10.2 Ley de Gestión Ambiental (Congreso Nacional, 2004)**

Dentro del marco ambiental se conceptualiza a esta gestión bajo los principios de solidaridad, reciclaje, reutilización de desechos, cooperación, además del uso de tecnologías sustentables y alternativas sostenibles, en pro del respeto a las culturas y su entorno. Las entidades encargadas de la planificación dentro del territorio nacional y seccional, lo harán mediante la definición de planes, normas y lineamientos determinados en el Plan Ambiental Ecuatoriano (PAE).

### **2.10.3 Ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, de distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso (...) en el cantón Guayaquil (Concejo Municipal, 2018)**

Esta Ordenanza persigue los siguientes objetivos:

- 1) Aportar a la economía circular mediante incentivos a la empresa privada dedicada a la fabricación de plástico de un solo uso, para rediseñar sus productos con materiales reciclados o biodegradables.
- 2) Promover a través de la articulación con la industria del plástico, la educación dirigida a la ciudadanía para el consumo responsable y el uso alternativo de productos reciclados, biodegradables o reutilizables, en sustitución de los antes citados plásticos de un solo uso;
- 3) Minimizar la generación de residuos provenientes de los plásticos de un solo uso como bolsas plásticas tipo camiseta, sorbetes plásticos, tarrinas, utensilios de plástico y de foam grado alimenticio.

#### **2.10.4 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2634, disposición de desechos plásticos post- industriales. Requisitos – 2012. (INEN, 2012)**

##### ***Disposiciones generales***

El manejo de los desechos plásticos post-industriales se realizará de acuerdo con los avances en la ciencia y la tecnología disponible, debiendo aplicar en cualquier caso un manejo ambientalmente racional que promueva el reciclaje y por tanto disminuya la contaminación y el uso de recursos no renovables.

Se debe realizar la entrega total de los desechos plásticos post-industriales únicamente a las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que cuenten con la regularización ambiental de acuerdo a su actividad, otorgada por el Ministerio del Ambiente o por la AAAR (Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable).

Quienes manejen desechos plásticos post-industriales deben establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de almacenamiento y la disposición de los desechos plásticos post-industriales.

Quienes generen desechos plásticos post-industriales deben mantenerlos separados de sus desechos post-consumo para evitar contaminación cruzada, salvo otra recomendación del gestor, en función de la tecnología que se incorpore para el tratamiento.



Todas las etapas de la gestión deben ir acompañadas de las hojas de seguridad del material manejado. Quienes manejen desechos plásticos post-industriales deben contar con los medios de prevención para evitar la ocurrencia de incendios y disponer de un plan de contingencia, a más del equipo y personal adecuado para el control de emergencias. Los fabricantes y/o los importadores de materias primas y/o productos plásticos son co-responsables.



**Imagen 29.** Flujo de desechos plásticos post-consumo  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2020)

***Requisitos específicos:***

*Fabricación/importación y comercialización de productos plásticos y otros productos de consumo que integran material plástico.*

Los fabricantes deben realizar el diseño de sus productos, (recipientes, embalajes, etc.), de tal manera que se impulse la reducción de desechos desde la fuente y se permita la clasificación y el reciclaje de los mismos.

a) Se debe utilizar el sistema de codificación de la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI) para identificar los productos de acuerdo a las resinas incorporadas, sea mediante la simbología o la abreviatura equivalente. La simbología debe usarse correctamente, de acuerdo al material con el que el producto ha sido fabricado.

Tabla 1  
*Clasificación de los plásticos según la SPI*

NUMERO	ABREVIATURA	NOMBRE COMPLETO
1	PET (en inglés PETE)	Politereftalato
2	PE-AD (en inglés HDPE)	Polietileno de alta densidad
3	V, PVC	Vinilo, Policloruro de vinilo
4	PE-BD (en inglés LDPE)	Polietileno de baja densidad
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno
7	OTROS	Incluye las demás resinas y los materiales multicapa. Poliuretano (PU). Acrilonitrilo-butadienestireno (ABS). Policarbonato (PC). Biopolímeros

La base del código es un símbolo de forma triangular. Integrado por tres flechas (símbolo de reciclaje), con número específico en el centro que establece el tipo de plástico. En la mayoría de los envases de plástico el código está marcado en su parte inferior, aplicado por moldeo o impreso por algún otro método.

Clasificación de los plásticos de acuerdo a su abreviatura y significado.

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

a.1) Por su tamaño, productos o componentes de producto de diámetro nominal menor o igual a 20 milímetro o su sección equivalente (en otras figuras) el rotulado podrá estar en el producto o componente o en el empaque. Este último podrá contener uno o más productos o componentes.

a.2) En rollos de láminas, mangas y fundas plásticas sin impresión, la identificación del tipo de material debe incluirse en su empaque. En caso de que posteriormente se imprima sobre estos productos, el diseño de impresión debe incluir esta identificación en el producto final.

b) En la incorporación de etiquetas, de acuerdo a la tecnología disponible, el diseñador y el envasador deben evitar el uso de materiales incompatibles con el empaque/envase, que impidan el reciclaje de dicho empaque/envase, por ejemplo, el uso de ciertas sustancias adhesivas, el uso de etiquetas de PVC en recipientes de PET, etc.

c) En la incorporación de elementos de aseguramiento de la hermeticidad de los productos envasados, tales como capuchones o sellos térmicos, de acuerdo a la

tecnología disponible, el diseñador y el envasador deben evitar el uso de capuchones de PVC, en caso de incompatibilidad con el material del envase.

## **2.11 Generación de desechos post-consumo**

Los fabricantes, importadores, y/o los comercializadores de materias primas y/o productos plásticos, son corresponsables en la gestión de los desechos plásticos post-consumo, por lo que deben intervenir con la difusión de la normativa relacionada a la gestión de estos desechos.

Todo generador de desechos es el titular y responsable del manejo de los mismos, siendo su responsabilidad tomar medidas con el fin de minimizar la generación de desechos.

El material plástico debe ser separado de los orgánicos, siendo obligación del generador realizar esta separación. En caso de existir una ordenanza local que aplique a la clasificación en la fuente, la separación establecida en esta norma debe realizarse acorde con las ordenanzas locales.

Los plásticos que han contenido disolventes y productos de jardinería (fertilizantes y otros similares contenidos el Libro VII Título V del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales y las NTE INEN 2078, y NTE INEN 2288), o similares pueden no ser adecuados para el reciclaje debido a las dificultades existentes para la eliminación durante el procesamiento de los desechos, de las trazas de producto o de compuestos que estuvieron contenidos o en contacto con el plástico.

Lo mismo puede ocurrir con las botellas para bebidas alcohólicas y plásticos metalizados debido a la naturaleza multicapa de los materiales que se utilizan típicamente para mejorar el comportamiento de envasado de los recipientes. Estos desechos deben mantenerse separados de aquellos destinados a reciclaje, debiendo analizarse además la posibilidad de recuperación energética.

Los plásticos que han contenido aceites pueden ser llevados a reciclaje, para obtener productos de aplicaciones específicas que bajo ninguna circunstancia vayan a entrar en contacto con alimentos, por ejemplo, pueden fabricarse esquineros, madera plástica, macetas, y otros objetos de uso similar recomendándose realizar una separación de este tipo de plásticos desde la fuente, para evitar la contaminación de los demás materiales plásticos.

Los Ministerios, las Municipalidades y otras instituciones públicas o privadas, dentro de sus correspondientes ámbitos de competencia, deben establecer planes, campañas y otras actividades tendientes a la educación y difusión sobre los medios para mejorar el manejo de los desechos plásticos post-consumo.

### **2.11.1 Recolección**

Las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la recolección no deben realizar ninguna transformación, de ninguna naturaleza, al material recolectado, como serían: lavado, cortado, picado u otro. En esta etapa, únicamente se admite la segregación física de los desechos y prensado con la única intención de reducir su volumen. Quienes recolecten los desechos plásticos deben realizar la entrega de los desechos para su adecuado manejo, únicamente a las personas naturales o jurídicas que cuenten con la regularización ambiental de acuerdo a su actividad, otorgada por el Ministerio del Ambiente o por la AAAR.

Quienes recolecten los desechos plásticos deben disponer de un documento vigente en el cual se establezca quien es el gestor al que se entregan los materiales recolectados, para su almacenamiento, tratamiento o disposición final. El documento debe incluir la confirmación de dicho gestor; este documento debe además incluir los intermediarios en el caso que aplique. El gestor al que se entregan los materiales recolectados para su almacenamiento, tratamiento o disposición final debe definir el tiempo de vigencia de dicho documento.

Se recomienda el ordenamiento de los recolectores a nivel de Gobiernos Autónomos Descentralizados.

### **2.11.2 Almacenamiento y clasificación**

Las personas naturales o jurídicas que se dediquen al almacenamiento no deben realizar ninguna transformación, de ninguna naturaleza, al material recolectado, como serían: lavado, cortado, picado u otro.

En esta etapa, además de la segregación física de los desechos se admite el prensado con la única intención de reducir su volumen.

Quienes almacenen los desechos plásticos deben mantenerlos en condiciones ambientalmente seguras, evitando su contacto con fuentes de agua y la mezcla entre aquellos que sean incompatibles.

Quienes almacenen los desechos plásticos deben llevar en forma obligatoria un registro del origen, cantidades, características y destino de los desechos. Las bodegas de almacenamiento de los desechos son responsables de entregar al transportista un documento de constancia del material que se está entregando en el que conste el destino final de los mismos.

La bodega de almacenamiento debe disponer de un lugar que cuente con las condiciones mínimas siguientes:

a) Localización e instalaciones

a.1) Proteger de la exposición directa con la intemperie, de la luz solar y del agua, cuando el material va a permanecer almacenado durante períodos mayores a 4 meses.

a.2) Contar con la circulación de aire o ventilación suficiente para evitar la acumulación de gases.

a.3) Contar con elementos de detección y extinción de incendios conforme a la ley de incendios y otras aplicables.

a.4) Estar en un lugar que sea fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente de los bomberos.

a.5) Contar con la señalización respectiva de los productos almacenados, especificando el material, medidas de seguridad asociadas a sus características, restricción de acceso y capacidad máxima de almacenamiento.

b) Colocación, apilamiento y entrega

b.1) Los desechos plásticos post-consumo deben colocarse empacados o doblados y asegurados para una fácil manipulación y posterior transporte. El material almacenado debe ser empaquetado en bultos o pacas.

b.2) Quienes almacenen desechos plásticos post-consumo deben entregarlos, para su adecuado manejo, a un gestor calificado para el tratamiento o disposición final, que cuenten con la regularización ambiental de acuerdo a su actividad, otorgada por el Ministerio del Ambiente o por la AAAR.

b.3) El gestor de almacenamiento debe mantener registros actualizados sobre la entrega de materiales a una persona calificada por el Ministerio del Ambiente o por la AAAR, para el manejo de estos materiales. Estos registros deben ser entregados a las autoridades competentes en el momento en que estos sean solicitados.

b.4) La cantidad de desechos plásticos post-consumo debe ser detallada en los registros y expresada en kilogramos o toneladas.

b.5) Los desechos plásticos post-consumo deben estar separados y clasificados en función de la recomendación que el gestor autorizado para el tratamiento señale (ver literal c).

b.6) Los desechos plásticos post-consumo deben mantenerse separados de materiales incompatibles y de cualquier otro tipo de desecho para evitar contaminación cruzada, incrementar la dificultad o imposibilitar la posterior gestión de los desechos, salvo otra recomendación del gestor, en función de la tecnología que se incorpore para el tratamiento.

b.7) El personal que labore en el almacenamiento debe disponer de equipo de protección personal (ropa de trabajo, botas, guantes, mascarillas, protectores visuales y protectores auditivos) de acuerdo al área de trabajo en que interviene y al material que se manipula.

#### c) Clasificación por tipo de resina

c.1) Los desechos plásticos post-consumo generalmente se identifican según el sistema de codificación de la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI) de acuerdo con el tipo de resina con la que están fabricados (ver tabla 1).

c.2) En la mayoría de los envases plásticos el código está marcado en su parte inferior, aplicado por moldeo o impreso por algún otro método.

c.3) Los desechos plásticos post-consumo que no están marcados representan un problema para su identificación. Para ayudar a identificarlos, a continuación, en la tabla 2, se presentan algunos de los usos más comunes de los plásticos.

c.4) Una forma de diferenciar las bolsas de polietileno de alta y de baja densidad es estrujándolas: el PE-AD produce un ruido crepitante, a diferencia del PE-BD que produce menos ruido y además, se arruga menos.

### **2.11.3 Tratamiento**

Quienes realicen tratamiento de los desechos plásticos deben contar con la licencia o regularización ambiental de acuerdo a su actividad, otorgada por el Ministerio del Ambiente o por la AAAR.

Quienes realicen tratamiento de los desechos plásticos para transformarlos en materias primas u otros productos, pueden complementar su actividad con las etapas de recolección, almacenamiento y clasificación, debiendo regirse aquellas etapas, por los requisitos señalados en los capítulos respectivos.

Los productos que se obtengan a partir del tratamiento de los desechos plásticos pueden ser muy variados en función de la tecnología disponible, sin embargo, no deben elaborarse productos que vayan a entrar en contacto con alimentos, debiendo aquellos regirse por las Normas Técnicas específicas para cada producto.

En caso de que los avances de la tecnología lo permitan, y que la Autoridad Sanitaria pertinente lo autorice, se podrá revisar el numeral anterior.

Tratamientos físicos. Las alternativas de tratamiento físico a aplicar pueden ser: lavado, molido, aglutinado (aglomerado o compactado), peletizado y pulverizado con el fin de obtener materias primas para procesos productivos.

#### **2.11.4 Co-procesamiento**

- a) Quienes realicen operaciones de co-procesamiento deben contar con la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente o por las AAAR que tengan la delegación respectiva.
- b) Los desechos plásticos post-consumo pueden ser aprovechados para recuperación energética, debiendo demostrar que no existe la posibilidad de realizar un reciclaje con ellos.

#### **2.11.5 Incineración**

- a) Quienes realicen operaciones de incineración deben contar con la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente o por las AAAR que tengan la delegación respectiva.
- b) Existen residuos que por sus características no deben ser incinerados. Dentro de estos residuos tenemos aquellos con altas concentraciones de arsénico, mercurio, flúor, bromo, yodo, plomo y compuestos orgánicos siliconados.
- c) Debe demostrarse que no existe la posibilidad de realizar un reciclaje o recuperación energética de los desechos plásticos post-consumo antes de optar por la incineración.
- d) Las instalaciones de incineración se deben diseñar, equipar, construir y funcionar de modo que impidan emisiones a la atmósfera que provoquen una contaminación atmosférica significativa a nivel de aire, y sus consecuencias a nivel de suelo. En particular, los gases de escape deben ser liberados de modo controlado asegurando que queden protegidos la salud humana y el ambiente.

#### **2.11.6 Confinamiento**

- a) Cuando los desechos no puedan recibir ninguno de los tratamientos antes descritos, estos deben depositarse en rellenos sanitarios o en rellenos de seguridad (cuando aplique).
- b) Quienes operen un relleno sanitario, confinamiento controlado, relleno de seguridad, deben contar con la licencia ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente o por las AAAR que tengan la delegación respectiva.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3. Metodología de la investigación

##### 3.1. Metodología

Según Coelho (2019), se conoce a la metodología a los diferentes tipos de métodos y técnicas que determinarán una investigación con características científicas, lo que valida además todo el proceso y los resultados de un estudio. En este sentido, dentro de los parámetros de la metodología científica, se recalcan los enfoques a los que se debe someter dichos procesos de exploración; siendo el caso del presente proyecto, que maneja objetivos que involucran la recopilación de información como características de los materiales, teorías sobre el tema, normas, además de los consecuentes análisis e informes sobre las muestras, la observación de experimentos, entre otros.

##### 3.2. Enfoque de la investigación

**Enfoque Cuantitativo:** "Parte del estudio del análisis de datos numéricos, a través de la estadística, para dar solución a preguntas de investigación o para refutar o verificar una hipótesis" (Hincapié, 2014). Conforme a lo expresado, dentro del proyecto se incluirán los criterios de personajes involucrados en el tema, mediante la encuesta, de forma posterior se iniciará un análisis que permita medir las preferencias y necesidades que formarán la propuesta.

**Enfoque Cualitativo:** "Parte del estudio de métodos de recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones para descubrir de manera discursiva categorías conceptuales" (Hincapié, 2014). Al tratarse este enfoque en este estudio, se aplicará de forma en que se interprete las teorías de investigaciones de referencias, relacionado en paneles portantes innovadores, o los criterios para usar plástico reciclado, fibra de vidrio y espuma de poliuretano en la construcción.

