



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ARQUITECTURA**

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

**TEMA**

**PROTOTIPO DE CUBIERTAS ECOLÓGICAS EN BASE DE  
TETRABRIK Y PLÁSTICO (PET) RECICLADOS PARA EL ÁREA  
DE LA CONSTRUCCIÓN**

**TUTORA**

**MG. ARQ. LISSETTE CAROLINA MORALES ROBALINO**

**AUTOR**

**DAVID EUGENIO FLORES VERA**

**GUAYAQUIL**

**2020**

## REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:**

Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción.

**AUTOR/ES:**

Flores Vera David Eugenio

**REVISORES O TUTORES:**

MG. ARQ. Morales Robalino Lissette Carolina

**INSTITUCIÓN:**

**Universidad Laica Vicente  
Rocafuerte de Guayaquil**

**Grado obtenido:**

Arquitecto

**FACULTAD:**

Ingeniería Industria y Construcción

**CARRERA:**

Arquitectura

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

2020

**N. DE PAGS:**

193

**ÁREAS TEMÁTICAS:**

Arquitectura y Construcción

**PALABRAS CLAVE:**

Materiales de construcción; Desperdicio; Plásticos; Vivienda

**RESUMEN:**

El presente proyecto de investigación trata sobre un modelo de cubierta ecológico hecho a base de materiales reciclados como lo son el tetrabrik y el plástico (PET) que en el transcurso de los días genera un efecto no favorable al planeta, haciendo que este estudio se enfoque en mejorar dicho impacto planteando la confección de un nuevo prototipo de cubierta que aportara a la descontaminación y servirá para el desarrollo de vivienda de personas de escasos recursos o quien desee adquirirlo, las técnicas de investigación son: bibliografías, encuestas y entrevistas, la muestra de este estudio es probabilística, el modelo propuesto se logró por medio de varios experimentos que ayudaron a definir la dosificación correspondiente para cada muestra, en el cual se definieron dos modelos con diferente forma de agregado de materia prima, uno por capas y el otro por mezcla, se

<p>realizaron pruebas para definir las resistencias a la flexión y absorción de agua de estos dos tipos, dando como resultado modelos económico, resistente y de utilidad para el área de la construcción debido a que cumple con las normas establecidas en el Ecuador, se define a la propuesta con el nombre de cubierta Ppetbrik.</p>		
<p><b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b></p>	<p><b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b></p>	
<p><b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b></p>		
<p><b>ADJUNTO PDF:</b></p>	<p><b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/></p>	<p><b>NO</b> <input type="checkbox"/></p>
<p><b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Flores Vera David Eugenio</p>	<p><b>Teléfono:</b> 0958797553</p>	<p><b>E-mail:</b> dfloresv@ulvr.edu.ec</p>
<p><b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b></p>	<p>Mg. Alex Salvatierra Espinoza, Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y construcción. <b>Teléfono:</b> (04) 2596500 <b>Ext.</b> 241 <b>E-mail:</b> asalvatierrae@ulvr.edu.ec</p> <p>Mg. María Dueñas Barberán <b>Teléfono:</b> (04) 2596500 <b>Ext.</b>260 <b>E-mail:</b> mduenasb@ulvr.edu.ec</p>	

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO



## Urkund Analysis Result


Analysed Document: Urkund Tesis.docx (D60295202)  
Submitted: 04/12/2019 21:36:00  
Submitted By: lmoralesr@ulvr.edu.ec  
Significance: 1 %

### Sources included in the report:

TESIS JORGE PARA URKUND.docx (D54371366)  
L.Cevallos.docx (D54818037)  
Karen Lozano Zamora Urkund.docx (D50075770)  
<https://docplayer.es/amp/126608719-Universidad-laica-vicente-rocafuerte-de-guayaquil-facultad-de-de-ingenieria-industria-y-construccion.html>

### Instances where selected sources appear:

5

  
Revisado  
Tesis David Flores.

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

El estudiante egresado DAVID EUGENIO FLORES VERA, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, (Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción), 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

Firma:



DAVID EUGENIO FLORES VERA

C.I. 0927340380


## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación (Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción), designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: (Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción), presentado por el estudiante DAVID EUGENIO FLORES VERA como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.

Firma: \_\_\_\_\_



MG. ARQ. LISSETE CAROLINA MORALES ROBALINO

C.C. 2000071932

## **DEDICATORIA**

*A Dios por darme la oportunidad de vivir esta experiencia, llenar mi vida de grandes momentos y de lindas personas, por darme el valor y la inteligencia para seguir adelante y hacer realidad mis sueños.*

*A mis Padres Joaquín Flores Vinueza y Mercedes Vera Muñoz por ser mi fuente de inspiración, mi ejemplo a seguir, que siempre me respaldan y me guían en todo momento para evitar que cometa errores.*

*A mis hermanos Andrés, César y Katusca por brindarme su protección y compañía en todo momento, a mis sobrinos que son parte fundamental en mi vida, y a Adriana Ortiz una excelente persona que siempre está cuando la necesito, por su paciencia y ser la persona que le da vida a mi mundo.*

*A mis amigos, personas con las que puedes contar, aprender, compartir bonitas experiencias, que ayudan a salir de tu rutina diaria para despejar la mente y obtener una nueva perspectiva de la vida.*

*A todas las personas que hicieron esto posible.*

**DAVID EUGENIO FLORES VERA**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a las autoridades de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil por abrirme las puertas y permitirme culminar mis estudios.*

*Agradezco a cada uno de los docentes de la facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, por compartirme sus conocimientos con paciencia y fervor.*

*Gratificación especial a mi tutora la Arq. Carolina Morales por su incondicional apoyo y nuevos conocimientos en la etapa de titulación.*

*Agradezco a mi anterior tutora la Arq. Jacqueline Luna y a mi docente Arq. Isabel Murillo por sus consejos y despejar mis inquietudes en el proceso de investigación.*

*Agradezco a las instituciones que me colaboraron para poder realizar mi proyecto de investigación.*

*A mis compañeros de aula que vivieron esta experiencia a lo largo de la carrera brindándome su apoyo y conocimientos.*

**DAVID EUGENIO FLORES VERA**



# ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.3. Formulación del Problema.....	4
1.4. Sistematización del Problema.....	4
1.5. Objetivos de la Investigación.....	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Justificación.....	5
1.7. Delimitación del Problema.....	6
1.8. Hipótesis.....	7
1.8.1. Variable Independiente.....	7
1.8.2. Variable Dependiente.....	7
1.9. Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Marco Teórico.....	8
2.1.1. Historia de la Cubierta.....	8
2.1.1.1. Cubierta.....	10
2.1.1.2. Tipos de cubierta.....	11
2.1.1.3. Formas de Cubierta.....	12
2.1.1.4. Tipos de Cubiertas Planas.....	16
2.1.1.5. Cubiertas según su material de acabado.....	19
2.1.1.6. Elementos que componen la estructura de una cubierta.....	31
2.1.1.7. Tipos de cubiertas en el Ecuador.....	32
2.1.2. Historia del Tetrabrik.....	32
2.1.2.1. Producción y distribución de Tetra-Pak.....	34
2.1.2.2. Tetra-Pak en Ecuador.....	34
2.1.2.3. Tetrabrik.....	35
2.1.2.4. Composición del Tetrabrik.....	35
2.1.2.5. Procedencia de los componentes del tetrabrik.....	36

2.1.2.6. Reciclaje del Tetrabrik. ....	37
2.1.2.7. Proceso de reciclado del tetrabrik. ....	39
2.1.2.8. Degradación y contaminación del tetrabrik. ....	40
2.1.3. Historia del Plástico PET. ....	41
2.1.3.1. Plástico PET. ....	41
2.1.3.2. Proceso del Plástico PET. ....	42
2.1.3.3. Propiedades del plástico PET. ....	43
2.1.3.4. Clasificación del Plástico. ....	45
2.1.3.5. Impacto Ambiental del Plástico. ....	47
2.1.3.6. Reciclaje del Plástico PET. ....	49
2.1.3.7. Máquinas para reciclar el plástico. ....	51
2.1.3.8. Ventajas y desventajas del plástico PET. ....	53
2.1.4. Información general del sector de estudio. ....	53
2.1.4.1. Clima y temperatura de la ciudad de Guayaquil. ....	55
2.1.4.2. Economía de Guayaquil. ....	55
2.1.4.3. Reciclaje en Guayaquil. ....	56
2.1.4.4. Impacto ambiental en Guayaquil. ....	56
2.1.5. Marco Teórico Referencial. ....	57
2.2. Marco conceptual. ....	59
2.2.1. Prototipo. ....	59
2.2.2. Reciclaje. ....	59
2.2.3. Residuos. ....	60
2.2.4. Contaminación ambiental. ....	60
2.2.5. Construcción. ....	61
2.2.6. Ecológico. ....	61
2.2.7. Polipropileno. ....	61
2.2.7.1. Características y propiedades del polipropileno. ....	62
2.2.8. Polímeros. ....	62
2.2.8.1. Peletizado de polímeros. ....	63
2.2.9. Prensa. ....	63
2.2.9.1. Prensa Hidráulica. ....	64
2.2.10. Vivienda. ....	64
2.3. Marco legal. ....	65
2.3.1. Leyes y Reglamentos. ....	65
2.3.2. Constitución de la República del Ecuador. ....	65

2.3.3. Plan Nacional de Desarrollo - Toda Una Vida .....	68
2.3.4. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) .....	70
2.3.5. Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) - INEN .....	71
CAPÍTULO III.....	75
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	75
3.1. Metodología.....	75
3.2. Tipo de investigación. ....	75
3.3. Enfoque de la investigación.....	76
3.3.1. Enfoque cualitativo. ....	76
3.3.2. Enfoque cuantitativo. ....	76
3.4. Técnicas de investigación.....	77
3.5. Población. ....	77
3.6. Muestra. ....	78
3.7. Procesamiento y análisis de resultados.....	78
3.7.1. Resultado de entrevistas.....	79
3.7.2. Resultado de encuestas .....	83
CAPÍTULO IV .....	94
PROPUESTA.....	94
4.1. Tema. ....	94
4.2. Descripción de la propuesta.....	94
4.3. Materia prima. ....	94
4.4. Materiales y herramientas.....	95
4.5. Desarrollo del proyecto. ....	97
4.5.1. Diagrama de flujo del proceso. ....	97
4.5.2. Técnica para preparar la materia prima del tetrabrik. ....	97
4.5.3. Técnica para preparar la materia prima del plástico (PET). ....	99
4.5.4. Análisis del Plástico PET y el Tetrabrik a 250° .....	99
4.5.5. Fabricación de la prensa artesanal. ....	101
4.5.6. Experimentos para la elaboración del prototipo de cubierta.....	102
4.5.6.1. Experimento # 1. ....	102
4.5.6.2. Experimento # 2. ....	103
4.5.6.3. Experimento # 3. ....	104
4.5.6.4. Experimento # 4. ....	105
4.5.6.5. Experimento # 5. ....	107
4.5.6.6. Experimento # 6. ....	108

4.5.6.7. Experimento # 7. ....	109
4.5.6.8. Experimento # 8. ....	111
4.5.6.9. Experimento # 9. ....	112
4.5.6.10. Experimento # 10. ....	113
4.5.6.11. Experimento # 11. ....	115
4.5.6.12. Experimento # 12. ....	116
4.5.7. Resultados obtenidos. ....	117
4.5.8. Pruebas de resistencia. ....	119
4.5.8.1. Prueba de corrosión. ....	120
4.5.8.2. Ensayo de combustión. ....	121
4.5.8.3. Ensayo de flexión. ....	122
4.5.8.4. Ensayo de absorción de agua. ....	123
4.5.8.5. Análisis de las pruebas de resistencias. ....	125
4.6. Presupuesto referencial. ....	125
4.7. Proceso de colocación. ....	127
4.8. Dimensiones de las placas Ppetbrik. ....	132
4.9. Propuesta de cubierta en el área de la construcción. ....	133
4.10. Conclusiones. ....	145
4.11. Recomendaciones. ....	147
4.12. Glosario. ....	148
4.13. Bibliografía ....	149
ANEXOS ....	157

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Línea de investigación de FIIC. ....	7
Tabla 2: Propiedades mecánicas y físicas del PET por la ASTM y DIN. ....	43
Tabla 3: Propiedades Químicas del PET a temperatura ambiente (25°C). ....	43
Tabla 4: Propiedades térmicas del PET a temperatura ambiente (25°C) por la ASTM y DIN. ....	43
Tabla 5: Resistencia del PET a distintas sustancias químicas ....	44
Tabla 6: Ventajas y desventajas del PET. ....	53
Tabla 7: Clima y temperatura de Guayaquil. ....	55
Tabla 8: Resistencia a la flexión de las tejas. ....	71
Tabla 9: Absorción de agua de las tejas. ....	72
Tabla 10: Conocimiento de cubiertas ecológicas. ....	83
Tabla 11: Materiales reciclados en la construcción. ....	84
Tabla 12: Cubiertas con material reciclado para disminuir la contaminación. ....	85
Tabla 13: Combinación de materiales reciclados. ....	86
Tabla 14: Compra de productos con material reciclado. ....	87
Tabla 15: Cubierta a base de material reciclado es económico. ....	88
Tabla 16: Reciclaje de envases tetrabrik o botellas de plástico PET. ....	89
Tabla 17: Utilizaría o sugeriría una cubierta ecológica a partir de materiales reciclados. ....	90
Tabla 18: Proyecto de vivienda a base de material reciclado. ....	91
Tabla 19: Diseños de prototipos para cubierta. ....	92
Tabla 20: Dosificación del análisis del PET y el tetrabrik a 250° ....	100
Tabla 21: Dosificación experimento # 1. ....	102
Tabla 22: Dosificación experimento # 2. ....	103
Tabla 23: Dosificación experimento # 3. ....	104
Tabla 24: Dosificación experimento # 4. ....	105
Tabla 25: Dosificación experimento # 5. ....	107
Tabla 26: Dosificación experimento # 6. ....	108
Tabla 27: Dosificación experimento # 7. ....	109
Tabla 28: Dosificación experimento # 8. ....	111
Tabla 29: Dosificación experimento # 9. ....	112
Tabla 30: Dosificación experimento # 10. ....	114
Tabla 31: Dosificación experimento # 11. ....	115
Tabla 32: Dosificación experimento # 12. ....	116
Tabla 33: Especificaciones y descripción de los prototipos. ....	118
Tabla 34: Porcentajes de material reciclado de los prototipos. ....	119
Tabla 35: Resultados de ensayo de flexión en placas Ppetbrik. ....	123
Tabla 36: Porcentaje de absorción de agua y peso por hora de la placa Ppetbrik-M. ..	124
Tabla 37: Porcentaje de absorción de agua y peso por hora de la placa Ppetbrik-S. ....	124
Tabla 38: Resultados de ensayo de absorción de agua en placas Ppetbrik. ....	124
Tabla 39: Presupuesto Unitario – Ppetbrik-M. ....	125
Tabla 40: Presupuesto Unitario – Ppetbrik-S. ....	125
Tabla 41: Presupuesto referencial por m <sup>2</sup> para pérgola de 6 m x 3 m – Ppetbrik-M. ..	126
Tabla 42: Presupuesto referencial por m <sup>2</sup> para pérgola de 6 m x 3 m – Ppetbrik-S. ..	126

Tabla 43: Análisis comparativo de cubiertas. ....	127
Tabla 44: Cuadro de dimensiones de placa Ppetbrik-M. ....	132
Tabla 45: Cuadro de dimensiones de placa Ppetbrik-S. ....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cueva de refugio para el hombre. ....	8
Figura 2: Círculo megalítico de Stonehenge. ....	9
Figura 3: Evolución del techo. ....	9
Figura 4: Pirámides de Egipto. ....	10
Figura 5: Jardines Colgantes de Babilonia. ....	10
Figura 6: Casa con cubierta inclinada. ....	11
Figura 7: Casa con cubierta plana. ....	12
Figura 8: Cubierta a un agua. ....	12
Figura 9: Cubierta a dos aguas. ....	13
Figura 10: Cubierta a cuatro aguas. ....	13
Figura 11: Cubierta a la mansarda. ....	13
Figura 12: Cubierta en V. ....	14
Figura 13: Cubierta abuhardillada. ....	14
Figura 14: Cubierta en diente de sierra. ....	14
Figura 15: Cubierta curva. ....	15
Figura 16: cubierta cónica. ....	15
Figura 17: Cubierta cúpula. ....	16
Figura 18: Detalle de cubierta plana invertida. ....	16
Figura 19: Cubierta plana ventilada, transitable, tradicional. ....	17
Figura 20: Cubierta plana transitable (Terraza). ....	17
Figura 21: Cubierta vegetal. ....	18
Figura 22: Cubierta inundada. ....	18
Figura 23: Cubierta de paja. ....	19
Figura 24: Cubierta de placa de pizarra. ....	20
Figura 25: Iglesia de Santa María la Real de O Cebreiro. ....	20
Figura 26: Medidas de pizarras. ....	21
Figura 27: Cubierta de bambú. ....	22
Figura 28: Cubierta de Teja. ....	22
Figura 29: Teja de cerámica. ....	23
Figura 30: Teja de madera. ....	23
Figura 31: Chillados. ....	23
Figura 32: Teja de Hormigón. ....	24
Figura 33: Cubierta de teja de metal. ....	24
Figura 34: Tejas de cobre. ....	25
Figura 35: Teja de vidrio. ....	25
Figura 36: Teja de caucho. ....	26

Figura 37: Teja de PVC. ....	26
Figura 38: Teja de PET. ....	26
Figura 39: Teja de Tetra Pak. ....	27
Figura 40: Tejas fotovoltaica. ....	27
Figura 41: Chapa de acero galvanizada de zinc. ....	28
Figura 42: Chapa de acero inoxidable. ....	28
Figura 43: Lámina metálica termoacústica. ....	29
Figura 44: Lámina de cobre. ....	29
Figura 45: Láminas de policarbonato alveolar. ....	30
Figura 46: Láminas de policarbonato compactas. ....	30
Figura 47: Lámina de fibrocemento. ....	30
Figura 48: Lámina de fibra de vidrio. ....	30
Figura 49: Elementos que componen la estructura de una cubierta. ....	31
Figura 50: Tipos de techos (porcentaje nacional). ....	32
Figura 51: Rubén Rausing (Fundador de la empresa Tetra Pak). ....	32
Figura 52: Primera máquina productora de tetrabrik. ....	33
Figura 53: Máquina de envasado de envases tetrabrik aséptico TBA/21 ....	33
Figura 54: Envases tetrabrik. ....	35
Figura 55: Capas del envase tetrabrik. ....	36
Figura 56: Papel Kraft (Cartón). ....	36
Figura 57: Rollos de plástico polietileno. ....	37
Figura 58: Rollo de aluminio. ....	37
Figura 59: Planchas de aglomerado hechas con Tetra Pak reciclado. ....	38
Figura 60: Proceso de la elaboración de planchas y productos reciclados de Ecopack..	38
Figura 61: Proceso de reciclado del tetrabrik – Forma # 1. ....	39
Figura 62: Proceso de reciclado del tetrabrik – Forma # 2. ....	40
Figura 63: Ciclo de vida de los envases Tetra Pak. ....	40
Figura 64: Jhon Rex Whinfield y James Tennant Dickson. ....	41
Figura 65: Botellas de plástico PET ....	42
Figura 66: Proceso químico para la obtención del PET, mediante la condensación del etilenglicol y el ácido tereftálico. ....	42
Figura 67: Botellas plásticas PETE. ....	45
Figura 68: Plástico HDPE. ....	45
Figura 69: Plásticos PVC. ....	46
Figura 70: Plástico LDPE. ....	46
Figura 71: Plástico PP. ....	46
Figura 72: Plásticos PS. ....	47
Figura 73: Diferentes tipos de plásticos. ....	47
Figura 74: Especie marina comiendo plástico. ....	48
Figura 75: Desechos plásticos en la playa. ....	48
Figura 76: Proceso del reciclado mecánico. ....	49
Figura 77: Despolimerización del PET por glicolisis con etilenglicol. ....	50
Figura 78: Proceso de reciclado energético, el PET se convierte en combustible. ....	50
Figura 79: Máquina des etiquetadora. ....	51
Figura 80: Triturador. ....	51
Figura 81: Maquina de lavado y secado. ....	52
Figura 82: Esquema de extrusor. ....	52

Figura 83: Ubicación de la ciudad de Guayaquil.....	54
Figura 84: Parroquias urbanas de la ciudad de Guayaquil.....	54
Figura 85: Desechos en el Estero Salado de Guayaquil. ....	57
Figura 86: Proceso de reciclaje.....	60
Figura 87: Residuos. ....	60
Figura 88: Contaminación por basura incinerada. ....	61
Figura 89: Proceso de construcción de una vivienda.....	61
Figura 90: Polímeros.....	62
Figura 91: Pellets de polipropileno.....	63
Figura 92: Plástico PET en forma de spaghetti enfriado en baño de agua. ....	63
Figura 93: Esquema Básico de una prensa. ....	63
Figura 94: Prensa hidráulica modelo FDV-330 E. ....	64
Figura 95: Vivienda. ....	64
Figura 96: Materia prima. ....	95
Figura 97: Materiales para procesar la materia prima. ....	95
Figura 98: Materiales para fabricar la prensa artesanal. ....	96
Figura 99: Materiales y herramientas para fabricar el prototipo. ....	96
Figura 100: Proceso de lavado del tetrabrik. ....	97
Figura 101: Proceso de recorte y licuado del tetrabrik. ....	98
Figura 102: Proceso de molido y secado del tetrabrik.....	98
Figura 103: Proceso de preparación del plástico PET. ....	99
Figura 104: Plástico PET a 250°.....	100
Figura 105: Tetrabrik a 250°.....	101
Figura 106: Prensa artesanal de pleibo con láminas de aluminio. ....	101
Figura 107: Resultado preliminar - Experimento # 1. ....	102
Figura 108: Proceso del experimento # 2. ....	103
Figura 109: Resultado preliminar - Experimento # 2. ....	104
Figura 110: Resultado preliminar - Experimento # 3. ....	105
Figura 111: Proceso del experimento # 4. ....	106
Figura 112: Resultado preliminar - Experimento # 4. ....	107
Figura 113: Prensa de pleibo forrada con papel aluminio y plástico de embalaje.....	107
Figura 114: Resultado preliminar – Experimento # 5.....	108
Figura 115: Resultado preliminar – Experimento # 6.....	109
Figura 116: Proceso del experimento # 7 .....	110
Figura 117: Resultado preliminar - Experimento # 7. ....	111
Figura 118: Resultado preliminar - Experimento # 8. ....	112
Figura 119: Resultado preliminar - Experimento # 9. ....	113
Figura 120: Capas del prototipo.....	114
Figura 121: Resultado preliminar - Experimento # 10. ....	114
Figura 122: Prototipo curvo - Experimento # 10.....	114
Figura 123: Grieta lateral - Experimento # 10.....	115
Figura 124: Resultado preliminar - Experimento # 11. ....	116
Figura 125: Grieta - Experimento # 11.....	116
Figura 126: Resultado preliminar - Experimento # 12. ....	117
Figura 127: Mejores resultados de los experimentos.....	117
Figura 128: Prueba de corrosión con heces de paloma.....	120
Figura 129: Prueba de combustión. ....	121



Figura 130: Resultado de ensayo de flexión en placa Ppetbrik-M. ....	122
Figura 131: Ensayo de flexión en placa Ppetbrik-M. ....	122
Figura 132: Ensayo de flexión en placa Ppetbrik-S.....	122
Figura 133: Resultado de ensayo de flexión en placa Ppetbrik-S.....	122
Figura 134: Ensayo de absorción de agua en placas Ppetbrik. ....	123
Figura 135: Partes de una placa Ppetbrik.....	128
Figura 136: Placa Ppetbrik instalada con clavos. ....	128
Figura 137: Placa Ppetbrik instalada con gancho. ....	129
Figura 138: Limatesa de chapa metálica.....	129
Figura 139: Cumbreira de chapa metálica. ....	129
Figura 140: Desglosamiento de estructura de cubierta Ppetbrik. ....	130
Figura 141: Limahoya de chapa metálica. ....	130
Figura 142: Cubierta Ppetbrik de 55 cm x 45 cm. ....	131
Figura 143: Vista en corte de la cubierta Ppetbrik.....	131
Figura 144: Dimensiones de la placa Ppetbrik M.....	132
Figura 145: Dimensiones de la placa Ppetbrik S. ....	132
Figura 146: Render de cubierta Ppetbrik en vivienda de una sola planta. ....	133
Figura 147: Render de cubierta Ppetbrik en vivienda de una sola planta. ....	133
Figura 148: Implantación de vivienda de una sola planta. ....	134
Figura 149: Renders de pérgola en patio posterior de vivienda con cubierta Ppetbrik. ....	135
Figura 150: Implantación de pérgola en patio posterior de vivienda. ....	136
Figura 151: Renders de glorieta de parque con cubierta Ppetbrik.....	137
Figura 152: Implantación de glorieta de parque. ....	138
Figura 153: Render de cubierta Ppetbrik en casa de campo con forma abuhardillada. ....	139
Figura 154: Render de cubierta Ppetbrik en casa de campo con forma abuhardillada. ....	139
Figura 155: Implantación de casa de campo.....	140
Figura 156: Renders de cubierta Ppetbrik en Iglesia. ....	141
Figura 157: Implantación de Iglesia. ....	142
Figura 158: Renders de cubierta Ppetbrik con placas de colores en garita de urbanización.....	143
Figura 159: Implantación de garita de urbanización. ....	144

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Conocimiento de cubiertas ecológicas. ....	83
Gráfico 2: Materiales reciclados en la construcción. ....	84
Gráfico 3: Cubiertas con material reciclado para disminuir la contaminación.....	85
Gráfico 4: Combinación de materiales reciclados. ....	86
Gráfico 5: Compra de productos con material reciclado. ....	87
Gráfico 6: Cubierta a base de material reciclado es económico. ....	88
Gráfico 7: Reciclaje de envases tetrabrik o botellas de plástico PET.....	89
Gráfico 8: Utilizaría o sugeriría una cubierta ecológica a partir de materiales reciclados. .....	90
Gráfico 9: Proyecto de vivienda a base de material reciclado.....	91
Gráfico 10: Diseños de prototipos para Cubierta.....	93
Gráfico 11: Diagrama de flujo .....	97

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta realizada. ....	157
Anexo 2. Modelo de entrevista realizada.....	159
Anexo 3. Fotografía de encuestas y entrevistas realizadas. ....	160
Anexo 4. Envases tetrabrik y botellas de plástico (PET) en supermercados.....	162
Anexo 5. Materia Prima.....	163
Anexo 6. Fotografías de elaboración de prototipo.....	164
Anexo 7. Experimentos.....	166
Anexo 8. Ensayo de flexión en placa Ppetbrik M.....	167
Anexo 9. Ensayo de flexión en placa Ppetbrik S. ....	168
Anexo 10. Ensayo de absorción de agua en placas Ppetbrik. ....	169
Anexo 11. Resultados de prueba de flexión y absorción de agua.....	170
Anexo 12. Cubierta Ppetbrik de 55 cm x 45 cm.....	172
Anexo 13. Evidencia de contaminación observada en redes sociales. ....	173

## ABREVIATURAS

- FIIC.-** Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción.
- PET.-** Tereftalato de polietileno (Polyethylene terephthalate).
- PETE.-** Politereftalato de etileno.
- PVC.-** Policloruro de vinilo.
- HDPE.-** High density polyethylene (Polietileno de alta densidad).
- LDPE.-** Low density polyethylene (Polietileno de baja densidad).
- PP.-** Polipropileno.
- PS.-** Poliestireno.
- rPET.-** Reciclaje del tereftalato de polietileno.
- EG. -** Etilenglicol.
- BHET. -** Bis (2-hydroxyethyl) terephthalate.
- UHT.-** Ultra high temperature (Temperatura ultra alta).
- BTU.-** British thermal unit (Unidad térmica británica).
- PIB.-** Producto interno bruto.
- PYMES.-** Pequeñas y medianas empresas.
- MIDUVI.-** Ministerio de desarrollo urbano y vivienda.
- ASTM.-** American society of testing materials (Asociación americana de ensayo de materiales).
- DIN.-** Deutsches institut für normung (Instituto Alemán para la normalización).
- CPV.-** Censo de población y vivienda.
- INEC.-** Instituto nacional de estadísticas y censos.
- INEN.-** Instituto Ecuatoriano de normalización.
- NEC.-** Norma Ecuatoriana de la construcción.
- NTE.-** Norma técnica Ecuatoriana.
- N.-** Newton.
- MPA.-** Megapascal.
- KW.-** Kilovatios.

**Kcal.-** Kilocaloría.

**KN.-** Kilo Newton.

**Kg.-** Kilogramos.

**G.-** Gramos.

# INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se enfoca en la fabricación de un modelo de cubierta hecho a base de desechos orgánicos e inorgánicos como lo son el tetrabrik y el plástico (PET), este estudio se desarrolla con el propósito de aminorar el impacto ambiental en el sector, debido a que Guayaquil no sostiene prácticas amigables con su entorno y la mayoría de las personas desconocen el uso que se les puede dar a ciertos desperdicios para ser reutilizados como un nuevo material.