**Enfoque Mixto:** "Consiste en la integración de los métodos cuantitativo y cualitativo, a partir de los elementos que integran la investigación" (Hincapié, 2014). Es un proceso que recolecta; analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema. Asimismo, el enfoque mixto puede utilizar los dos enfoques para responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento de un problema. La

investigación se lleva a cabo mediante la perspectiva de ambos enfoques, pues se considera la toma de conceptos, a la vez de que se cuantifica respuestas para dirigir el proyecto.

### **3.3. Tipo de Investigación**

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación, dentro de la metodología para la obtención de información y desarrollo, se manejarán tres métodos de investigación que establecerán la dirección del diseño a través de las debidas interpretaciones y conclusiones sobre los temas a tratar, como tendencias referentes, materiales vanguardistas, preferencias de usuarios, entre otros asuntos similares. A continuación, se detallan cada tipo de estudio:

### **3.4. Investigación experimental**

La investigación experimental es cualquier investigación realizada con un enfoque científico, donde un conjunto de variables se mantiene constantes, mientras que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento. La investigación experimental es uno de los métodos de investigación cuantitativa principales. El ejemplo más simple de una investigación experimental es una prueba de laboratorio. Siempre que la investigación se realice bajo condiciones científicamente aceptables, se califica como una investigación experimental (Velázquez, 2018).

Se ha determinado la aplicación práctica de esta investigación, participando activamente en el uso de los materiales como plástico y fibra de vidrio a fin de realizar las pruebas, observar y obtener resultados para su análisis. Para esto se acogerá a una sistematización propia de esta investigación, controlando las variables dependientes.

### **3.5. Investigación descriptiva**

“Es la que se utiliza (...) para describir la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades que se estén abordando y que se pretenda analizar” (Universia Costa Rica, 2017). Para aplicar este tipo de investigación en el proyecto, se interpretarán los procesos de elaboración de paneles portantes en el país, y en otros contextos, así como la normativa que la rige, y la descripción de tratamientos de las materias primas.

### **3.6. Investigación de Campo**

Es un tipo de investigación utilizada para entender y encontrar una solución a un problema de cualquier índole, en un contexto específico. Como su nombre lo indica, se trata de trabajar en el sitio escogido para la búsqueda y recolección de datos que permitan resolver la problemática (Recursos de Autoayuda, 2017). De esta forma, acorde a esta investigación, para el desarrollo del proyecto se acogen las opiniones de los distintos actores de la industria constructiva, sobre sus criterios en el uso de paneles y las oportunidades en el mercado de lo que se propone.

### **3.7. Investigación bibliográfica**

“La investigación bibliográfica se caracteriza por la utilización de los datos secundarios como fuente de información” (UNAM, S.f). Para dar cumplimiento de este tipo de estudio, se recopilaron conceptos de varios autores sobre los distintos tipos y características de los paneles portantes, así como las definiciones de las materias primas, sus propiedades, usos y aplicaciones.

### **3.8. Técnicas de investigación**

Es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cual se efectúa el método y solo se aplica a una ciencia (Ferrer, 2010). Distinguiendo el significado de técnica, para la investigación se llevarán a cabo los siguientes instrumentos:

**-Observación:** Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis (Ferrer, 2010). En este estudio, la observación es lo más importante para validar los objetivos trazados, a causa de esto se determinarán varias muestras que puedan formar criterios de selección de prototipo ideal, bajo una estricta documentación y registros fotográficos.

**-Observación Directa e indirecta:** “Es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar” (Ferrer, 2010). La indirecta es la que, al contrario, solo se limita a observar desde situaciones ya estudiadas, a través de otros medios, sin trasladarse al sitio en cuestión. Puesto que en esta investigación es conveniente utilizar los dos tipos de observación, se distinguen

al manejar los procesos documentados del experimento, así como su posterior tratamiento en el laboratorio de pruebas físicas y mecánicas.

**--La encuesta:** Es una técnica de recopilación de la información a través de preguntas claves dentro de un parámetro de selección. El cuestionario es la aplicación de preguntas con alternativas cerradas de respuestas tipo Likert; la escala de tipo Likert es psicométrica, comúnmente utilizada en cuestionarios, y es de uso amplio en encuestas. Para la investigación, con una escala de valoración del 1 al 4 considerando los siguientes parámetros:

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Indefinido

### **3.9.Población y muestra**

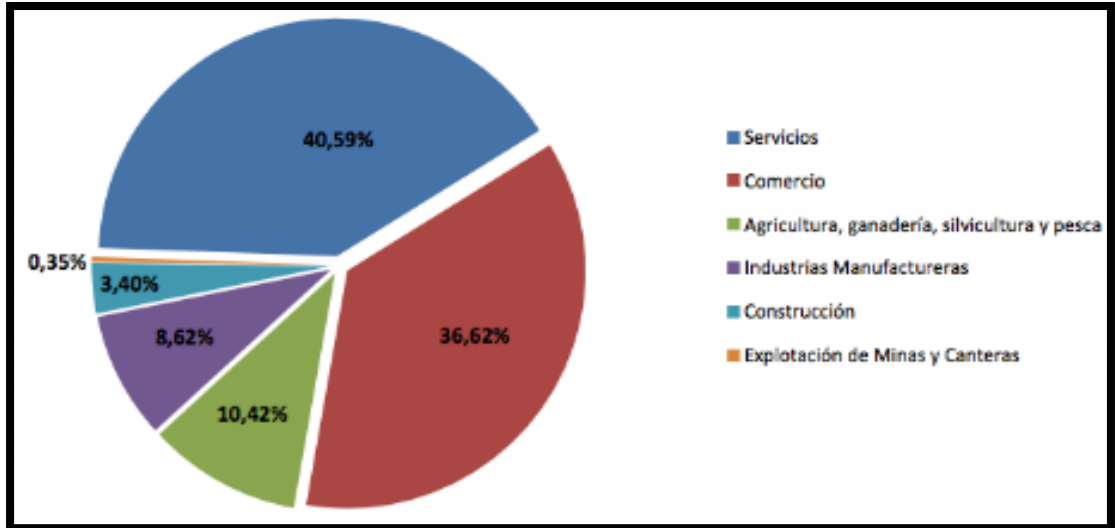
**-Población:** es el conjunto de individuos en el que se interesa la investigación, para obtener sus necesidades, criterios, preferencias, y su tamaño es muy grande que es difícil estimar impresiones de todo el conjunto (Danel, 2015). En este caso, va dirigida a los individuos relacionados al sector de la construcción en Guayaquil; tales como ingenieros, arquitectos y maestros que puedan ayudar a conformar lineamientos en la obtención del prototipo.

**-Muestra:** Es la parte de la población a la que se tiene acceso y sobre el que realmente se observa (mediciones). Debe ser “representativo” formado por miembros “seleccionados” de la población (Danel, 2015). En esta sección se escogerá un grupo de personas asociadas al tema, tales como arquitectos, ingenieros civiles, diseñadores de interiores y maestros de la construcción.

Esta investigación está dirigida a viviendas sociales proyectadas para Guayaquil, de esta forma se justifica que la encuesta a profesionales se la realice en base a 388 empresas constructoras de la ciudad (INEN, 2010). Para obtener la muestra se realizará el siguiente cálculo.

### 3.10. Cálculo de la muestra

Para el cálculo de la muestra se presenta la siguiente información tomada del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos:



**Imagen 30.** Porcentajes nacionales por sectores económicos

*Fuente:* INEC 2016

Con la figura 29 se obtiene que el porcentaje de empresas nacionales dedicadas a la construcción es de 3,40%, mientras que en el gráfico 2 se muestra el número de empresas por cada 10000 habitantes, en el caso del Guayas es alrededor de 388 empresas. Con estos datos se justifica el tamaño de las encuestas que se deben realizar a profesionales en la industria de la construcción, para lo cual se presenta la siguiente conclusión:

De 388 empresas generales en la provincia del Guayas se determinó el porcentaje de las que pertenece al sector de la construcción, 3.4%, con lo que se obtiene un número de 132 empresas dedicadas a la construcción por cada 10000 habitantes, éste número es la población para calcular el tamaño de la muestra.

En donde:

N=Tamaño de la población: **132**

z = Nivel de confianza: **95%=1,96**

P= % de veces que se supone que ocurre un fenómeno en la población: **5%**

e= Margen de error: **10%**

n= Tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{\sum^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.50)(0.50)(132)}{0.05^2 (132 - 1) + 1.96^2 (0.50)(0.50)}$$

$$n = \frac{(3,84)(3298)}{0.0025 (131) + (3.8416)(0.25)}$$

$$n = \frac{(126,7)}{(0,33) + (0.9604)}$$

$$n = \frac{126,7}{1,29}$$

$$n = 98,39$$

$$n = 98 \text{ muestras}$$

Los encuestados serán aquellas personas que trabajan en empresas dedicadas a la construcción, sean estos profesionales, maestros de obra, o personas afines al área de arquitectura.

### 3.11. Tratamiento de la información

Pregunta 1

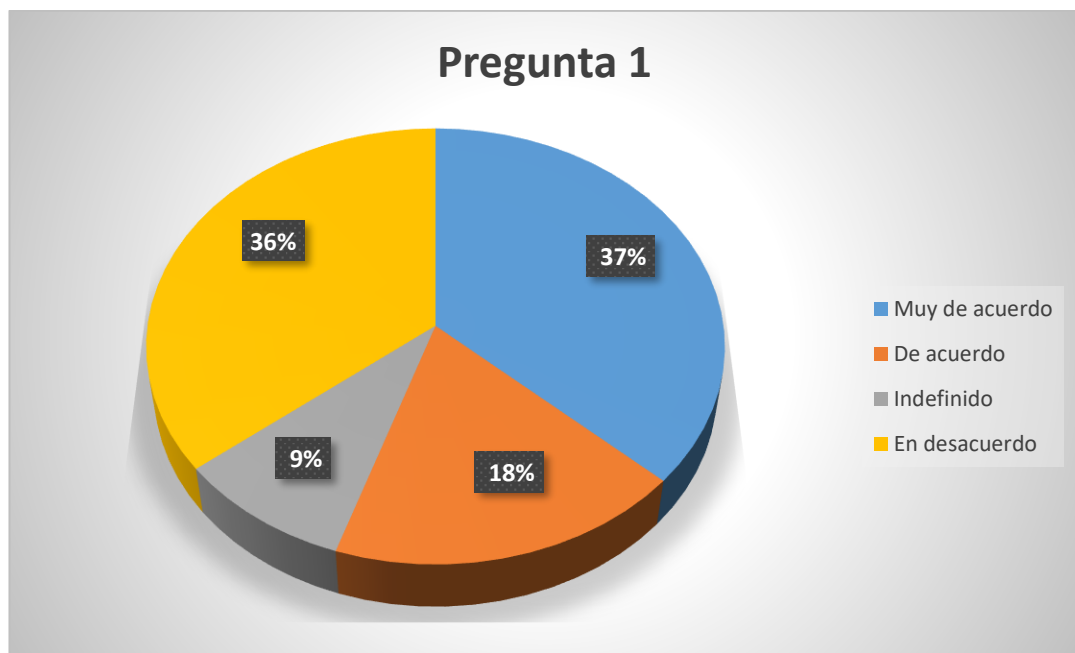
1.- ¿Usa con frecuencia los paneles portantes?

**Tabla 2**

*El uso de paneles portantes*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Muy de acuerdo	36	37%
De acuerdo	18	18%
Indefinido	9	9%
En desacuerdo	35	36%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 2.** El uso de paneles portantes  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

#### Análisis

Realizada la encuesta se obtuvo que el 37% de los encuestados indican que tienen una mayor frecuencia de uso del panel, sin embargo, un 36% afirman no usarlo con frecuencia, por ende, sus respuestas fueron en desacuerdo.

## Pregunta 2

2.- ¿Le gustaría innovar en la instalación de paneles portantes?

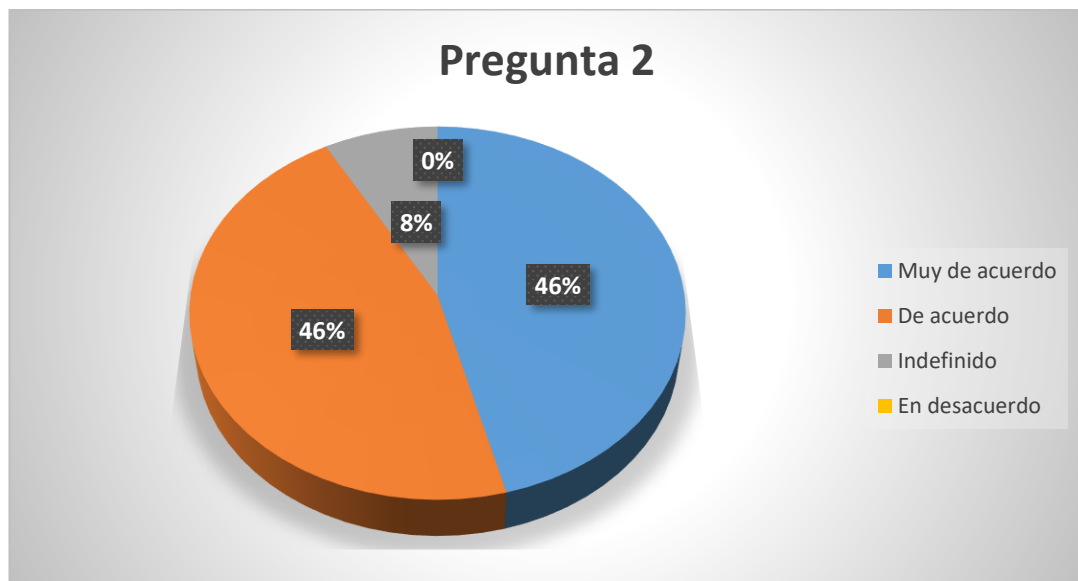
**Tabla 3**

*La aprobación de paneles portantes innovadores*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Muy de acuerdo	45	46%
De acuerdo	45	46%
Indefinido	8	8%
En desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 3.** La aprobación de paneles portantes innovadores

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

## Análisis

En el tema de innovación, los profesionales encuestados decidieron mayoritariamente con un 46% y 46% en las opciones muy de acuerdo y de acuerdo en materia de paneles portantes, sólo un porcentaje minoritario del 8% no sabe si considerarlo como elemento en nuevos proyectos y tal como se indica en el gráfico con un 0% nadie estuvo en desacuerdo.



### Pregunta 3

3.- ¿Considera que la relación costo-tiempo en paneles portantes es óptima?

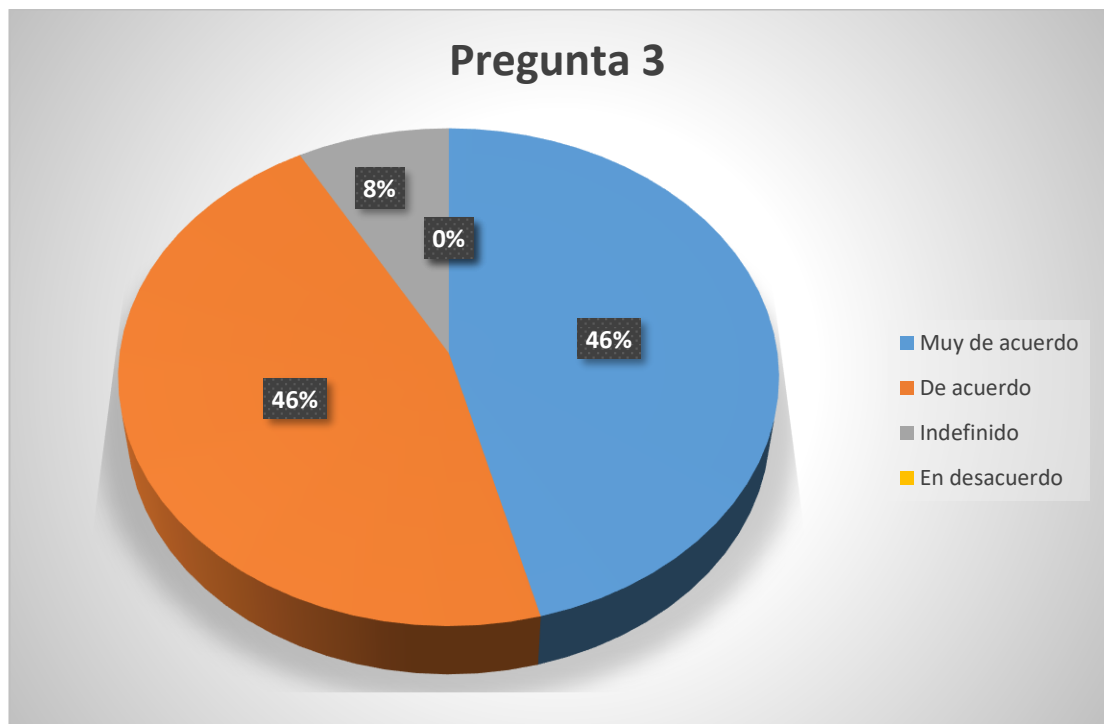
**Tabla 4**

*Lo que opinan del costo-tiempo de los paneles portantes*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Muy de acuerdo	45	46%
De acuerdo	45	46%
Indefinido	8	8%
En desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 4.** Lo que opinan del costo-tiempo de los paneles portantes

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

### Análisis

Las personas involucradas en la construcción están de acuerdo con un 46% de aceptación de que el uso de paneles portantes contribuye con el ahorro de tiempo justificando así su costo, un 8% de los encuestados no define su posición sobre este tema y finalmente ningún involucrado en la encuesta estuvo en desacuerdo.