El plástico (PET) y el tetrabrik actualmente son contenedores de bebidas que se consumen a diario en todo el planeta, estos materiales poseen un tiempo de vida bastante extenso que al desecharlos ocasionan daños a los seres vivos y dan mal aspecto a su entorno, por lo que en esta investigación se aprovecha su larga durabilidad para beneficiar a la cubierta propuesta en el desarrollo de viviendas, la cual tendrá una amplia existencia sin afectar su entorno.

Los materiales que conforman esta cubierta tienen excelentes propiedades como el tetrabrik que es un material térmico y acústico capaz de mantener su temperatura y evitar el cruce de sonidos; con respecto al plástico (PET) es térmico, acústico, ligero, resistente al desgaste y resistente a todo tipo de ambiente, lo cual otorga al prototipo una excelente calidad haciéndolo apto para su producción y comercialización.

El producto final es ecológico, económico y amigable con el medio ambiente debido a que se logra utilizar en cierto porcentaje estos desperdicios para reducir su contaminación, estos contenedores después de ser usados pierden valor alguno para las personas lo cual beneficia económicamente a la fabricación del material propuesto y a toda persona interesada en su producción, generando fuentes de trabajo.

Esta indagación se encuentra estructurada de la siguiente forma:

En el **Capítulo I** se describe el tema, la problemática del proyecto de investigación y a su vez la formulación de la misma, sus objetivos, su justificación, delimitación de la investigación, la hipótesis con sus variables y su línea de investigación institucional.

En el **Capítulo II** se detalla el marco teórico, donde se observan investigaciones realizadas con anterioridad que sirven de base para el desarrollo de este proyecto, también se indican los aspectos conceptuales y legales.

En el **Capítulo III** se desarrolla la metodología de la investigación, el cual una de ellas es de tipo experimental, se utiliza encuestas y entrevistas como técnicas de investigación para obtener información del modelo que deseen adquirir para el desarrollo de viviendas y si están de acuerdo en reducir la contaminación.

En el **Capítulo IV** se desarrolla la propuesta de distintas formas y métodos para lograr el objetivo, tal como es determinar el método y la dosificación correcta para su elaboración, posterior a eso se determinaron las pruebas físicas de los materiales con mejor consistencia y apariencia para saber si cumplen con las normas, se realizó el presupuesto referencial del costo de la cubierta, se presentan modelos 3D donde se aprecia la cubierta y se finaliza con las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### **1.1. Tema.**

Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción.

### **1.2. Planteamiento del Problema.**

La supervivencia del planeta es amenazada por el crecimiento exponencial de distintos materiales que en la actualidad están causando daños irreparables tales como botellas de plástico (PET) y los envases de cartón tetrabrik, los mismo que al cumplir su ciclo de uso son desechados sin instrumentos de control en el manejo de los desechos sólidos, siendo un riesgo para la humanidad, animales, turismo y el medio ambiente, porque se depositan en zonas clandestinas y vías públicas; los desperdicios evidencian un hábitat con aspecto indeseable, una playa habitual o reconocida que presente arena clara, no atrae a ningún turista si está llena de desperdicios.

La problemática se desarrolla a partir de los envases de tetrabrik, puesto que no se pueden volver a usar para producir uno nuevo; después de su uso, estos envases son descartados sin considerar el daño ambiental que se produce, ya que sus componentes son un inconveniente para su reciclado, lo que provoca que el proceso de descomposición de este material sea más lento. Por otro lado, la tinta que es parte de las impresiones de estos envases al momento en que se empieza a dispersar hace conexión con el suelo orgánico o con el agua de los lagos, mares o ríos hasta esparcirse amenazando la flora y fauna con el envenenamiento en su totalidad.

Los envases de tetrabrik se consideran un material perjudicial para la población debido al tiempo que se demora en desintegrarse, por otra parte, existe un escaso interés e inversión para procesar o reutilizar estos envases, agregándole el desapego por la investigación o innovación de un nuevo producto para el aporte al medio ambiente que utilice este material como apoyo para futuros emprendimiento que generen conciencia en la comunidad sobre la contaminación ambiental producida por estos residuos.

En el caso de las botellas de plástico (PET), los problemas que ocasionan en la localidad son: la contaminación y mal aspecto a nuestro entorno por sus desperdicios en las vías públicas y destinos turísticos de la urbe porteña; esto a su vez produce un impacto visual negativo, caminar y verlas en los alrededores de las calles, barrios y ciudadelas,

por ser uno de los materiales más usados en el mundo por su bajo costo, pueden ser causante de la extinción de distintas especies marinas debido a que la mayoría de estas botellas de plástico terminan en los mares, lagos o ríos causando el envenenamiento de estas especies.

El material de las botellas contienen aditivos que tardan cientos de años en degradarse, desprendiendo sustancias y elementos tóxicos. La mayoría de veces las botellas son incineradas en los vertederos causando vapores tóxicos, aportando a la contaminación ambiental en la ciudad de Guayaquil. Estos desperdicios han ocupado en gran magnitud espacios de mar y tierra, por lo que su recolección es vital para evitar riesgos ecológicos que desencadenan un problema global que a futuro traerá graves consecuencias para el medio ambiente y la salud.

A través de los distintos medios de comunicación del mundo, televisión, diarios y redes sociales se informa que el calentamiento global y el cambio climático son resultados actuales de la contaminación ambiental que perjudica a distintos países del planeta: el deshielo de los glaciares en Canadá y Groenlandia, las olas de calor en los países de Europa, la concentración de desechos en los océano por parte de China e Indonesia, enfermedades, reducción de la capa de ozono y gases tóxicos son algunas de las consecuencias producida por la escasez de información sobre las actividades del ser humano que dañan nuestro entorno.

La problemática que presenta la ciudad de Guayaquil es la carencia de control para reciclar correctamente, la insuficiencia organización post consumo del plástico (PET) y el tetrabrik siendo un obstáculo que a futuro traerá graves consecuencias para el entorno natural y la salud, sin un régimen ambiental. Los desperdicios arrojados a las calles sin la supervisión conveniente de autoridades continuaran siendo nocivos para los habitantes de la ciudad.

### **1.3. Formulación del Problema.**

¿De qué manera incide una cubierta ecológica en el desarrollo de viviendas construidas en la ciudad de Guayaquil?

### **1.4. Sistematización del Problema.**

- ¿Cuáles serían las características y propiedades del tetrabrik y el plástico (PET)?
- ¿Cuáles serán los métodos y técnicas empleadas para fabricar el prototipo?



- ¿Qué componentes se requerirán para la elaboración de una cubierta en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados?
- ¿De qué manera contribuirá la elaboración de una cubierta ecológica en la ciudad de Guayaquil?

## **1.5. Objetivos de la Investigación.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

Elaborar una cubierta ecológica empleando materiales reciclados de tetrabrik y plástico (PET) para el desarrollo de viviendas.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Recopilar la información de las características y propiedades del tetrabrik y plástico (PET) reciclados.
- Seleccionar la dosificación correcta del prototipo.
- Obtener las características del prototipo por medio de pruebas físicas y químicas
- Definir los costos de fabricación del prototipo.

## **1.6. Justificación.**

Este trabajo de investigación se plantea desarrollar con el fin de que sea un aporte a la sociedad ya que se enfoca en la utilidad y rentabilidad que generan estos desperdicios al ser reciclados como materia prima en la elaboración de cubiertas, a su vez que se logre contribuir en el área de la construcción, que se convierta en un material accesible y que de apertura a nuevas fuentes de empleo, es indispensable colaborar con la descontaminación ambiental debido al deterioro del entorno natural.

El instrumento final será económico y amigable con el medio ambiente la cual se sujetara a ensayos experimentales para después ser aplicados en el campo solicitado, se requiere de distintas perspectivas o puntos de vistas para poder conseguir un producto innovador, ecológico y adecuado, que sirva como modelo para mejores propuestas que ayuden en obras o edificaciones, que brinde un servicio seguro y sea conveniente para la comunidad.

La factibilidad del estudio es que demanda alcanzar de una manera conveniente y provechosa el uso de materiales de reciclaje a fin de mejorar el entorno de nuestra población y poder dar a conocer al mundo que la oportunidad de aprovechar los desechos

producidos por las personas pueden ser usados en la elaboración de un nuevo material hecho de tetrabrik y plástico (PET), siendo estos aplicados en el diseño de prototipos de cubiertas que brinde seguridad, confort y protección ante los agentes climáticos.

En este proyecto es fundamental desarrollar una investigación de estos materiales reciclados para posteriormente aplicarlos en la elaboración de cubiertas, las cuales se presentará a pruebas de ensayo para después ser aplicados en el campo de la construcción, de esta forma se lograría disminuir el daño ambiental que ocasionan los envases tetrabrik y las botellas de plástico (PET) al no ser reciclados o no saber su uso adecuadamente, dándole una mejor perspectiva a nuestro entorno, en las vías públicas, calles, playas y destinos turísticos de nuestra ciudad, gracias al aporte de recolecta y reutilización de estos materiales.

Se busca conseguir de una manera adecuada y rentable el aprovechamiento del tetrabrik y el plástico (PET), tomando en cuenta que para afrontar la escasa o limitada referencia que se mantiene actualmente con relación a los elementos reciclados para la elaboración de cubiertas, es conveniente producir mayor información con respecto a su práctica en la construcción en el instante de la preparación, dado que se trata de una cubierta ecológica que sea amigable con el medio ambiente, brindándole estabilidad, refugio y bienestar a la sociedad ante la contaminación y los agentes climáticos, que sirva como campaña para concientizar al país sobre el daño ambiental.

La preparación y uso de estos componentes reciclados en la ciudad de Guayaquil ofrece gran beneficio en la ayuda al ecosistema, mejorando el estilo de vida de las personas y su entorno, la recolección de estos desperdicios beneficiara a la ciudad, dándole mejor aspecto y vitalidad, aprovechando estos desechos en la elaboración de cubiertas ecológicas, económicas y resistentes ante los agentes climáticos, con el fin de ser aplicadas en el campo de la construcción para instituciones, locales y viviendas de escasos recursos que tengan la necesidad de su práctica.

### **1.7. Delimitación del Problema.**

<b>Campo:</b>	Educación Superior. Tercer nivel de grado
<b>Área:</b>	Arquitectura.
<b>Aspecto:</b>	Investigación Experimental.
<b>Tema:</b>	Prototipo de cubiertas ecológicas en base de Tetrabrik y Plástico (PET) reciclados para el área de la construcción.
<b>Delimitación espacial:</b>	Guayaquil, Ecuador.

**Delimitación temporal:** 6 meses.

### **1.8. Hipótesis.**

La elaboración de cubiertas hechas de envases tetrabrik y botellas de plástico (PET) beneficiarían al área de la construcción, ya que debido al material utilizado se lograría disminuir costos y contribuiría a la recuperación ambiental.

#### **1.8.1. Variable Independiente.**

Prototipo de cubiertas ecológica en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados.

#### **1.8.2. Variable Dependiente.**

Para el área de la construcción.

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

**Tabla 1:** Línea de investigación de FIIC.

---

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	<b>LÍNEA INSTITUCIONAL:</b> Territorio, Medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	<b>LÍNEA DE FACULTAD:</b> Materiales de construcción.
--	---	---

---

**Fuente:** FIIC (2019)

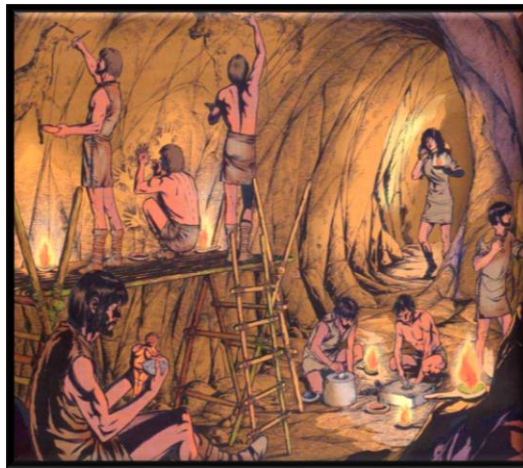
## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco Teórico

##### 2.1.1. Historia de la Cubierta.

La cubierta surgió frente a la necesidad física del ser humano de protegerse de la intemperie. Los Primeros pobladores encontraban refugios en cuevas naturales, con el pasar del tiempo y la necesidad, comenzaron a trabajar la montaña creando cuevas artificiales. Por otro lado, considerando la escasez de refugio frente a condiciones externas, el ser humano fabricaba tiendas improvisadas con formas cónicas, debido a su eficiente sistema de drenaje, utilizando todo tipo de materiales a su disposición como: ramas, cañas, tallos, hojas, piedras, pieles, entre otros. (López L, 2017)



*Figura 1:* Cueva de refugio para el hombre.  
*Fuente:* Google (2019)

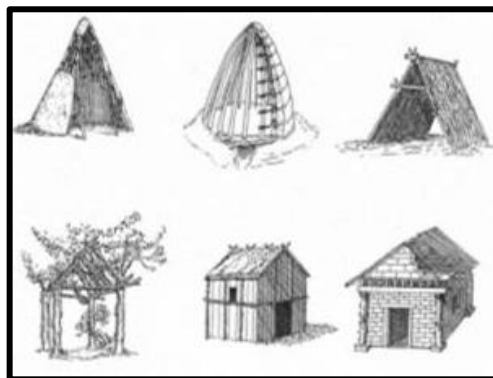
En el transcurso de la historia se descubre a la cabaña como el comienzo en la construcción, basada en la búsqueda de protección para el hombre, pero también es importante analizar las primeras construcciones, en la que no tenían como finalidad reemplazar un requisito esencial como el refugio, al contrario eran edificaciones inhabitables, de naturaleza únicamente simbólica. Nos referimos a las construcciones megalíticas, edificadas con enormes bloques de piedras sin pulir o en mal estado, se puede observar en el sistema trilítico que se forma de tres piedras gigantes, dos verticales y una horizontal apoyada sobre las piedras verticales en modo de dintel, formando una cubierta plana. (López L., 2017, pág. 12)



**Figura 2:** Círculo megalítico de Stonehenge.  
**Fuente:** Códigospagueti.com (2015)

En la construcción desde tiempos remotos era primordial la cubierta antes que los muros por la protección que cede a las personas con respecto a las diversidades del clima. La unión de esos dos elementos (muro y cubierta) define la separación del exterior y el interior de una vivienda, desde su comienzo se aferran a una civilización o territorio, motivo por el cual se diseña o estructura según su ambiente o hábitat, y conforme pasa el tiempo se perfecciona su estilo. (Humero & García, 2009)

Las primeras cabañas no poseían una cubierta y un cerramiento definido, estaban hechas una sola con el mismo material, sin embargo al transcurrir las épocas se mejora la construcción de este diseño, definiendo una cubierta en forma horizontal y un soporte en vertical. La creatividad y el diseño en la construcción de viviendas con nuevos materiales los ayudo a dejar su hábitat en cuevas, buscando diferentes lugares y terrenos donde podían adquirir sus alimentos con mayor facilidad, formando comunidades, viviendas, murallas y edificaciones, pasando del nomadismo al sedentarismo. (López L., 2017, pág.10)



**Figura 3:** Evolución del techo.  
**Fuente:** SmartArchitect (2019)

La fabricación de cubiertas fue progresando hasta el punto en que su seguridad no mostraba inconveniente alguno, procediendo a plantear nuevas metas, empezando la evolución de la arquitectura a través del tiempo, entre estas destacan las pirámides

egipcias, su cubierta es de forma triangular hecha de grandes piedra ubicadas en forma piramidal, las cubiertas inundadas proyectadas por la civilización mesopotámica, la cubierta ajardinada por Babilonia, en la arquitectura griega se exhiben las cubiertas inclinadas con soporte de madera y en la romana se exponen las cubiertas cúpulas y bóvedas fabricadas con hormigón armado e impermeabilizadas con tejas. (López L., 2017)



*Figura 4: Pirámides de Egipto.*  
*Fuente: Ingeoexpert (2018)*



*Figura 5: Jardines Colgantes de Babilonia.*  
*Fuente: Lázaro López (2017)*

La cubierta se perfeccionó en el siglo XX con los materiales tradicionales (pizarra, madera, teja) y con nuevas técnicas como paneles sándwich, maderas hidrófugas, chapas onduladas y láminas impermeables. En esa época se resolvieron los problemas de filtración que presentaban las cubiertas planas con la aparición de impermeabilizantes, tela asfáltica y de PVC, siendo útil para las terrazas y su satisfacción. (López L., 2017, pág. 15)

#### **2.1.1.1. Cubierta.**

Las cubiertas son fundamentales en la construcción de una vivienda, porque proporcionan cuidado ante los agentes climáticos y crea espacios confortables en su interior, ubicado en la parte más alta de una edificación, la cual tiene que ser resistente para soportar el calor, el frío, la lluvia, granizo y nieve. La cubierta forma parte de la seguridad para el ser humano desde tiempos atrás cuando se refugiaban en cuevas, chozas de piedras, recubrimiento de ramas con hojas de árbol o iglús de hielo en lugares donde abunda la nieve y el frío con la finalidad de escudarse de la intemperie, por eso es esencial que un hogar habitable considere al momento de construir tener techumbre. (Pedrosa, 2015, pág.4)

El techo de un inmueble está ubicado en la parte superior de una construcción expuesta directamente a la intemperie por lo tanto se necesita que sea resistente. Un tejado requiere de una estructura que la soporta, siendo imprescindible que sea ligera y de fácil colocación, el soporte puede ser por medio de correas, losa de hormigón, cabriadas o enrejado de cables.

#### 2.1.1.2. Tipos de cubierta.

Existe variedad de diseños y formas en las cubiertas, se mencionan a continuación:

- **Cubierta Inclinada.**

La cubierta inclinada como su nombre lo indica es de acuerdo a la posición que tiene contra el suelo, la pendiente que tiene el techo es factible en los días lluviosos ya que expulsa el agua de manera más rápida evitando las filtraciones por estancamiento, se utiliza en la construcción desde tiempos pasados.

Según Onofre citado por (Vera & Verduga, 2017, pág. 21) la cubierta inclinada es una solución constructiva basada en una pendiente, integrada por distintos planos inclinados que favorecen la eliminación del agua y se unen con el solape de pequeñas piezas de protección. Las cubiertas inclinadas son sustituidas por las piezas de acabado final impermeables, como las escamas de la piel de un pez, protegen los faldones de la cubierta, dispuestos con tal inclinación para acelerar el deslizamiento del agua afuera de la superficie exterior.



*Figura 6:* Casa con cubierta inclinada.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubierta Plana.**

Las cubiertas planas se conocen por tener poco desnivel, sirven como cerramiento en la parte superior de una vivienda o edificación, son de gran

resistencia debido a su estructura de hormigón que permite movilidad, crean espacios al aire libre, utilizada en lugares cálidos y en la arquitectura moderna.

Las cubiertas poseen una pendiente que no superan el 5%, se componen de una serie de capas o de estratos que en su combinación logran satisfacer las necesidades exigidas, son fundamentales el orden, la disposición y la continuidad en las condiciones de ejecución. (Acosta & Gasco, 2018, pág. 2)



*Figura 7:* Casa con cubierta plana.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

### 2.1.1.3. Formas de Cubierta.

Se menciona en el texto de (Cupa Pizarra, 2019) que existe multiplicidad de cubiertas inclinadas con diferentes formas y se clasifican según su pendiente:

- **Cubierta a un agua:** se caracterizan por tener solo una caída de agua, su inclinación depende de su gusto o territorio donde se aplique. (ibíd.)



*Figura 8:* Cubierta a un agua.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

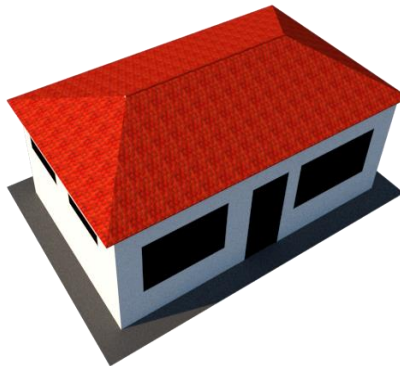


- **Cubierta a dos aguas:** se considera un diseño práctico, está formado por dos vertientes que permiten la ventilación y el drenaje del agua. (ibíd.)



*Figura 9:* Cubierta a dos aguas.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubiertas a cuatro aguas:** se la conoce también como cubierta de copete, formada por cuatro planos inclinados, debido a la unión con limatesas es difícil su instalación, aun así es recomendable para climas de vientos fuertes. (ibíd.)



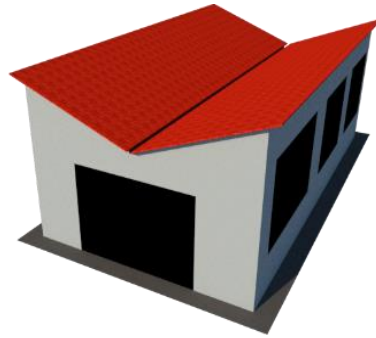
*Figura 10:* Cubierta a cuatro aguas.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubierta a la mansarda:** es popular por el nombre “teja francesa”, la inclinación que se presenta en sus faldones es pronunciada y establece una zona amplia en el desván. (ibíd.)



*Figura 11:* Cubierta a la mansarda.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubierta en v:** es un techado moderno y artístico que se presenta con forma de mariposa esta moldeada por dos vuelos que constituyen un conducto céntrico. (ibíd.)



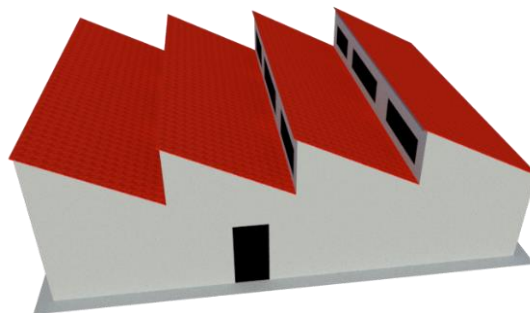
*Figura 12:* Cubierta en V.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubierta abuhardillada:** poseen ventanas de buhardilla que resaltan en su cubierta otorgando espacios apropiados y proporcionando luz solar. (ibíd.)



*Figura 13:* Cubierta abuhardillada.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubierta en diente de sierra:** es una techumbre conformada por numerosas tejas de altura mínima, son colocadas de manera diagonal y con corte triangular. Se caracterizan por tener cristalizada la vertiente más corta y frecuentemente están dirección al norte. (ibíd.)



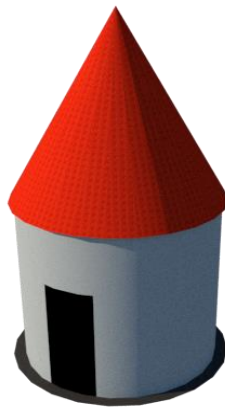
*Figura 14:* Cubierta en diente de sierra.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubierta curva:** de acuerdo a su nombre posee forma de curva o semicírculo, se la conoce como autoportante debido a que su carga o peso propio se transfiere a través de sus perfiles hacia las columnas y vigas de soporte principal sin necesidad de una estructura portante. (Ingetecho, 2019)



*Figura 15:* Cubierta curva.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubiertas cónica:** su base puede ser con diferentes diseños o formas, la más utilizada es la de base circular, estas cubiertas cuentan con una gran pendiente que suele terminar en punta al igual que una carpa de acampar, se alcanza admirar su aplicación en templos y catedrales. (López L, 2017)



*Figura 16:* cubierta cónica.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubiertas cúpula:** este tipo de techado a diferencia de las cónicas no terminan en punta, la base es circular o poligonal, tienen la apariencia de una esfera partida por la mitad, que accede la rápida fluidez del agua lluvia, se utilizan con más frecuencia en basílicas, iglesias o iglú, las cúpulas ejecutadas de vidrio o material traslúcido consiguen el ahorro de energía y se aprovecha la luz natural. (Galeano, 2014)



*Figura 17:* Cubierta cúpula.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 2.1.1.4. Tipos de Cubiertas Planas.

- **Cubierta Plana Invertida.**

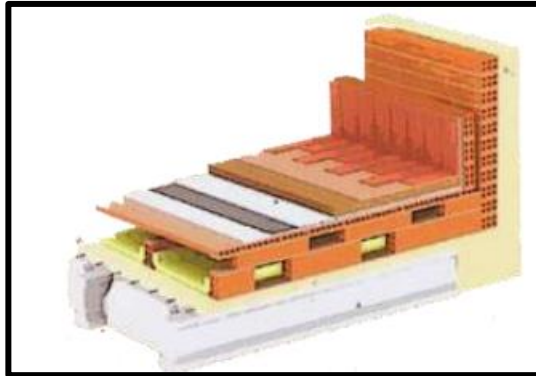
La cubierta plana invertida se compone a partir de una lámina impermeabilizante que es revestida con un aislante térmico, la estructura de las capas hace que se distinga de otras cubiertas, por lo general en los tipos de protección habitual primero va el aislante térmico y después la lámina impermeable. El aislante térmico y la impermeabilización pueden ser separadas por placas para evitar el contacto entre ellos, los materiales que conforman este prototipo suelen ser polímeros. (Pedrosa, 2015)



*Figura 18:* Detalle de cubierta plana invertida.  
*Fuente:* Antonio Pedrosa (2015)

- **Cubierta Plana Ventilada.**

La cubierta plana ventilada o mencionada como a la catalana tiene un terminado en baldosa roja, se usa con frecuencia en climas templados por tener una cámara de aire para instaurar corrientes que convierten fresca y disminuyen las elevadas temperaturas en la parte alta del techo. Este ejemplar impide la condensación por lo que no se requiere una barrera de vapor. (Álvarez, 2019, pág. 4)



*Figura 19:* Cubierta plana ventilada, transitable, tradicional.  
*Fuente:* Ángeles Álvarez (2019)

- **Cubierta Plana Transitable.**

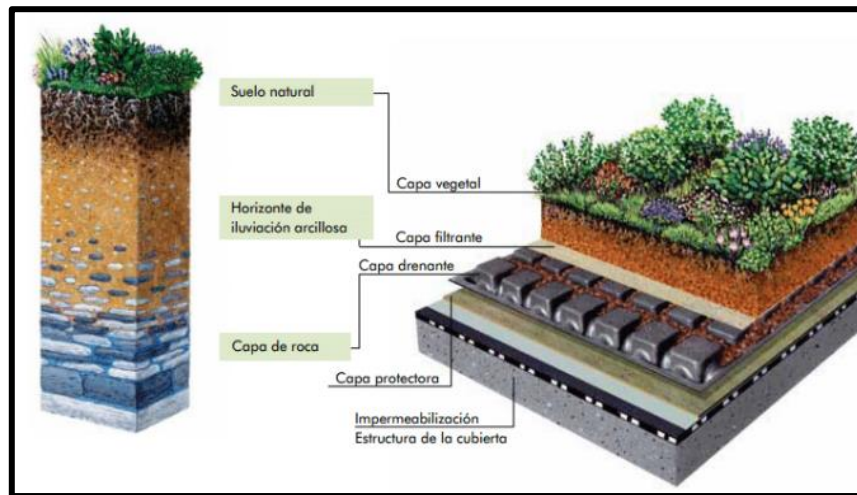
Las cubiertas transitables en su mayoría son de baldosa que descansan sobre soportes reforzados con armadura de acero u otros materiales, alcanzando un material de buena calidad y resiste en su uso. Está cubierta posibilita la circulación de las personas, puede ser amoblada para crear áreas de confort, sociables con una excelente vista del paisaje que los rodea y también son nominadas como terrazas. (Álvarez, 2019, pág. 5)



*Figura 20:* Cubierta plana transitable (Terraza).  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Cubierta Vegetal.**

La cubierta vegetal también conocida como cubierta verde se conforma de vegetación con el objetivo de mejorar el aire del entorno aportando a la descontaminación, son techados excelentes para amortiguar el ruido del exterior, dar calidez y sombra a la vivienda o edificación, pero con un déficit de humedad el cual requiere de un considerable costo y mantenimiento para evitar las filtraciones de agua, se necesita mayor soporte estructural por el peso de la vegetación. (Álvarez, 2019, pág. 6)



*Figura 21:* Cubierta vegetal.  
*Fuente:* Ovacen (2019)

- **Cubierta Inundada.**

Las cubiertas inundadas se las puede identificar por poseer espejos de agua en la superficie que precisa de mantenimiento y control para evitar su evaporación. Requieren una fuente que les proporcione agua, y rejillas para el desalojo del exceso o desbordamiento de lluvias, el aislamiento térmico se ubica por debajo de la capa de impermeabilizado para evitar el desgaste por humedad, este modelo de techumbre establece un ambiente más refrescante y encantador. (Álvarez, 2019, pág. 6)



*Figura 22:* Cubierta inundada.  
*Fuente:* Google (2019)

### 2.1.1.5. Cubiertas según su material de acabado.

- **Cubierta de Paja.**

La paja a través de los años ha sido un material que ha conformado parte de la fabricación de cubiertas históricas debido a su bajo costo y adquisición, se elabora con vegetación seca que hace ligera su aplicación al momento de fabricarla, es térmica y acústica con limitada resistencia a incendios y requiere de mayor control en mantenimiento.

La cubierta de paja es una construcción ligera, resultado del corte en hilos de diferentes longitudes, que puede ser revestida o no posteriormente mediante materiales naturales, no procesados (salvo la cal, que era empleada ocasionalmente). Es por su peso que permite estructuras de madera portantes de sección mínima, con el consiguiente ahorro de materiales naturales y gasto económico. Para garantizar la estanqueidad del agua, debía evitarse cualquier tipo de hueco que permitiera su penetración, ideando así un método de construcción que comenzaba desde los aleros hasta la parte superior, además de peinarse con un rastrillo manual que eliminase hojas secas. (Manzano, 2015, pág. 51)

Se trata de una construcción especialmente sostenible por su fácil renovación, ya que el tiempo de maduración y crecimiento del material es corto. Al ser una fibra sobrante (residuo) de la recolección del trigo o centeno, los costes energéticos para su obtención son prácticamente nulos, al igual que su contaminación y manipulación. Además, puede usarse casi cualquier tipo de materia vegetal, autóctona o invasora. (Manzano, 2015, pág. 51)



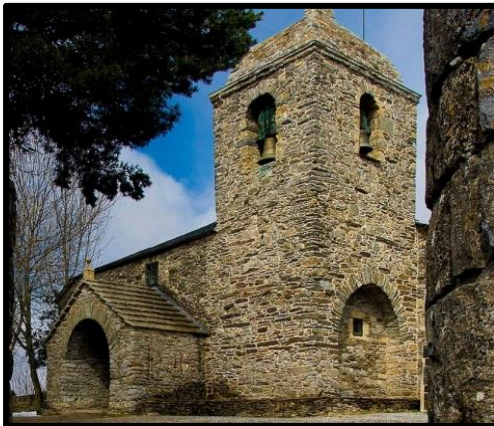
*Figura 23:* Cubierta de paja.  
*Fuente:* Panibericana. (2019)

- **Cubierta de Pizarra.**

Se elabora con pizarra natural utilizada desde tiempos atrás por ser económica y fácil de adquirir, se aplica en forma de piezas labradas que facilitan su instalación y hace que la fachada sea llamativa como si se tratara de un castillo de

pedra, al ser de piedra hace que su estructura sea pesada y presente problemas por la acumulación de nieve en lugares que presentan este clima haciéndola aún más pesada por lo que se recomienda una gran pendiente y su mantenimiento ante estas adversidades, son reutilizables, resistente a altas temperaturas haciendo que su interior sea más cálido.

La pizarra se utiliza en la construcción a partir de sus inicios en la que el hombre edificaba su propio hogar con esta piedra de origen natural, las islas británicas es uno de los lugares donde se origina la aplicación de la pizarra con diseños de cubierta. Se puede observar la aplicación de este material en distintas catedrales y viviendas que fueron construidas en épocas pasadas, un ejemplo de esto es la iglesia de Santa María la Real construida en el siglo XII ubicada en España. (López, 2014, pág. 7)



**Figura 25:** Iglesia de Santa María la Real de O Cebreiro.

**Fuente:** Vivecamino (2019)













**Figura 24:** Cubierta de placa de pizarra.

**Fuente:** Google (2019)

Las pizarras presentan una vida útil altamente provechosa por su estructura de fábrica y composición mineralógica. La resistencia a la flexión de estas pizarras se encuentra entre los 60 y 90 N/mm<sup>2</sup>, resultado que se le dificulta alcanzar a otro tipo de piedra utilizada como material de construcción, su resistencia a la flexión permite que las pizarras tengan un mínimo de espesor hasta 2 mm. (López, 2014, pág. 18)

Existen diferentes formas, colores y texturas, se pueden encontrar de color negro, verde, gris y multicolor, con textura rugosa y lisa. Sus formas pueden ser rectangular, cuadrada, rombo, pico pala, rústica o granel, redondeada, hexagonal, octogonal, cuadrada con bordes cortados, todas se pueden adaptar a diferentes tipos de cubiertas, su estructura o armazón puede ser de diferentes tipos de materiales como: madera, cerámica estructural, metal, hormigón. (López, 2014)



FORMATOS	TAMAÑOS (mm)		GEOMETRÍA
	Largo (H)	Ancho (A)	
RECTANGULAR	270	180	
	300	180	
	300	200	
	320	220	
	400	200	
	350	250	
	400	250	
	500	250	
600	300		
CUADRADA	300	300	
	400	400	
ROMBO	350	250	
	400	300	
PICO PALA	400	200	
	500	250	
RÚSTICA O GRANEL	-	-	
REDONDEADA	400	200	
	350	250	
	300	200	
HEXAGONAL	400	300	
	350	250	
OCTOGONAL	300	300	
	400	400	
CUADRADA CON BORDES CORTADOS	250	250	
	300	300	
	325	325	
	355	355	
SCHUPPEN	-	-	

*Figura 26:* Medidas de pizarras.

*Fuente:* Fernando López (2014)

- **Cubierta de bambú.**

Las Cubiertas de bambú garantizan un refugio seguro ante las circunstancias que se manifiestan en el hábitat, la elaboración es un poco compleja, precisa de una base sólida para prevenir el desmoronamiento de la estructura, debe ser resistente a fuertes vientos y movimiento telúrico, atribuye un aspecto armónico en el diseño interior de los ambientes. (Arellano, 2019)



**Figura 27:** Cubierta de bambú.  
**Fuente:** Floornature (2019)

- **Cubierta de Teja.**

Se puede encontrar multiplicidades de tejas, una de las más utilizadas es la de arcilla por ser reutilizable la cual se obtiene en canteras, se recomienda para climas lluviosos porque ayuda a mantener la temperatura interna, elude la salida y entrada de sonidos externos, se logra aplicar en cubiertas inclinadas o con faldones y entrega un resultado elegante y llamativo, a diferencia de otros materiales la arcilla tiene la ventaja de no ser inflamable pero requiere cuidado al momento de destinarla por ser un material delicado y no ser resistente a un golpe o un fuerte impacto. (Manzano, 2015, pág. 57)

Las tejas son piezas de techado que muestran diferentes siluetas y se conectan con solapes, el diseño se presenta en forma de curva que posibilita la circulación del agua previniendo el estancamiento o eventualidades. Estas piezas son impermeables por lo tanto evita la filtración del agua y aire en el interior de la vivienda. (Jaramillo, 2016)



**Figura 28:** Cubierta de Teja.  
**Fuente:** Google (2019)

- **Cubierta de Teja de Cerámica.**

De acuerdo a Santiago y García citado por (Jaramillo, 2016, pág. 32) las tejas de cerámicas se ubican de forma alterna en techos con pendiente y para recubrimiento superior en paredes, este elemento se consigue por la extracción o el prensado de la arcilla, la cual se le puede agregar aditivos en su proceso de fabricación de ser necesario, además pueden ser revestidas con esmalte en su totalidad o en parte para dar un mejor aspecto de estética y durabilidad.



*Figura 29:* Teja de cerámica.  
*Fuente:* Fabián Dejtiar (2018)

- **Cubierta de Teja de Madera.**

Las tejas de madera dan un elegante acabado al techo, son ecológicas, que se obtienen del tronco de los árboles, al momento de su instalación se recomienda que tengan una pendiente adecuada para que el agua circule con fluidez para así evitar filtraciones o estancamiento, las tejas de maderas son colocadas en pequeñas planchas como las tejas de cerámica y comúnmente son utilizadas en países Europeos. (Peñalver, 2015)

**Tejamanil:** son conocidos como chillados y elaboradas de retazos delgados de madera.



*Figura 30:* Teja de madera.  
*Fuente:* Fabián Dejtiar (2018)



*Figura 31:* Chillados.  
*Fuente:* Google (2019)

- **Cubierta de Teja de Hormigón.**

Los modelos de teja de hormigón tienen gran soporte al impacto y a la deformación, al momento de la elaboración se comprimen o se compactan, a diferencia de las tejas de arcilla estas tienen mayor peso por su dosificación, evidencia una mejor resistencia para los climas fríos y su tonalidad se ajusta al hormigón pigmentado. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



*Figura 32:* Teja de Hormigón.  
*Fuente:* Fabián Dejtari (2018)

- **Cubierta de Teja de Metal.**

El modelo de teja de metal es muy usado en los lugares donde existen numerosas tempestades de lluvias con viento, es revestido con lámina de acrílico y piedra la cual las hace resistentes y duraderas. El peso de este material es por metro cuadrado: siete kilos, son forjadas para soportar diferentes tipos de clima sin debilitarse con sencillez. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



*Figura 33:* Cubierta de teja de metal.  
*Fuente:* Enciclopedia de clasificaciones (2017)

- **Cubierta de Teja de Cobre.**

El cobre es un material aplicado en este tipo de cubierta la cual le da una apariencia original, que se obtiene por el uso de algunos productos que se emplean en esta teja, y a medida que transcurren los días o años se obtienen diferentes

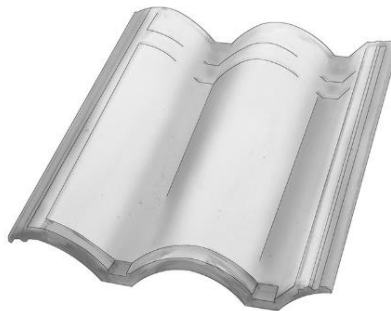
resultados de colores como el rosa o marrón. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



**Figura 34:** Tejas de cobre.  
**Fuente:** Efideck (2019)

- **Cubierta de Teja de Vidrio.**

Las tejas de vidrio son de gran peso, su porcentaje es de cuarenta kilos por metro cuadrado, se utilizan en lugares que requieran el ingreso de luz natural como corredores o galerías, la iluminación que ofrece este prototipo sobrepasa el ochenta por ciento y su forma es parecida a las tejas de barro con estilo francés. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



**Figura 35:** Teja de vidrio.  
**Fuente:** Fabián Dejtari (2018)

- **Cubierta de Teja de Caucho.**

La base de estas tejas es el caucho del neumático, caracterizadas por ser resistentes, flexibles, asequible y por su aporte al medio ambiente al ser fabricadas con llantas desechadas, que posteriormente pasan hacer trituradas y mezcladas con hormigón para finalizar su proceso de transformación en un material de cobertura superior de una edificación. (El Universo, 2018)



*Figura 36:* Teja de caucho.  
*Fuente:* CONICET (2015)  
*Elaborado por:* Jimena Naser

- **Cubierta de Teja de PVC.**

PVC se refiere al Policloruro de Vinilo, pueden ser transparentes o traslucidas, ahorran energía porque permiten el paso de la luz natural en lugares donde sea aplicada, suelen ser utilizadas en invernaderos, galpones o corredores, es un material de bajo costo, resistente al impacto y a los rayos solares, no se recomienda instalar donde la temperatura es mayor a 50°C, tiene la ventaja de no dispersar las llamas en caso de incendio. La mezcla de resina de PVC y aditivos hace posible su fabricación. (Eternit, 2018, pág. 158)



*Figura 37:* Teja de PVC.  
*Fuente:* Fabián Dejtiar (2018)

- **Cubierta de Teja de PET.**

El proceso de fabricación de la tejas PET es por medio de las botellas de plástico trituradas y purificadas, que se obtienen del reciclaje, los contenedores fueron sometidos a altas temperaturas para conseguir su molde, son baratas, mantienen su interior cálido, resistentes al exterior y amigable con el medio ambiente. (Rodríguez, Chávez, Lartategui, & Letona, 2017)



*Figura 38:* Teja de PET.  
*Fuente:* Bioconstrucción (2012)

- **Cubierta de Teja de Tetra Pak.**

Son tejas que se obtiene del reciclado del Tetra Pak, el cual es un depósito de jugo, leche o líquidos que requieran ser conservados, esto es posible por las láminas plásticas, cartón y aluminio que posee este envase, se procesan para la fabricación de tejas resistentes al golpe y la lluvia, es un material ligero con la capacidad de mantener la temperatura dentro del hogar. (Castellanos, 2016)



*Figura 39:* Teja de Tetra Pak.  
*Fuente:* EcoInventos (2019)

- **Cubierta de Teja Fotovoltaica.**

La teja fotovoltaica es de gran utilidad para reducir gastos de energía en el hogar, se fabrican con pequeños paneles solares que poseen celdas fotovoltaicas que producen electricidad por medio de los rayos solares, la cual hace que la vivienda tenga energía propia, estas tejas llegan a producir más de dos kilowatts por día; y su elaboración presenta un costo elevado. (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



*Figura 40:* Tejas fotovoltaica.  
*Fuente:* EcoInventos (2018)

- **Cubierta de Chapa de Acero Galvanizada de Zinc.**

Las chapas de acero galvanizado de zinc poseen un recubrimiento que lo protege del desgaste y oxidación, son ligeras, módico, resistente al golpe y no requieren de mucho mantenimiento. Muestran un déficit de calidad por generar calor y ruido en épocas de lluvia. (Dejtiar, 2018)



*Figura 41:* Chapa de acero galvanizada de zinc.  
*Fuente:* Fabián Dejtiar (2018)

- **Cubierta de Chapa de Acero Inoxidable.**

Las chapas de acero inoxidable adquieren un costo elevado, lo conveniente de este componente es que el tiempo de vida útil es extenso, soporta todo tipo de amenazas climática y golpes, requieren poco mantenimiento, pero se complica su restauración en caso de presentar daños o abolladuras en la superficie. (Dejtiar, 2018)

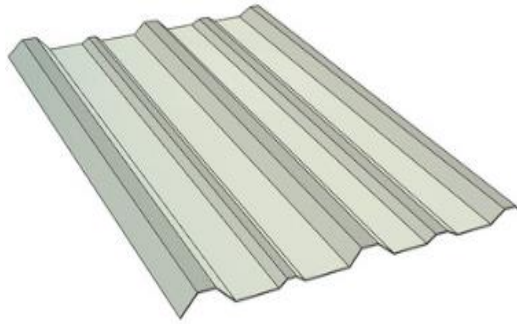


*Figura 42:* Chapa de acero inoxidable.  
*Fuente:* Fabián Dejtiar (2018)

- **Cubierta de Lámina Metálica Termoacústica.**

Las láminas metálicas termoacústicas en comparación con otras laminas el valor es elevado, se encuentra revestida por un aislante acústico y térmico la cual aporta un excelente manejo del sonido y del ambiente. El tiempo de vida de la plancha metálica es prolongado y duradero, así que no requiere de mayor asistencia. (Dejtiar, 2018)

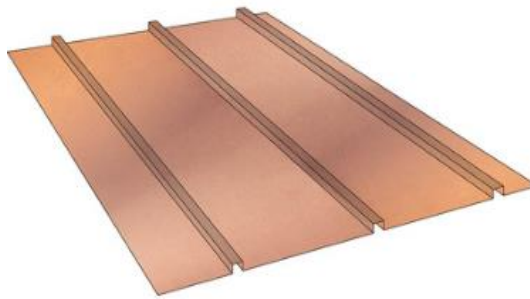




**Figura 43:** Lámina metálica termoacústica.  
**Fuente:** Fabián Dejtjar (2018)

- **Cubierta de Lámina de Cobre.**

Las láminas de cobre se acomodan a enseñar distintos diseños, se caracterizan por tener un mayor gasto de acuerdo al montaje y al material que lo compone, esta lámina de cobre resalta por tolerar los cambios climáticos, por su extensa duración y por el atractivo que destaca en la aplicación. (Dejtjar, 2018)



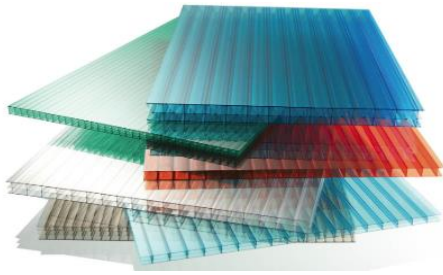
**Figura 44:** Lámina de cobre.  
**Fuente:** Fabián Dejtjar (2018)

- **Cubierta de Lámina de Policarbonato.**

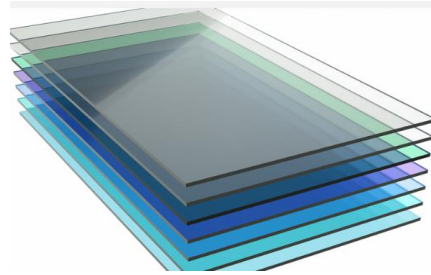
Para este tipo de cubierta se requieren de dos láminas que son las más utilizadas en el área de la construcción: policarbonato alveolar y compacto.

Las láminas de policarbonato alveolar se forman de diversas capas de aislamiento, resistentes al impacto, con una extensa variedad de uso que colabora con luz natural y exhibe un excelente acabado.

Las láminas de policarbonato compactas si se comparan con el vidrio son de menor peso, fáciles de manipular y utilizar, al ser un material flexible faculta la multiplicidad de formas y diseños, su consistencia hace que sea un material autoportante, restringe la necesidad de una estructura de soporte, son duraderas y limita la entrada de los rayos ultra violetas. (Carbone & Irland, 2016)



**Figura 45:** Láminas de policarbonato alveolar.  
**Fuente:** Google (2019)



**Figura 46:** Láminas de policarbonato compactas.  
**Fuente:** Google (2019)

- **Cubierta de Láminas de Fibrocemento**

Las láminas de fibrocemento son ligeras, la base de estas láminas se componen de cemento y aditivos, sólido a golpes, no es frágil ante incendios, su singularidad es que solo se muestran de color gris, aun así dan un acabado llamativo a la edificación, se emplean en viviendas de escasos recursos por ser de costo módico, factible al momento de movilizar e instalar. (Andara, 2017)



**Figura 47:** Lámina de fibrocemento.  
**Fuente:** Fabián Dejtjar (2018)

- **Cubierta de Lámina de Fibra de Vidrio.**

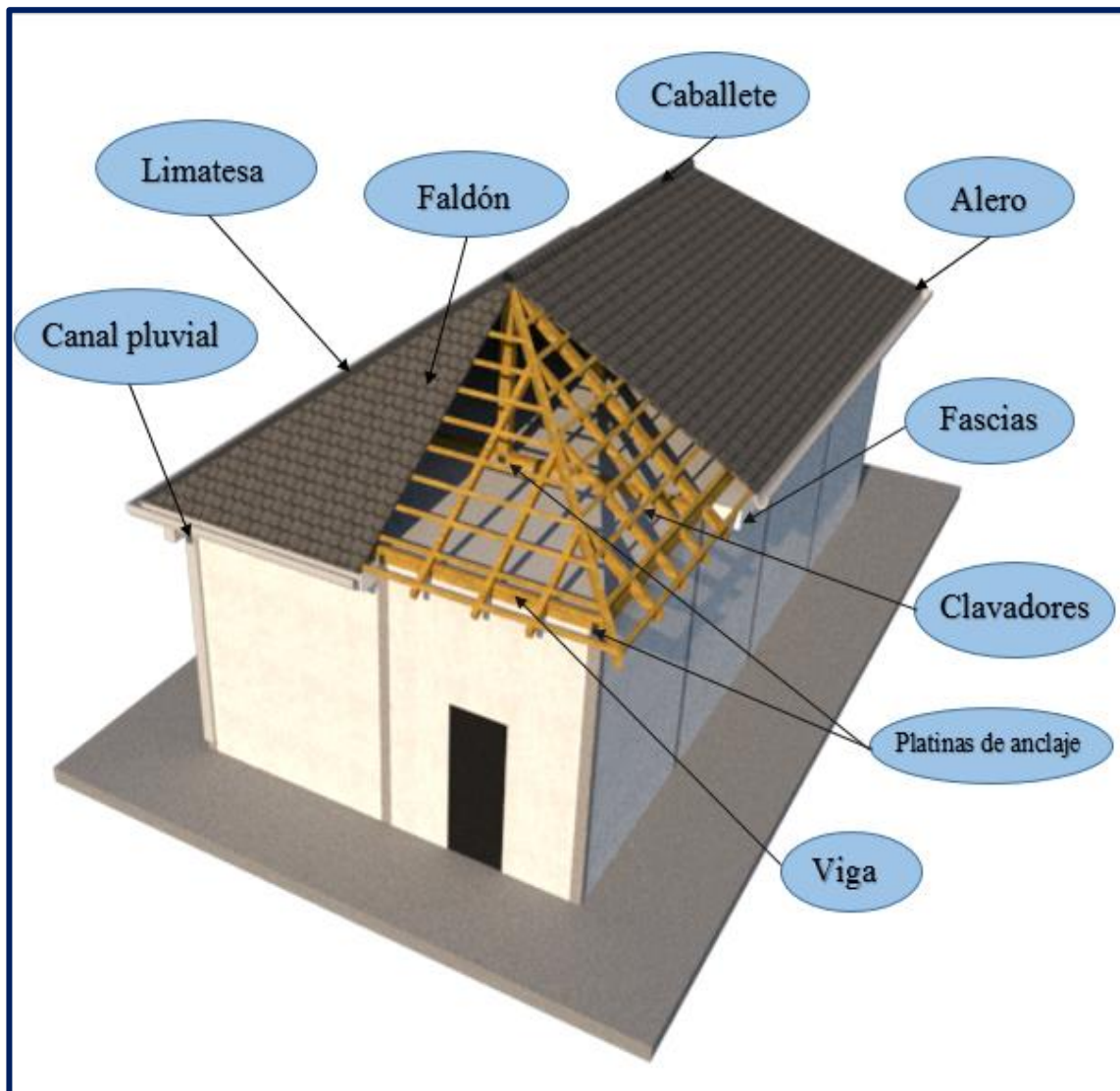
Las láminas de fibra de vidrio como su nombre lo indica es un material fabricado a base de fibra de vidrio, se distingue por ser consistente a grandes temperaturas, tiene la particularidad de acomodarse con facilidad a la estructura de acuerdo a la elasticidad que posee este elemento y la elaboración de este tipo de lámina se considerada asequible. (Dejtjar, 2018)



**Figura 48:** Lámina de fibra de vidrio.  
**Fuente:** Google (2019)

### 2.1.1.6. Elementos que componen la estructura de una cubierta.

Entre los elementos de mayor importancia para la estructura de una cubierta encontramos las platinas de anclaje que son piezas independientes, suelen ser de acero, para enlazar la armadura de la cubierta con las paredes, vigas o columnas, la estructura se compone de vigas o cerchas con la finalidad de resistir el peso de la cubierta y los clavadores que es donde se ensambla el techo, su distancia varía según el material que se vaya a instalar, también se encuentran los canales interiores o limahoya que es la unión de los faldones inclinados hacia adentro, el caballete o limatesa se ubica en la intersección de dos pendientes, alero que hace referencia al volado, fascias que es el cierre de los bordes de la cubierta y el canal pluvial que conduce el agua lluvia a un solo punto. (El Ingenioso, 2017)

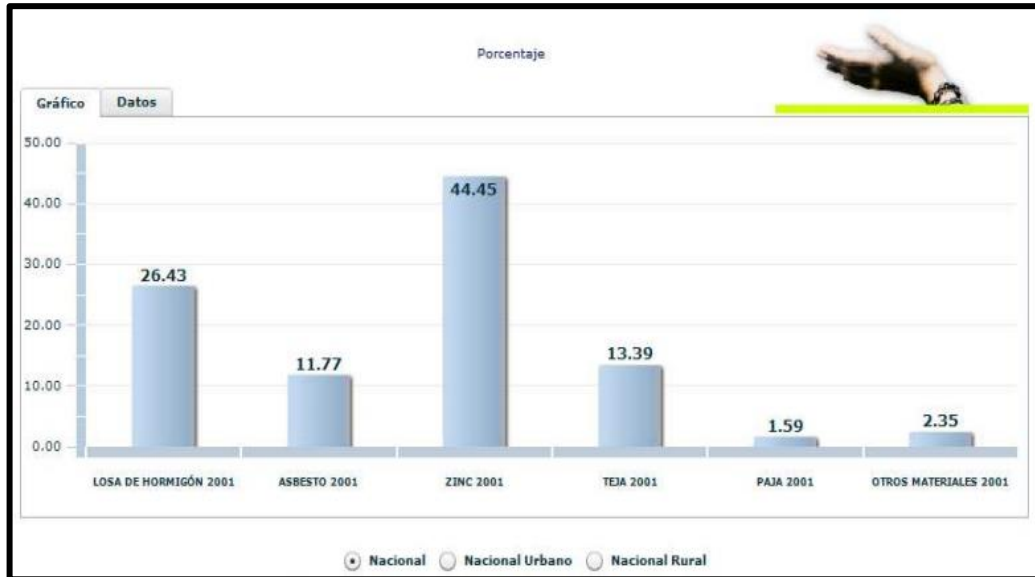


**Figura 49:** Elementos que componen la estructura de una cubierta.

**Elaborado por:** Flores (2019)

### 2.1.1.7. Tipos de cubiertas en el Ecuador.

Según el censo de población y vivienda (CPV-2001) – INEC, se da a conocer que el 44.5% de la población usa cubiertas de Zinc, el 26.5% son losas de hormigón, la teja conforma el 13.39%, las cubiertas de asbesto el 11.77% y el 2.35% son cubierta de pajas u otros materiales.



**Figura 50:** Tipos de techos (porcentaje nacional).

**Fuente:** Censo de población y vivienda (CPV-2001) – INEC

### 2.1.2. Historia del Tetrabrik.

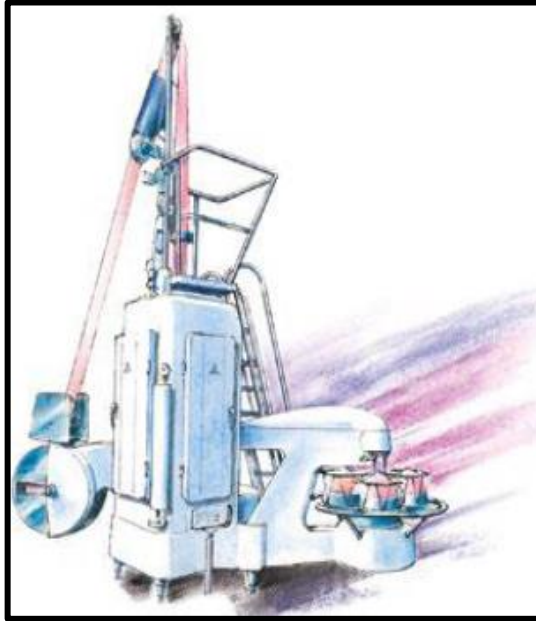
El tetrabrik se fabrica en la empresa Tetra Pak, corporación que se dio a conocer en la década del 50 por su fundador: Rubén Rausing, el progreso se debe a un sistema innovador de envasado para la leche líquida, logró asociar los procesos: el sistema de tratamiento térmico UHT (Ultra High Temperatura), y el sistema de envasado aséptico, la finalidad de estos procesos es que concedían que los alimentos perduraban días envasados hasta meses, sin la necesidad de conservantes ni refrigeración. (Cedula, 2017)



**Figura 51:** Rubén Rausing (Fundador de la empresa Tetra Pak).

**Fuente:** Google (2019)

El paquete tetrabrik fue introducido en 1963, la forma es rectangular o cuadrada y está disponible con un gran número de diferentes aperturas. El Tetrabrik Aseptic es el cartón que se introduce en 1969, es el paquete más utilizado para una larga vida útil de productos. (TETRAPAK, 2018)



**Figura 52:** Primera máquina productora de tetrabrik.  
**Fuente:** Empresa Tetra-Pak (2016)

En el año de 1995 se da el lanzamiento de Tetra Brik Packaging Systems, una nueva máquina de embalaje para paquetes de porciones, TBA/19. La salida de la nueva máquina es de 25% más alto que los modelos de las máquinas anteriores. El TBA/21 representa una nueva generación de máquinas de envasado aséptico Tetra Brik. Es una máquina extremadamente versátil, que puede llevar envases en el rango de 125 ml a 1136 ml. (TETRAPAK, 2018)



**Figura 53:** Máquina de envasado de envases tetrabrik aséptico TBA/21  
**Fuente:** Google (2019)

### **2.1.2.1. Producción y distribución de Tetra-Pak.**

En la actualidad Tetra Pak distribuye sus productos en 165 países, se considera la multinacional competente para distribuir líneas integradas de procesamiento, envasado y asignación de plantas de producción de alimentos, es decir se ha convertido en una de los principales proveedores del mundo de envases de leche, jugos de frutas y bebidas, entre otros productos. (Cedula, 2017)

La empresa Tetra Pak citado por (Caicedo, 2018, pág. 26) expresa que América posee ocho plantas manufactureras que producen estos envases, dos están ubicadas en las ciudades de Danton y Carolina del sur (Estados Unidos), las otras seis se encuentran en Chile, Argentina, Colombia, Brasil, México y Canadá. Según las estadísticas del año 2006, Ecuador importaba cada año desde Brasil un aproximado de 200 millones de envases, distribuidos en empresas productoras de lácteos y otros líquidos, en el 2012 el Ecuador vendió un aproximado de 500 millones de envases y para el cierre del 2017 su venta incremento en 980 millones de envases según Philippe Dlouche actual gerente general de la empresa en Ecuador.