#### Pregunta 4

4.- ¿Cree que el sistema de paneles portantes es de gran utilidad en el sector?

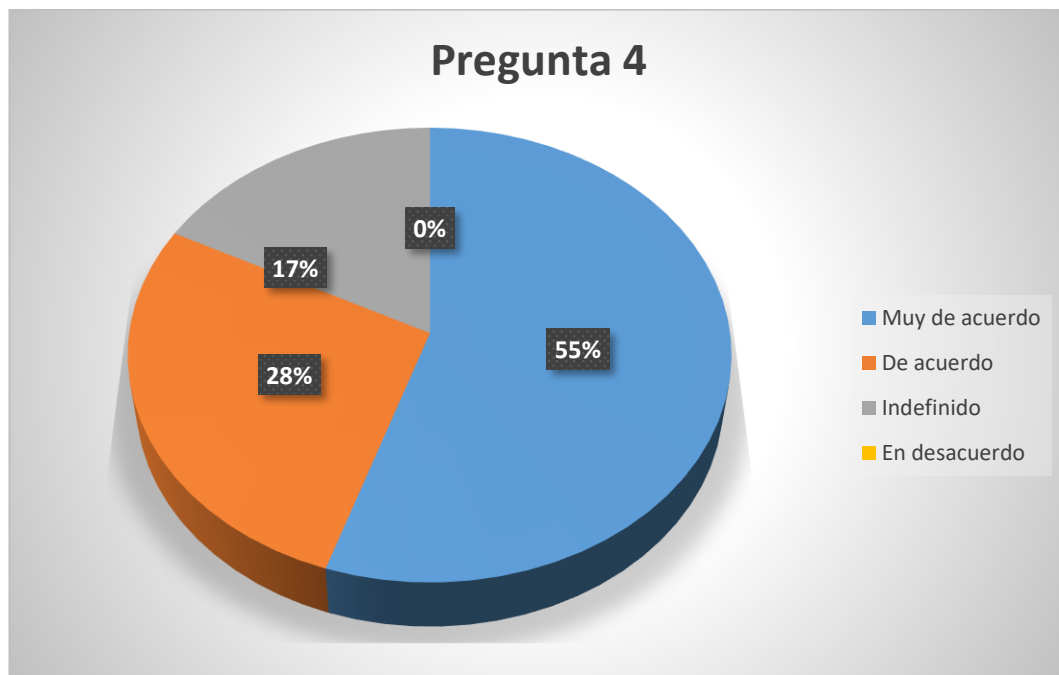
**Tabla 5**

*La utilidad de los paneles portantes en el sector*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Muy de acuerdo	54	55%
De acuerdo	27	28%
Indefinido	17	17%
En desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 5.** La utilidad de los paneles portantes en el sector

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

#### Análisis

En su gran mayoría, los paneles portantes son de gran utilidad en el sector constructivo, conforme a lo que indicaron el 55% de los encuestados que están muy de acuerdo, además sólo un 17% afirma no saber los beneficios de usar este sistema y con un 0% en desacuerdo los encuestados respondieron favorablemente a esta pregunta.

## Pregunta 5

5.- ¿Considera que pueden elaborarse paneles portantes a partir del plástico?

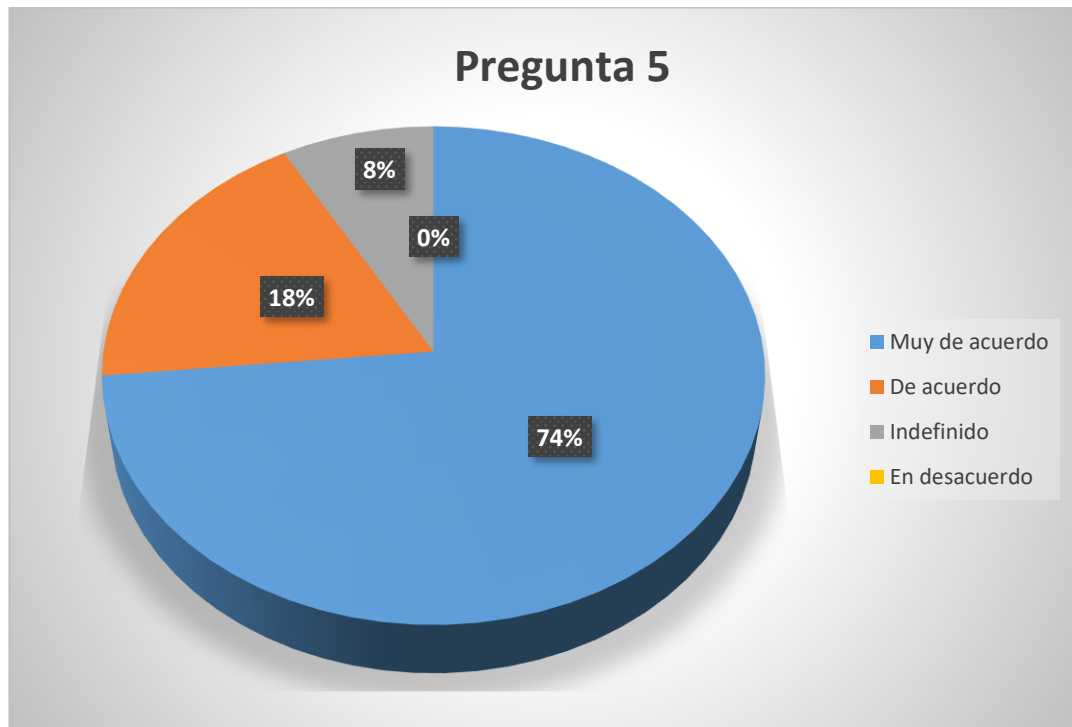
**Tabla 6**

*El plástico es útil para hacer paneles portantes*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Muy de acuerdo	72	74%
De acuerdo	18	18%
Indefinido	8	8%
En desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 6.** El plástico es útil para hacer paneles portantes

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

## Análisis

Muy de acuerdo está el 74% de los profesionales en que el plástico puede servir para elaborar paneles portantes, además otro 18% está de acuerdo con su utilidad, seguido de un 8% que no decide si es funcional o no y el 0% estuvo en desacuerdo.

## Pregunta 6

6.- ¿Cree que el plástico es un buen material en la construcción?

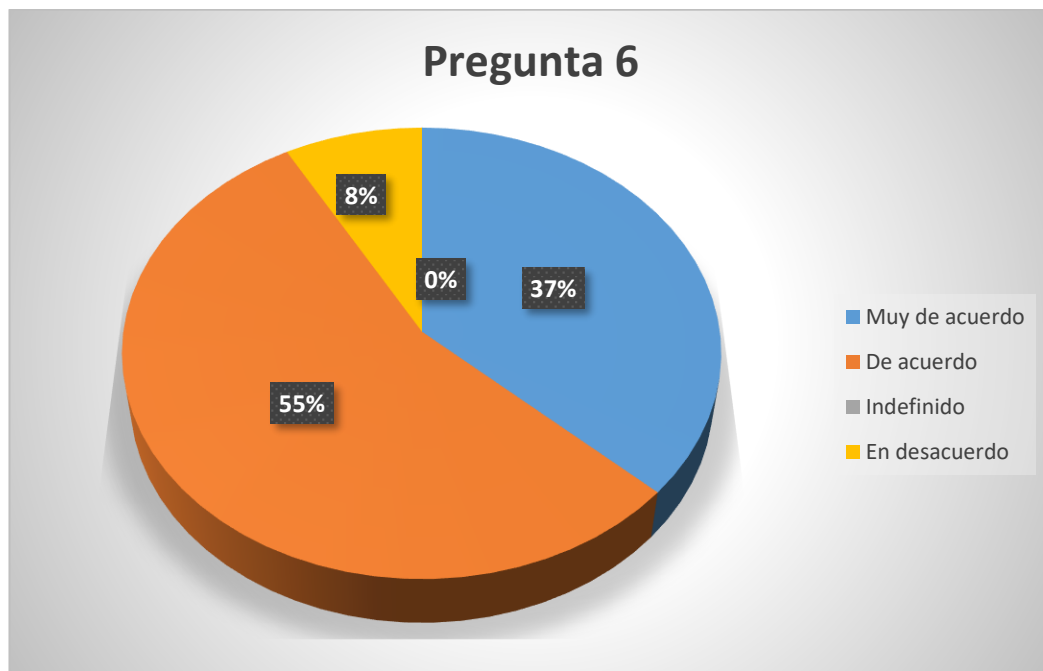
**Tabla 7**

*El plástico en la construcción*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Muy de acuerdo	36	37%
De acuerdo	54	55%
Indefinido	0	0%
En desacuerdo	8	8%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 7.** El plástico en la construcción

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

## Análisis

El plástico en la construcción se muy usado según los 55% de encuestados que dicen estar de acuerdo con sus resultados, de la misma forma que el 37% está muy de acuerdo con este material en el sector, sólo un 8% dijo estar en desacuerdo y con 0% ninguno contesto de forma indefinida.

## Pregunta 7

### 7.- ¿Aprobaría el uso paneles portantes en viviendas sociales?

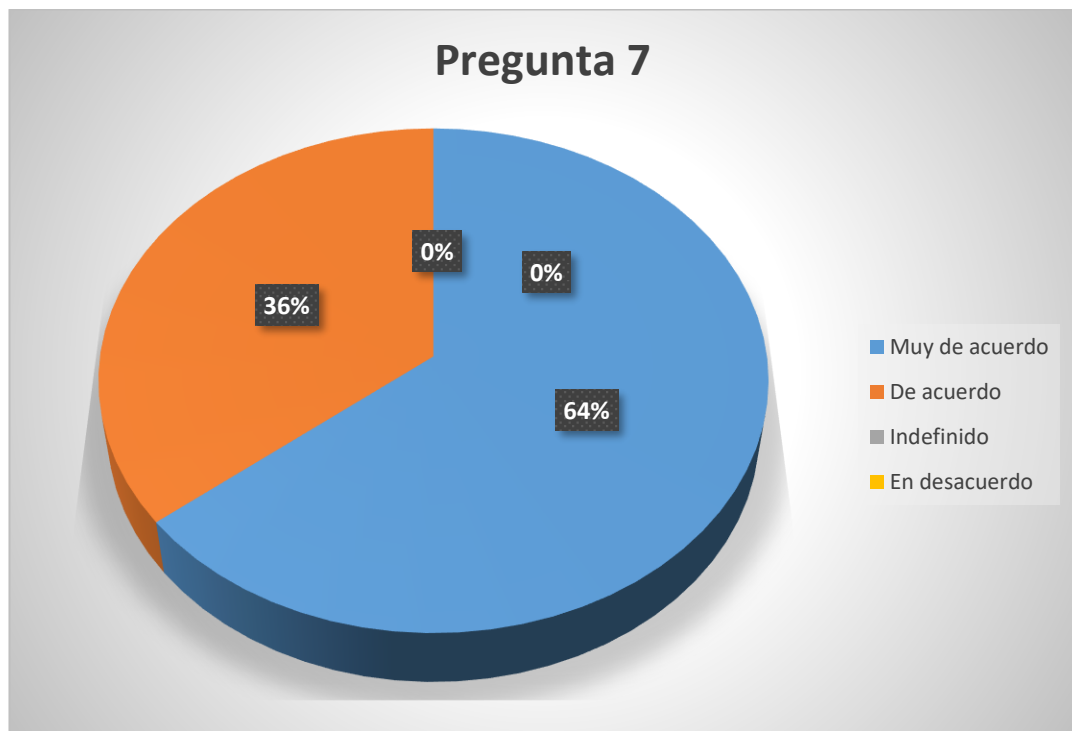
**Tabla 8**

*El plástico en la construcción de viviendas sociales*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Muy de acuerdo	63	64%
De acuerdo	35	36%
Indefinido	0	0%
En desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 8.** El plástico en la construcción de viviendas sociales

**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

## Análisis

En el caso de las viviendas sociales, 64% de los profesionales afirman estar muy de acuerdo con que se lleguen a aplicar ese sistema en ellas, sumando el 36% de personas que están de acuerdo con ello, las otras opciones no fueron consideradas en lo absoluto.

## Pregunta 8

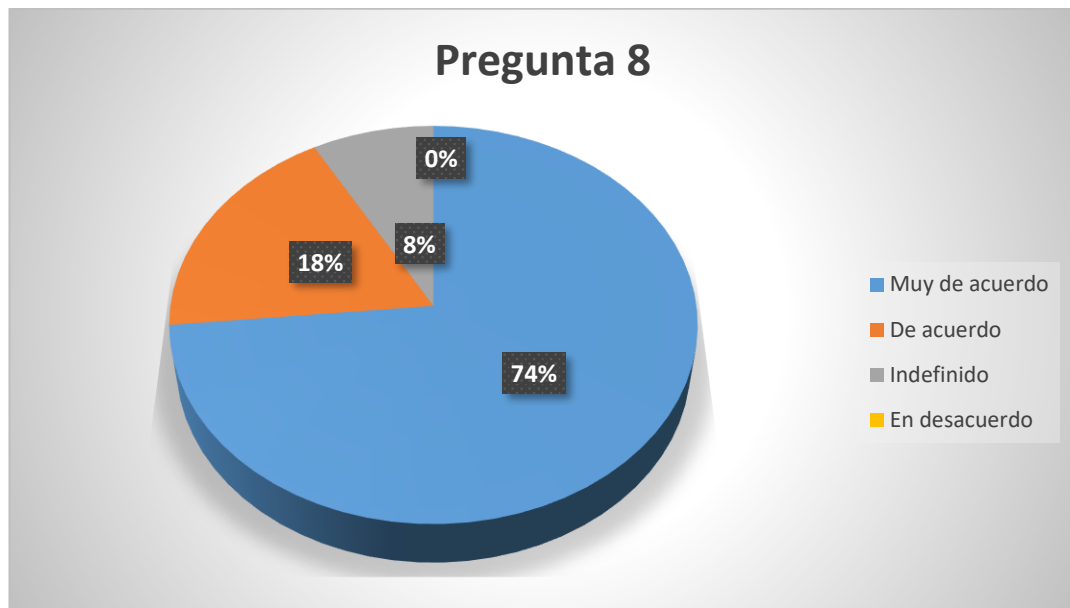
8.- ¿Un panel con plástico, fibra de vidrio y espuma de poliuretano sería de buena calidad?

**Tabla 9**

*La calidad del panel propuesto*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Muy de acuerdo	72	74%
De acuerdo	18	18%
Indefinido	8	8%
En desacuerdo	0	0%
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Encuesta a ingenieros, arquitectos y diseñadores  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 9.** La calidad del panel propuesto.  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

## Análisis

Sobre la calidad de lo que se propone, se demuestra que el 74% de las personas encuestados admiten que es una buena idea y están muy de acuerdo con este sistema, además un 18% optó por estar de acuerdo a la pregunta, aunque un minoritario 8% tiene dudas en este tema y por último, nadie prefirió estar en desacuerdo.

## CAPÍTULO IV

### 4. PROPUESTA

#### 4.1. Fundamentación de la propuesta

La propuesta está condicionada a la valoración de los arquitectos, ingenieros civiles, diseñadores de interiores y maestros de obra, considerando la frecuencia que ellos han indicado el uso de los paneles portantes, la calidad que puede representar y su optimización en el tiempo de entrega de la obra. Entre otros temas, la innovación es un punto a favor de esta técnica puesto que los profesionales afirman que los paneles portantes son un sistema que va de la mano con los avances de la nueva era.