Los fabricantes argumentan que la aceptación del tetrabrik se basa fundamentalmente en razones económicas: el espacio mínimo que ocupan permiten su distribución con menos recursos, y como consecuencia el producto envasado llega más barato a los consumidores. Así, la carga de un camión que los transporta llenos será de 95% de producto y 5% envase; mientras que el mismo camión con envases transportaría sólo el 60% de producto. Los fabricantes también sostienen que el “balance ecológico” del Brik es favorable respecto al de los envases de vidrio, ya que el consumo de energía global de aquellos es un 50% inferior al de estos, en concreto un 0,009 Kw/h por envases. (Barba, 2017)

### **2.1.2.2. Tetra-Pak en Ecuador.**

La Empresa Tetra-Pak mencionado por (Caicedo, 2018, pág. 25) declara que los envases de Tetra Pak Asépticos llegaron al Ecuador en el año 1994, el obstáculo del material es que sus envolturas no son biodegradables, es mínimo el porcentaje de reciclaje de este material en la actualidad. Al convertirse en desperdicios macizos y culminar su ciclo de vida, solicitan que se incurran en costo operativo para su colocación final, terminando en botaderos y en rellenos sanitarios.

### 2.1.2.3. Tetrabrik.

El Tetrabrik está íntimamente relacionado con la marca Tetra Pak por ser la empresa que los distribuye y utiliza para destinar sus productos, en realidad Tetra Pak es el nombre de la empresa y no del envase debido a que cada contenedor tiene un nombre que lo identifica según su diseño. Sin embargo, todo el mundo identifica estos envases con el nombre de la empresa.

La empresa Tetra Pak es una transnacional, se fundó en el año 1952 en Suecia gracias a la idea del Dr. Rubén Rausing sobre un novedoso envase de leche el cual podía conservar su contenido durante meses sin conservantes ni refrigeración. (TETRAPAK, 2018)



**Figura 54:** Envases tetrabrik.  
**Fuente:** Tetra-Pak (2019)

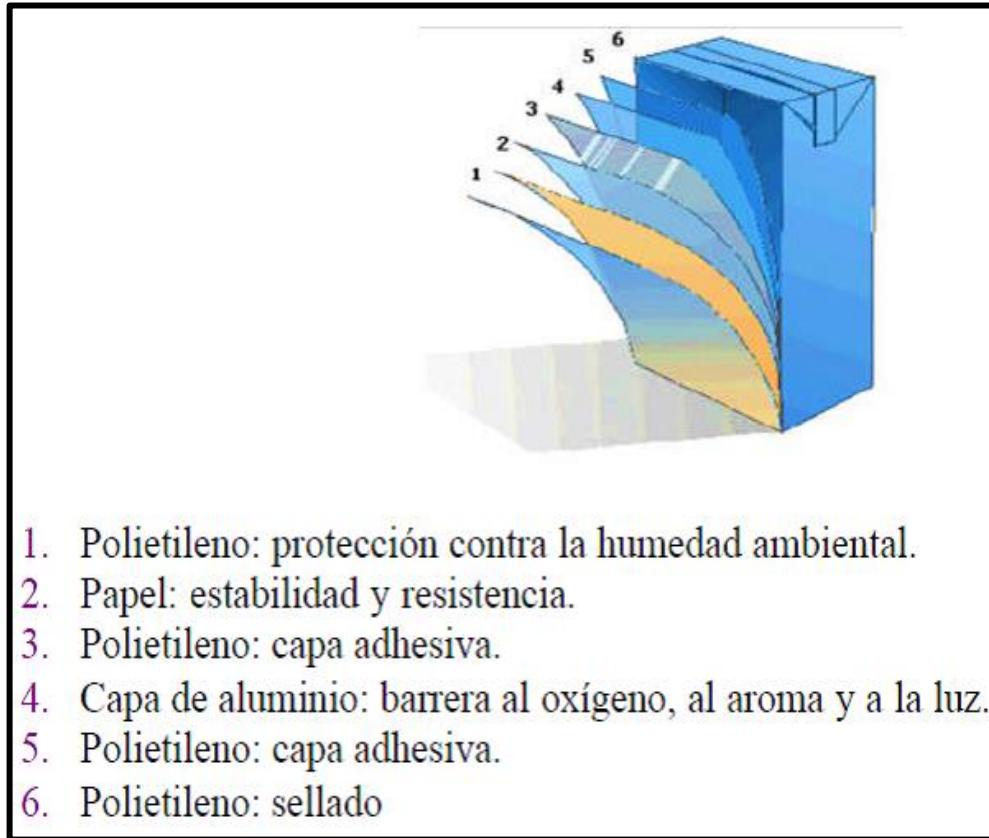
### 2.1.2.4. Composición del Tetrabrik.

El tetrabrik está compuesto en un 75% por papel de alta calidad (apto para usar en alimentación) que convertido en cartón es lo que le da rigidez al envase; un 20% de plástico (polietileno) que se encuentra tanto en el exterior como en el interior del envase, en contacto con el líquido; y un 5% de aluminio, un elemento esencial que evita que la luz y el oxígeno lleguen hasta el interior del envase y puedan dañar el contenido, logrando así que este pueda conservarse durante un tiempo relativamente largo sin necesidad de refrigeración. La combinación de estos elementos es lo que hace insustituible y a la vez problemático este tipo de envase. (Barba, 2017)

De acuerdo (Tetra Pak, 2019) los envases tetrabrik poseen diferentes capas compuestas por 3 elementos distintos distribuidos en 6 láminas incorporadas entre sí, mencionándolos a continuación:

- Una capa de papel Kraft de alta calidad (Cartón procedente de celulosas virgen), su peso es de 21g.

- Una capa de aluminio que pesa 1,4g.
- Cuatro capas de plástico polietileno con peso de 5,8g.



*Figura 55:* Capas del envase tetrabrik.  
*Fuente:* Google (2019)

### 2.1.2.5. Procedencia de los componentes del tetrabrik.

El tetrabrik según su elaboración se conoce que su composición se origina por diferentes materiales que son: cartón, plástico polietileno y aluminio que serán mencionados a continuación en este epígrafe.

**Cartón:** se forma por múltiples capas de papel superpuestas que logran que tenga mayor resistencia, aislamiento y dureza, son hechos a base de papel reciclado o fibra virgen que se obtiene directamente de la madera de los árboles, su densidad depende del grado de compactación. (Pérez, Raya & Romero, 2016)



*Figura 56:* Papel Kraft (Cartón).  
*Fuente:* Google (2019)



**Plástico Polietileno:** es un polímero sintético termoplástico que se obtienen por la polimerización del etileno, es translucido de color blanquecino y su estructura química es  $(-CH_2-CH_2-)_n$ . Son moléculas que se componen por dos átomos de carbono y cuatro de hidrógeno unidos por enlaces de tipo covalente. Se clasifica en tres tipos de acuerdo a su densidad (baja, media y alta). (Rajapack, 2015)



*Figura 57:* Rollos de plástico polietileno.  
*Fuente:* Google (2019)

**Aluminio:** se obtiene de la roca bauxita que se ubica principalmente en los climas tropicales y lluviosos, adopta el nombre por Les Baux (Francia), lugar donde se descubrió en el año 1821, el aluminio representa aproximadamente el 8% de la corteza terrestre. (AV Alumintran, 2017)



*Figura 58:* Rollo de aluminio.  
*Fuente:* Google (2019)

#### 2.1.2.6. Reciclaje del Tetrabrik.

Los productores no se cansan de repetir que el Tetra Brik es reciclable. Para demostrarlo ponen como ejemplo dos sistemas: uno ideado en Alemania que utiliza el conjunto del envase para fabricar un aglomerado asimilable al de la madera; y otro creado por una empresa española que separa los componentes del Brik y los reintroduce o bien en el ciclo productivo (el papel y el aluminio) o bien para generar energía (caso del polietileno). (Barba, 2017)

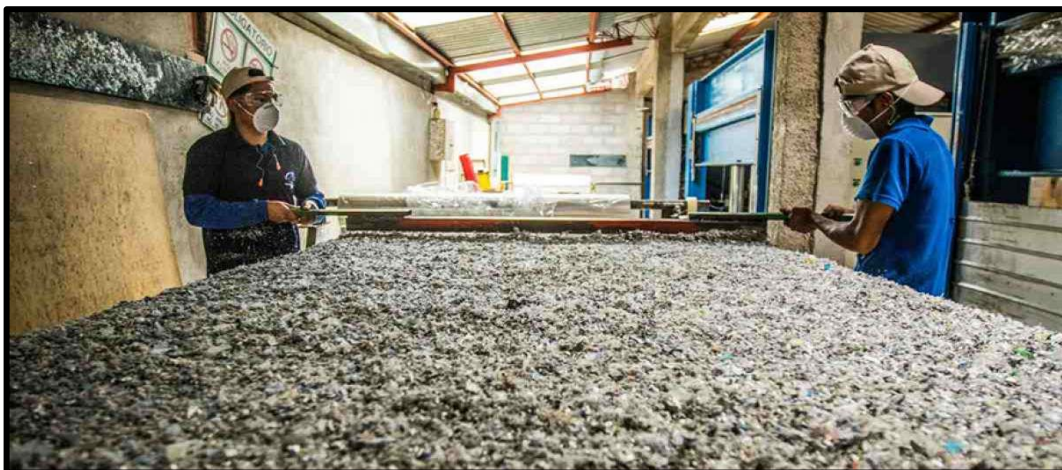
El reciclado global de paquetes Tetra Pack usados aumentaron de 13% en 2001 a 22.9% en 2012. Desde 12 millones de envases de cartón reciclados en 2001, se pasó a reciclar 39 mil millones de paquetes en 2012. Nos hemos fijado el objetivo de alcanzar el 40% global de reciclaje para 2020. (TETRAPAK, 2018)

Las capas del material Tetra Pak al ser transformadas se pueden emplear en la fabricación de muebles, cocinas integrales, mesas y también para la construcción de paneles modulares. El proceso que llama la atención en este estudio es que el tetrabrik es un material reciclable debido al 75% de cartón por el cual está formado, pero mediante avances científicos se logró reciclar el 25% restante del material de los envases que son el plástico y el aluminio, residuos que quedan después de haber clasificado la fibra de papel, esta técnica procesa el material y se puede elaborar tejas que complementan las viviendas de interés social. (Cedula, 2017)



**Figura 59:** Planchas de aglomerado hechas con Tetra Pak reciclado.  
**Fuente:** Tetra Pak (2019)

La Agencia Andes afirma que la empresa ecuatoriana Ecuaplastic ubicada en su capital (Quito), recicla el polialuminio de los envase Tetra-Pak elaborando muebles, tableros, cubierta, viviendas, entre otros materiales destinados al Hogar. La empresa Tetra-Pak cada año fabrica más de 7.800 toneladas de envases que después de ser consumidos son desechados, pero gracias al aporte de la empresa Ecuaplastic desde el año 2008 se le da un mejor uso a estos desechos aportando a la descontaminación ambiental. (El Telégrafo, 2018)



**Figura 60:** Proceso de la elaboración de planchas y productos reciclados de Ecompact.  
**Fuente:** Carlos Rodríguez (2018)

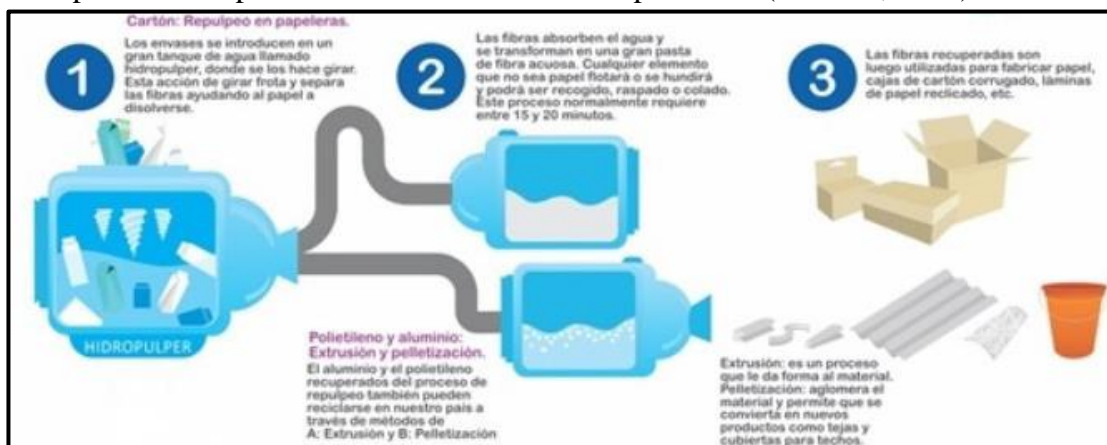
El Programa Tetra Pak recupera recicla es una iniciativa para motivar a las personas a reciclar con el objetivo de recuperar la mayor cantidad de envases desechados, Ecuador en el año 2018 logro recolectar 2.500 toneladas de envases utilizados, aumentando su porcentaje de reciclaje en comparación del año 2017 en la que se recolecto 2.000 toneladas de envases desechados, esto se debe al aporte de 6.500 gestores ambientales que reciben capacitaciones para mejorar el reciclaje, el producto recolectado es transformado en un nuevo material como una opción a la construcción o descontaminación. (Radio Huancavilca, 2018)

### 2.1.2.7. Proceso de reciclado del tetrabrik.

Existen dos formas para reciclar estos envases.

- **Forma # 1.**

Los envases recolectados se introducen en un gran tanque de agua llamado hidropulper o túrmix gigante, donde se los tritura y giran con aspas giratorias para separar y disolver el papel, el proceso demora de 15 a 20 minutos, al finalizar se consigue una papilla de papel con agua y restos de aluminio y plástico, por otra parte la papilla de papel se aplica en rodillos para eliminar el agua y dejar sola la fibra de papel, esto se reutiliza en cajas o materiales fabricados con cartón. Los restos de plástico y aluminio se pueden reciclar por un proceso de extrusión y peletización para transformarlo en un nuevo producto. (Caicedo, 2018)



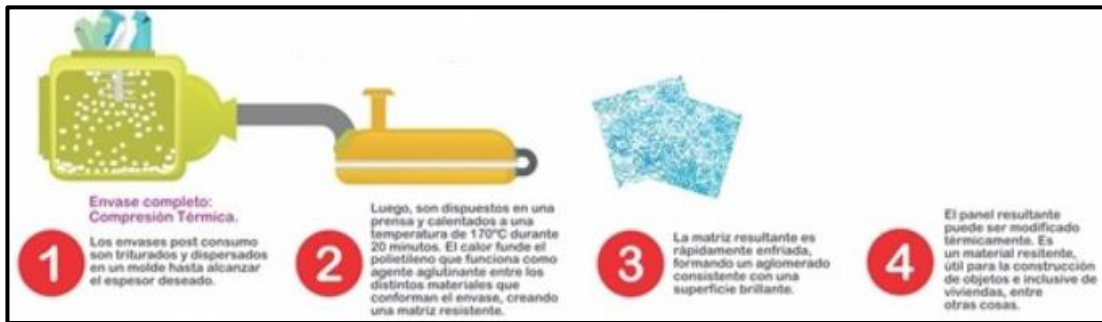
**Figura 61:** Proceso de reciclado del tetrabrik – Forma # 1.

**Fuente:** Donde Reciclo.Org (2015)

- **Forma # 2.**

Se trituran los envases y se colocan sobre una plancha para ser prensados en caliente, este método logra que el polietileno se funda y funcione como un adhesivo que une los tres componentes que conforman los envases tetrabrik, como

resultado se obtiene una lámina compacta de igual forma que los tableros de madera aglomerada. (Caicedo, 2018)



**Figura 62:** Proceso de reciclado del tetrabrik – Forma # 2.

**Fuente:** Donde Reciclo.Org (2015)

### 2.1.2.8. Degradación y contaminación del tetrabrik.

El tiempo de vida de los envases tetrabrik es de 30 años por el aluminio y el plástico que conforman el 25% del envase y tarda años en degradarse, a diferencia del cartón que compone el 75% del material, hecho a base de celulosa que si se encuentra expuesto al aire libre tarde alrededor de un año en desaparecer. (Tena, 2019)



**Figura 63:** Ciclo de vida de los envases Tetra Pak.

**Fuente:** Universidad de Piura (2012)

La empresa Tetra Pak Citado por (Caicedo, 2018, pág. 28) da a conocer que en Ecuador los representantes de Intercia S.A. afirma que hasta el momento estos envases no han podido reciclarse por completo en el país. Las seis capas que lo componen hacen que tarde su degradación por sí solo, por lo cual se le opto el nombre de envases de “larga vida”. Desde otro punto, las cartoneras que reciclan no cuentan con la tecnología para procesar este material, debido a que al separarse las capas de aluminio y plástico obstaculizan las mallas en los procesos siguientes, transformándose en un problema para la fábrica.

### 2.1.3. Historia del Plástico PET.

Según Escuela de Ingenierías nombrado por (Avilés, 2013, pág. 7) indica que a partir del año 1939 al 1941 en la Asociación Calico Printers, los investigadores Jhon Rex Whinfield y James Tennant Dickson durante los análisis de los poliésteres termoplásticos hallaron el Tereftalato de Polietileno (PET), en consecuencia a la búsqueda de la sustitución del algodón en tiempos donde concurrían las guerras.



*Figura 64:* Jhon Rex Whinfield y James Tennant Dickson.  
*Fuente:* Recauda PET (2019)

La investigación de Andrew referido por (Avilés, 2013, pág. 7) expone que Nathan Wyeth quien laboraba para DuPont creó en el año 1972 las botellas PET, expone un sistema de moldeo que concibe un plástico duro, permitiéndole a su jefe fabricar botellas resistentes de peso liviano. El estudio de Quiminet citado por (Tolozano, 2015, pág. 9) “Existe disponibilidad, se produce PET en Sur y Norteamérica, Europa, Asia y Sudáfrica.”

En el año 1976 comienza la producción de estos recipientes a base de PET, diseñados para bebidas como agua, jugos, gaseosas. En el transcurso de los años en su comercialización, el contenido del PET varía en diferentes zonas, presentando diferentes opciones de envasado, obteniendo gran incremento en su venta, pasando a ser un componente de empaquetado con una perspectiva de desarrollo universal. (Amarillo, Verde y Azul, 2018)

#### 2.1.3.1. Plástico PET.

El plástico nace del petróleo, alrededor de 150 años tiene desde su descubrimiento, facilita la vida del ser humano, pero a cambio contamina su entorno. El plástico tarda más de 500 años en degradarse y se utiliza a diario en todo el planeta, se puede observar los desperdicios flotando en mares y ríos, causante del envenenamiento de distintas especies

marinas, provocando que la contaminación sea grave y se busque una solución de reciclaje para purificar el ambiente. (Cerrillo, 2016)

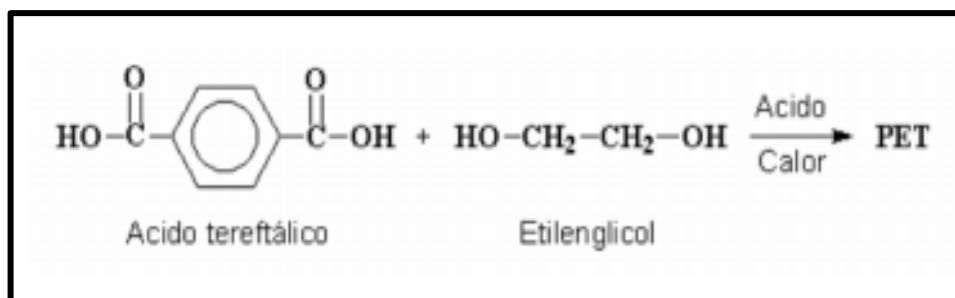
Según definición Quiminet citado por (Tolozano, 2015, pág. 9) el polietileno tereftalato (PET), es un polímero plástico, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, por lo que lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado. Es extremadamente duro, resistente al desgaste, dimensionalmente estable, resistente a los químicos y tiene buenas propiedades dieléctricas.



*Figura 65:* Botellas de plástico PET  
*Fuente:* Google (2019)

### 2.1.3.2. Proceso del Plástico PET.

El procedimiento para adquirir el PET es esterificación inmediata del ácido tereftalato con el etilenglicol, monómero que se sujeta a una fase de polimerización en periodos para alcanzar un polímero de cadena extensa, en la que el PET fundido se endurece. Durante el desarrollo de extrusión con dado de agujeros múltiples, después de enfriarse se corta en manera de cilindros diminutos para la adquisición de pellets granulados de PET, es transparente y brillante de bajo peso molecular, calificado para la elaboración de botellas. Se obtiene el recipiente derritiendo los pellets a grandes temperaturas y por consiguiente se inserta en un molde por medio de la presión. (Méndez, 2016)



*Figura 66:* Proceso químico para la obtención del PET, mediante la condensación del etilenglicol y el ácido tereftálico.  
*Fuente:* Gerardo Avilés (2013)

### 2.1.3.3. Propiedades del plástico PET.

El tereftalato de polietileno (PET) es un plástico con alto grado de transparencias y termoplástico en su proceder, resistente al desgaste, químicos, ligero, buena barrera para la humedad, totalmente reciclable, dimensionalmente estable y muy compacto con excelentes propiedades térmicas y dieléctricas, se utiliza en diferentes partes del mundo. Para reciclar se lo adquiere de alfombras plástica, empaques, envases de bebidas, cosméticos, tapas y etiquetas de botellas, fibras entre otros. (Pin, 2019, págs. 16-17)

**Tabla 2:** Propiedades mecánicas y físicas del PET por la ASTM y DIN.

Propiedades Mecánicas y Físicas	ASTM	DIN	Unidad	Valor
Densidad			gr/cm <sup>3</sup>	1.31
Contracción modelo longitudinal			%	0.2
Contracción modelo transversal			%	0.5
Índice de refracción				1.58-1.64
Transmisión, Visible			%	89
Resistencia a la tracción (Fluencia/Rotura)	D-638	53455	Kg/cm <sup>2</sup>	900/--
Resistencia a la compresión	D-695	53454	Kg/cm <sup>2</sup>	260/480
Resistencia a la flexión	D-790	53452	Kg/cm <sup>2</sup>	1450
Módulo de elasticidad	D-638	53457	Kg/cm <sup>2</sup>	37000
Dureza	D-2240	53505	Shore D	85-87

Fuente: JQ (2011)

**Tabla 3:** Propiedades Químicas del PET a temperatura ambiente (25°C).

Propiedades Químicas	Observaciones
Efecto de los rayos solares	Algo lo afectan
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad
Propagación de llama	Mantiene la llama
Comportamiento al quemarlo	Gotea
Color de la llama	Amarillo anaranjado tiznado
Olor al quemarlo	Aromático dulce

Fuente: JQ (2011)

**Tabla 4:** Propiedades térmicas del PET a temperatura ambiente (25°C) por la ASTM y DIN.

Propiedades Térmicas	ASTM	DIN	Unidad	Valor
Calor específico	C-351		Kcal/Kg.°C	0.25
Temperatura de fusión			°C	255
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C	D-696	52752	°C	0.00008
Coefficiente de conducción térmica	C-177	52612	Kcal/m.h.°C	0.25

Fuente: JQ (2011)

**Tabla 5:** Resistencia del PET a distintas sustancias químicas

<b>Alcoholes</b>	
Metanol	Muy resistente
Etanol	Muy resistente
Isopropanol	Resistente
Ciclohexanol	Muy resistente
Glicol	Muy resistente
Glicerina	Muy resistente
Alcohol bencílico	Resistente
<b>Aldehídos</b>	
Acetaldehído	Muy resistente
Formaldehído	Muy resistente
<b>Compuestos clorados</b>	
Tetracloruro de carbono	Muy resistente
Cloroformo	Resistente
Difenil clorado	Muy resistente
Tricloro etileno	Muy resistente
<b>Disolventes</b>	
Éter	Muy resistente
Acetona	No resistente
Nitrobenceno	No resistente
Fenol	No resistente
<b>Ácidos</b>	
Acido fórmico	Muy resistente
Ácido acético	Muy resistente
Ácido clorhídrico 10%	Resistente
Ácido clorhídrico 30%	Resistente
Ácido fluorhídrico 10 y 35%	Muy resistente
Ácido nítrico 10%	Muy resistente
Ácido nítrico 65%	No resistente
Ácido fosfórico 30 y 85%	Muy resistente
Ácido sulfúrico 20%	Resistente
Ácido sulfúrico 80%	No resistente
Anhídrido sulfuroso seco	Muy resistente
<b>Álcalis (soluciones acuosas)</b>	
Hidróxido amónico	No resistente
Hidróxido cálcico	Muy resistente
Hidróxido sódico	No resistente
<b>Sales (soluciones)</b>	
Dicromato	Muy resistente
Carbonatos alcalinos	Muy resistente
Cianuros	Muy resistente
Fluoruros	Muy resistente
<b>Sustancia varias</b>	
Cloro	Muy resistente
Agua	Muy resistente
Peróxido de hidrógeno	Muy resistente
Oxígeno	Muy resistente

Fuente: Google (2019)



#### 2.1.3.4. Clasificación del Plástico.

Según el análisis realizado por (Inoquos, 2018) plantea que el plástico tiene diferentes categorías y se las nombra a continuación:

- **PET 1 o PETE:** se utiliza en las botellas de agua y otros líquidos, es un material ligero, transparente, resistente, térmico y de un solo uso, su punto de fusión empieza a los 250°C, se puede reciclar en la elaboración de tableros para la construcción, muebles y otros envases. (ibíd.)



*Figura 67:* Botellas plásticas PETE.  
*Fuente:* José Esteve (2012)

- **PET 2 o HDPE:** se encuentra en detergentes, bolsas de basura, potes de aceite de carros, son pocos flexibles, resistentes a químicos, se debilita a partir de los 75°C y se pueden reciclar para tuberías, materiales de construcción, casas de perros entre otros. (ibíd.)



*Figura 68:* Plástico HDPE.  
*Fuente:* José Esteve (2012)

- **PET 3 o PVC:** se encuentra en los envases de productos de limpieza, equipos médicos, tuberías de PVC, tienen gran resistencia, flexibilidad y durabilidad, se deforman a partir de los 150°C. No es muy reciclado. (ibíd.)



*Figura 69:* Plásticos PVC.  
*Fuente:* José Esteve (2012)

- **PET 4 o LDPE:** se utiliza para empaques de comida, bolsos, muebles entre otros y se caracteriza por ser translucido, suave y flexible, pierde resistencia a los 110°C, no se recicla mucho pero pueden transformarse en paneles para la construcción. (ibíd.)



*Figura 70:* Plástico LDPE.  
*Fuente:* José Esteve (2012)

- **PET 5 o PP:** se lo encuentra en los pitillos, tapas, vasos y platos, muy poco reciclado, se suavizan a los 160°C, se suelen hacer cables para batería y contenedores de distintos tipos. (ibíd.)



*Figura 71:* Plástico PP.  
*Fuente:* José Esteve (2012)

- **PET 6 o PS:** se lo encuentra en las bandeja de las carnes, aislantes, vasos, embalaje, difícil de reciclar y transmiten químicos tóxicos si se calientan. (ibíd.)



*Figura 72:* Plásticos PS.

*Fuente:* Google (2019)

- **PET 7:** son de diferentes categorías y se los encuentra en MP3, carcasa de celular, materiales blindados, equipos (Varios). Estos tipos de plástico no se reciclan. (ibíd.)



*Figura 73:* Diferentes tipos de plásticos.

*Fuente:* Google (2019)

### 2.1.3.5. Impacto Ambiental del Plástico.

Álvarez Silva citado por (Gómez, 2016) publica que: La contaminación por plástico es una de las más significativas en la actualidad, ya que una botella plástica tarda alrededor de 700 a 1000 años en degradarse; resulta difícil convencer a las personas que no utilicen botellas de plástico, así que actualmente la mejor idea es fomentar el reciclaje de todas esas botellas o por el contrario que sean reemplazadas por algo mejor. La idea es reducir el impacto ambiental que causan las grandes cantidades de desechos plásticos con la previa implementación y posterior empleo de botellas hechas a partir de reciclaje.

Las botellas de plástico PET al ser desechadas al paso en un lugar no destinado pueden obstaculizar los sistemas de alcantarillado, dan mal aspecto y contaminan el sector de la colectividad, es imprescindible hacer conciencia, no solo evitar que el producto se vuelva residuo, sino optar para que el residuo se convierta en un resultado óptimo, con lo métodos

adecuados para el mejoramiento ambiental, lograr diseñar productos que contribuyan a disminuir el daño provocado. A medida que la población crece las botellas PET son más utilizadas por lo que es necesario implementar que al recipiente se le otorgue diferentes usos después de haber cumplido su ciclo de vida como contenedor. (Avilés, 2013, pág.8)

La investigación de Reinfeld citado por (Villero, 2015) revela que cada año se fabrican más de diez millones de toneladas de plástico, que se observan en empaques de comida, envases de bebidas, utensilios de cocina, ropa, accesorios y en un sinnúmero de productos que requerimos día a día. A pesar de ello, solamente se logra recuperar el uno por ciento del plástico para ser reciclado, de manera que deja una gran suma de desechos plásticos que no son recuperados o reutilizados.

El plástico en su mayoría se obtiene del petróleo el cual se consigue de las entrañas de la tierra, es uno de los productos más utilizados en el mundo por su bajo costo y practicidad, la mayoría de las botellas son hechas con plástico virgen y un 30% se recicla en la elaboración de nuevas botellas plásticas. El planeta esta superpoblado de botellas plásticas lo cual implica una grave contaminación directa o indirecta, las botellas plásticas ocasionan un daño terrible a diferentes especies de animales, cada año más de un millón de especies marinas mueren asfixiados o atrapados entre estos desechos cifra que va incrementando año tras año sin control alguno. (Aduanas Digital, 2014)



**Figura 74:** Especie marina comiendo plástico.

**Fuente:** Aduanas digital (2014)



**Figura 75:** Desechos plásticos en la playa.

**Fuente:** Google (2019)

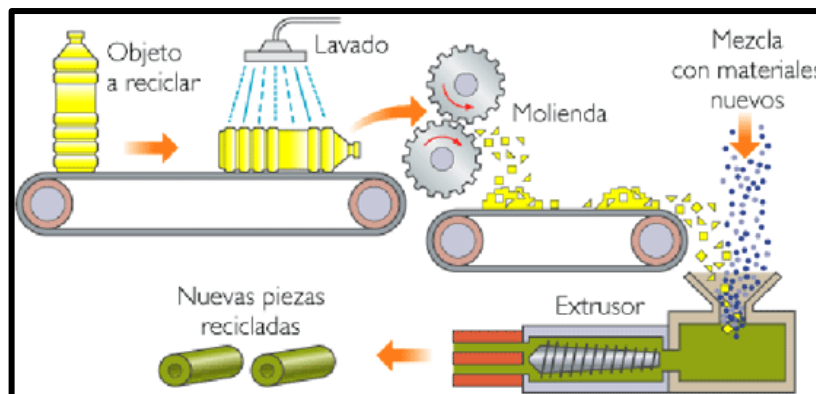
Los componentes más habituales que se encuentran en los mares son botellas de plástico, envoltorios, tapas de botellas y sorbetes, productos de gran consumo al cual las personas se han acostumbrado. El sol es el encargado de degradar los objetos plásticos, fragmentándolo en pedazos diminutos (microplásticos) en la cual los animales marinos como las tortugas, peces, focas y ballenas lo suelen confundir por comida que al digerirlo afecta en su interior ocasionándole la muerte. Si un pez ingirió microplásticos y es destinado al consumo alimenticio de otra persona puede ser perjudicial para su salud. (RPP, 2019)

### 2.1.3.6. Reciclaje del Plástico PET.

“El reciclaje del plástico PET es el proceso de recuperación de este desecho que se utiliza como materia prima en la fabricación de un nuevo material. Al PET reciclado se lo conoce como rPET” (Paz, 2016, pág. 46)

De acuerdo al estudio de (Avilés, 2013, pág.21) existen tres formas diferentes de recuperar el PET después de que su tiempo de vida como producto haya culminado y estas son:

- **Reciclado mecánico:** se basa en la separación, molienda y lavado de los envases. El 10% del producto triturado obtenido del proceso de reciclaje puede reincorporarse al periodo de fabricación del PET de manera directa, debido a que perdió propiedades para reciclarse en su totalidad.

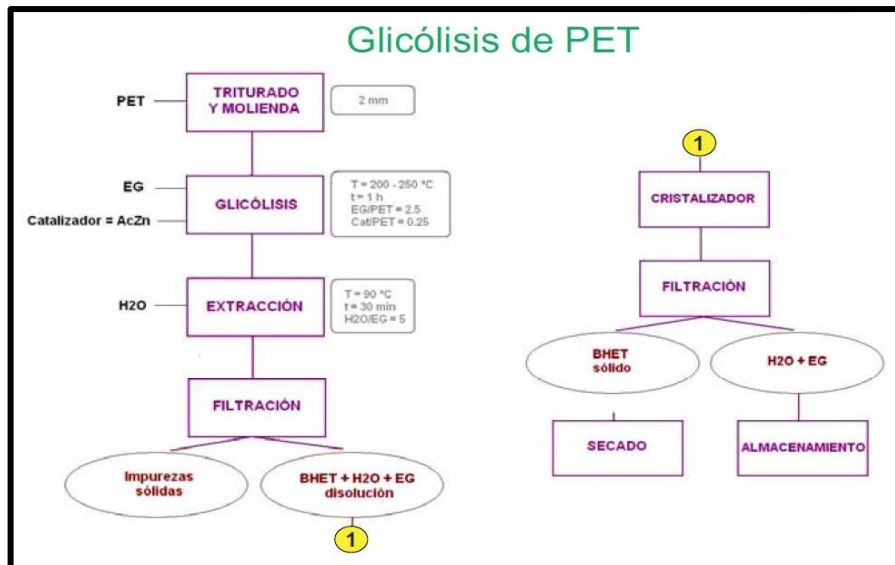


*Figura 76:* Proceso del reciclado mecánico.

*Fuente:* Google (2019)

Se aplica solo a los termoplásticos, se muele el material en pequeñas escamas para posteriormente lavarlo, secarlo, peletizar y procesar por una extrusora para agregarlos en estado líquido a moldes y fabricar un nuevo producto. El plástico reciclado se utiliza en artículos con menor demanda, porque al ser recuperados pierden parte de sus propiedades o se puede combinar con plástico virgen en medidas requeridas para lograr las propiedades que anhela. (Paz, 2016, pág. 46)

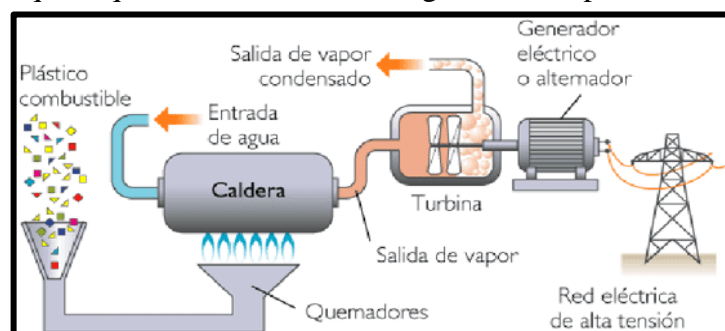
- **Reciclado químico:** el proceso de reciclaje más utilizado es por despolimerización “glicólisis”. La glicólisis se lleva a cabo con etilenglicol (EG). El elemento principal es monómero tereftalato de bis (2- hidroxietileno) (BHET) que se puede utilizar directamente para la síntesis del PET o de resinas de poliéster. Es importante señalar, que antes del proceso químico se aplica el reciclado mecánico para reducir el plástico en pequeños pedazos y que el reciclado químico tenga mejores resultados.



**Figura 77:** Despolimerización del PET por glicólisis con etilenglicol.  
**Fuente:** Google (2019)

El reciclaje químico es un proceso con mayor calidad y sofisticación que requiere mayor inversión, es posible reciclar materiales termoplásticos como termoestables, se aplica cuando el plástico está muy desgastado o es imposible separarlo de su mezcla, debido a que no requiere separarlos si se encuentran mezclados con otros plástico y no es necesario hacer una limpieza. Se desarrolla aplicando temperaturas elevadas de calor a los elementos plásticos con el objetivo de modificar la longitud de las cadenas moleculares de monómeros que los componen, obteniendo como resultado moléculas más cortas para fabricar diferentes plásticos o combustibles. (Paz, 2016, pág. 46)

- **Reciclado energético:** El plástico PET recuperado al ser quemado origina sólo dióxido de carbono y líquido con liberación de energía que se emplea como combustible, un gramo de PET descarga aproximadamente 22 Btu, que equivale alrededor de 5.544 Kcal. EL beneficio energético se puede conseguir si la recopilación del PET desechado es la adecuada para abastecer al hogar, escuelas o lugares que requieran su calefacción, agua caliente para distintos usos.



**Figura 78:** Proceso de reciclado energético, el PET se convierte en combustible.  
**Fuente:** Gerardo Avilés (2013)

### 2.1.3.7. Máquinas para reciclar el plástico.

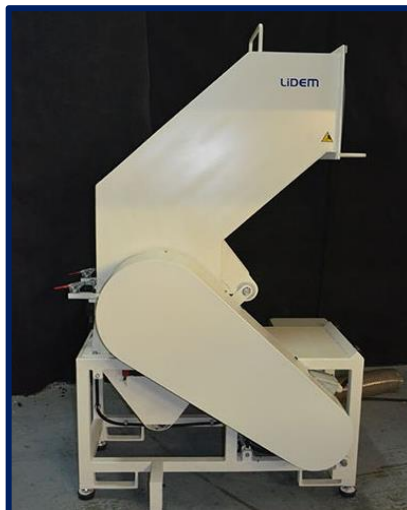
- **Removedor de etiquetas:** las botellas de plástico poseen etiquetas que dificultan su reciclaje por lo que se puede optar por un removedor de etiquetas para obtener un excelente resultado a la hora de reciclar, el removedor separa la etiqueta de manera seca antes del proceso de trituración de las botellas para prevenir la mezcla de los materiales, además posibilita la eliminación y separación de tapas, después de retirar las etiquetas, son apartadas por un sistema de aire, separándolas en absoluto del proceso de lavado. (Innovateck. S.A., 2012)



*Figura 79:* Máquina des etiquetadora.

*Fuente:* Google (2019)

- **Triturador:** LIDEM mencionado por (Izurieta & Rodríguez, pág. 13) manifiesta que el triturador es una máquina que posee un método de corte alternativo, después se procesa el producto a través de cernederos, dando como resultado pequeñas hojuelas, de esa forma se obtiene un producto simétrico, similar con la misma apariencia y dimensión.



*Figura 80:* Triturador.

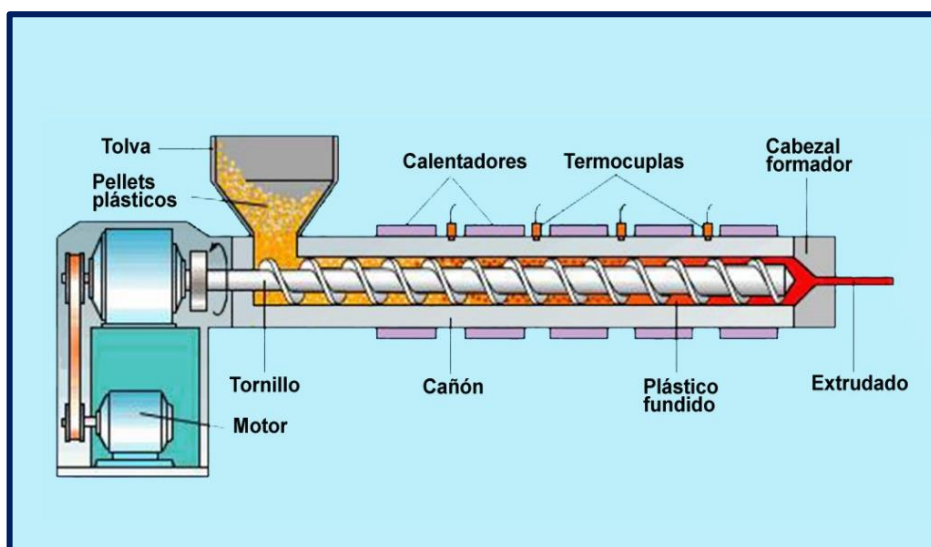
*Fuente:* LIDEM (2019)

- **Lavado y secado:** la máquina ubica el plástico reciclado en lavaderos industriales, las impurezas y suciedad del material quedan asentadas en el fondo del lavadero, posteriormente pasa por una fase de centrifugado en la que se descarta por completo cualquier sustancia o residuo que se haya pasado desapercibido del proceso anterior. (Izurieta & Rodríguez, 2018, pág. 13)



*Figura 81:* Máquina de lavado y secado.  
*Fuente:* Janeth Izurieta y Andrea Rodríguez (2018)

- **Extrusión:** es el proceso de modificación de un material que es fundido y forzado a atravesar por una boquilla para fabricar objetos de sección transversal constante. A diferencia de los polímeros hay muchos materiales que utilizan este proceso de extrusión como alimentos, cerámicas, metales, dando como resultado pastas alimenticias, tuberías de PVC, ventanas de aluminio, entre otros. Las extrusoras más usadas son las de tornillo. (Beltrán & Marcilla, 2012, pág. 79)



*Figura 82:* Esquema de extrusor.  
*Fuente:* Tecnología de los plástico (2011)



### 2.1.3.8. Ventajas y desventajas del plástico PET.

En el extenso tiempo que este producto se encuentra en el mercado se ha cambiado en diferentes lugares reemplazando materiales tradicionales o desarrollando nuevas alternativas de empaquetado jamás antes consideradas hasta la actualidad. Es un componente que respondería a diferentes usos, siempre y cuando sus desventajas no sean superiores a las ventajas se continuara eligiendo el PET como materia prima en contenedores. (Avilés, 2013)

**Tabla 6:** Ventajas y desventajas del PET.

Ventajas	Desventajas
Que actúa como barrera para los gases, como el CO <sub>2</sub> , humedad y el O <sub>2</sub> .	Tiene un número finito de reciclado
Es transparente y cristalino, aunque admite algunos colorantes.	No se destruye de manera natural
Irrompible, liviano e impermeable.	Daño visual al medio ambiente una vez de ser utilizado como producto.
No tóxica, a cierto grado, ya que todos los plásticos tienen cierto grado de toxicidad, cualidad necesaria para este tipo de productos que están al alcance del público en general (Aprobado para su contacto con productos alimentarios)	Tiene desprendimiento de sustancias tóxicas cuando es sometido a temperaturas por encima de los 230 °C
Superficie barnizable, inerte al contenido, estabilidad a la intemperie y totalmente reciclable	
Resistencia esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza	
Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas	

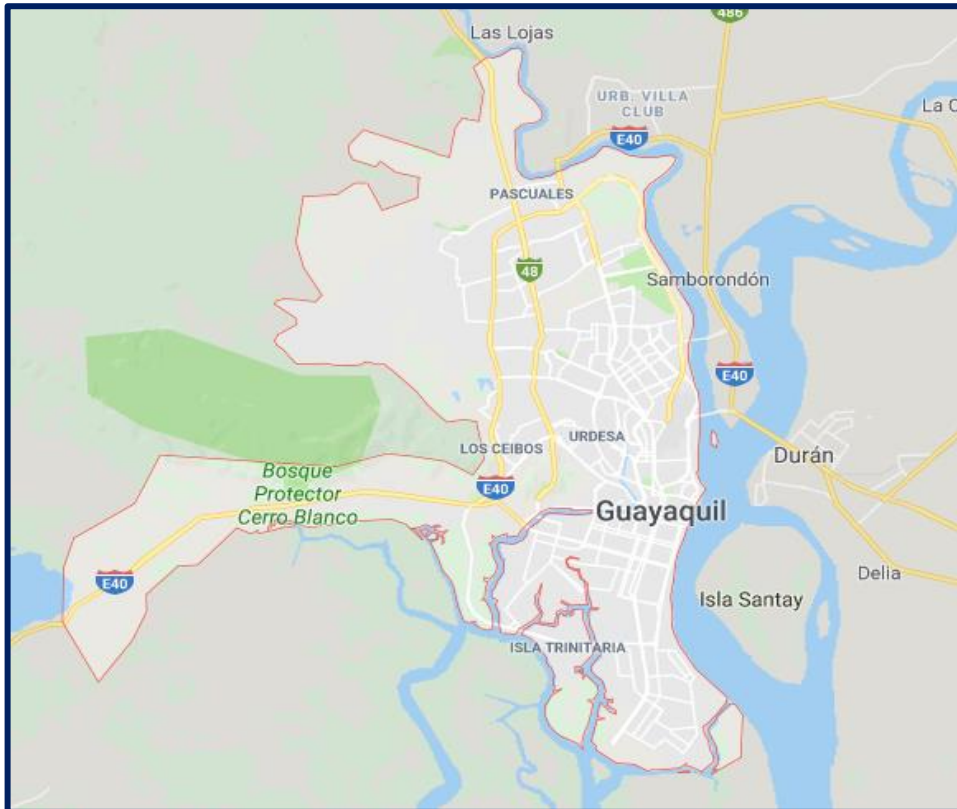
*Fuente: Gerardo Avilés (2013)*

### 2.1.4. Información general del sector de estudio.

La investigación sobre un prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción se llevará a cabo en el año 2019, en este período se desea concluir con todos los aspectos del proyecto. La zona de estudio para el desarrollo del proyecto es en la ciudad de Guayaquil, siendo esta ciudad la más grande del Ecuador por poseer una extensión territorial de 344,5km<sup>2</sup> a nivel regional e internacional. Goza de una excelente actividad económica y comercial por situarse cerca del río Guayas, a 20 km del Océano Pacífico. (Sarmiento, 2014, pág. 29)

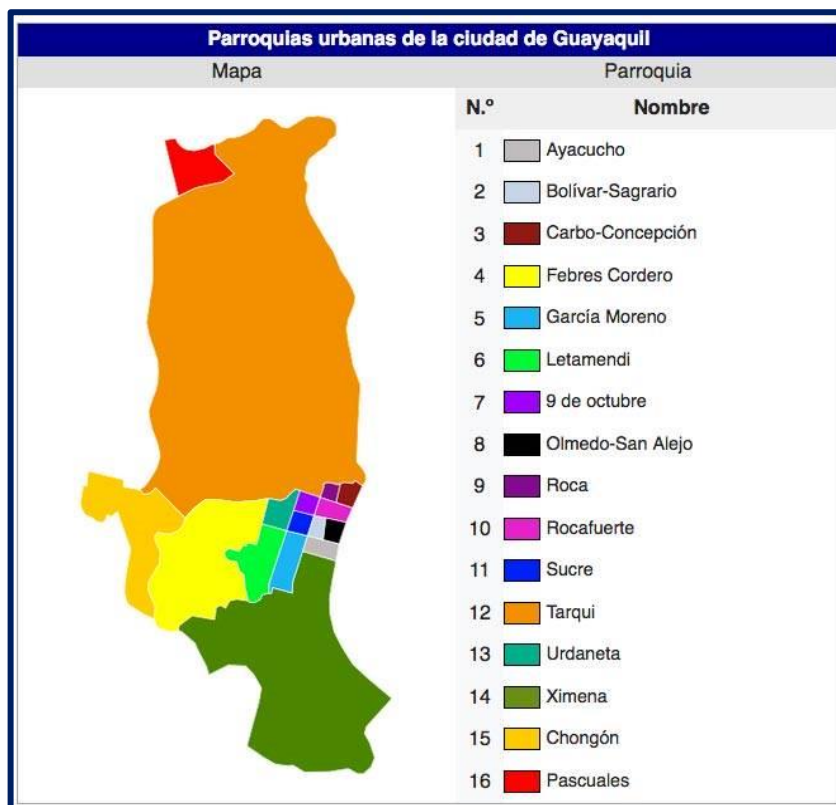
Guayaquil es una ciudad que se ubica en las Costas del Pacífico en la región litoral del Ecuador, se encuentra dividida en 16 parroquias urbanas, y de acuerdo a la nueva administración municipal su organización se reparte en 74 sectores, posee un total de 2'644,891 habitantes, convirtiéndose en el cantón más poblado del Ecuador según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), se cree que para el año 2020 la

población crecerá en un total de tres millones de habitantes aproximadamente.  
(SENPLADES, 2013)



**Figura 83:** Ubicación de la ciudad de Guayaquil.

**Fuente:** Google Maps (2019)



**Figura 84:** Parroquias urbanas de la ciudad de Guayaquil.

**Fuente:** Google (2019)

### 2.1.4.1. Clima y temperatura de la ciudad de Guayaquil.

La ubicación geográfica de la ciudad de Guayaquil en el territorio ecuatorial produce en su mayor parte del año un clima cálido, se encuentra perjudicada por las fuertes corrientes frías de Humboldt y El Niño por su cercanía al Océano Pacífico lo que ocasiona una época más lluviosa y húmeda. La temperatura máxima que muestra la ciudad de Guayaquil es de 31°C que se presenta en los primeros meses del año y Diciembre, el resto del año presenta una temperatura máxima de 29°C, las temperaturas mínimas son de 21°C y se presenta en los meses de Junio y Noviembre, el promedio de temperatura anual es de 26°C con un mínimo de 21°C y un máximo de 30°C. Se establece en dos estaciones la primera comprende los meses de Enero a Mayo y la segunda Junio a Diciembre. (Sarmiento, 2014, pág. 34)

**Tabla 7:** Clima y temperatura de Guayaquil.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Temperatura, promedio (°C)	27	27	28	27	27	25	25	25	25	25	26	27	26
Temperatura máxima media (°C)	31	30	31	31	30	29	28	28	30	29	30	31	30
Temperatura mínima media (°C)	23	23	24	23	23	22	21	20	21	21	22	22	22
Humedad relativa (%)	73	77	74	75	73	74	73	71	70	70	68	68	72
Velocidad del viento (en horizontal) (m/s)	3,6	2,2	2,7	2,7	3,6	4	4	4,5	4	4	4	4	3,6
Velocidad del viento (en horizontal) km/h	12	8	9	9	12	14	14	16	14	14	14	14	12
Velocidad del viento (en horizontal) mi/h	8	5	6	6	8	9	9	10	9	9	9	9	8
Precipitaciones (mm)	220	280	290	180	50	20	2,5	0	2,5	2,5	2,5	30	1080
Precipitaciones (pulgadas)	8.8	11.0	11.3	7.1	2.1	0.7	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	42.7
Días tormentosos	1	3	4	4	2	1	0	0	0	0	1	0	16

*Fuente:* Weather (2019)

### 2.1.4.2. Economía de Guayaquil.

La economía de la ciudad de Guayaquil resulta de las ganancias que se obtiene en la agricultura, acuicultura, negocios formales e informales, se destaca en gran parte las microempresas, las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Guayaquil genero el 26% del producto interno bruto (PIB) del Ecuador en el año 2010 y su inversión se agrupa en cinco sectores: comercial, pesquera, agricultura, manufactura y construcción, cuenta con el 39% de las empresas con mayor importancia en Ecuador, goza de instituciones como la Cámara de la Pequeña Industria del Guayas y la Cámara de Comercio de Guayaquil (Organizaciones Privadas sin fines de lucro) para crecer comercialmente. (Sarmiento, 2014, pág. 33)

#### 2.1.4.3. Reciclaje en Guayaquil.

Las viviendas de Guayaquil clasifican sus residuos en un 47.24% y del 52.76% que no clasifica, el 41.64% no lo realiza por no disponer de centros de acopios o contenedores específicos para reciclar, el 28.50% no está interesado en reciclar, el 14.82% no sabe de los beneficios que se obtienen al reciclar, el 14.82% y el 9.21% no confían en el procedimiento de acopio de desechos, de la misma forma, 7 de cada 100 hogares usan bolsas de materiales reutilizables para realizar sus compras y el 91.94% usan fundas plásticas que posteriormente pasan a ser desechadas. (INEC, 2017)

#### 2.1.4.4. Impacto ambiental en Guayaquil.

La contaminación ambiental es toda sustancia o desecho toxico que afecta a un ser vivo. Según (Villero, 2015) afirma que limita principalmente las condiciones de vida del ser humano o la comunidad en su vida, por eso es importante aplicar las tres “R” que son:

- **Reducir:** eludir la compra de productos que en poco tiempo se transforman en desechos como las botellas plásticas, envases u otros semejantes.
- **Reutilizar:** los productos que son consumidos o utilizados podrían volverse a usarse sin la necesidad de desecharlos como los envases retornables, bolsas de compra, entre otros.
- **Recuperar:** se enfoca en salvar la mayor cantidad de materia prima de un producto que cumplió su ciclo de vida (desecho) para transformarlo en un nuevo producto, y se logra observa en algunos procesos industriales.

La ciudad de Guayaquil produce a diario 1,200 toneladas de basura, 20 Ton/m de desechos biomédicos y 140 Ton de residuos de construcciones. Se registra alrededor de 50 puntos que poseen una elevada concentración de combustión que sobrepasan el límite de SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), entre estas zonas destacan: Avda. de las Américas, Juan Tanca Marengo, Portete y García Moreno, Avda. del Bombero y la Avda. Rodolfo Baquerizo Nazur. El proceso de eliminación de desechos en la ciudad de Guayaquil se realiza en un 98.8% con carros recolectores, y el 7% son incinerados por las viviendas. (SENPLADES, 2013)

El inapropiado control de los desechos producidos por los guayaquileños perjudica de forma directa a las riberas del Estero Salado, debido a que los moradores del sector botan basura directamente al canal, de la misma manera se afecta el territorio del Área Nacional de Recreación Isla Santay e Isla del Gallo, principalmente en el borde occidental de la

Isla Santay donde también se realizan labores de limpieza y charlas de concientización ambiental. (SENPLADES, 2013)

El principal inconveniente que presenta la ciudad de Guayaquil es sobre la contaminación del río Guayas, el estero Salado con sus ramales, deforestación, contaminación del aire por gases tóxicos, uso inapropiado de desechos sólidos, entre otros. La urbe aún no posee una apropiada cultura ambiental correspondiente al control de sus propios desperdicios, razón por la cual algunos ambientalistas estiman que Guayaquil podría convertirse en una “zona roja ambiental.” Por lo que es importante que la sociedad entienda que los problemas del medio ambiente son parte de su vida diaria y no son materiales que deban ser observados con indiferencia, sin responsabilidad ni obligación ciudadana alguna. (Expreso, 2017)



*Figura 85:* Desechos en el Estero Salado de Guayaquil.  
*Fuente:* William Orellana / El Telégrafo (2018)

### **2.1.5. Marco Teórico Referencial.**

Es sustancial la investigación en un proyecto y es lo que se resalta en este capítulo, cada aporte, referencia, artículo y tesis que se toma en cuenta fortalece al estudio, desarrolla nuevos conocimientos y crea distintas perspectivas que favorecen en la proyección final. Esta investigación plantea el uso de plástico (PET) y tetrabrik en un prototipo de cubiertas, como propuesta a la contaminación ambiental, al no ser utilizados correctamente o por ser desechados sin conocer lo nocivo que pueden ser estos materiales.

La contaminación ha desencadenado diferentes secuelas a lo largo de los años, cada vez son más los países afectados siendo parte de los debates actualmente, perjudica en gran medida no solo al ser humano sino también al reino animal y vegetal. Actualmente,

se encuentran muchos análisis que se enfocan en el daño que el propio hombre le ha producido a la tierra anualmente, y aun no hay una respuesta total en reaccionar y darse cuenta de las consecuencias a futuro, por esta razón es vital plantear la reutilización de ciertos desechos para ayudar en un porcentaje a la descontaminación del planeta, extendiendo el tiempo de vida útil de esos materiales.

Uno de los enfoques que desarrollan los tesisistas de universidades se basan en dar a conocer que los desperdicios de envases tetrapak y plástico polietileno de alta densidad conforman gran parte de los desechos que se producen en diferentes espacios muy concurridos afectando al medio ambiente a nivel mundial. La propuesta del estudio fue la fabricación de un material compuesto por desperdicios del tetrapak y plástico polietileno de alta densidad, la cual se trabajó por medio de un proceso de termoconformado asentado en un diseño empírico, con el fin de ser acoplados a las necesidades en diferentes áreas de la construcción. (Mere, 2014)

Otras investigaciones de titulación en la Facultad de Ingeniería civil proponen desmenuzar los envases de tetrapak para posteriormente ser prensado en altas temperaturas de forma que se pueda enlazar todo los componentes sin la necesidad de añadir otras sustancias o pegamento, generando un nuevo material de construcción a través de la recolección y reutilización, según la investigación realizada en la Universidad Nacional de Trujillo por Ivar Oliva en el año 2015.

Braulio Cayllahua de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en el año 2014 expone que el consumo y despojo de los envases de bebidas de plástico (PET) cada día se produce más, por lo cual este estudio se enfoca en el aprovechamiento de las láminas del plástico (PET), sus cualidades tales como su dureza hace que sea válido a reutilizarlo en la elaboración de un nuevo material, la cual se escogió en darle un valor adicional transformándolo en chapas o laminas con el propósito de ser aprovechado en el campo de la construcción.

De acuerdo con el estudio realizado por Ligia Barrios de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la ciudad de Guatemala, Facultad de Ingeniería, en Octubre del 2015 manifiesta que la conservación del medio ambiente origina una enorme inquietud en el entorno, investigando recientes procedimientos para limitar la polución a través del reciclaje de los desperdicios, empleando los recipientes de tetrabrik en la fabricación de nuevos materiales. Se plantea un prototipo de teja robusta trabajado con recipientes tetrabrik, diseñada para cumplir con las propiedades de un material ecológico y practico.