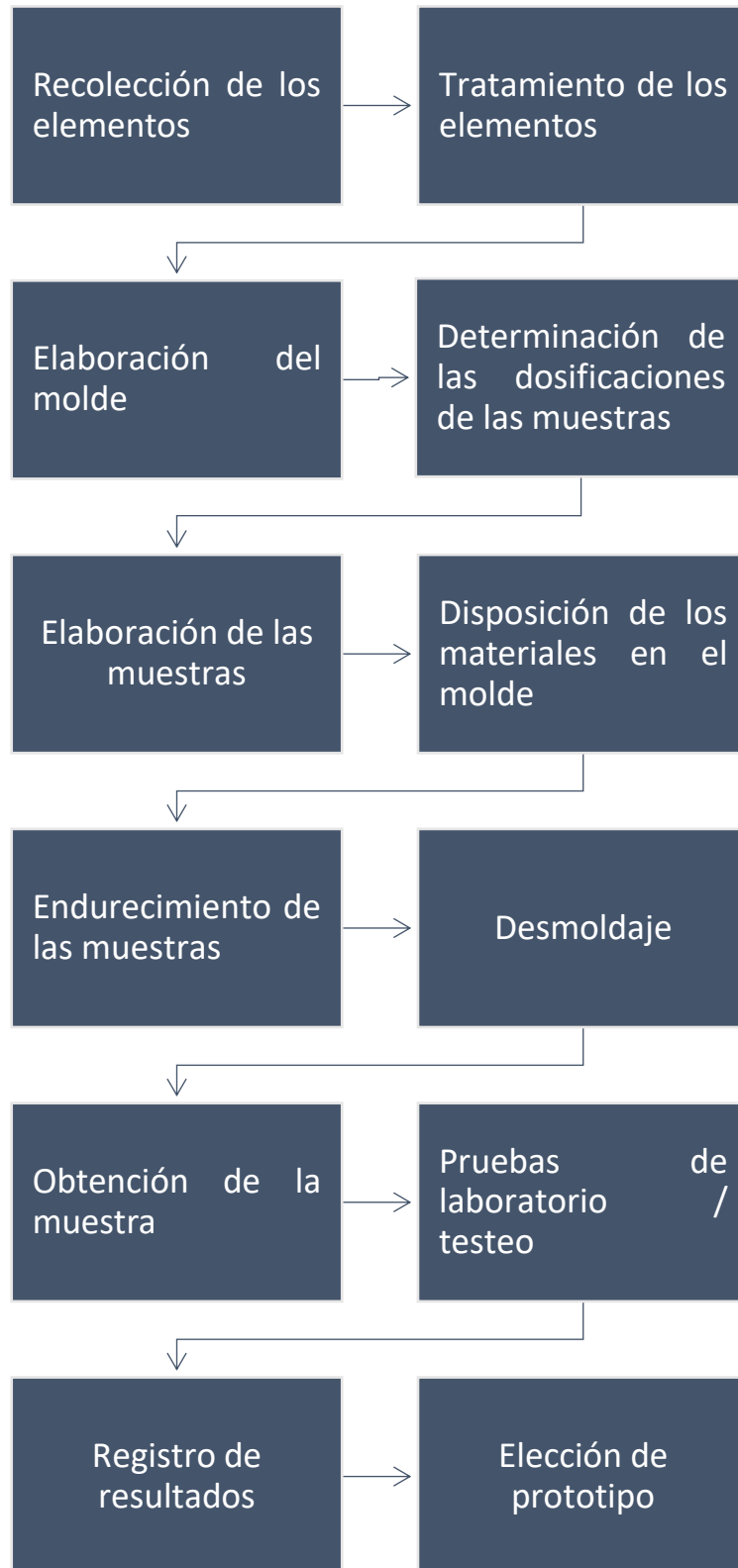
El ahorro en la entrega de proyectos es uno de los factores que más atraen a los involucrados a usar paneles portantes, considerando además que la gran mayoría tienen conocimientos de los beneficios de usar estos métodos en la construcción de viviendas, la propuesta también tiende al ser del agrado de aquellos quienes están interesados en usar sistemas modulares.

Dentro de las nuevas alternativas la propuesta es la solución a la necesidad de edificar viviendas alivianadas y de construcción rápida, lo que en la actualidad se busca en proyectos a gran escala, además sistemas similares han revolucionado la construcción y en otros casos han transformado espacios en donde solo se aplicaban técnicas tradicionales, otorgando el confort y la estética en cada ambiente, en efecto la implementación de los paneles portantes que se ofrece es un gran aporte a la gama de tendencias innovadoras que se presentan hoy en día.

#### 4.2. Descripción de la propuesta

El sistema de construcción propuesto para la edificación de viviendas sociales consiste en paneles prefabricados de plástico, fibra de vidrio y espuma de poliuretano, los cuales son montados posteriormente en la obra. De esta forma en su conjunto las casas poseerán alta eficiencia térmica, limpieza y rapidez en la ejecución de la obra. El proyecto permite la industrialización de los paneles para la construcción de viviendas obteniendo: mayor eficiencia, prevención de riesgos, programación de obra, producción en serie, reducción de tiempos de entrega, reducción en el empleo de mano de obra, rentabilidad de la inversión y disminución de impacto ambiental.

A continuación, se muestra el seguimiento para la obtención del prototipo ideal con el siguiente flujo de la propuesta:



**Gráfico 10.** Flujo de la propuesta  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



### 4.3. Materiales y herramientas para muestras

#### 4.3.1. Materiales:

- Plástico



**Imagen 31.** Plástico triturado  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

- Fibra de vidrio



**Imagen 32.** Fibra de vidrio  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

- Espuma de poliuretano



**Imagen 33.** Espuma de poliuretano  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

- Malla electrosoldada (4milímetros)



**Imagen 34.** Malla electrosoldada  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

- Resina cobalto



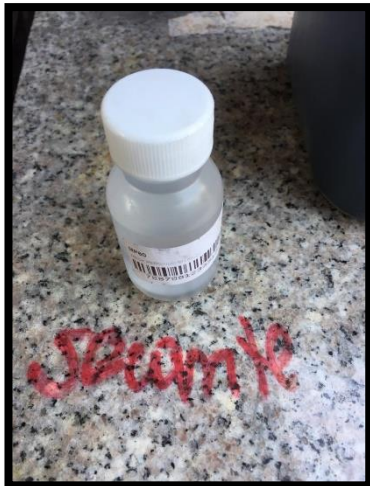
**Imagen 35.** Resina cobalto  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

- Cera desmoldante



**Imagen 36.** Cera desmoldante  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

- Secante



**Imagen 37.** Secante  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

- Agua



**Imagen 38.** Agua  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### 4.3.2. Herramientas

- Sartén de hierro fundido
- Espátula
- Balanza digital
- Cocineta eléctrica
- Molde de acero
- Martillo de goma
- Varilla lisa de punta redonda
- Recipiente
- Guantes

#### 4.4. Procedimientos para la obtención del prototipo

##### 4.4.1. Recolección de los elementos

Para el desarrollo del panel propuesto es necesario verificar la disponibilidad de la materia prima acorde a las proporciones del elemento. Para el ensayo se usó 20 kilos trozos de PVC extraídos de tuberías semi-rígidas-flexibles obtenidas de escombros de construcciones, como se observa en la figura 38.



**Imagen 39.** PVC recolectado  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

La fibra de vidrio se obtiene en talleres automotrices que trabajan con este material, se comercializan en rollos de 20 metros con un costo aproximado de 18 dólares, al por menor en el mercado se puede adquirir el metro cuadrado en 3 dólares.



**Imagen 40.** PVC recolectado  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### 4.4.2. Dimensiones del molde

Por motivos de estudio se elaborará un panel proporcional al panel real cuyas medidas son: de 20 centímetros de ancho por 20 centímetros de largo y 10 centímetros de espesor.



**Imagen 41.** Molde metálico  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)



### 4.4.3. Proceso de elaboración del panel

#### 4.4.3.1. Trituración

La tubería obtenida en trozos como muestra la figura 41, es reducida a trozos de menor tamaño por medio de una máquina trituradora, estos trozos miden desde 3 milímetros a 10 milímetros.

Nota: no se permitió fotografiar el proceso



**Imagen 42.** PVC recolectado  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### 4.4.3.2. Cocción de plástico

Una vez molido el plástico se someten al calor los trozos, reblandeciéndose desde los 160° Celsius mediante una cocineta y un sartén de hierro fundido, para esto se usó 456.2 gramos de PVC y 2 onzas de agua, necesarias para que el plástico no se adhiera en el sartén.

### 4.4.4. Elaboración de muestras

#### a) Primera muestra

Para identificar las muestras se lo hará mediante la definición de las cantidades de sus elementos, en este caso la dosificación de la primera muestra es la siguiente:

Tabla 10

*Dosificación en muestra 1*

**Dosificación muestra 1**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Plástico triturado	1360,8	g
Fibra de vidrio	250	g
Resina	1	l

Elaborado por: Betancourt C. (2019)

\*Nota: g es igual a gramo, l es igual a litro

**Paso 1**

Para iniciar el proceso de elaboración de las muestras se untó cera desmoldante alrededor de todas las paredes interiores del molde, esto mediante movimientos horizontales uniformes.



**Imagen 43.** Encerado de molde  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

## Paso 2

A continuación, se ubica una capa de fibra de vidrio cubriendo toda la cara inferior-interna del molde.



**Imagen 44.** Puesta de fibra de vidrio  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

## Paso 3

Una vez ubicados los elementos iniciales se coloca nivelada en la muestra la malla electrosoldada de 4 milímetros.



**Imagen 45.** Puesta de malla  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)



#### **Paso 4**

Se procedió a colocar la malla, se va llenado con plástico triturado, empezando por la parte inferior subiendo diagonalmente y haciendo que la malla esté totalmente estabilizada.



**Imagen 46.** Puesta de plástico  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### **Paso 5**

A continuación, se vierte 1 litro de la resina cobalto, previo a esto se lo bate ligeramente durante 10 segundos, se debe asegurar que todos los elementos estén sumergidos en el líquido.



**Imagen 47.** Puesta de resina  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

### Paso 6

Se distribuyen todos los elementos de manera uniforme dentro de toda la unidad, así la fibra de vidrio y plástico triturado se van confinando; con el uso de una varilla se van acomodando las partes donde haya acumulación de partículas. Por último, con una rasa se nivela la parte superior de la pieza.



*Imagen 48.* Puesta de malla  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

### Paso 7

Una vez rasado se deja endurecer el elemento en un espacio cubierto a temperatura ambiente, durante dos horas.



*Imagen 49.* Puesta de malla  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

## Paso 8

A continuación, se desmolda con cuidado el bloque-panel.



**Imagen 50.** *Sacado del molde*  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)



**Imagen 51.** Obtención del producto.

**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### **4.5. Observaciones primera muestra**

En esta primera muestra es una pieza rectangular lisa en todas sus caras, se observa que los trozos de plástico se disponen de forma homogénea en todo el conjunto, así como la fibra de vidrio.

#### **b) Segunda muestra**

La dosificación de la segunda muestra será:

Tabla 11

*Dosificación en muestra 2*

<b>Dosificación muestra 2</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Plástico triturado	1260,8	gr
Fibra de vidrio	350	gr
Resina	1	l

Elaborado por: Betancourt C. (2019)



Al igual que en la muestra 1, se procura que los elementos queden en distribución uniforme, nivelada y confinada la malla, de manera similar se deja en reposo por un periodo de dos horas para luego de forma cuidadosa desmoldar la pieza final.



*Imagen 52.* Obtención del producto.  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### **4.6. Observaciones segunda muestra**

En la segunda muestra, se evidencia una pieza rectangular lisa en todas sus caras, así como trozos de plástico que se disponen de forma homogénea en todo el conjunto, al igual que la fibra de vidrio.



**Imagen 53.** Obtención del producto.  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

### c) Tercera muestra

Para comenzar a elaborar la tercera muestra, la dosificación de la misma será la siguiente:

**Tabla 12**

*Dosificación en muestra 3*

<b>Dosificación muestra 3</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Plástico triturado	1360,8	gr
Fibra de vidrio	350	gr
Resina	900	ml

*Elaborado por: Betancourt C. (2019)*

Se comienza a realizar todos los pasos anteriores, cuidando de que queden igual de uniforme y confinado como en la primera muestra, así también dejarlo en reposo en un periodo de dos horas, y sacando de forma muy delicada la pieza final.



**Imagen 54.** Obtención del producto.  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### **4.7. Observaciones tercera muestra**

No obstante, en esta tercera muestra, se evidencia una pieza rectangular lisa en todas sus caras, por otra parte, se puede observar además que los trozos de plástico se disponen de forma homogénea en todo el conjunto, así como la fibra de vidrio.



**Imagen 55.** Obtención del producto.  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)



#### d) Cuarta muestra

Para comenzar a elaborar la cuarta muestra, la dosificación de la misma será la siguiente:

Tabla 13

#### *Dosificación en muestra 4*

<b>Dosificación muestra 4</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Plástico triturado	1460,8	gr
Fibra de vidrio	350	gr
Resina	850	ml

Elaborado por: Betancourt C. (2019)

Se comienzan a realizar todos los pasos anteriores, cuidando de que queden igual de uniforme y confinado como en la primera muestra, así también dejarlo en reposo en un periodo de dos horas, y sacando de forma muy delicada la pieza final.



**Imagen 56.** Obtención del producto.

**Fuente:** Betancourt C. (2019)



#### 4.8. Observaciones cuarta muestra

En esta cuarta muestra, se evidencia una pieza rectangular lisa en todas sus caras, por otra parte, se puede observar además que los trozos de plástico se disponen de forma homogénea en todo el conjunto, así como la fibra de vidrio.



*Imagen 57.* Obtención del producto.

**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### e) Quinta muestra

Para empezar a elaborar la quinta muestra, la dosificación de la misma será la siguiente:

Tabla 14

*Dosificación en muestra 5*

<b>Dosificación muestra 5</b>		
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Plástico triturado	1360,8	gr
Fibra de vidrio	450	gr
Resina	800	ml

Elaborado por: Betancourt C. (2019)

Se empieza a realizar todos los pasos anteriores, cuidando de que queden igual de uniforme y confinado como en la primera muestra, así también dejarlo en reposo en un periodo de dos horas, y sacando de forma muy delicada la pieza final.



**Imagen 58.** Obtención del producto.  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### 4.9. Observaciones quinta muestra

En esta quinta muestra, se evidencia una pieza rectangular lisa en todas sus caras, por otra parte, se puede observar además que los trozos de plástico se disponen de forma homogénea en todo el conjunto, así como la fibra de vidrio



**Imagen 59.** Obtención del producto.  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

#### 4.4.9.1.- Discusión

Comparando las pruebas, fueron las propiedades mecánicas de las pruebas, regidas bajo la normativa ecuatoriana, demostradas con el análisis de la resistencia a la compresión en la que fueron sometidas las cinco piezas, que se asimila con muro portante de hormigón que debe resistir la compresión de entre 21 mega pascales a 28 mega pascales; en consecuencia, las pruebas indicaron que todas superan este valor con resistencias de 29 mega pascales a 32 mega pascales.

#### 4.10. Pruebas de laboratorio y empíricas

##### 4.10.1. Resistencia a la compresión

Para la resistencia a la compresión, se realizaron las pruebas a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, a las cinco muestras elaboradas; cabe recalcar que, para el desarrollo de esta prueba, se lo realizó con el prototipo como final, sin recortarlo o disminuir sus dimensiones, ajustado en el tablero para el control de resistencia.