Según un estudio ejecutado en la Facultad de Ingeniería Civil en Colombia, se demostró que el 24% de botellas (PET) son recicladas y el 76% es incinerado, ocasionando enormes cantidades de contaminación ambiental debido al dióxido de carbono que este expulsa. La utilización de botellas recicladas como material de construcción podrían ayudar directamente al medio ambiente y la economía desde distintas fases, siendo empleadas como cubiertas y mampostería, favoreciendo en la reducción de contaminantes en el ambiente como en la salud. (Sánchez, Peña & Rico, 2018)

Jesy Méndez de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industria y Construcción, carrera de Diseño de Interiores, en el año 2019 tiene como objeto de estudio la fabricación de tejas para viviendas a partir del caucho triturado de los neumáticos desechados, que ocasionan enfermedades respiratorias por las sustancias tóxicas que expulsan al ser incinerado. Este estudio de investigación propone realizar un material de construcción resistente, económica, impermeable, térmica y acústica, para beneficio y utilidad a viviendas de interés social y a la purificación del entorno. (Méndez J., 2019)

Conforme José Pin de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil busca contribuir a la descontaminación y al área de la construcción por medio del reciclaje del plástico (PET) creando bloques de encastrado para viviendas de una sola planta, el cual se fabrica con un molde metálico con el agregado del plástico en estado líquido, dando como resultado un bloque resistente, acústico, innovador que incentiva al reciclaje y genera nueva fuente de empleo en el país. (Pin, 2019)

## **2.2. Marco conceptual.**

### **2.2.1. Prototipo.**

Inicio de un nuevo modelo que se presenta como muestra o simulación del resultado final, que posibilita comprobar el proyecto y asegurar que cuenta con las propiedades específicas propuestas. (Sendekia Ingeniería, 2017)

### **2.2.2. Reciclaje.**

Es una práctica eco-amigable que consiste en someter a un proceso de transformación un desecho o cosa inservible para así aprovecharlo como recurso que nos permita volver a introducirlos en el ciclo de vida sin tener que recurrir al uso de nuevos recursos

naturales. A su vez ayuda a disminuir los desechos humanos, permitiendo usar los materiales repetidas veces para nuevos productos. (Isan, 2017)



**Figura 86:** Proceso de reciclaje.  
**Fuente:** Aleksandr Ovcharenko (2019)

### 2.2.3. Residuos.

Son componentes que se consideran como desechos, el cual carece de valor económico, se acumulan y son enterrados para que se complete su proceso de descomposición sin afectar el medio ambiente pero en otros casos se amontonan en las calles, ríos, vertederos entre otros perjudicando el entorno. (Fierro, 2019)



**Figura 87:** Residuos.  
**Fuente:** Fundación mundo sin fronteras (2019)

### 2.2.4. Contaminación ambiental.

Es la inserción de agentes de tipo físico, biológico y químico en el medio ambiente, que afectan el entorno, ocasionando resultados perjudiciales para la salud, bienestar y habitabilidad de los seres vivos en general. (Significados, 2019)





**Figura 88:** Contaminación por basura incinerada.

**Fuente:** El Orbe (2018)

### **2.2.5. Construcción.**

Es el proceso de armado de cualquier cosa como casas, edificios, puentes, carreteras, rascacielos y muchas cosas más. Es todo aquello que se elabora juntando ciertos materiales según su orden. (ARQHYS, 2012)



**Figura 89:** Proceso de construcción de una vivienda.

**Fuente:** Google (2019)

### **2.2.6. Ecológico.**

Hace referencia a la ciencia que trata con el medio ambiente, a su vez se lo vincula con la seguridad y conservación del hábitat o un material que no daña o afecta al entorno natural. (Significados, 2019)

### **2.2.7. Polipropileno.**

También conocido con las siglas PP, es un tipo de plástico que se logra a partir del propileno extraído del gas petróleo, su comercialización empezó en los países de Norteamérica y Europa en el año 1975. El polipropileno es un plástico duro, resistente a

golpes, agentes químicos, posee poca densidad, con gran resistencia al calor debido a que se suaviza a una temperatura que supere los 150°C, su punto de fusión es de 173°C (Corso, López, Caleffi, Dominguez, & Diaz, 2016)

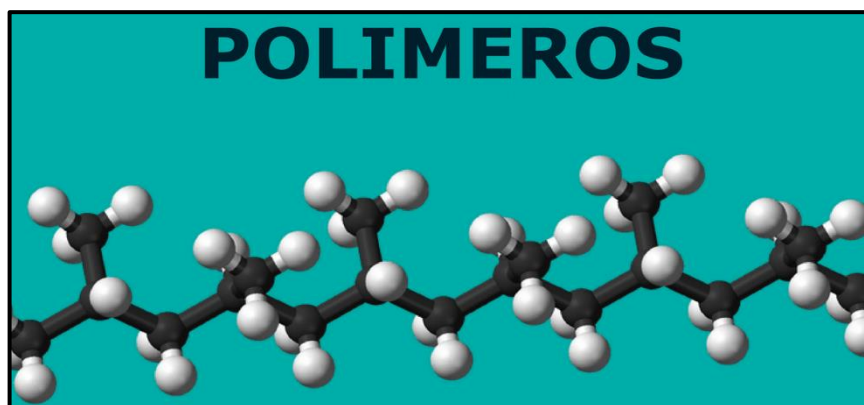
### **2.2.7.1. Características y propiedades del polipropileno.**

Según Ambitex mencionado por (Iñiga & Ledesma, 2019) el polipropileno es permeable al aire, de alta resistencia a la tensión, no alberga bacterias por ser un material inerte, resistente contra ácidos y solventes, antialérgico y no tóxico, no retiene ni se satura con líquidos, bajo costo, baja densidad, no es contaminante al incinerarse, no produce llama.

### **2.2.8. Polímeros.**

Los polímeros son moléculas de gran magnitud, formadas por anillos orgánicos llamados monómeros que se unen por medio de enlaces covalentes, estos anillos están constituidos por átomos de carbono y son capaces de poseer grupos radicales o laterales con uno o más átomos, los polímeros son las moléculas que forman a los plásticos y se producen por medio de un tratamiento llamado polimerización que es en donde se crea la reacción de miles de monómeros que llegan a formar parte de una extensa cadena macromolecular. (Curiosoando, 2019)

De acuerdo a Jaramillo mencionado por (Chungata & Ochoa 2019, pág. 37) a los polímeros se los denomina termoestables cuando poseen un tipo de reacción química en donde se unen pequeñas moléculas en enlaces covalentes, también conocidas como reacción entrelazada, por otra parte se conocen como termoplásticos a los polímeros que se plastifican y suavizan su estructura al aumentar su temperatura.



*Figura 90:* Polímeros.  
*Fuente:* Google (2019)

### 2.2.8.1. Peletizado de polímeros.

Proceso de transformación del material reciclado en gránulos. El plástico triturado se funde en una extrusora y pasa por un tubo delgado adquiriendo la forma de spaghetti, se enfría por un baño de agua y se corta en pequeños pedazos llamados pellets. (Malma, 2013)



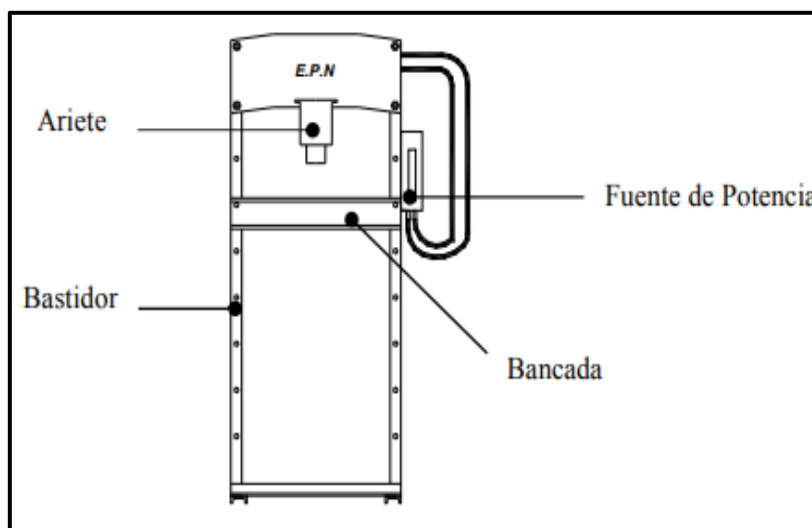
**Figura 91:** Pellets de polipropileno.  
**Fuente:** Flores (2019)



**Figura 92:** Plástico PET en forma de spaghetti enfriado en baño de agua.  
**Fuente:** Google (2019)

### 2.2.9. Prensa.

Es una máquina que forma parte del grupo de instrumentos de movimiento rectilíneo variable, tiene como propósito lograr la alteración permanente de un elemento mediante el empleo de una carga, en incluso puede llegar a partir el material si la presión es mayor a la resistencia del componente. (Definición.de, 2019)



**Figura 93:** Esquema Básico de una prensa.  
**Fuente:** Cristhian Shugulí (2006)

### 2.2.9.1. Prensa Hidráulica.

Las prensas hidráulicas ofrecen un mejor resultado en comparación de las mecánicas, debido al avance y mejoramiento de la tecnología que permite conseguir resultados en tiempo real. Las prensas hidráulicas utilizan presión hidráulica por medio de cilindros y pistones para facilitar el desplazamiento lineal, la cual aplasta o comprime el material a diferencia de las mecánicas que lo golpean. (Definición.de, 2019)



*Figura 94:* Prensa hidráulica modelo FDV-330 E.

*Fuente:* Interempresas (2017)

### 2.2.10. Vivienda.

Es un refugio construido para las personas con el propósito de protegerlas de las condiciones climáticas, se caracteriza por ser un lugar cerrado por paredes y cubierto por un techo que atribuye al ser humano un espacio propio e íntimo, es el lugar donde las personas pasan el mayor tiempo posible, descansan, se alimentan y guardan sus pertenencias. Una cubierta inapropiada atenta en forma directa contra la salud física o mental del ser humano. (Lozano, 2019)



*Figura 95:* Vivienda.

*Fuente:* Google (2019)

## **2.3. Marco legal.**

### **2.3.1. Leyes y Reglamentos.**

Para el presente proyecto de investigación sobre un prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción se toma en cuenta los Artículos de la Constitución de la República del Ecuador, Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Norma Técnica Ecuatoriana (NTE). Estas normas posibilitan la experimentación que se exhibe sin alteración alguna a la misma.

### **2.3.2. Constitución de la República del Ecuador.**

#### **Capítulo Segundo.- Derechos del buen vivir.**

##### **Sección Segunda.- Ambiente sano.**

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

##### **Sección Sexta.- Hábitat y vivienda.**

**Art. 30.-** Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

**Art. 31.-** Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

## **Capítulo Tercero.- Derechos de las personas y grupos de atención prioritaria.**

### **Sección Novena.- Personas usuarias y consumidoras.**

**Art. 52.-** Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

La ley establecerá los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de las consumidoras y consumidores; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.

**Art. 53.-** Las empresas, instituciones y organismos que presten servicios públicos deberán incorporar sistemas de medición de satisfacción de las personas usuarias y consumidoras, y poner en práctica sistemas de atención y reparación.

El Estado responderá civilmente por los daños y perjuicios causados a las personas por negligencia y descuido en la atención de los servicios públicos que estén a su cargo, y por la carencia de servicios que hayan sido pagados.

**Art. 54.-** Las personas o entidades que presten servicios públicos o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la deficiente prestación del servicio, por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore.

Las personas serán responsables por la mala práctica en el ejercicio de su profesión, arte u oficio, en especial aquella que ponga en riesgo la integridad o la vida de las personas.

### **Capítulo Sexto. - Derechos de libertad.**

**Art. 66.-** Se reconoce y garantizará a las personas: **Literal 15.** El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental.

### **Capítulo Séptimo. - Derechos de la naturaleza.**

**Art. 71.-** La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

**Art. 72.-** La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

**Art.73.-** El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y materiales orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

**Art. 74.-** Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

## **Capítulo Noveno. - Responsabilidades.**

**Art. 83.-** Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: **Literal 6.** Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

## **Título VII.- Régimen del buen vivir.**

### **Capítulo primero.- Inclusión y equidad**

#### **Sección Octava. - Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales.**

**Art. 385.-** El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.

3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

### **Capítulo segundo.- Biodiversidad y recursos naturales**

**Art 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

#### **2.3.3. Plan Nacional de Desarrollo - Toda Una Vida.**

**Objetivo 3:** Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

#### **Políticas**

**3.5** Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregado de valor de recursos renovables, propiciando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía.

**3.6** Impulsar la generación de bioconocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema de bioseguridad que precautele las condiciones ambientales que pudieran afectar a las personas y otros seres vivos.

#### **Eje 2: Nuestro sistema económico es social y solidario.**

La economía está al servicio de la población para garantizar los derechos y en ella interactúan los subsistemas público, privado, y popular y solidario; los tres requieren incentivos y regulación del aparato público.



**Objetivo 4:** Consolidar la sostenibilidad del sistema económico social y solidario, y afianzar la dolarización.

### **Políticas**

**4.7** Incentivar la inversión privada nacional y extranjera de largo plazo, generadora de empleo y transferencia tecnológica, intensiva en componente nacional y con producción limpia; en sus diversos esquemas, incluyendo mecanismos de asociatividad y alianzas público-privadas, con una regulación previsible y simplificada.

**4.8** Incrementar el valor agregado y el nivel de componente nacional en la contratación pública, garantizando mayor participación de las MIPYMES y de los actores de la economía popular y solidaria.

**4.10** Promover la competencia en los mercados a través de una regulación y control eficientes de prácticas monopólicas, concentración del poder y fallas de mercado, que generen condiciones adecuadas para el desarrollo de la actividad económica, la inclusión de nuevos actores productivos y el comercio justo, que contribuyan a mejorar la calidad de los bienes y servicios para el beneficio de sus consumidores.

**Objetivo 5:** Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria.

### **Políticas**

**5.1** Generar trabajo y empleo dignos fomentando el aprovechamiento de las infraestructuras construidas y las capacidades instaladas.

**5.2** Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación.

**5.4** Incrementar la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica.

**5.5** Diversificar la producción nacional con pertinencia territorial, aprovechando las ventajas competitivas, comparativas y las oportunidades identificadas en el mercado interno y externo, para lograr un crecimiento económico sostenible y sustentable.

**5.6** Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la

propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades.

**5.8** Fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad.

#### **2.3.4. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).**

Las Normas Ecuatoriana de la Construcción fueron desarrolladas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) en el año 2014, con el objetivo de establecer, dirigir y controlar en el proceso constructivo de una edificación, por esta razón se trabajará bajo los siguientes códigos para realizar el prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados.

##### **Código NEC - SE – CG: Cargas (No Sísmicas).**

Esta norma trata sobras las cargas permanentes (propio peso), cargas variables (cargas vivas y climáticas), y de sus combinaciones (Cargas accidentales). Las mismas que se realizan los debidos cálculos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, para garantizar su cumplimiento de las especificaciones técnicas.

##### **Código NEC - SE – DS: Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente.**

Este capítulo presenta los requerimientos y metodologías que se deben aplicar para el diseño sismo resistente en edificios u otras estructuras complementarias. También dispone de herramientas de cálculo, conceptos básicos de ingeniería sísmica que permitirá conocer hipótesis de cálculo en la etapa de diseño.

##### **Código NEC - SE – GC: Geotécnia y Cimentaciones.**

Esta norma presenta el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo. Además la forma para garantizar el comportamiento adecuado en la estructura de una edificación para preservar la vida humana.

##### **Código NEC - SE – MD: Estructura de Madera.**

La información contenida en este capítulo, ha sido tomada en su mayoría del “Manual De Diseño Para Maderas Del Grupo Andino”, editado por la Junta del Acuerdo de Cartagena. El Ecuador como miembro de la Junta del Acuerdo de Cartagena, participó en los años ochenta, en el Proyecto Andino de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Recursos Forestales, con la finalidad de desarrollar el estudio integral de la madera para

la construcción. La madera estructural es aquella que en su aplicación, a más de resistir su propio peso, estará sujeta a esfuerzos diversos. Por tal razón deberá tener una densidad básica mínima de 0.4 gr/cm<sup>3</sup>.

### 2.3.5. Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) - INEN

#### NTE INEN 0990: Tejas cerámicas. Requisitos.

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las tejas cerámicas empleadas en el recubrimiento de techo, comprende las tejas cerámicas fabricadas de arcilla moldeada o cocida. No comprende las tejas fabricadas con material sílico – calcáreo.

Para efecto de esta norma, las tejas se clasifican de acuerdo a su forma y acabado, en los siguientes tipos:

Tipo A. La teja común curva.

Tipo B. La teja común plana.

Tipo C. La teja vidriada curva.

Tipo D. La teja vidriada plana.

#### Requisitos:

##### 1.- Resistencia a la flexión.

La resistencia a la flexión será determinada por la Norma INEN 988 y no debe ser menor de los valores indicados en la tabla.

**Tabla 8:** Resistencia a la flexión de las tejas.

Tipo de teja	Resistencia a la flexión, en kg/cm <sup>2</sup>	
	Promedio de cinco tejas	Minimo para una teja cualquiera
A	100	80
B	70	55
C	100	80
D	70	55

*Fuente:* Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (1984)

## 2.- Absorción de agua.

La absorción de agua será determinada por la Norma INEN 989 y no podrá exceder los valores indicados en la tabla.

**Tabla 9:** Absorción de agua de las tejas.

Tipo de teja	Absorción de agua el porcentaje	
	Promedio de cinco tejas	Una teja cualquiera como máximo
A	18%	20%
B	20%	22%
C	12%	14%
D	14%	16%

*Fuente:* Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (1984)

### NTE INEN-ISO/TR 14062. Gestión Ambiental.

Se utiliza para analizar las necesidades del medio ambiente en todo el ciclo de vida del producto.

Todos los productos, es decir todos los bienes y servicios, tienen algún impacto sobre el medio ambiente, el cual puede ocurrir en algunas o en todas las etapas de su ciclo de vida: adquisición de la materia prima, fabricación, distribución, uso y disposición final. Estos impactos pueden variar desde desestimables hasta significativos; puede ser a corto o largo plazo y puede ocurrir a nivel local, regional o global.

Existe un creciente interés de los clientes, los usuarios, los responsables del desarrollo y de otros sobre los aspectos e impactos ambientales de los productos. Este interés se refleja en las discusiones entre las empresas, los consumidores, el gobierno y las organizaciones no gubernamentales con respecto al desarrollo sostenible, la eco-eficiencia, el diseño para el medio ambiente, la responsabilidad sobre los productos, los acuerdos internacionales, las medidas comerciales, la legislación nacional y las iniciativas gubernamentales o sectoriales de carácter voluntario. Este interés se refleja también en la economía de varios segmentos del mercado que están reconociendo y beneficiándose de estos nuevos enfoques para el diseño de productos. Estos nuevos enfoques pueden dar como resultado la mejora de la eficiencia de los recursos y procesos, la diferenciación potencial de los productos, una reducción de la carga que representan las disposiciones reglamentarias y las responsabilidades potenciales y el ahorro en los costos. Además, la globalización de los mercados y la evolución de las prácticas de aprovisionamiento, de

fabricación y de distribución influyen en la cadena de suministro y, por lo tanto, tienen un impacto sobre el medio ambiente.

Cada vez más, las organizaciones se dan cuenta de que existen beneficios sustanciales al integrar los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos. Algunos de estos beneficios pueden incluir: reducir costos, alentar la innovación, oportunidades de nuevos negocios y mejorar la calidad de los productos. Los aspectos ambientales de un producto deben también equilibrarse teniendo en cuenta otros factores tales como la función prevista para los productos, su desempeño, su efecto sobre la seguridad y la salud, los costos, la facilidad de comercialización, la calidad y los requisitos legales y reglamentarios.

El proceso de integrar los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos es continuo y flexible, promueve la creatividad y maximiza la innovación y las oportunidades para mejoras ambientales. Como base para esta integración, los asuntos ambientales pueden incluirse en las políticas y estrategias de la organización involucrada.

La identificación y la planificación temprana de los aspectos ambientales permiten a las organizaciones tomar decisiones eficaces sobre los aspectos ambientales que ellas controlan y entender mejor cómo sus decisiones pueden afectar a los aspectos ambientales controlados por otros, es decir, en las etapas de adquisición de materia prima o fin de la vida útil de los productos. Este informe técnico está previsto para su uso por todos aquellos involucrados en el diseño y desarrollo de productos independientemente del tipo, tamaño, ubicación y complejidad de la organización y para todo tipo de productos tanto nuevos como modificados.

Está redactado para aquellos directamente involucrados en el proceso de diseño y desarrollo de productos y para aquellos responsables de la elaboración de las políticas y del proceso de toma de decisiones. La información proporcionada en este informe técnico puede ser también de interés para las partes externas que no están directamente involucradas en el proceso de diseño y desarrollo de productos.

#### **NTE INEN 2588: 2012 Disposición de productos plásticos en desuso provenientes del sector agrícola. Requisitos.**

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la disposición de productos plásticos en desuso provenientes del sector agrícola en todo el territorio ecuatoriano. El manejo de los plásticos en desuso provenientes del sector agrícola se realizará de acuerdo con los avances de 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.

### **Reciclaje.**

En función de la tecnología disponible es posible aplicar dos métodos de reciclaje:

- a) El reciclaje químico permite la recuperación disponible de los residuos plásticos obteniéndose materia prima de calidad idéntica a la virgen. Mediante diversos procesos se craquean las moléculas de los polímeros, debiendo dar lugar nuevamente a las materias primas. En este proceso puede ser tratados residuos plásticos separados por tipo de resina, o también en forma mixta.
- b) El reciclaje mecánico es un proceso físico de recuperación que requiere utilizar cada tipo de plástico por separado. El material se segrega por códigos e incluso se forman subconjuntos por colores. Una vez separado es triturado y empacado. Esta materia prima debe remanufacturarse únicamente en productos que no vayan a entrar en contacto directo con alimentos, ni sean juguetes; preferentemente se deben elaborar los productos enlistados a continuación:
  1. Esquineros, miniesquineros o perfiles para embalaje de mercadería en general. Los perfiles pueden usarse en embalaje de frutas y verduras, al tratarse de un elemento de sujeción que no entra en contacto directo con los alimentos.
  2. Pallets plásticos, tejas, planchas de aplicación industrial, contenedores, macetas.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Metodología.

Es el ámbito medular de operación consiste en que es el logo que orienta al estudio lógico de los métodos, lo cual implica el análisis de la lógica que los sustenta, el sentido de su efectividad, la cobertura de su eficacia, la fortaleza de sus planteamientos y la coherencia para producir conocimiento relevante. (Aguilera, 2013)

La metodología consta de tácticas que permiten estudiar y explicar el propósito del experimento o proyecto a realizar, aporta en la eficacia del uso de los procedimientos para una descripción trascendental del estudio, todo lo que se observa, se registra y se especifica por medio de expertos, experimentos o distintas fuentes como revistas, artículos, libros o documentos que nos faciliten el estudio por medio de direcciones bibliográficas son requeridos para conseguir los resultados trazados del análisis.

#### 3.2. Tipo de investigación.

- **Exploratoria:** Se encarga de estudiar e indagar estados reales que por sus características o dificultad no son tomados en cuenta para formar parte de un estudio. Como su nombre lo indica es una investigación, una exploración que se realiza para conocimientos nuevos y para que a futuro se logre tomar como referencia para nuevos proyectos.

- **Explicativa:** Nos ayuda a conocer el origen y el efecto de un hecho, problema o fenómeno, este tipo de investigación es de uso común porque el objetivo final de este es dominar un tema, el porqué, las circunstancias, logra dar respuestas que favorecen el estudio y proporcionan un nivel profundo de conocimiento.

- **Descriptiva:** En la investigación descriptiva como en cualquier tipo de investigación el autor toma un papel importante porque se encarga de recopilar toda la información acerca del estudio, al ser descriptiva, todo elemento cuenta, el proceso de este: es observar, registrar, comparar y analizar minuciosamente cada detalle de la investigación, entender situaciones, características y contextos, el objetivo es describir la naturaleza del fenómeno.

- **Experimental:** Permite al autor del proyecto determinar de qué manera incide o la razón por la cual la variable experimental se puede modificar o alterar, mediante la

observación y manipulación, se logra conocer las causas y efectos del producto, entender los cambios, características de las variables que forman parte de la investigación. Se debe destacar que en este tipo de investigación se realiza en un laboratorio, el objeto de estudio y el método a aplicar es decidido por el investigador para obtener un buen resultado.

### **3.3. Enfoque de la investigación.**

El proyecto de investigación expone al enfoque como un modo de aproximación al material de estudio, es decir, conocer a fondo el tema a tratar. Cada opinión que se origina es válida para el contenido, donde se diferencia dependiendo de los distintos resultados que se desee hallar. El procedimiento científico permanece vigente en cualquiera de las circunstancias, se elabora el enfoque del problema con respecto a la contaminación medioambiental, se realiza la búsqueda pertinente del problema y exponer la causa dentro del contexto, todo este proceso pasa por experimentos para posteriormente encontrar un resultado conveniente, veloz y necesario.

#### **3.3.1. Enfoque cualitativo.**

El enfoque cualitativo se lo considera de origen social, se caracteriza por ser un planteamiento flexible que ayuda a construir nuevos conocimientos en el estudio de más temas. El enfoque cualitativo se encarga de la recopilación de datos, investigaciones científicas y filosóficas, contextos culturales y sociológicos etc. Según el método a aplicar permite la descripción del proyecto mediante lo que se observa, que a su vez se registra y se analiza para conocer las percepciones de la urbe porteña al aplicar materiales reciclados en el área de la construcción y minimizar la contaminación de la ciudad.

#### **3.3.2. Enfoque cuantitativo.**

El enfoque cuantitativo como su nombre lo indica se refiere a valores numéricos al ser aplicados en el muestreo, el estudio tiene la existencia de distintos métodos de información que incluyen medidas que poseen continuidad, imparcialidad y rigurosidad para evidenciar una hipótesis. Por lo tanto, esto es un desarrollo racional que se usa para pronosticar un precipitado acto comprobable. Este análisis destaca no en el efecto, sino en el desarrollo propio del estudio.



### 3.4. Técnicas de investigación.

Las Técnicas de investigación son importantes para conseguir de forma rápida la información y así poder tener un mejor análisis o estudio de lo propuesto. Las técnicas empleadas en este proyecto para la recolección de información son:

- **Encuesta:** Es de gran utilidad en la investigación, debido a que es un método sistemático que recolecta información de diferentes sectores, este método obtiene desde otra perspectiva la importancia que sostendrá la propuesta de este material, el cual trata sobre el beneficio del reciclaje y reutilización del tetrabrik y el plástico PET transformados en un nuevo material, para posteriormente poder aportar a la descontaminación y a la construcción.
- **Escala de Likert:** de acuerdo a Bertram mencionado por (Matas, 2018, pág. 39) La escala de Likert es un instrumento psicométrico en donde la persona encuestada debe indicar si está de acuerdo o en desacuerdo sobre un ítem o afirmación, esta técnica de investigación se realiza sobre una escala ordenada de una sola dimensión con el objetivo de conseguir un equilibrio en la respuesta. Las escalas de Likert están formadas por un conjunto de preguntas referentes a actitudes, opiniones y puntos de vista, cada una de ellas de igual valor e importancia para la investigación. Se establecen generalmente cinco rangos, pero pueden ser tres, siete o más. (García, Aguilera, & Castillo, 2011, págs. 3-4)
- **Entrevista:** Nos permite estar en contacto directo con otras personas con el fin de sacar información del entrevistado, la cual se obtiene mediante una serie de preguntas que nos servirán para saber cuál es la opinión o perspectiva de la persona con respecto a este estudio, en otras palabras la entrevista es un método de investigación científica que se usa para obtener información con una determinada finalidad, para que después esta recolecta de información sea de ayuda para defender la teoría con la práctica.

### 3.5. Población.

“La población es el conjunto total de personas que poseen las mismas peculiaridades y sobre el que estamos interesados en adquirir resultados” (Durand, 2014).

La ciudad de Guayaquil cuenta con 2.350.915 millones de residentes (INEC, 2010). Se toma como unidad de estudio para este proyecto en el cual se procederá a seleccionar aleatoriamente un grupo de personas para notificarles y confirmar su participación sobre el análisis a realizar, consecuentemente se procederá a realizar encuestas y entrevistas

sobre el proyecto de investigación resaltando que este estudio es de relevancia para la ciudadanía.

### 3.6. Muestra.

“La muestra es una exhibición significativa de las propiedades de una población”. (Iñiga & Ledesma, 2019, pág. 49). Se conoce a la muestra como la fracción de la población, es decir, son sujetos que comparten rasgos iguales, en este proyecto se aplicó un muestreo probabilístico aplicando la siguiente fórmula para obtener la cantidad de personas a encuestar en la ciudad de Guayaquil:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

En donde:

**n** = Muestra

**N** = Población = 2'350,915

**Z** = Nivel de confianza 95% = 1.96

**P** = Posibilidad a favor 50% = 0.50

**Q** = Posibilidad en contra 50% = 0.50

**E** = Error de muestra 5% = 0.05

Remplazando la formula por los datos presentados da como resultado:

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.50 * 0.50 * 2'350,915}{(0.05)^2 * (2'350,915 - 1) + (1.96)^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = \frac{2'256,878.4}{5,878.25}$$

$n = 384 \text{ Personas}$
----------------------------

### 3.7. Procesamiento y análisis de resultados.

Al finalizar la recopilación de información de las entrevistas y encuestas se procede almacenar en tablas estadísticas que definen la captación de los espectadores con respecto a la reutilización del plástico (PET) y el tetrabrik, lo cual comprobaba la hipótesis de la investigación.