**Tabla 15**

*Control de resistencia*

	<b>Medidas</b>	<b>Días</b>	<b>R. Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>% de Rotura</b>
Muestra 1	20cx20cmx10cm	28	304=29,81Mpa	104,99
Muestra 2	20cx20cmx10cm	28	315=30,89Mpa	107,01
Muestra 3	20cx20cmx10cm	28	321=31,47Mpa	112,04
Muestra 4	20cx20cmx10cm	28	325=31,87Mpa	115,12
Muestra 5	20cx20cmx10cm	28	332=32,55Mpa	116,02
Promedio	20cx20cmx10cm	28	319,40=31,28Mpa	111,04

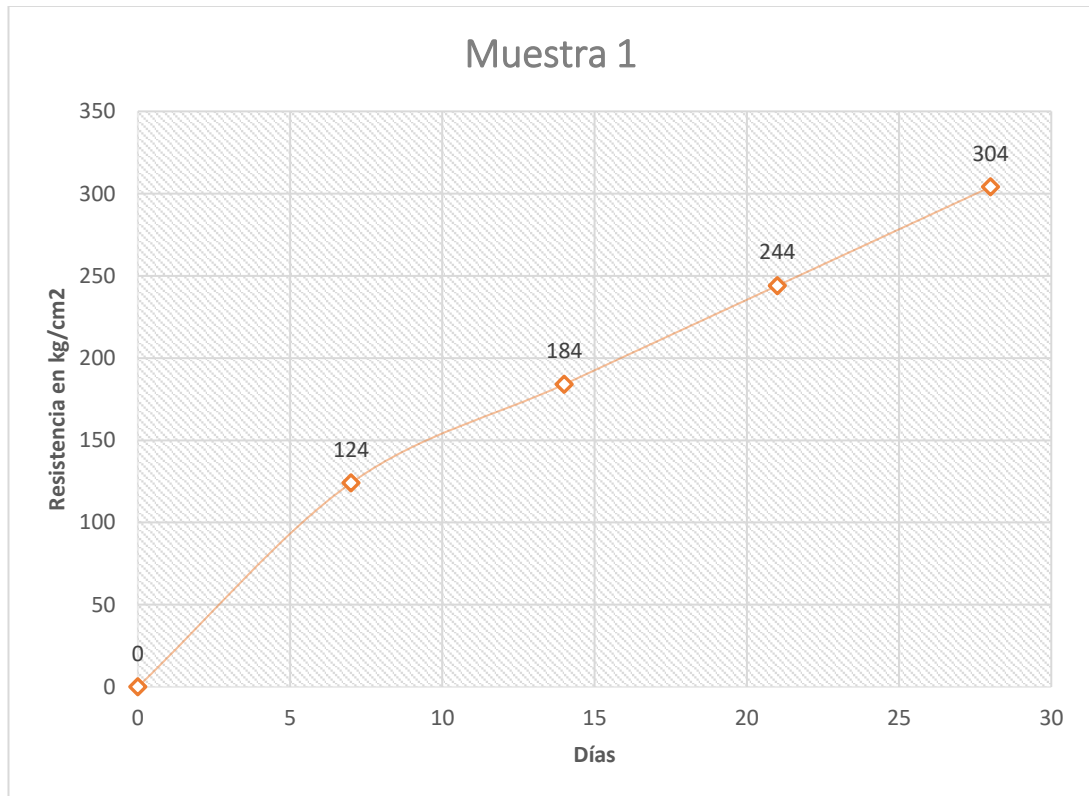
*Elaborado por: Betancourt C. (2019)*

Primero se expondrá la tabla de resultados de cada uno de los prototipos ensayados, seleccionando las muestras de cada uno de ellos para la elaboración de una media al porcentaje o carga portante de cada prototipo, para cada muestra se determinó la respectiva curvatura de resistencia desde el día cuatro hasta el veintiocho.



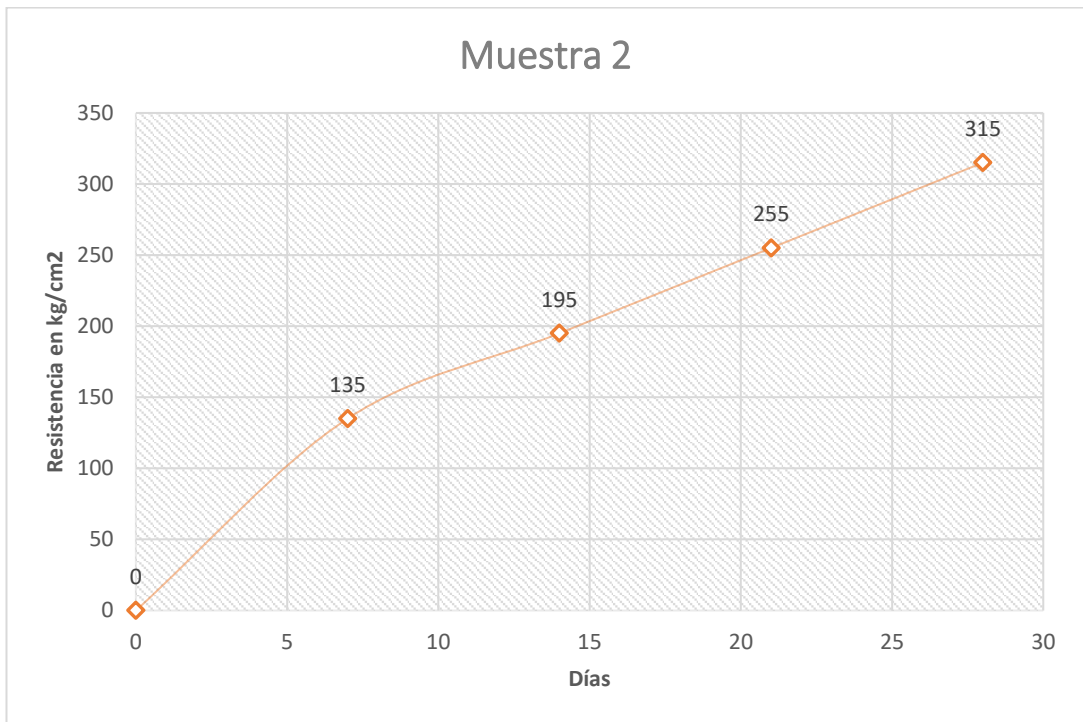
**Imagen 60.** Obtención del producto.

**Fuente:** Betancourt C. (2019)

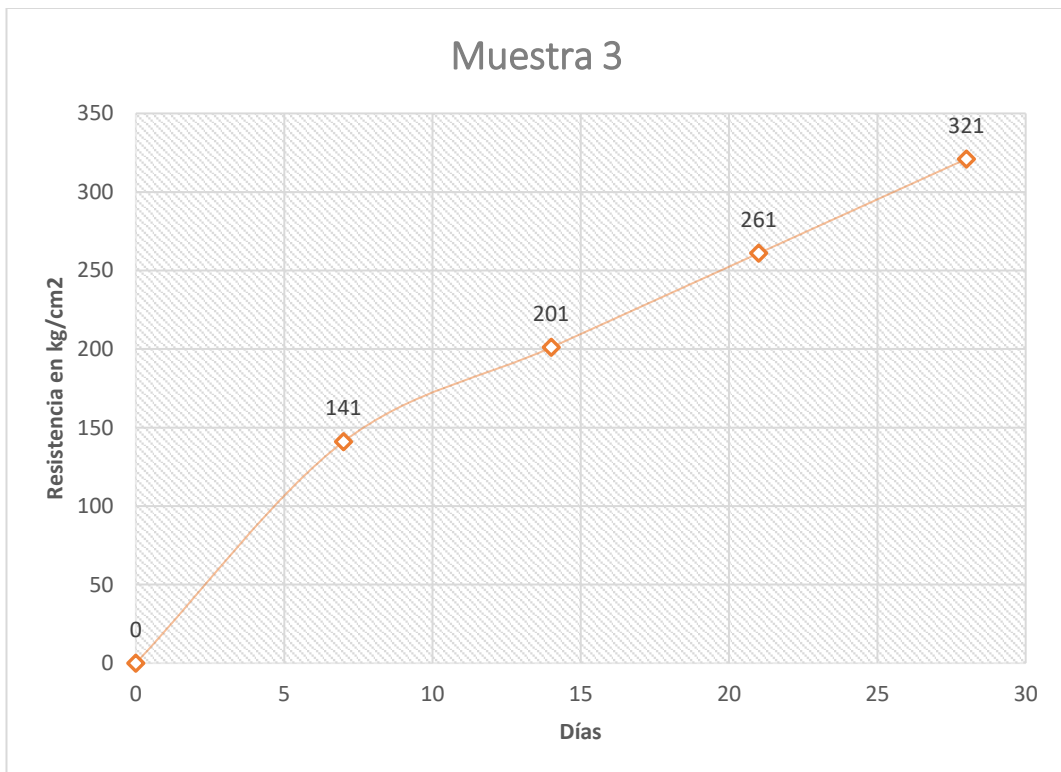


**Gráfico 11.** Curva de resistencia - muestra 1

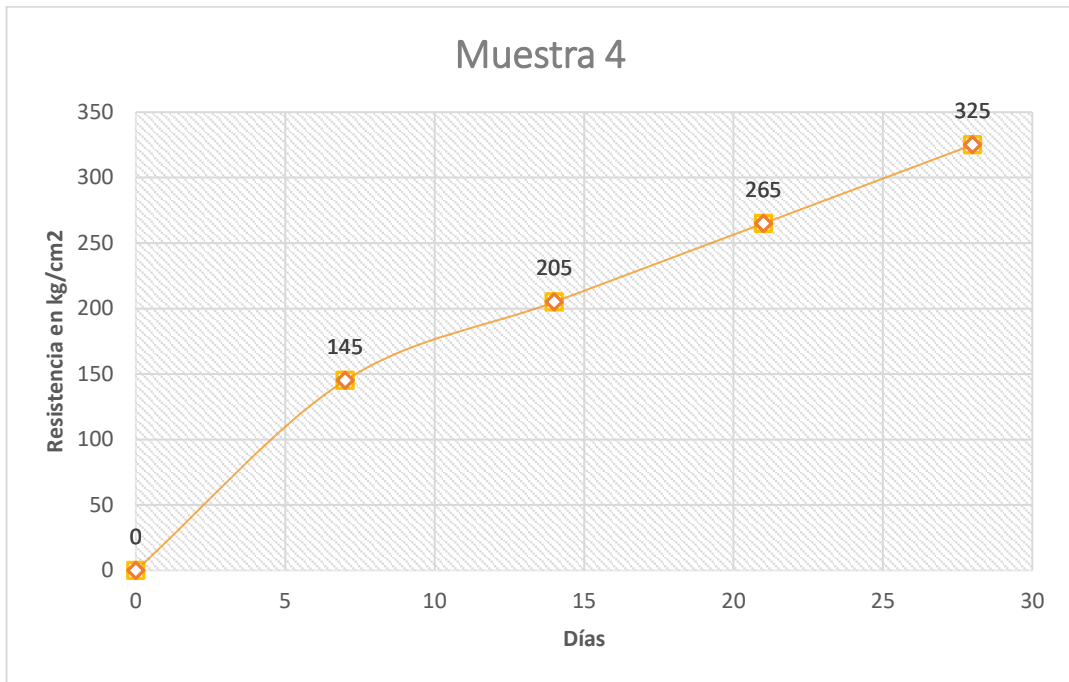
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



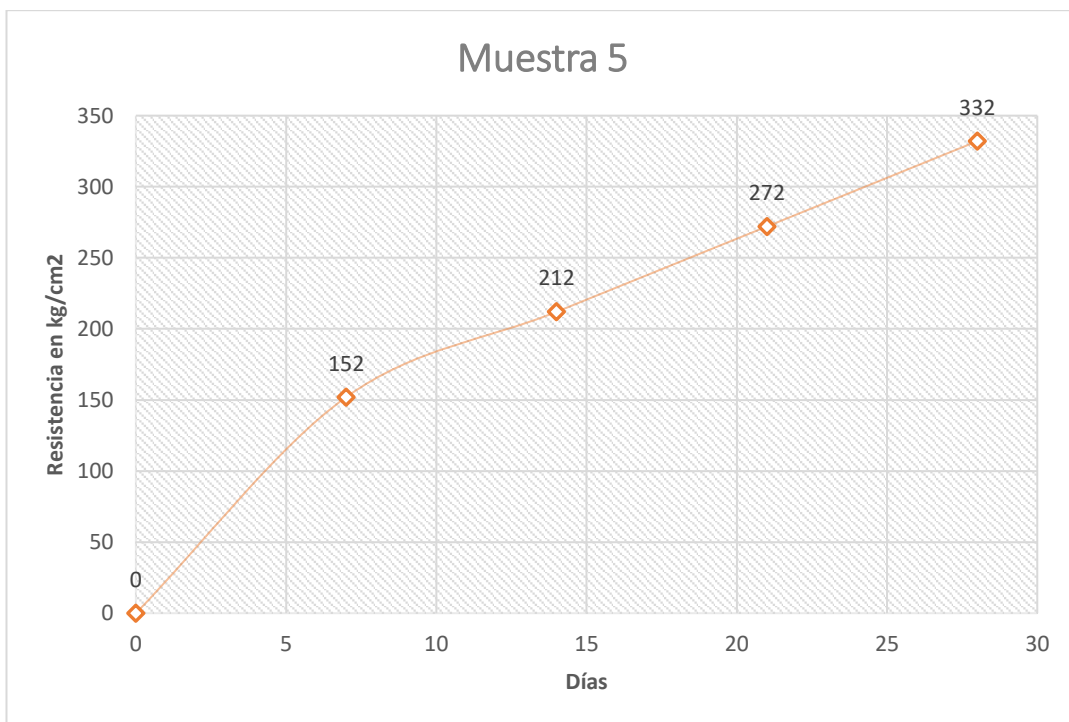
**Gráfico 12.** Curva de resistencia – muestra2  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 13.** Curva de resistencia – muestra3  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 14.** Curva de resistencia – muestra4  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)



**Gráfico 15.** Curva de resistencia – muestra5  
**Elaborado por:** Betancourt C. (2019)

- **Análisis**

Comparando las pruebas, fueron las propiedades mecánicas de las pruebas, regidas bajo la normativa ecuatoriana, demostradas con el análisis de la resistencia a la compresión en la que fueron sometidas las cinco piezas, que se asimila con muro portante de hormigón que debe resistir la compresión de entre 21 mega pascales a 28 mega pascales; en consecuencia, las pruebas indicaron que todas superan este valor con resistencias de 29 mega pascales a 32 mega pascales.

#### 4.10.2. Resistencia a la flexión

Para la resistencia a la flexión, se realizaron las pruebas a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, a los cinco prototipos elaborados; cabe recalcar que, para el desarrollo de esta prueba, se lo realizó con el prototipo como final, sin recortarlo o disminuir sus dimensiones, ajustado en el tablero para el control de flexión.

**Tabla 16**

*Resistencia a la flexión*

	<b>Medidas</b>	<b>Días</b>	<b>R. Flexion (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Muestra 1	20cx20cmx10cm	28	29 = 2,84 MPa
Muestra 2	20cx20cmx10cm	28	30 = 2,94 MPa
Muestra 3	20cx20cmx10cm	28	31 = 3,04 MPa
Muestra 4	20cx20cmx10cm	28	31 = 3,04 MPa
Muestra 5	20cx20cmx10cm	28	32 = 3,13 Mpa
Promedio	20cx20cmx10cm	28	30,6 = 3 MPa

*Elaborado por: Betancourt C. (2019)*

- **Análisis**

Según lo que dice la norma ecuatoriana sobre mampostería estructural, indica que debe tener una resistencia a la flexión mínima de 1,6 mega pascales, por lo tanto, el panel propuesto muestra valores superiores a este valor, tales como 2.8 mega pascales y 3.1 mega pascales.

#### 4.10.3. Ensayo de absorción.

Para la prueba de humedad es necesario observar la absorción de los especímenes dentro de un periodo de 24 horas, empezando por tomar cada uno de los pesos secos de cada una de las muestras, luego sumergirlo en agua normal en un día, escurrirlos en

un minuto, y se toman los pesos en húmedo, luego se lo ingresa al horno a 115 grados Celsius, después se registran los pesos los últimos pesos y se reconocen las diferencias entre los todos los pesos, esta prueba solo se realizó al núcleo de plástico del panel, esto quiere decir que no se consideró ni la espuma de poliuretano ni la plancha de PVC.

Tabla 17

*Porcentaje de humedad por prueba*

<b>Muestra</b>	<b>Días</b>	<b>Absorción %</b>	
1	28	0,23	
2	28	0,25	
3	28	0,24	
<b>Promedio</b>	28	0,24	

*Elaborado por: Betancourt C. (2020)*

#### **4.10.3.1. Análisis de costo de construcción de propuesta frente a otros sistemas**

En la siguiente tabla se estima el presupuesto referencial de una vivienda unifamiliar de interés social con 45.38 metros cuadrados de construcción, elaborada con el sistema tradicional de hormigón armado con un costo aproximado de 8115.24 dólares.



Tabla 18

*Presupuesto referencial en obra gris con sistema tradicional de hormigón armado*

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>				
1.1	Limpieza de terreno	m2	47,15	0,95	44,79
1.2	Replanteo y nivelación	m2	45,38	1,55	70,34
				<b>Subtotal</b>	115,13
<b>2</b>	<b>Movimiento de tierras</b>				
2.1	Excavación manual para plintos y cimientos	m3	7,34	8,07	59,23
2.2	Relleno compactado	m3	2,95	9,33	27,52
				<b>Subtotal</b>	86,76
<b>3</b>	<b>Estructuras</b>				
3.1	Replanteo de Hs f'c= 140 kg/cm2 (h=5cm)	m3	0,3	99,7	29,91
3.2	Hormigón en plintos f'c=210 kg/cm2	m3	1,92	105,61	202,77
3.3	Hormigón ciclopeo	m3	2,84	83,29	236,54
3.4	Hormigón premezclado en cadenas	m3	3,55	216,7	769,29
3.5	Hormigón premezclado en columnas	m3	1,77	254,34	450,18
3.6	Hormigón premezclado en vigas y losas	m3	6,32	221,8	1401,78
3.7	Acero de refuerzo	Kg	809,98	1,43	1158,27
3.8	Malla electrosoldada para contrapiso	m2	45	2,63	118,35
3.9	Malla electrosoldada para losa	m2	45	8,65	389,25
3.10	Malla electrosoldada para losa	m2	45	8,65	389,25
3.11	Contrapiso Hormigón premezclado sin malla	m2	3,65	14,92	54,46
				<b>Subtotal</b>	5200,05
<b>4</b>	<b>Trabajos en albañería</b>				
4.1	Dintel	m	9,88	11,06	109,27
4.2	Mampostería	m2	87,16	12,43	1083,40
4.3	Enlucido interior	m2	87,16	6,54	570,03
4.4	Enlucido exterior	m2	87,16	7,57	659,80
4.5	Enlucido de filos y fajas	m	48,27	1,96	94,61
4.6	Masillado de piso	m2	45	4,36	196,20
				<b>Subtotal</b>	2713,31
				<b>Total=</b>	<b>8115,24</b>

*Elaborado por: Betancourt C. (2020)*

El otro presupuesto referencial que se presenta en obra gris es de la misma vivienda unifamiliar establecida en 45.38 metros cuadrados de construcción, aunque bajo el sistema de paredes portantes comunes, por lo que se considera un costo aproximado de 6443.54 dólares. Por último, se dispone los valores que representa la construcción bajo el sistema de paneles propuesto, que estima un precio de 6297.52 dólares.

Tabla 19

*Presupuesto referencial en obra gris con sistema de paredes portantes*

	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>				
1.1	Limpieza de terreno	m2	47,15	0,95	44,79
1.2	Replanteo y nivelación	m2	45,38	1,55	70,34
				<b>Subtotal</b>	<b>115,13</b>
<b>2</b>	<b>Movimiento de tierras</b>				
2.1	Excavación manual para vigas de cimentación	m3	2,02	8,07	16,30
				<b>Subtotal</b>	<b>16,30</b>
<b>3</b>	<b>Estructuras</b>				
3.1	Replanteo de Hs fc= 140 kg/cm2 (h=5cm)	m3	2,3	99,7	229,31
3.2	Hormigón premezclado en losa de cimentación	m3	7,1	124,66	885,09
3.3	Hormigón premezclado en losa	m3	5,42	221,8	1202,16
3.4	Hormigón premezclado en muros	m3	7,28	135,11	983,60
3.5	Acero de refuerzo	Kg	515,21	1,43	736,75
3.6	Malla electrosoldada en cimentación	m2	84,15	7,08	595,78
3.7	Malla electrosoldada en paredes	m2	80,33	4,35	349,44
3.8	Malla electrosoldada en losa	m2	45,19	8,65	390,89
3.9	Malla electrosoldada en losa	m2	45,19	8,65	390,89
				<b>Subtotal</b>	<b>5763,91</b>
<b>4</b>	<b>Trabajos en albañería</b>				
4.1	Resanado en muros, filos y fajas	m	145,5	1,95	283,73
4.2	Resanado en tumbados	m2	54,2	3,54	191,87
4.3	Alisado de piso en fresco	m2	45,38	1,6	72,61
				<b>Subtotal</b>	<b>548,20</b>
				<b>Total=</b>	<b>6443,54</b>

*Elaborado por: Betancourt C. (2020)*

Tabla 20

*Presupuesto referencial en obra gris con sistema de paneles portantes propuestos*

	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>				
1.1	Limpieza de terreno	m2	47,15	0,95	44,79
1.2	Replanteo y nivelación	m2	45,38	1,55	70,34
				<b>Subtotal</b>	<b>115,13</b>
<b>2</b>	<b>Movimiento de tierras</b>				
2.1	Excavación manual para cimentación	m3	2,02	8,07	16,30
				<b>Subtotal</b>	<b>16,30</b>
<b>3</b>	<b>Estructuras</b>				
3.1	Replanteo de Hs fc= 140 kg/cm2 (h=5cm)	m3	2,3	99,7	229,31
3.2	Hormigón premezclado en losa de cimentación	m3	7,1	124,66	885,09
3.3	Acero de refuerzo	m3	763,99	1,43	1092,51
3.4	Malla electrosoldada en cimentación	m3	84,15	7,08	595,78
3.5	Timbado y chicoteado de paredes	Kg	80,33	1,75	140,58
3.6	Corte de paneles	m2	45,19	15,45	698,19
3.7	Montaje de paneles	m2	45,19	15,33	692,76
3.8	Riostra superior	m3	27,72	9,88	273,87
3.9	Correas metálicas	m	18	6	108,00
3.10	Cubierta de zinc	m2	58	25	1450,00
				<b>Subtotal</b>	<b>6166,08</b>
				<b>Total=</b>	<b>6297,52</b>

*Elaborado por: Betancourt C. (2020)*

#### 4.10.3.2. Análisis de tiempo de construcción de propuesta frente a otros sistemas

En referencia a los tiempos en que se ejecutaría la obra gris de una vivienda unifamiliar de 45.38 metros cuadrados, la tabla 21 indica que con el sistema tradicional de hormigón armado se proyectará un término de tres meses y una semana, mientras que, bajo el sistema de paredes portantes, el tiempo se reducirá en 2 meses y 2 semanas, no obstante, el sistema que se propone con paneles portantes estima un periodo de término de 2 meses y una semana.

Tabla 21

*Cronograma de construcción referencial en obra gris con sistema tradicional de hormigón armado*

Descripción	MES 1					MES 2					MES 3					MES 4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>1 Preliminares</b>																				
1.1 Limpieza de terreno	■	■																		
1.2 Replanteo y nivelación			■																	
<b>2 Movimiento de tierras</b>																				
2.1 Excavación manual para plintos y cimientos				■																
2.2 Relleno compactado				■																
<b>3 Estructuras</b>																				
3.1 Replanteo de Hs $f_c=140\text{ kg/cm}^2$ ( $h=5\text{cm}$ )				■																
3.2 Hormigón en plintos $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$				■																
3.3 Hormigón ciclopeo					■	■														
3.4 Hormigón premezclado en cadenas						■	■													
3.5 Hormigón premezclado en columnas							■	■												
3.6 Hormigón premezclado en vigas y losas								■	■											
3.7 Acero de refuerzo									■	■										
3.8 Malla electrosoldada para contrapiso										■	■									
3.9 Malla electrosoldada para losa											■	■								
3.10 Malla electrosoldada para losa												■	■							
3.11 Contrapiso Hormigón premezclado sin malla													■	■						
<b>4 Trabajos en albañilería</b>																				
4.1 Dintel														■	■					
4.2 Mampostería															■	■				
4.3 Enlucido interior																■	■			
4.4 Enlucido exterior																	■	■		
4.5 Enlucido de filos y fajas																		■	■	
4.6 Masillado de piso																			■	■

Elaborado por: Betancourt C. (2020)

Tabla 22

*Cronograma de construcción referencial en obra gris con sistema de paredes portantes*

Descripción	MES 1					MES 2					MES 3					MES 4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>1 Preliminares</b>																				
1.1 Limpieza de terreno																				
1.2 Replanteo y nivelación																				
<b>2 Movimiento de tierras</b>																				
2.1 Excavación manual para vigas de cimentación																				
<b>3 Estructuras</b>																				
3.1 Replanteo de Hs fc= 140 kg/cm2 (h=5cm)																				
3.2 Hormigón premezclado en losa de cimentación																				
3.3 Hormigón premezclado en losa																				
3.4 Hormigón premezclado en muros																				
3.5 Acero de refuerzo																				
3.6 Malla electrosoldada en cimentación																				
3.7 Malla electrosoldada en paredes																				
3.8 Malla electrosoldada en losa																				
3.9 Malla electrosoldada en losa																				
<b>4 Trabajos en albañilería</b>																				
4.1 Resanado en muros, filos y fajas																				
4.2 Resanado en tumbados																				
4.3 Alisado de piso en fresco																				

Elaborado por: Betancourt C. (2020)

Tabla 23

*Cronograma de construcción referencial en obra gris con sistema de paneles portantes propuestos*

Descripción	MES 1					MES 2					MES 3					MES 4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>1 Preliminares</b>																				
1.1 Limpieza de terreno																				
1.2 Replanteo y nivelación																				
<b>2 Movimiento de tierras</b>																				
2.1 Excavación manual para cimentación																				
<b>3 Estructuras</b>																				
3.1 Replanteo de Hs fc= 140 kg/cm2 (h=5cm)																				
3.2 Hormigón premezclado en losa de cimentación																				
3.3 Acero de refuerzo																				
3.4 Malla electrosoldada en cimentación																				
3.5 Timbado y chicoteado de paredes																				
3.6 Corte de paneles																				
3.7 Montaje de paneles																				
3.8 Riostra superior																				
3.9 Correas metálicas																				
3.10 Cubierta de zinc																				

Elaborado por: Betancourt C. (2020)

#### 4.10.3.3. Análisis de mano de obra de propuesta frente a otros sistemas

Sobre el análisis de mano de obra que se necesitaría en la elaboración de obra gris de una vivienda unifamiliar con 45.38 metros cuadrados, la tabla 24 determina que cuánto personal se necesita para llevar a cabo las diferentes etapas de la obra bajo el sistema tradicional de hormigón armado, en total se indica que 123 ocasiones es necesario contar con los diferentes trabajadores. En el caso de usar el sistema de paredes portantes las ocasiones se reducen a 74, mientras que con el propuesto se disminuyen las ocasiones en 62.

Tabla 24

*Resumen de mano de obra en obra gris con sistema tradicional de hormigón armado*

Descripción	Peón	Albañil	Cadenero	Maestro	Fierrero	Carpintero	Encofrador	Enlucidor
<b>1 Preliminares</b>								
1.1 Limpieza de terreno	2			1				
1.2 Replanteo y nivelación	1	1	1	1				
<b>2 Movimiento de tierras</b>								
2.1 Excavación manual para plintos y cimientos	2			1				
2.2 Relleno compactado	2			1				
<b>3 Estructuras</b>								
3.1 Replanteo de Hs $f_c=140$ kg/cm <sup>2</sup> (h=5cm)	6	1		1		1	1	
3.2 Hormigón en plintos $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	6	1		1		1	1	
3.3 Hormigón ciclopeo	6	1		1		1	1	
3.4 Hormigón premezclado en cadenas	6	1		1		1	1	
3.5 Hormigón premezclado en columnas	6	1		1		1	1	
3.6 Hormigón premezclado en vigas y losas	6	1		1		1	1	
3.7 Acero de refuerzo	2			1	1			
3.8 Malla electrosoldada para contrapiso	2			1	1			
3.9 Malla electrosoldada para losa $\varnothing 6$ mm	2			1	1			
3.10 Malla electrosoldada para losa $\varnothing 8$ mm	2			1	1			
3.11 Contrapiso Hormigón premezclado sin malla	6	1		1		1	1	
<b>4 Trabajos en albañilería</b>								
4.1 Dintel	6	1		1	1	1		
4.2 Mampostería	1	1		1				
4.3 Enlucido interior	1			1				1
4.4 Enlucido exterior	1			1				1
4.5 Enlucido de filos y fajas	1			1				1
4.6 Masillado de piso	1							1

Elaborado por: Betancourt C. (2020)

Tabla 25

*Resumen de mano de obra en obra gris con sistema de paredes portantes*

	Descripción	Peón	Albañil	Cadenero	Maestro	Fierrero	Carpintero	Encofrador	Enlucidor
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>								
1.1	Limpieza de terreno	2			1				
1.2	Replanteo y nivelación	1	1	1	1				
<b>2</b>	<b>Movimiento de tierras</b>								
2.1	Excavación manual para vigas de cimentación	2			1				
<b>3</b>	<b>Estructuras</b>								
3.1	Replanteo de Hs $f_c=140$ kg/cm <sup>2</sup> (h=5cm)	6	1		1		1	1	
3.2	Hormigón premezclado en losa de cimentación	6	1		1		1	1	
3.3	Hormigón premezclado en losa	6	1		1				
3.4	Hormigón premezclado en muros	6	1		1				
3.5	Acero de refuerzo	2			1	1			
3.6	Malla electrosoldada en cimentación	2			1	1			
3.7	Malla electrosoldada en paredes	2			1	1			
3.8	Malla electrosoldada en losa Ø6mm	2			1	1			
3.9	Malla electrosoldada en losa Ø8mm	2			1	1			
<b>4</b>	<b>Trabajos en albañilería</b>								
4.1	Resanado en muros, filos y fajas	1							1
4.2	Resanado en tumbados	1	1		1				
4.3	Alisado de piso en fresco	1	1		1				

Elaborado por: Betancourt C. (2020)

Tabla 26

*Resumen de mano de obra en obra gris con sistema de paneles portantes propuestos*

	Descripción	Peón	Albañil	Cadenero	Maestro	Fierrero	Carpintero	Encofrador	Enlucidor
<b>1</b>	<b>Preliminares</b>								
1.1	Limpieza de terreno	2			1				
1.2	Replanteo y nivelación	1	1	1	1				
<b>2</b>	<b>Movimiento de tierras</b>								
2.1	Excavación manual para cimentación	2			1				
<b>3</b>	<b>Estructuras</b>								
3.1	Replanteo de Hs $f_c=140$ kg/cm <sup>2</sup> (h=5cm)	6	1		1		1	1	
3.2	Hormigón premezclado en losa de cimentación	6	1		1		1	1	
3.3	Acero de refuerzo	2			1	1			
3.4	Malla electrosoldada en cimentación	2			1	1			
3.5	Timbado y chicoteado de paredes	2			1	1			
3.6	Corte de paneles	2	1		1				
3.7	Montaje de paneles	2	1		1				
3.8	Riostra superior	2	1		1				
3.9	Correas metálicas	2	1		1				
3.10	Cubierta de zinc	2	1		1				

Elaborado por: Betancourt C. (2020)

#### 4.10.4. Discusión

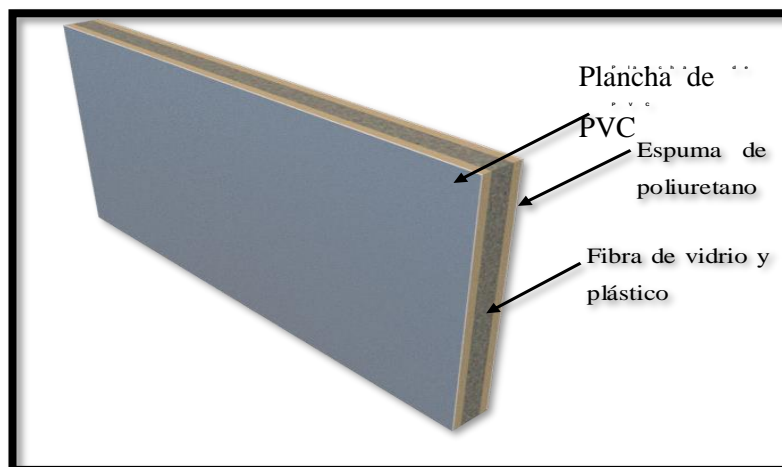
Observado que, realizando las pruebas de resistencia a la compresión y flexión, el panel supera los valores mínimos que indica la norma ecuatoriana, se considera en ese sentido, un panel portante aceptable, además de que pudo superar también el sometimiento a la humedad, adicional a esto el fuego sólo ocasionó molestias en la superficie, ya que el modelo cuenta con dos capas de espumas de poliuretano que son ignífugas.