### **3.7.1. Resultado de entrevistas.**

Para esta muestra se realizó seis preguntas a tres profesionales y sus respuestas fueron las siguientes:

#### **Entrevista # 1**

**Arquitecto Paúl Cabrera.**

**Subgerente de la empresa C'DITEC.**

**1) ¿Cree usted que se debería fortalecer el reciclaje en el sector industrial?**

Es una buena idea pero tiene su pro y su contra, si se quiere fortalecer en el campo de la construcción, se tendría que competir con el mercado actual lo cual no va hacer beneficioso porque se descompensaría económicamente al país ya que elabora productos a partir de materia prima virgen. Lo bueno del prototipo expuesto es que se beneficiaría al planeta y al medio ambiente, somos conscientes que el mundo necesita implementar esta tecnología reciclable dentro del sector industrial.

**2) ¿Considera que una cubierta ecológica a base de tetrabrik y plástico PET sería un buen producto para el sector industrial?**

Si es bien implementado para la ecología y se concientiza a la sociedad de cómo utilizarlo en viviendas, obviamente sería un buen producto.

**3) ¿Cree usted que las cubiertas ecológicas lograrían reducir el impacto ambiental?**

Sí, hay muchos residuos que lamentablemente no se degradan con facilidad y pueden durar más de 150 años impactando al ecosistema, lagos y a diferentes partes del mundo que son considerados como protección natural, se beneficiarían distintas áreas lo cual sería muy bueno.

**4) ¿Considera usted que una cubierta a base de material reciclado es económico para su rubro en construcción?**

Si, sería económico siempre y cuando tenga el personal adecuado para hacer e instalar ese tipo de producto.

- 5) **¿Conoce algún producto fabricado con tetrabrik o plástico (PET) que se utilice en construcciones?**

No, solo he escuchado de ladrillos de plástico pero no los he visto en construcciones.

- 6) **¿Cómo opinión personal como califica este proyecto innovador para las personas de bajos recursos que deseen adquirir una vivienda económica?**

Es una idea muy racional en virtud que busca siempre el beneficio del medio ambiente, a parte también que busca disminuir el rubro de construcción al momento de reutilizar un material.

## **Entrevista # 2**

**Ingeniero Civil Christian Ramírez.**

**Especialista en estudios y diseños estructurales y geotécnicos.**

- 1) **¿Cree usted que se debería fortalecer el reciclaje en el sector industrial?**

Sí, porque el plástico está afectando todos los niveles de los ecosistemas terrestres, por eso es importante que cada vez se vaya utilizando más material reciclado.

- 2) **¿Considera que una cubierta ecológica a base de tetrabrik y plástico PET sería un buen producto para el sector industrial?**

Me parece buen producto para el sector industrial siempre y cuando se lo logre fabricar de una manera rápida, económica, que pueda competir en precio con los otros tipos de cubierta.

- 3) **¿Cree usted que las cubiertas ecológicas lograrían reducir el impacto ambiental?**

Si se puede reducir el impacto ambiental pero primero se debe establecer una política de uso masivo de estos materiales reciclados.

- 4) **¿Considera usted que una cubierta a base de material reciclado es económico para su rubro en construcción?**

Depende del proceso de reciclado, algunas veces procesar estos residuos puede resultar caro, lo cual elevaría el costo del producto.

**5) ¿Conoce algún producto fabricado con tetrabrik o plástico (PET) que se utilice en construcciones?**

Sinceramente desconozco acerca de productos de tetrabrik o plástico (PET) que se utilicen como material de construcción.

**6) ¿Cómo opinión personal como califica este proyecto innovador para las personas de bajos recursos que deseen adquirir una vivienda económica?**

Considero que es innovador ya que es una rama que está dando mucho material para investigaciones, se conoce que sobra plástico u otros tipos de residuos por reciclar, pero de pronto el proceso de reciclarlo es un poco caro y requiere de tiempo y análisis para implementarlo masivamente, se tiene que pensar cómo reducir costos para que la gente que no tiene los suficientes recursos logre adquirirlo.

**Entrevista # 3**

**Paúl Avellaneda Mosquera**

**Gerente General de Plásticos Peletizados.**

**1) ¿Cree usted que se debería fortalecer el reciclaje en el sector industrial?**

Por supuesto el reciclaje tiene que ser el futuro de la industria debido a que vivimos en un mundo pequeño que se va a ir contaminando cada día más con el exceso de población y si no se busca un mecanismo para limpiar el planeta a lo mejor no llegaremos al 2200 y estamos en el 2019.

**2) ¿Considera que una cubierta ecológica a base de tetrabrik y plástico PET sería un buen producto para el sector industrial?**

Las ideas del reciclamiento de ciertos productos siempre vienen adosadas a la necesidad de cómo se disponen esos desperdicios, si el tetrabrik y el plástico PET se producen en cantidades excesivas y su disposición para el reciclaje es nula obviamente la solución es reciclar, pero así como los materiales propuestos también encontramos polietilenos de alta densidad y baja densidad, polipropileno, cartón, cobre y todos los metales, es decir el reciclaje implica en pensar a reutilizar todos los elementos que utiliza el hombre.

**3) ¿Cree usted que las cubiertas ecológicas lograrían reducir el impacto ambiental?**

Si, las cubiertas ecológicas van a tener un impacto ambiental positivo, no se puede cuantificar en cuanto pero si puede generar resultados positivos.

**4) ¿Considera usted que una cubierta a base de material reciclado es económico para su rubro en construcción?**

Considero que si sería económico si se logra controlar pertinentemente el proceso de transformación de estos residuos, que el material tenga excelentes características y propiedades, que al momento de usarse o aplicarlo no presente problemas y su traslado sea conveniente para el comprador.

**5) ¿Conoce algún producto fabricado con tetrabrik o plástico (PET) que se utilice en construcciones?**

El tetrabrik se utiliza mucho para el embalaje de consumo masivo, se compone de una lámina de papel, plástico y aluminio, he escuchado que se utiliza en construcción como proyectos innovadores, el PET no lo he visto ni escuchado que lo utilicen en construcciones, pero es un material resistente y duro, que brindaría excelentes propiedades al aplicarlo en materiales de construcción.

**6) ¿Cómo opinión personal como califica este proyecto innovador para las personas de bajos recursos que deseen adquirir una vivienda económica?**

El proyecto de tener el tetrabrik y plástico PET como materia prima en la propuesta de un material de construcción, es muy buena, innovador, aparte son residuos que están en exceso en el mundo; lo único es que habría que canalizar la forma de cómo estos desperdicios puedan llegar a ser usados de forma eficiente, pero con un bajo consumo de dinero, por ejemplo: si yo quiero hacer un ladrillo de tetrabrik o plástico PET y me cuesta más de 10 ctv., que los ladrillos tradicionales, obviamente las personas van a preferir el producto que cueste menos.

### 3.7.2. Resultado de encuestas

#### ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACIÓN DE GUAYAQUIL

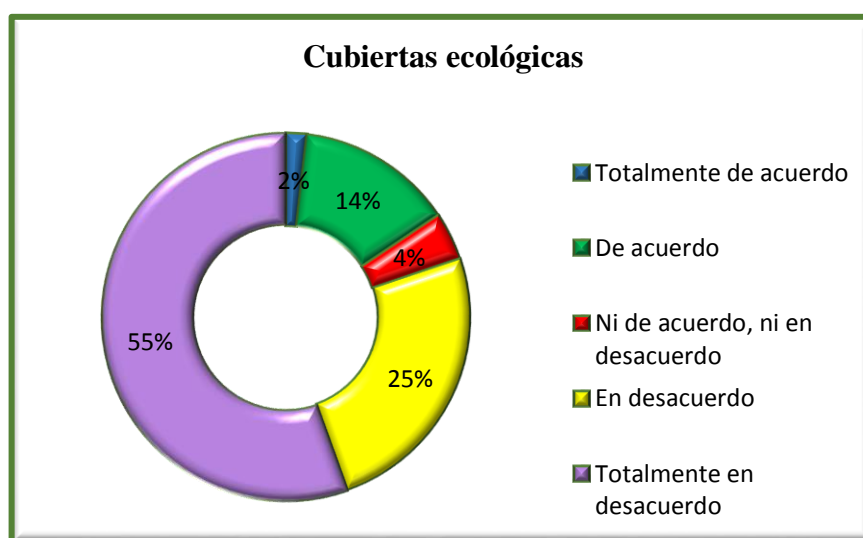
##### 1) ¿Ha escuchado usted sobre cubiertas ecológicas?

**Tabla 10:** Conocimiento de cubiertas ecológicas.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	7	2%
De acuerdo	53	14%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	16	4%
En desacuerdo	95	25%
Totalmente en desacuerdo	213	55%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 1:** Conocimiento de cubiertas ecológicas.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** De acuerdo a la encuesta realizada en la ciudad de Guayaquil se puede observar que el mayor porcentaje de personas no tienen conocimiento de cubiertas ecológicas, dando a entender que no existen o no se utilizan, más de la mitad con 55% está totalmente en desacuerdo de haber escuchado sobre este tipo de cubierta, seguido de un 25% de desacuerdo por parte de los encuestados, el 4% de la población no está de acuerdo ni en desacuerdo, solo el 14% sabe del tipo de cubiertas ecológicas y el 2% aseguran que si existen.

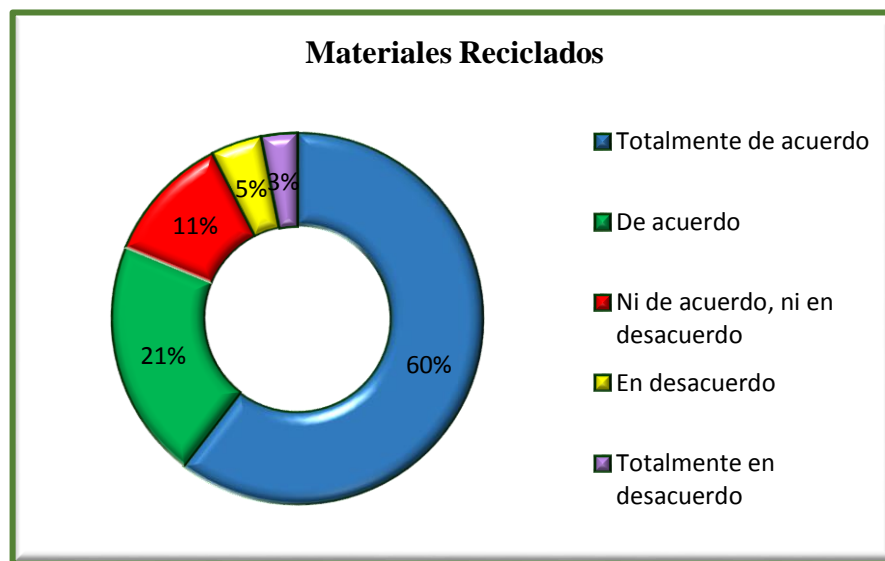
2) ¿Cree usted que se debería incluir materiales reciclados en la construcción?

**Tabla 11:** Materiales reciclados en la construcción.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente de acuerdo</b>	232	60%
<b>De acuerdo</b>	80	21%
<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	43	11%
<b>En desacuerdo</b>	17	5%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	12	3%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 2:** Materiales reciclados en la construcción.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** el 3% de las personas están totalmente en desacuerdo de incluir materiales reciclados en la construcción, dando a entender que no es conveniente aplicarlos y que el producto final puede verse afectado al estar hecho de residuos, el 5% en desacuerdo, 11% ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 21% está de acuerdo, lo cual da a pensar que el reciclaje es un aporte en la innovación de materiales para emplear en obras y el 60% está totalmente de acuerdo en incluir el reciclaje para reducir la aglomeración de estos desechos.



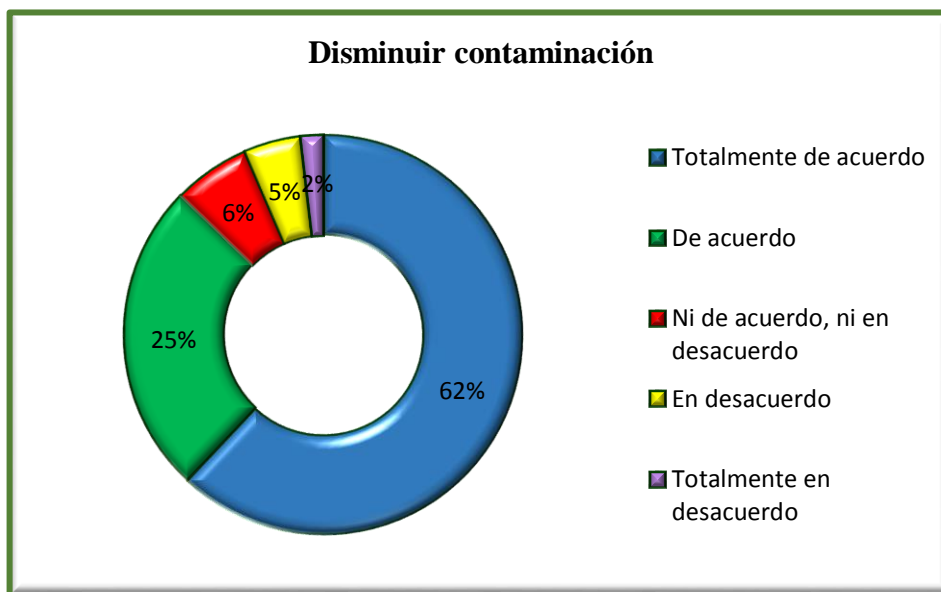
3) ¿Cree usted pertinente el uso de cubiertas hechas con material reciclado para disminuir la contaminación del medio ambiente?

**Tabla 12:** Cubiertas con material reciclado para disminuir la contaminación.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente de acuerdo</b>	238	62%
<b>De acuerdo</b>	97	25%
<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	24	6%
<b>En desacuerdo</b>	18	5%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	7	2%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 3:** Cubiertas con material reciclado para disminuir la contaminación.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** la población escogida para las encuesta en la ciudad de Guayaquil afirma que un 62% está totalmente de acuerdo que una cubierta hecha con material reciclado sería una buena opción para disminuir la contaminación, dándole un buen uso a estos desperdicios, el 25% está de acuerdo, el 6% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 5% está en desacuerdo, lo cual se interpreta que un techo de este tipo no tendría un buen aspecto y calidad, y el 2% totalmente en desacuerdo, equivale a 7 personas que piensan que no es adecuado utilizar y se podría ver afectada su vivienda.

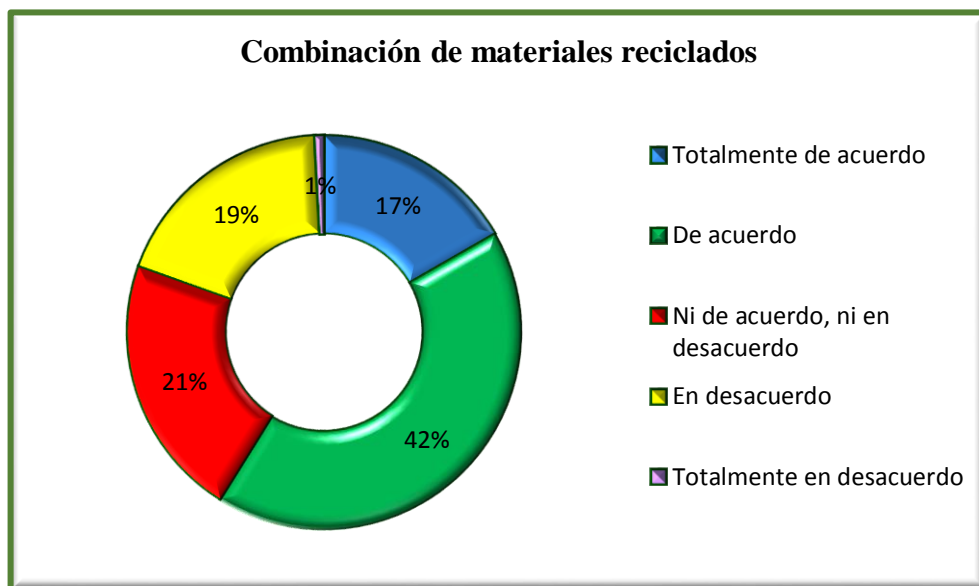
4) ¿Cree usted en la probabilidad de combinar materiales reciclados como los envases tetrabrik y el plástico PET para formar una cubierta ecológica?

**Tabla 13:** Combinación de materiales reciclados.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente de acuerdo</b>	64	17%
<b>De acuerdo</b>	162	42%
<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	83	21%
<b>En desacuerdo</b>	72	19%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	3	1%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 4:** Combinación de materiales reciclados.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** como resultado de la encuesta se obtiene que el 17% de los encuestados está totalmente de acuerdo, pero a su vez se refleja la mayoría con un 42% que está de acuerdo en la posibilidad de juntar estos materiales para formar una cubierta ecológica, el 21% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 19% está en desacuerdo, dando a entender que la mezcla de estos residuos no sería posible y el 1% afirma que no se puede.

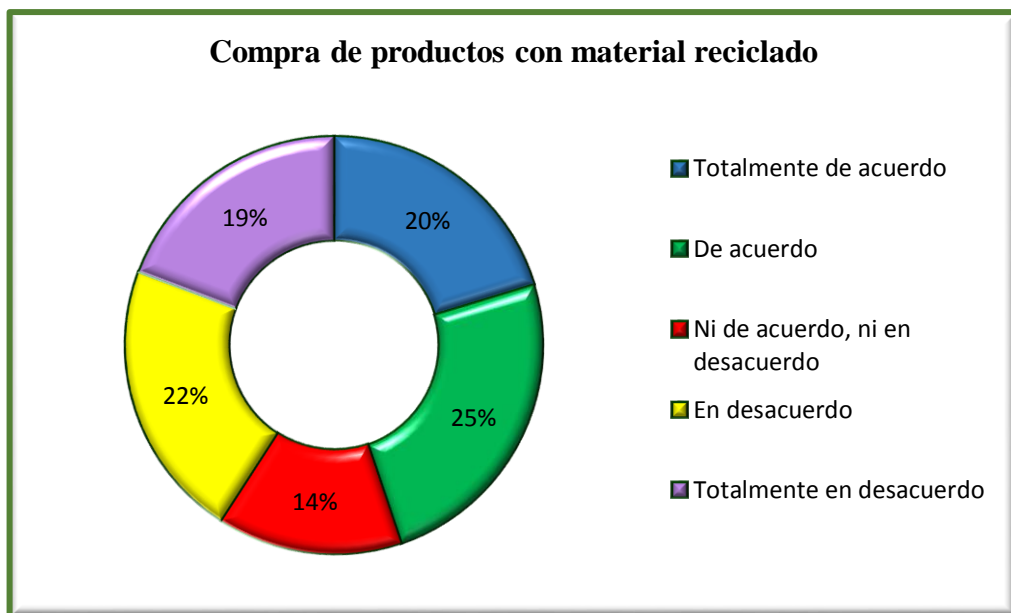
### 5) ¿Usted ha comprado productos hechos con material reciclado?

**Tabla 14:** Compra de productos con material reciclado.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente de acuerdo</b>	78	20%
<b>De acuerdo</b>	94	25%
<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	55	14%
<b>En desacuerdo</b>	83	22%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	74	19%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 5:** Compra de productos con material reciclado.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** de acuerdo a la encuesta realizada a 384 personas en la ciudad de Guayaquil dan a conocer que el 20% está totalmente de acuerdo en haber utilizado productos de material reciclado porque están consiente de que estos desechos afectan en corto o a largo plazo al planeta tierra, el 25% está de acuerdo, el 14% ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 22% en desacuerdo y el 19% está totalmente en desacuerdo ya que considera que no es de utilidad y es difícil de adquirirlo al no haber lugares que se dediquen a esta rama del reciclaje.

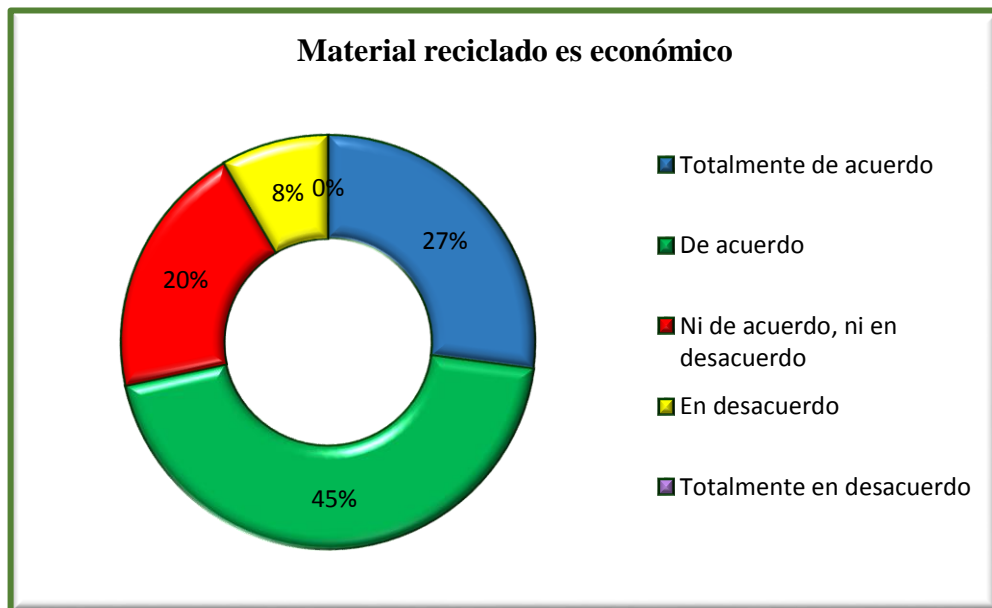
6) ¿Considera usted que una cubierta a base de material reciclado resulta económico en comparación con las cubiertas tradicionales?

**Tabla 15:** Cubierta a base de material reciclado es económico.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente de acuerdo</b>	104	27%
<b>De acuerdo</b>	171	45%
<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	77	20%
<b>En desacuerdo</b>	32	8%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 6:** Cubierta a base de material reciclado es económico.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** los moradores de la ciudad de Guayaquil están totalmente de acuerdo en un 27% que una cubierta a base de material reciclado resulta económico en comparación de otras cubiertas porque son desechos que no tienen valor alguno lo cual reduce el costo de fabricación, el 45% está de acuerdo, el 20% ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 8% está en desacuerdo, es decir que resulta un poco más costosa que las cubiertas tradicionales porque requieren de otros métodos para procesar estos residuos y 0% está totalmente en desacuerdo.

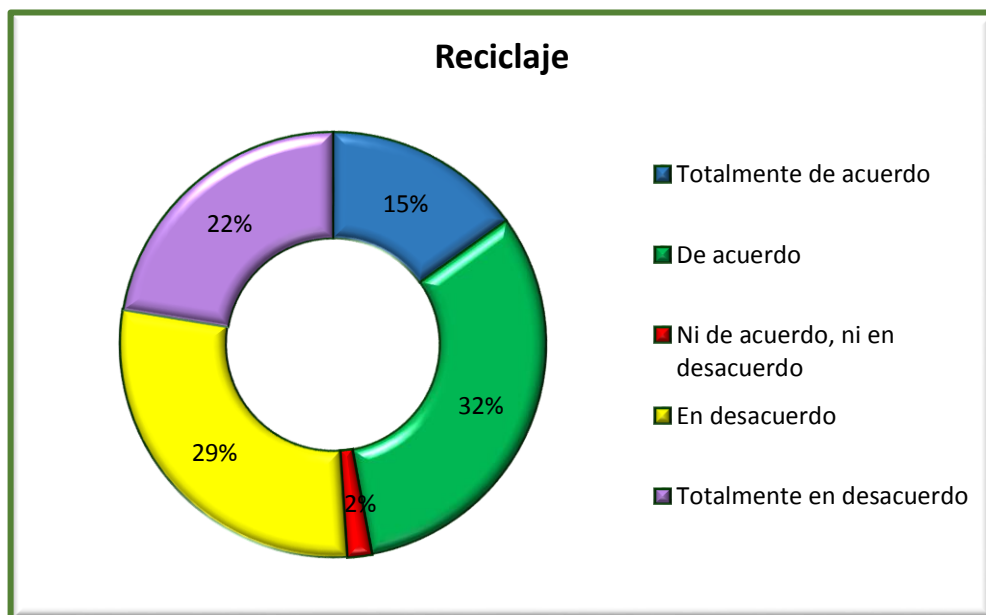
7) ¿Usted ha reciclado envases de tetrabrik o botellas de plástico PET después de hacer uso del mismo?

**Tabla 16:** Reciclaje de envases tetrabrik o botellas de plástico PET.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente de acuerdo</b>	58	15%
<b>De acuerdo</b>	123	32%
<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	7	2%
<b>En desacuerdo</b>	110	29%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	86	22%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 7:** Reciclaje de envases tetrabrik o botellas de plástico PET.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** el 22% de los habitantes encuestados está totalmente en desacuerdo en haber reciclado envases de tetrabrik y botellas de plástico PET porque no le encuentran ninguna utilidad después de consumir el producto en su interior, el 29% en desacuerdo, el 2% ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 32% están de acuerdo porque se pueden utilizar para recrear un nuevo producto y el 15% está totalmente de acuerdo según lo que arrojan las encuestas.

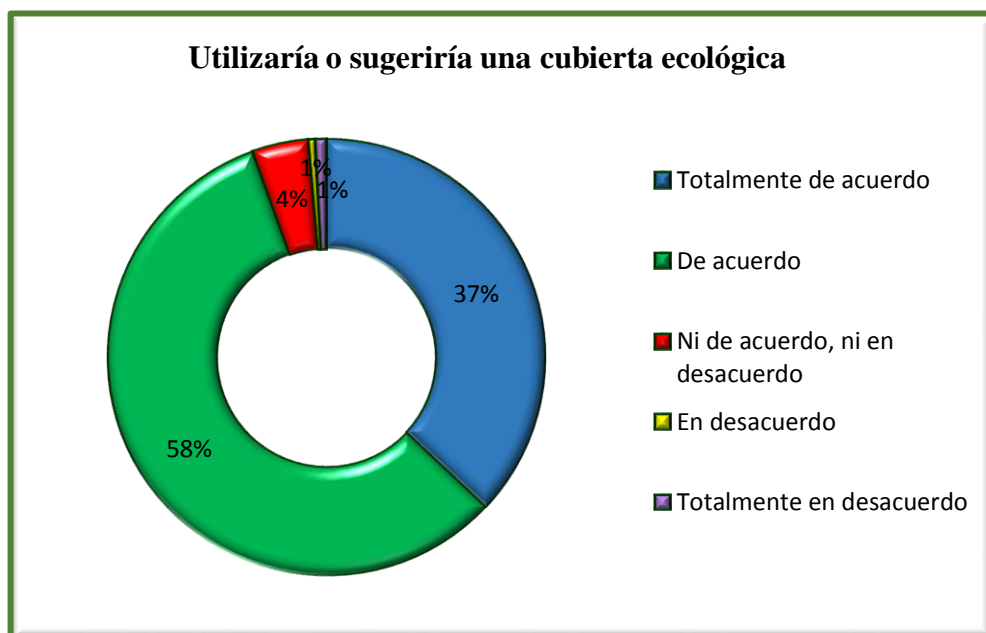
8) ¿Usted utilizaría o sugeriría una cubierta ecológica a partir de materiales reciclados para construcciones?

**Tabla 17:** Utilizaría o sugeriría una cubierta ecológica a partir de materiales reciclados.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente de acuerdo</b>	142	37%
<b>De acuerdo</b>	221	58%
<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	16	4%
<b>En desacuerdo</b>	2	1%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	3	1%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 8:** Utilizaría o sugeriría una cubierta ecológica a partir de materiales reciclados.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** a través de la indagación de las encuestas se tiene como resultado que el 37% de personas consultadas está totalmente de acuerdo en que utilizarían una cubierta ecológica porque de esta forma ayudan a la descontaminación del planeta, el 58% que vendría a hacer la mayoría se registra que está de acuerdo en usar o sugerir una cubierta a base de materiales reciclados, el 4% ni de acuerdo ni en desacuerdo porque no se sienten seguros con un techo hecho a base de material reciclado o no es estético, depende de las características de este material si es de calidad o no, 1% en desacuerdo y 1% totalmente en desacuerdo.