**Imagen 61.** Panel propuesto  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

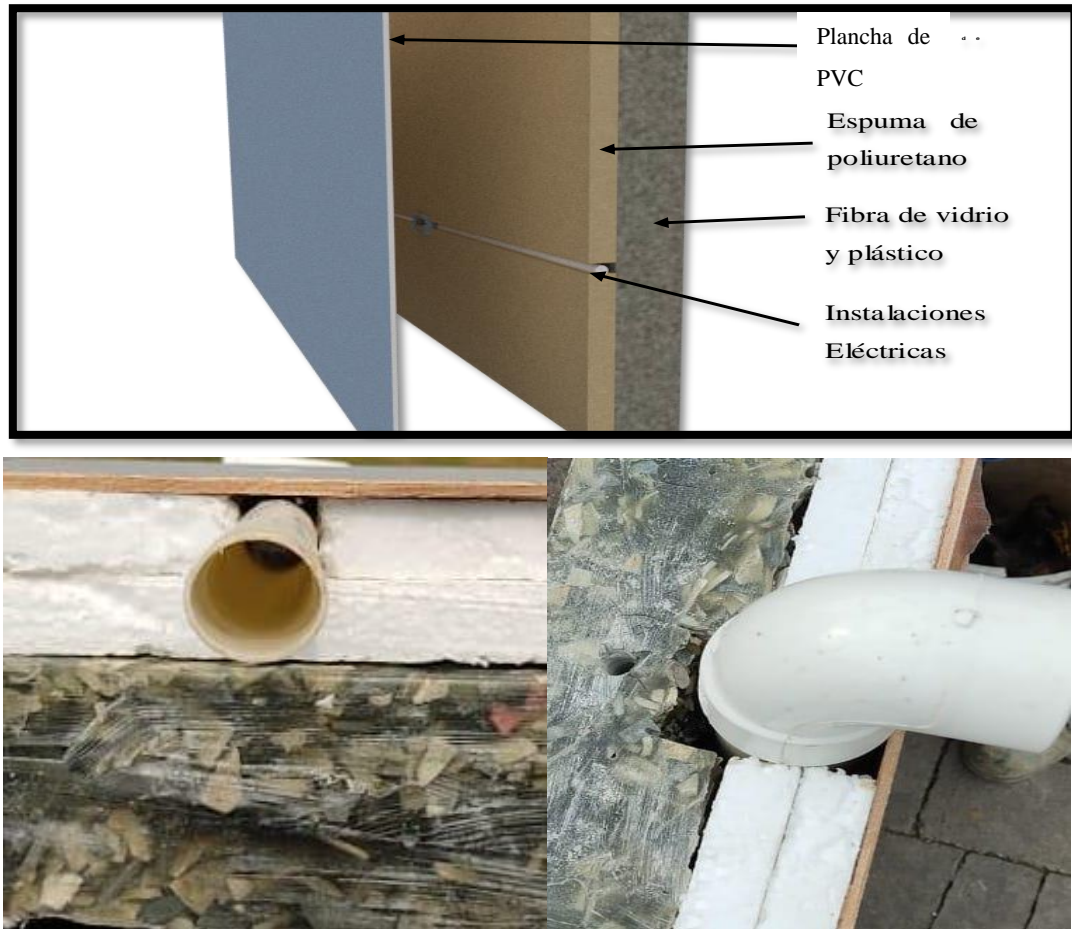
#### 4.10.5. Descripción del prototipo

El prototipo es un panel que contiene fibra de vidrio y plástico triturado más espuma de poliuretano, contenidos en una plancha de PVC. El conjunto garantiza rapidez en la elaboración de viviendas de interés social, bajo costo y la reducción de desperdicios comunes en ejecución de obras.



**Imagen 62.** Propuesta final  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)





**Imagen 63.** Instalaciones eléctricas  
**Fuente:** Betancourt C. (2019)

Como muestra en la imagen 63, las instalaciones eléctricas o sanitarias en este tipo de construcción se dispondrán en la sección de la espuma de poliuretano, entre la plancha de PVC y el módulo de fibra de vidrio y plástico triturado.

Con respecto a instalaciones de tuberías para desagües de dos pulgadas, se requiere realizar un corte de dos centímetros en el módulo de fibra de vidrio y plástico triturado, lo cual no afecta de ninguna manera el comportamiento estructural del panel debido a que nuestra malla electrosoldada de cuatro milímetros se encuentra centrada en la capa mencionada.

#### **4.10.6. Presupuesto referencial**

Tabla 27

Costo de prototipo por panel estándar

Presupuesto referencial panel por panel 1,02mx2,24m

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo Total
Material reciclado	5	kg	\$ 0,64	\$ 3,20
Triturado	1	u	\$ 5,00	\$ 5,00
Fibra de vidrio	226,8	gr	\$ 0,02	\$ 3,40
Resina cobalto	3	lt	\$ 4,00	\$ 12,00
Espuma de poliuretano	1	u	\$ 7,50	\$ 7,50
Plancha de PVC	1	u	\$ 2,00	\$ 2,00
Malla electrosoldada	1	u	\$ 10,00	\$ 10,00
Transporte	1	u	\$ 20,00	\$ 3,33
Mano de obra	2	u	\$ 3,35	\$ 6,70
Herramienta menor	1	Global	\$ 0,55	\$ 0,55
<b>Total</b>			<b>\$53,06</b>	<b>\$ 53,68</b>

Fuente: Betancourt C. (2019)

#### 4.11. Propuesta de instalación del panel

Al desarrollar la construcción con la implementación del panel modular tenemos como referencia la medida del panel de 2.24 x 1.02 metros, se interconecta con cortes de varillas de hierro que posee un grosor de 8 milímetros y 60 centímetros de largo, se realiza una perforación lateral en cada panel para su colocación.



Imagen 64. Instalación del panel modular con varilla de hierro

Fuente: Betancourt C. (2020)



**Imagen 65.** Instalación de pared con panel portante propuesto.  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

#### **4.12 Desarrollo del trabajo de investigación: Uso in situ del panel modular portante con uso de plástico, fibras de vidrio y espuma de poliuretano para construcción de vivienda social**

La estructura se recubre con plástico PVC transformándose en un producto con propiedades estructurales, térmicas y acústicas, dando por resultado un sistema constructivo simple.

Para el análisis de las características del panel, se realizan pruebas de resistencia del panel sumergido, pruebas de humedad y temperatura.

#### **4.11.1 Prueba empírica al agua**

Consiste en someter al panel al contacto con el agua, para verificar su comportamiento a la humedad, para esto se procede a llenar con agua a una piscina plástica con 1 metro cúbico aproximadamente, sumergiendo el panel en la misma, para luego de 24 horas ser retirado del agua. Cabe mencionar que el prototipo fue pintado previamente con dos capas de pintura para exteriores con el fin de observar el comportamiento incluyendo este acabado.



**Imagen 66.** Panel sometido al agua  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

#### **4.11.1.2 Análisis**

Con esta prueba se determinó si después de ser sometido al agua, el panel sufre deterioraciones, presenta desprendimientos o hinchamiento en las uniones, lo que no sucedió siendo que se observó que la espuma de poliuretano ayudó a resistir la humedad y la conservación del panel.





**Imagen 67.** Panel sometido al agua  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

#### **4.11.2 Prueba empírica de reacción al fuego**

Implica observar cambios considerables que presente el panel al ser este sometido al fuego: se procedió a empapar la superficie del prototipo con líquido para encendedor, para luego ser encendido con un mechero como se muestran en las figuras 68. Es necesario diferenciar las diferentes reacciones que podrían desplegarse, una de ellas es la oxidación, que consiste en que el objeto al que se agregó la llama no eleva su temperatura o en pequeña cantidad, tampoco emite demasiada luz, además que en este proceso no se siente calor en el ambiente.

Otras reacciones son la combustión, que incluye visible emisión de luz, además de una aceptable emisión de calor, se observa que la llama crece hasta unos centímetros; no obstante, hay una tercera reacción que se denomina deflagración, que hace que la llama aparezca de inmediato, y con ésta que aumenta considerablemente en centímetros e iniciando con la emisión de luz, ésta va creciendo a medida que no se lo controle.



**Imagen 68.** Panel sometido al fuego  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

#### ***4.11.2.1 Análisis***

Una vez que el fuego se desplegó en el panel, se esperó 5 minutos para observar su comportamiento, a continuación, despejamos el fuego con una tela humedecida, se pudo observar que el panel quedó con una ligera mancha oscura que afectó el acabado de pintura.



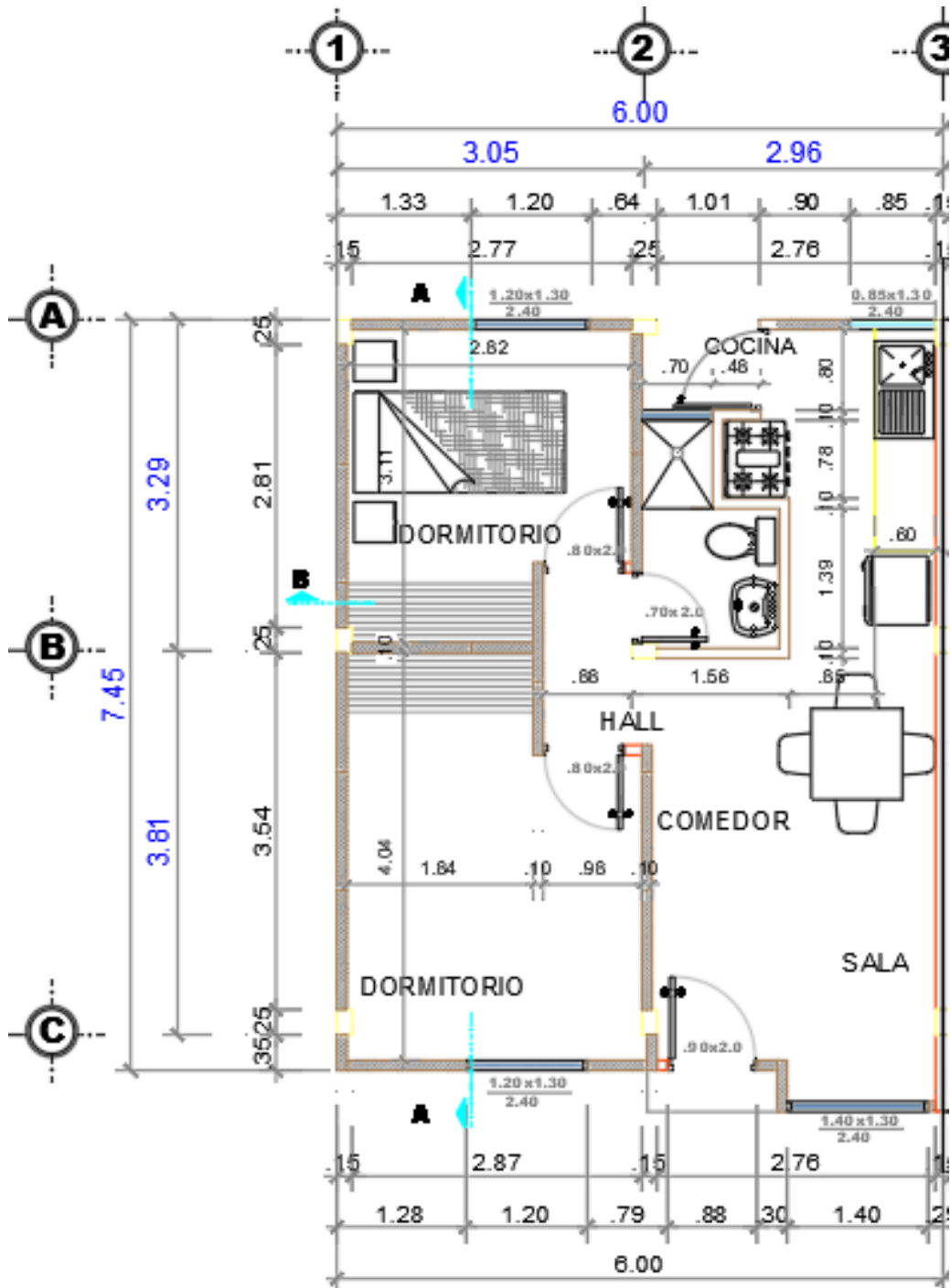
**Imagen 69.** Panel sometido al fuego  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

Al ser sometido a cambios de temperatura, no se presenció una transformación drástica en la estructura del panel, no obstante, se puede observar en la imagen 69 de la prueba de fuego, una ligera decoloración, pero en términos estructurales, no se generó daños internos en el panel modular teniendo así un resultado favorable a las pruebas realizadas en el laboratorio y las pruebas in situ de la investigación.

El panel modular está diseñado para el uso de una vivienda social, a continuación, se muestra los planos de las plantas arquitectónicas en el cual se proyectaría el uso del panel modular.

## 4.12 Planos explicativos

### 4.12.1 Planta tipo

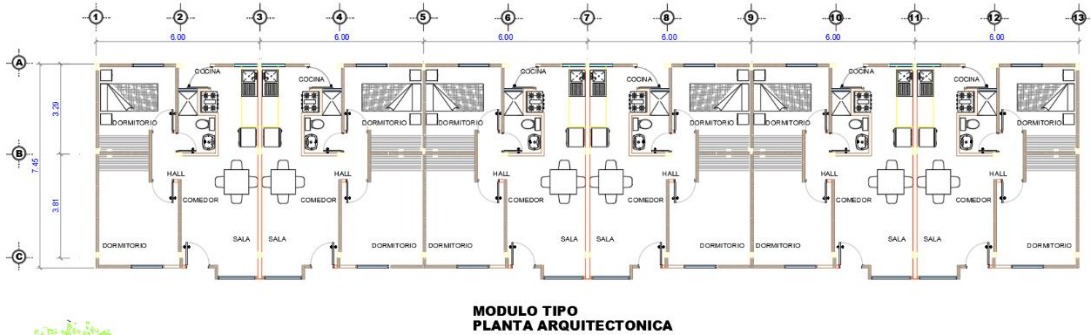


**Imagen 70.** Planta tipo de vivienda de interés social.

**Fuente:** Betancourt C. (2020)

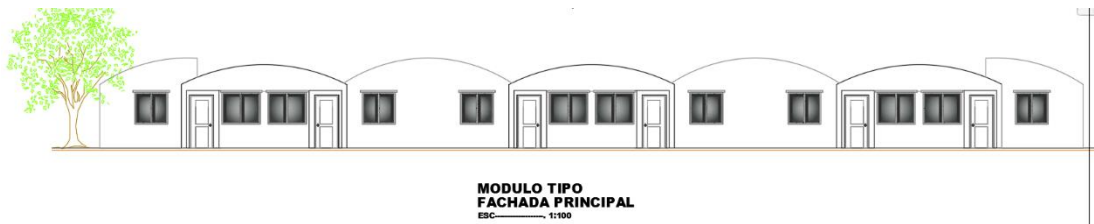


#### 4.12.2 Bloque modular de vivienda de interés social



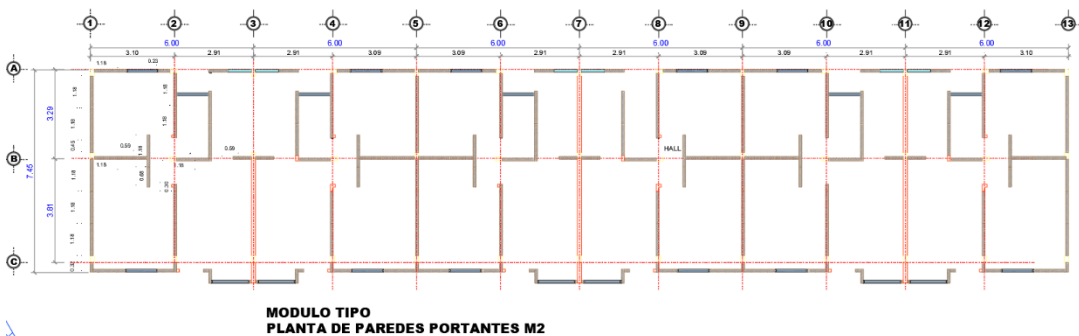
**Imagen 71.** Bloque de interés social  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

#### 4.12.3 Fachada de bloque modular de vivienda de interés social



**Imagen 72.** Fachadas de bloques de interés social  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

#### 4.12.4 Posición de paneles portantes



**Imagen 73.** Planta de bloques de viviendas de interés social.  
**Fuente:** Betancourt C. (2020)

#### 4.12.5 Cortes de vivienda tipo

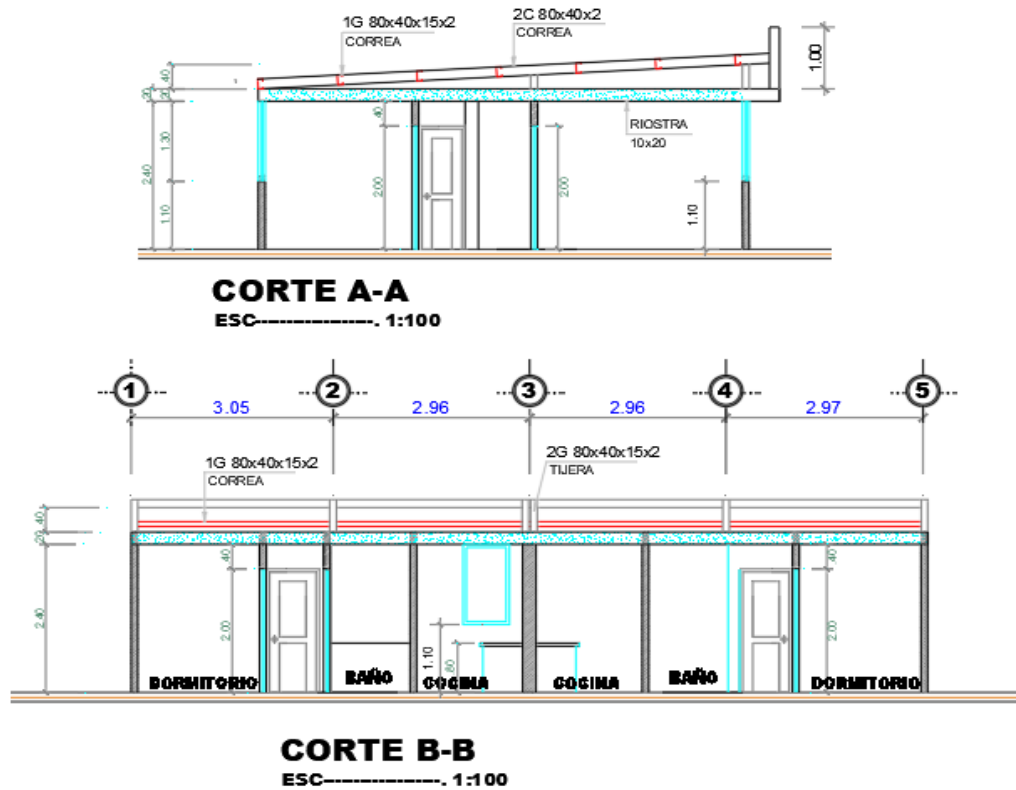


Imagen 74. Corte A-A' y B-B'  
Fuente: Betancourt C. (2020)

#### 4.12.6.- Cubierta de bloque modular de vivienda de interés social

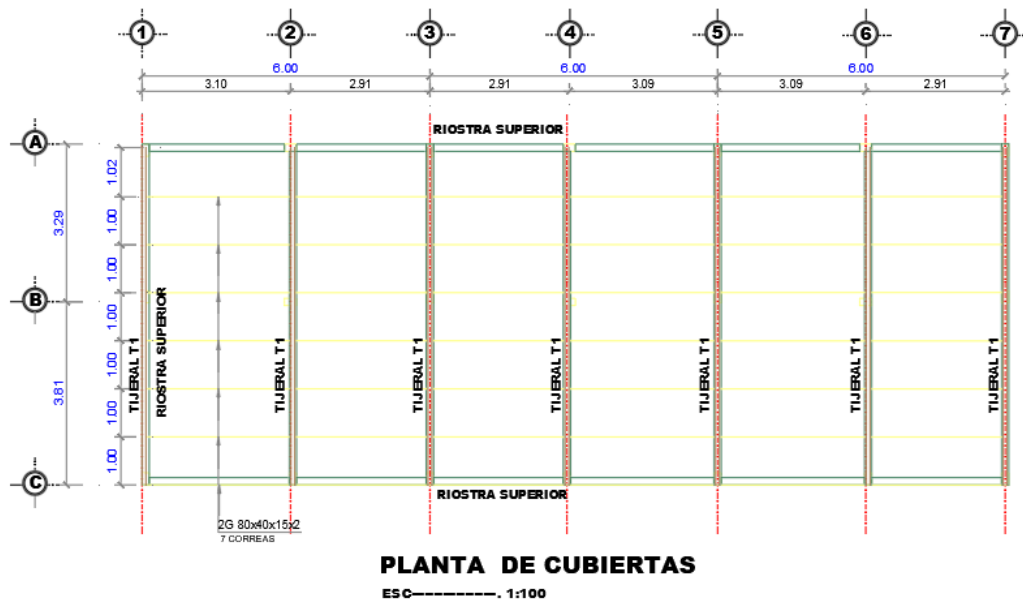


Imagen 75. Cubierta de bloque de vivienda de interés social.  
Fuente: Betancourt C. (2020)

## CONCLUSIONES

Como análisis concluyente se presenta que la propuesta mantiene elementos eficaces a la hora de formar un panel portante, considerando que el plástico es un material muy fácil de conseguir y con un tratamiento previo no tan costoso; la fibra de vidrio también aporte como componente que brinda durabilidad y forma al prototipo; la espuma de poliuretano que previene el paso de la temperatura exterior al interior de la vivienda.

En efecto, si se considera el uso del plástico como materia prima en sistemas prefabricados, sería una opción altamente recomendable ya que, según su tipo, el plástico puede mantener sus propiedades originales luego de ser sometido a la deformación, evidenciando así su fácil reutilización en otros proyectos, fomentando la sostenibilidad de un elemento que en otros contextos es considerado como dañino e indestructible que afecta a muchas comunidades urbanas.

Sobre el cumplimiento de los objetivos, el primero se justifica en la fundamentación teórica, donde se presentan las propiedades investigadas de cada uno de las materias primas, así como las distintas aplicaciones que tienen en la construcción, las cuales reafirman la utilidad del prototipo. La segunda consigna que consiste en la elaboración de los moldes fue cumplida cabalmente, ya que se hicieron las primeras pruebas con moldes de madera, siendo que esta absorbía los líquidos de la mezcla, demostrando que no puede ser utilizada para el fin; mientras que esto no sucedió con los moldes metálicos que se consiguen en tiendas de materiales de construcción ya producidos.

El tercer objetivo también es cumplido ya que se basó la propuesta en las siguientes normas: Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Constituyente, 2008), Ley de Gestión Ambiental (Congreso Nacional, 2004, Ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso (...) en el cantón Guayaquil (Concejo Municipal, 2018), Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2634, disposición de desechos plásticos post-industriales. Requisitos – 2012. (INEN, 2012).

Por ultimo en el cuarto objetivo se identificaron las porciones para cada muestra de la siguiente manera: se usó 1360,8 gramos de plástico triturado, 250 gramos de fibra de vidrio y un litro de resina en la primera muestra, en la segunda se aplicó 1260,8 gramos de plástico triturado; 350 gramos de fibra de vidrio y un litro de resina, en la tercera se empleó 1360,8 gramos de plástico triturado; 350 gramos de fibra de vidrio y 900 milímetros de resina, en la cuarta se designó 1460,8 gramos de plástico triturado; 350 gramos de fibra de vidrio y 850 milímetros de resina, y en el último ejemplar se utilizó 1360,8 gramos de plástico triturado; 450 gramos de fibra de vidrio y 800 milímetros de resina.

Ya en materia funcional, se da cumplimiento al último objetivo que expone la calidad de la propuesta mediante las comparaciones de las propiedades mecánicas de cada muestra, se las indica conforme a los análisis de la resistencia a la compresión en la que fueron sometidas los cinco ejemplares que se hicieron semejantes a un muro portante de hormigón con 21 mega pascales a 28 mega pascales; los resultados arrojaron resistencias capaces de entre 29 mega pascales a 32 mega pascales.

En lo referente a las pruebas de laboratorio y pruebas in situ, se muestra un resultado satisfactorio en cuanto a la resistencia del panel al ser expuesto a diferentes condiciones químicas y físicas.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda usar equipos necesarios de protección en la elaboración de los paneles, tales como guantes, mascarillas, botas, inclusive sorderas para evitar afectación por el ruido que produce triturar los plásticos, todo esto con el fin de optimizar el proceso en la elaboración de otros tipos de materiales innovadores en y procurar evitar accidentes que incidan en su industrialización, además de preservar daños en la salud humana y su agilidad en la fabricación.

Se recomienda considerar la investigación de además de muchos más residuos de plásticos como residuos de botellas plástica (PET), pues en este estudio solo se incluyó PVC para elaborar las muestras, lo que llevaría a incrementar la facilidad de obtención de las mismas a ampliar las variedades de materias primas.

Adicional a esto se recomienda almacenar los paneles en lugares con condiciones ambientales decentes, es decir, factores como humedad, temperaturas extremas, exposición directa al sol, etc. deben ser llevados al mínimo, ya que estos podrían deteriorar la textura o decolorar superficialmente, inclusive pudiendo afectar a la espuma de poliuretano que se encuentra expuesta en el canto del panel al no estar instalado.

Se recomienda trasladar el producto con precaución de no causar daño en las esquinas, ya que al referirnos a módulos estos requieren tener cierta precisión geométrica para su fácil instalación y correcto funcionamiento.

Los paneles no deben ser perforados en exceso, debido a que debilitaría la resina que conforma el mismo, produciéndose micro fisuras.

No sobrecargar los paneles apilando estos en exceso, ya que podría afectar su recubrimiento de espuma y plástico debilitándolos a largo plazo.

En definitiva, este proyecto indica los criterios sostenibles inmersos en el diseño de una vivienda de carácter social, además de la eficiencia en los procedimientos para realizar experimentos de este tipo, este estudio da la apertura a mejorar las propiedades de elementos similares, en distintos puntos para la comunidad, que evoque el cuidado del medio ambiente, bajo el uso de materiales que duran muchos años en degradarse, reduciendo tiempo y los residuos post ejecución de obras, por lo que se recomienda el análisis de sistemas de paneles con materiales similares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcus. (20 de 11 de 2015). *Arcus global*. Obtenido de <https://www.arcus-global.com/wp/arquitectura-modular/>
- Areatecnologia. (08 de 01 de 2020). Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/LOS%20PLASTICOS.htm>
- Argüello, F. (2015). *Prototipo de vivienda de bajos recursos con material reciclado (modelación SAP, caracterización de los Materiales, animación virtual)-Argüello, 2015*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República de Ecuador*. Montecristi: Asamblea Nacional.
- Cantitec. (21 de 03 de 2018). *Cantitec*. Obtenido de <https://www.cantitec.es/espuma-de-poliuretano-tipos-utilidades/>
- Cobeña, J. (17 de 11 de 2016). Especial: Arquitectura plástica-construcciones más rápidas y duraderas. (E. oficial, Entrevistador)
- Coelho, F. (17 de 05 de 2019). *Significados*. Obtenido de <https://www.significados.com/metodologia/>
- Concejo Municipal. (2018). “*ORDENANZA PARA REGULAR LA FABRICACIÓN, EL COMERCIO DE CUALQUIER TIPO, DISTRIBUCIÓN Y ENTREGA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO*”. Guayaquil: Municipio de Guayaquil.
- Congreso Nacional. (2004). *Ley de Gestión Ambiental*. (L. c. codificación, Ed.) Quito: Lexis. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Construmática. (11 de 06 de 2019). *Construmática*. Obtenido de [https://www.construmatica.com/construpedia/Clasificaci%C3%B3n\\_de\\_Elementos\\_Prefabricados](https://www.construmatica.com/construpedia/Clasificaci%C3%B3n_de_Elementos_Prefabricados)

- Danel, O. (11 de 2015). Población, muestra. Técnica e instrumentos de recopilación de información. La Habana, Cuba.
- De maquinarias. (30 de 08 de 2019). *De maquinarias y herramientas*. Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/que-es-la-espuma-de-poliuretano>
- Ferrer, J. (2010). *Metodología*. Recuperado el 22 de 03 de 2018, de <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>
- Hincapié, S. (28 de 01 de 2014). *Investigación*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <http://sanjahingu.blogspot.com/2014/01/metodos-tipos-y-enfoques-de.html>
- INEN. (2012). *NTE INEN 2634*. Quito: MIDUVI CAMICON.
- IPUR. (03 de 01 de 2017). *Asociación de la Industria de Poliuretano Rígido*. Obtenido de <https://aislaconpoliuretano.com/origen-obtencion-poliuretano.htm>
- IPUR. (02 de 03 de 2017). *Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido*. Obtenido de <https://aislaconpoliuretano.com/resistencia-mecanica-poliuretano-proyectado.htm>
- Maldonado, N., & Terán, P. (2014). *Análisis comparativo entre sistemas de pórticos y sistema de paredes portantes de hormigón (M2) para un edificio de vivienda de 6 pisos*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Méndez, A. (20 de 06 de 2017). *Culturavia*. Obtenido de <http://www.culturavia.com/blog/2017/06/20/arquitectura-modular-usos-beneficios/>
- Pérez, J., & Gardey A. (2019). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/panel/>
- Plaremesa. (14 de 06 de 2016). *Plaremesa*. Obtenido de <https://www.plaremesa.net/fibra-de-vidrio-precio-usos-caracteristicas-y-aplicaciones/>
- Plasticseurope. (31 de 01 de 2020). *Plastics Europe*. Obtenido de <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics>

RAE. (2014). *Panel*. Madrid: Real Academia Española.

Recursos de Autoayuda. (08 de 11 de 2017). *Recursos de Autoayuda*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <https://www.recursosdeautoayuda.com/investigacion-de-campo/>

Romero, J., & Quesada, J. (2018). *Paneles para revestimiento de fachadas, fabricados en base a hormigón, con estructura de fibras sintéticas*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Serrador, V. (08 de 07 de 2017). *MOJURU*. Obtenido de <https://www.mojuru.com/arquitectura-modular-prefabricada/>

Soluciones en acero. (06 de 11 de 2017). *Soluciones en acero*. Obtenido de <https://soliacero.com.mx/tipos-de-paneles-prefabricados-y-la-ventajas-de-multymuro/>

Termiser. (07 de 06 de 2016). *Termiser*. Obtenido de <http://termiserprotecciones.com/propiedades-fisicas-de-la-espuma-de-poliuretano/>

Termiser. (26 de 09 de 2017). *Termiser*. Obtenido de <https://www.termiser.com/caracteristicas-tecnicas-de-la-fibra-de-vidrio/>

UNAM. (S.f). *UNAM*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <http://fournier.facmed.unam.mx/deptos/seciss/images/investigacion/12.pdf>

Universia Costa Rica. (04 de 2017 de 2017). *Universia Costa Rica*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de <http://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>

Velázquez, A. (17 de 08 de 2018). *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>

Vílchez, S. (2017). *Análisis de paneles de poliestireno expandido Emmedue, en la mejora del proceso constructivo en viviendas unifamiliares en Pachacamac*. Lima: Universidad César Vallejo.



## ANEXOS

### 4.12. Anexo 1.- Encuesta que se debe aprobar para continuar



#### ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE DISEÑO DE UN PANEL ECOLÓGICO PARA CUBIERTAS EN EDIFICIOS INDUSTRIALES

##### 1.-¿Usa con frecuencia los paneles portantes?

<u>Opción</u>	
Muy de acuerdo	<input type="checkbox"/>
De acuerdo	<input type="checkbox"/>
En desacuerdo	<input type="checkbox"/>
Indefinido	<input type="checkbox"/>

##### 2.- ¿Le gustaría innovar en la instalación de paneles portantes?

<u>Opción</u>	
Muy de acuerdo	<input type="checkbox"/>
De acuerdo	<input type="checkbox"/>
En desacuerdo	<input type="checkbox"/>
Indefinido	<input type="checkbox"/>

##### 3.- ¿Considera que la relación costo-tiempo en paneles portantes es óptima?

<u>Opción</u>	
Muy de acuerdo	<input type="checkbox"/>

De acuerdo	
En desacuerdo	
Indefinido	

**4.- ¿Cree que el sistema de paneles portantes es de gran utilidad en el sector?**

<b>Opción</b>	
Muy de acuerdo	
De acuerdo	
En desacuerdo	
Indefinido	

**5.- ¿Considera que pueden elaborarse paneles portantes a partir del plástico?**

<b>Opción</b>	
Muy de acuerdo	
De acuerdo	
En desacuerdo	
Indefinido	

**6.- ¿Cree que el plástico es un buen material en la construcción?**

<b>Opción</b>	
Muy de acuerdo	
De acuerdo	
En desacuerdo	
Indefinido	

**7.- ¿Aprobaría el uso paneles portantes en viviendas sociales?**

<b>Opción</b>	
Muy de acuerdo	
De acuerdo	
En desacuerdo	
Indefinido	

**8.- ¿Un panel con plástico, fibra de vidrio y espuma de poliuretano sería de buena calidad?**

<b>Opción</b>	
Muy de acuerdo	
De acuerdo	
En desacuerdo	
Indefinido	