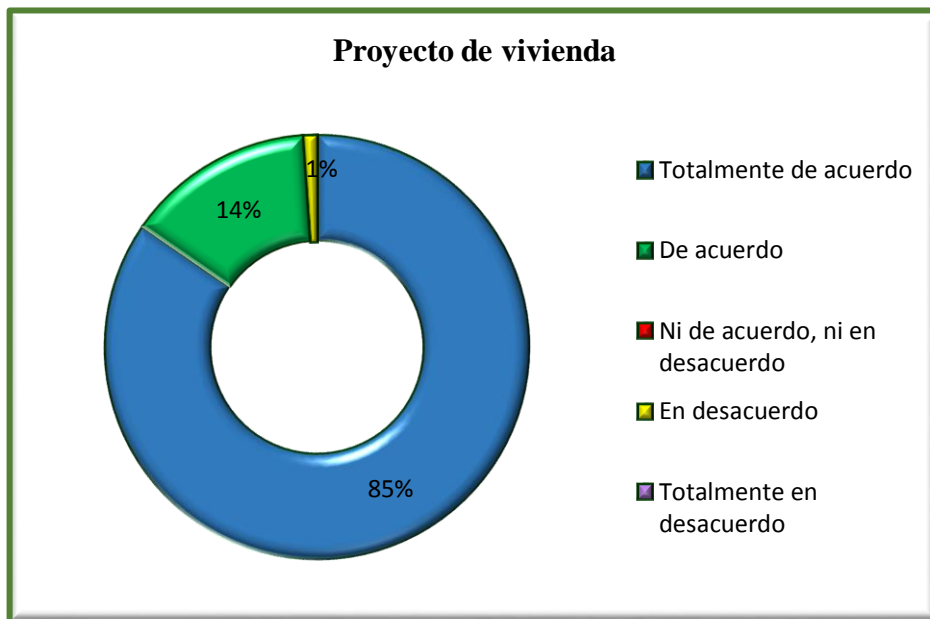
9) ¿Le gustaría que haya un proyecto de vivienda a base de materiales reciclados que se acomoden a su situación económica?

**Tabla 18:** Proyecto de vivienda a base de material reciclado.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente de acuerdo</b>	325	85%
<b>De acuerdo</b>	55	14%
<b>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	4	1%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Gráfico 9:** Proyecto de vivienda a base de material reciclado.

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Análisis:** el 85% que equivale a un total de 325 personas la cual es la gran mayoría de las personas encuestadas, están totalmente de acuerdo en que haya un proyecto a base de material reciclado que se acomoden a su situación económica porque brinda ventajas al organizar un plan de vivienda que favorece a personas de bajos recursos, seguido del 14% que está de acuerdo, 0% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 1% está en desacuerdo y 0% totalmente en desacuerdo.

10) ¿Cuál de estos diseños de prototipos para cubierta considera usted llamativo?

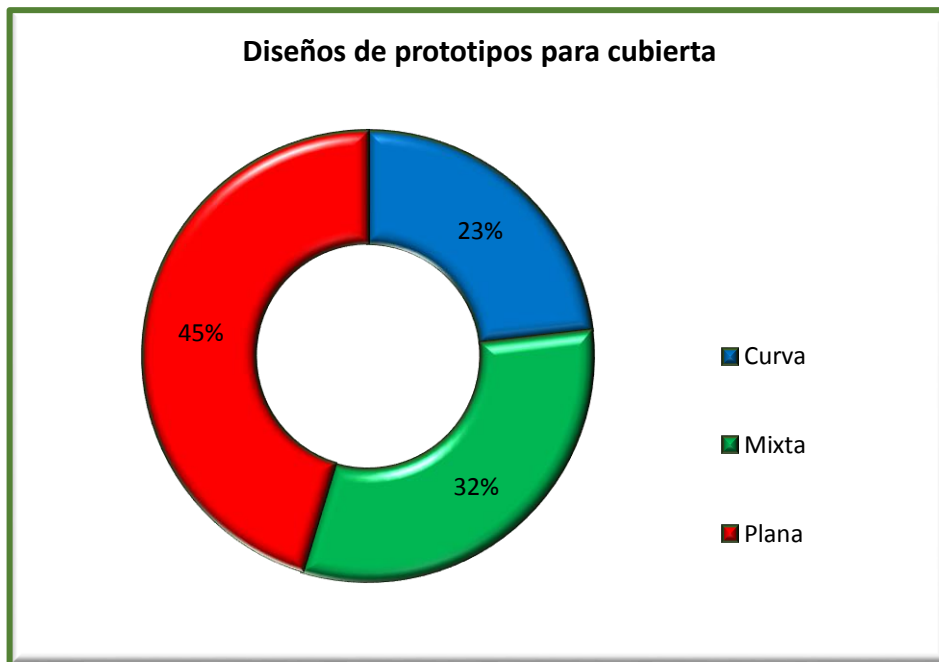
**Tabla 19:** Diseños de prototipos para cubierta.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
 <p data-bbox="571 824 663 860"><b>curva</b></p>	89	23%
 <p data-bbox="571 1308 663 1344"><b>Mixta</b></p>	121	32%
 <p data-bbox="571 1787 663 1823"><b>Plana</b></p>	174	45%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

*Elaborado por:* Flores (2019)





**Gráfico 10:** Diseños de prototipos para Cubierta.

**Fuente:** Encuesta dirigida a la población de Guayaquil.

**Elaborado por:** Flores (2019)

**Análisis:** el 45% de los encuestados que equivale a un total de 174 habitantes, consideran que una cubierta con un diseño plano de teja resulta más llamativo y limpio porque permite la fluidez de cualquier tipo de desperdicio sobre él, evitando su acumulación, este diseño le da un aspecto moderno a la vivienda a diferencia de los otros modelos que son más tradicionales, el 32% de las personas prefieren un modelo mixto porque lo identifican, es muy habitual, las curvas del prototipo no están pegadas del todo debido a su parte plana que hace que no se vea del todo amontonado definiendo un espacio entre curvas y el 23% de la población escogió el tipo curvo lo cual se asume que prefieren un estilo de cubierta clásica para su hogar.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA**

#### **4.1. Tema.**

Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción.

#### **4.2. Descripción de la propuesta.**

Para el estudio se plantea analizar los desechos de envases tetrabrik y plástico PET, si se pueden combinar entre sí o se requiere de otros componentes para transformarlos en un nuevo producto, se aprovechan las características y propiedades de estos desperdicios para obtener excelentes resultados al momento de aplicarlos en el campo de la construcción. La propuesta se proyecta en la elaboración de un prototipo de teja plana que formara parte del proceso de fabricación de cubiertas para viviendas de personas de escasos recursos o quien desee adquirirlo, contribuir al área de la construcción con la elaboración de un nuevo material a base de desechos inorgánicos el cual se pueda desarrollar como un producto económico.

Las cubiertas tradicionales en su mayoría se elaboran con materia prima orgánica como la arcilla, pizarra, piedra caliza, grava, arena, metal, zinc, entre otros que al momento de extraerlos destruyen en cierto porcentaje la capa vegetal del planeta. En este trabajo de investigación se practica la elaboración de un ejemplar de cubierta hecho de manera artesanal, que tiene como materia prima el tetrabrik y plástico PET, los cuales serán prensados en caliente, para poder lograr el material propuesto, de esta forma impedir que estos residuos sean incinerados o amontonados causando contaminación y mal aspectos a ciudades enteras, afectando a largo plazo al planeta.

#### **4.3. Materia prima.**

Los elementos que se utilizan como materia prima son los envases de tetrabrik el cual se compone de aluminio, plástico polietileno y cartón; y las botellas de plástico (PET) que poseen polipropileno (PP) en su etiqueta y tapa. Los materiales fueron recolectados de las calles y centros de acopio de Guayaquil, son sometidos a las fases de triturado, molido, lavado y secado para que al momento de aplicar en la elaboración del prototipo por medio de prensado caliente se logren acoplar estos materiales y así evitar problemas

por un mal proceso, con la finalidad de garantizar al comprador y a la construcción un excelente producto.



*Figura 96:* Materia prima.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.4. Materiales y herramientas

Se dividen en dos grupos los materiales a utilizar, el primero empleado para el proceso de la materia prima y el segundo para la fabricación del prototipo.

- **Materiales para procesar materia prima**

Para tratar la materia prima se necesita los siguientes materiales:



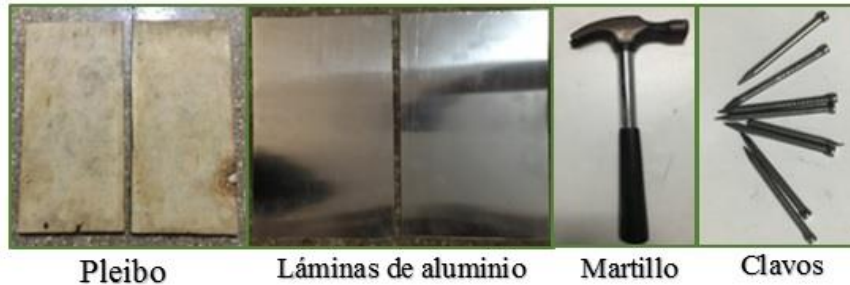
*Figura 97:* Materiales para procesar la materia prima.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

- **Materiales y herramientas para fabricar el prototipo.**

Se dividen en dos grupos, los primeros para fabricar la prensa artesanal y los segundos para la elaboración del prototipo.

**1.- Para fabricar la prensa artesanal.**

Los materiales que se requieren para su fabricación son: 2 pleibo de 50 cm x 21 cm con espesor de 1 cm y medio, 2 láminas de aluminio de 30 cm x 20 cm y espesor de 2 mm, un martillo y 8 clavos de una pulgada.



*Figura 98:* Materiales para fabricar la prensa artesanal.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

**2.- Para la elaboración del prototipo.**

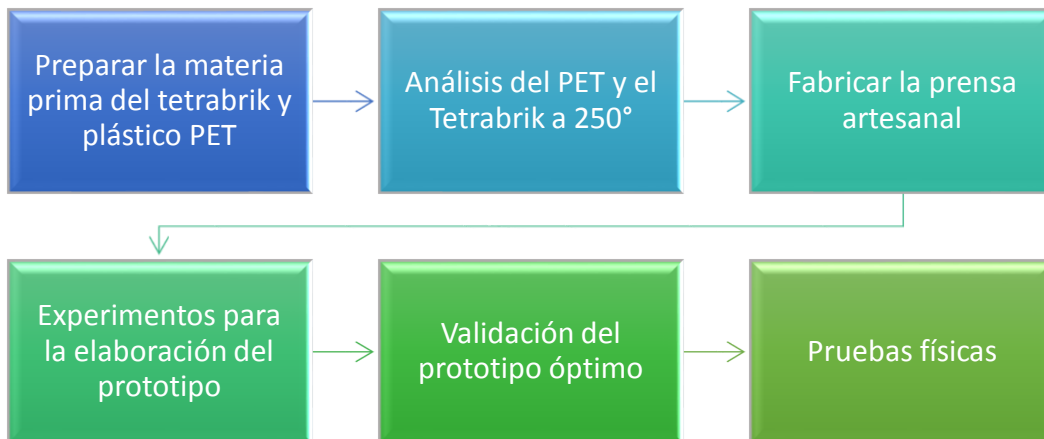
Se necesita los siguientes materiales y herramientas:



*Figura 99:* Materiales y herramientas para fabricar el prototipo.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

## 4.5. Desarrollo del proyecto.

### 4.5.1. Diagrama de flujo del proceso.



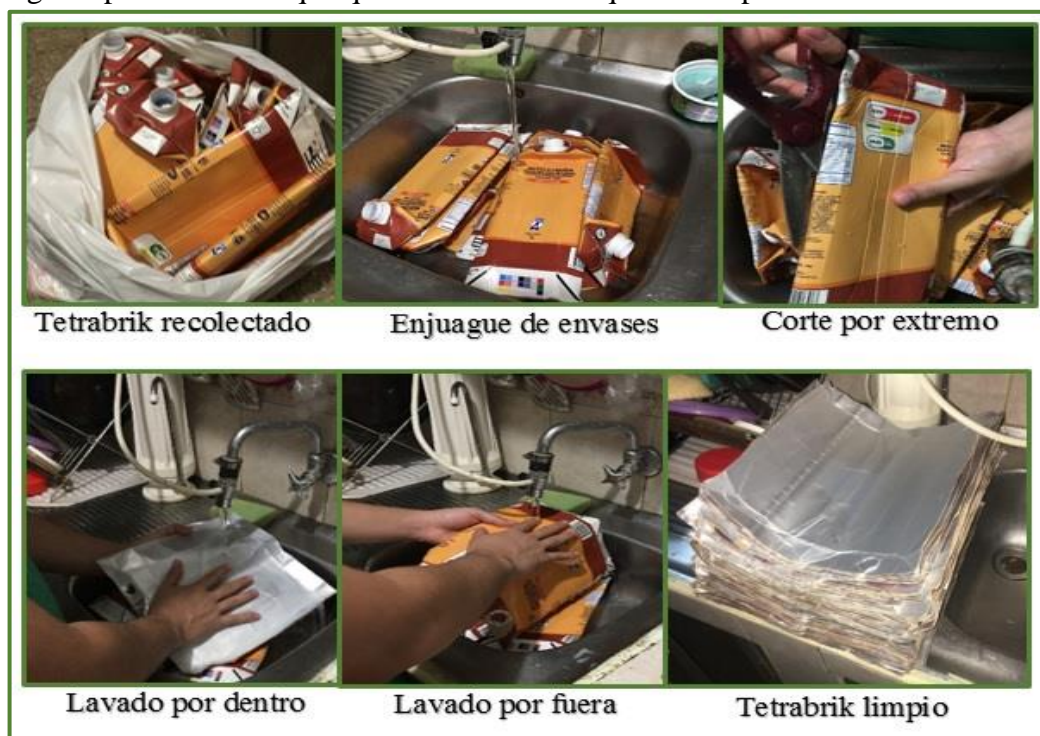
*Gráfico 11:* Diagrama de flujo  
*Elaborado por:* Flores (2019)

### 4.5.2. Técnica para preparar la materia prima del tetrabrik.

Para el tratamiento de los envases de tetrabrik se requiere aplicar los siguientes pasos:

#### 1er Paso - Lavado del tetrabrik.

Una vez recolectado los envases se proceden a enjuagar con abundante agua, después se recorta por un extremo para abrirlo en su totalidad, se lava por dentro y por fuera con detergente para descartar que queden residuos o líquidos del producto.



*Figura 100:* Proceso de lavado del tetrabrik.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

## 2do Paso – Recorte y licuado del Tetrabrik.

Después del proceso de lavado de los envases, se cortan con tijera en pequeños pedazos, se agrega en la licuadora 100g de tetrabrik recortado con 750ml de agua, se licua por 3min para poder lograr la separación de sus componentes, posteriormente pasamos exprimir con un cedazo para remover la mayor cantidad de agua absorbida por el material.

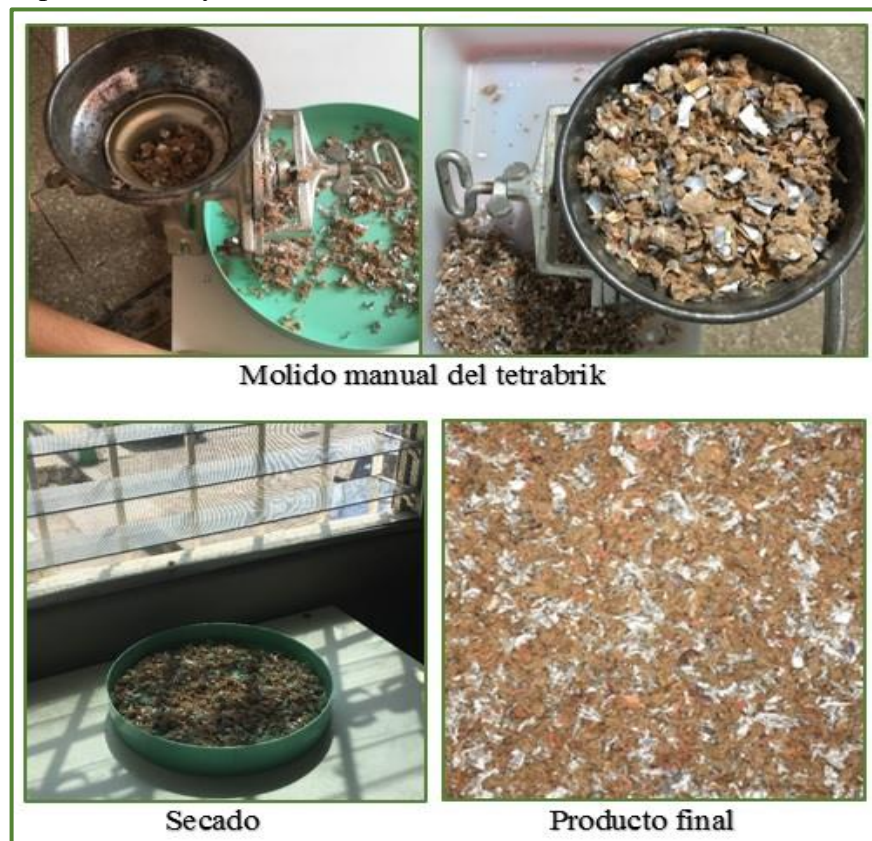


*Figura 101:* Proceso de recorte y licuado del tetrabrik.

*Elaborado por:* Flores (2019)

## 3er Paso – Molido y secado del tetrabrik.

Finalizado el segundo paso, se realiza el molido de forma manual en estado húmedo para lograr desmenuzarse y obtener un mejor resultado. El producto molido se deja secando al ambiente por dos días y es así como termina el tratamiento.



*Figura 102:* Proceso de molido y secado del tetrabrik.

*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.3. Técnica para preparar la materia prima del plástico (PET).

El plástico PET triturado y lavado se puede adquirir en una recicladora, el cual tiene un costo de 40 ctv. por kilo. En este proyecto se realizó de forma manual, una vez recolectada la materia prima se procedió a enjuagar, cortar con tijera pedazos pequeños, lavar con detergente y dejar secándose al ambiente por un día, el mismo método se le aplico a las tapas y etiquetas de las botellas con la diferencia que las tapas no se recortaron por no tener la herramienta necesario, no se aplicó debido a su tamaño que no dificulta al someterlos al calor, de esta forma se culmina el procedimiento.



*Figura 103:* Proceso de preparación del plástico PET.

*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.4. Análisis del Plástico PET y el Tetrabrik a 250°

Los materiales propuestos se sometieron al calor a una temperatura de 250°, a continuación se detalla la reacción y su dosificación en la siguiente tabla.

**Tabla 20:** Dosificación del análisis del PET y el tetrabrik a 250°

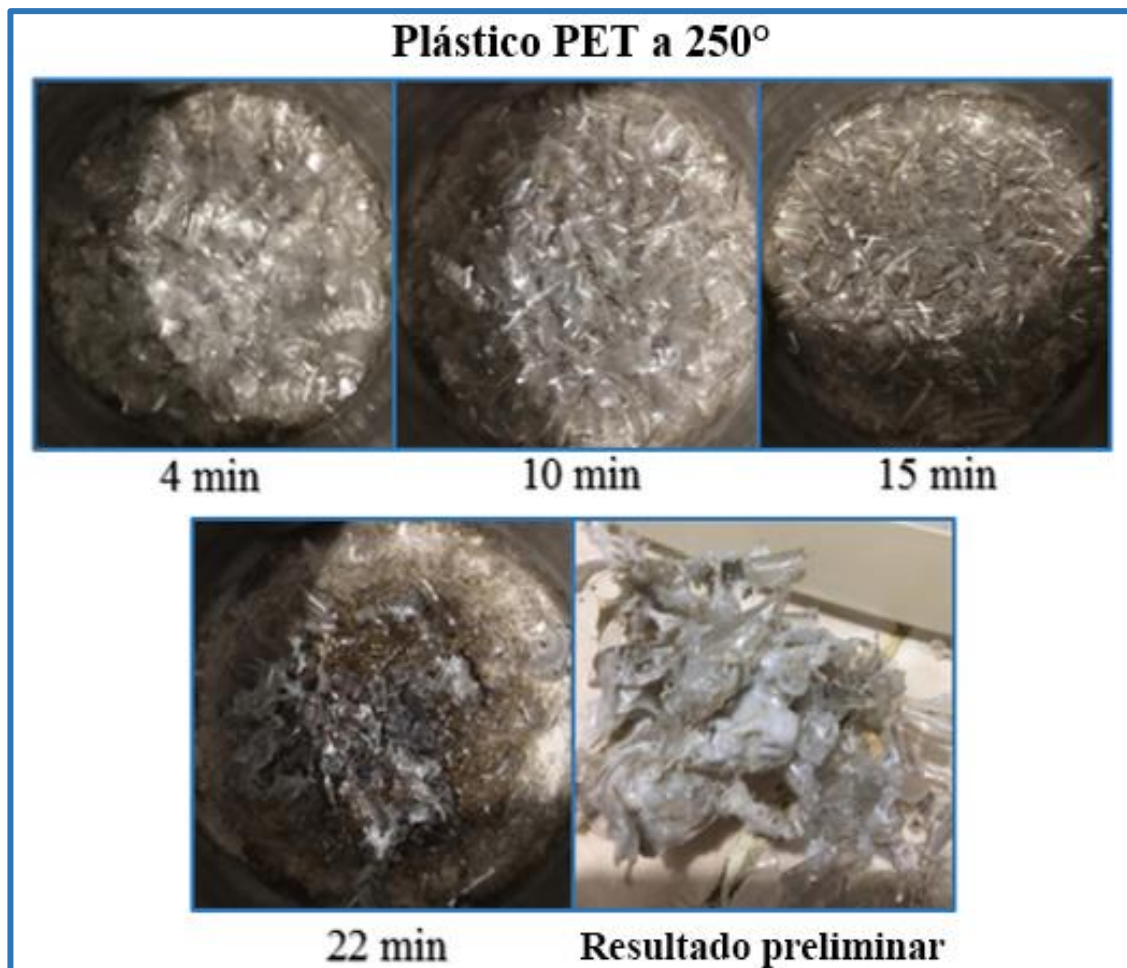
Materia Prima	Dosificación
<b>Plástico PET</b>	100g
<b>Tetrabrik</b>	50g

*Fuente:* Análisis del PET y el tetrabrik a 250°.

*Elaborado por:* Flores (2019)

### 1. Plástico PET.

A los 4 minutos el plástico comienza a empañarse, 10 minutos comienza a recogerse, tiene aspecto sudoroso, 15 minutos el plástico comienza a reducirse y a recoger aún más, a los 22 minutos la cantidad de plástico aplicada se redujo a un 20% aproximado, no se alcanzó el estado líquido para poder aplicarlo en el prototipo, al revolver el plástico se pegó entre sí y no se obtuvo un buen resultado.



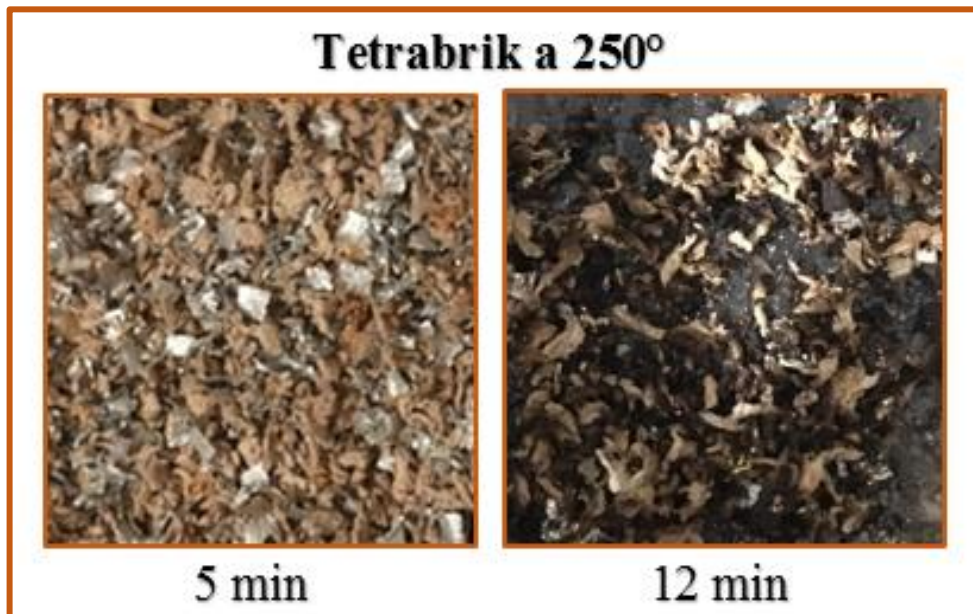
**Figura 104:** Plástico PET a 250°.

*Elaborado por:* Flores (2019)



## 2. Tetrabrik.

A los 5 minutos se comienza a tostar y a los 12 minutos empieza a hacerse negro el tetrabrik y la bandeja, dando por finalizado el experimento.

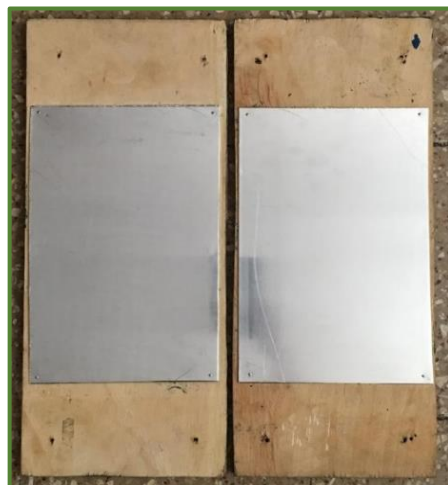


*Figura 105:* Tetrabrik a 250°.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

### 4.5.5. Fabricación de la prensa artesanal.

La prensa se define posterior a una serie de experimentos, la cual se podrá observar durante el proceso de elaboración del prototipo.

Una vez obtenido todos los materiales se procede a colocar las láminas de aluminio en el centro de cada pleibo sujetándolas con clavos en cada extremo. Sobre la lámina base se dibuja con un lápiz el perímetro del prototipo para saber dónde verter la mezcla plástica.



*Figura 106:* Prensa artesanal de pleibo con láminas de aluminio.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.6. Experimentos para la elaboración del prototipo de cubierta.

##### 4.5.6.1. Experimento # 1.

En este ensayo se realizó un molde con pleibo y duelas de maderas, se hizo uso del plástico polipropileno para obtener un mejor estado líquido del plástico debido a que en el PET no se logró ese resultado y el cual se requiere para lograr la mezcla de los componentes. Las cantidades de materia prima aplicada se muestran en la siguiente tabla:

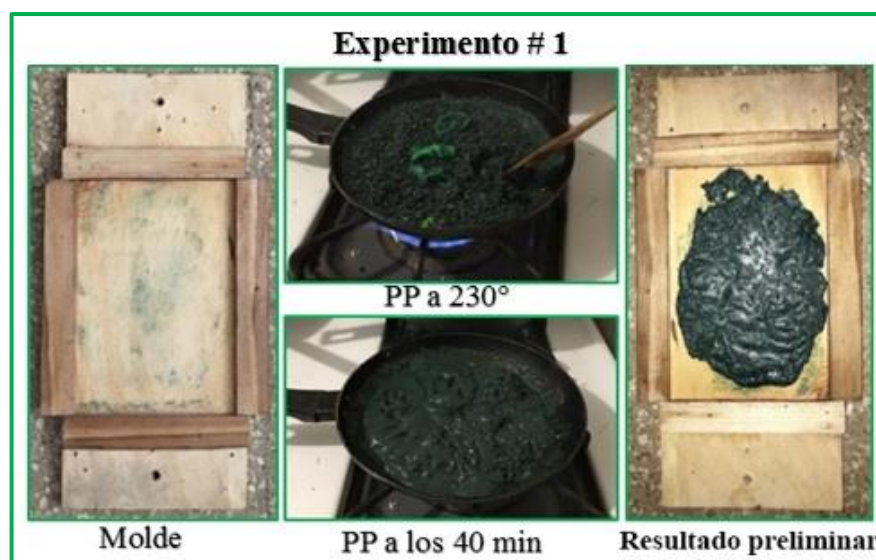
**Tabla 21:** Dosificación experimento # 1.

Materia Prima	Experimento # 1	Tiempo de cocción del Plástico PP a 230°
<b>Tetrabrik</b>	50g	1 hora
<b>Plástico PET</b>	50g	
<b>Plástico PP</b>	100g	

*Fuente:* Experimento # 1.

*Elaborado por:* Flores (2019)

En el proceso de experimentación se calentó el polipropileno en un sartén a 230° durante una hora, en donde se observó que al calentarse en una hornilla no presenta un excelente resultado, debido a que la parte superior de la masa plástica estaba menos caliente que la inferior que se encuentra en contacto directo con el sartén, presentando problemas al mezclarlo con los otros materiales y al aplicarlo en el molde por no estar lo suficientemente caliente, lo cual no permitió esparcirlo en su totalidad. La masa de plástico caliente aplicada en el molde quedó áspera al estar en contacto con el pleibo.



**Figura 107:** Resultado preliminar - Experimento # 1.

*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.6.2. Experimento # 2.

Para esta prueba se forro el molde con papel aluminio y plástico de embalaje como se observa en la figura 108, se muestran las porciones de materia prima utilizada en la siguiente tabla:

**Tabla 22:** Dosificación experimento # 2.

Materia Prima	Experimento # 2	Tiempo de cocción del Plástico PP a 250°
<b>Tetrabrik</b>	75g	
<b>Plástico PET</b>	75g	
<b>Plástico PP</b>	200g	1 hora

*Fuente:* Experimento # 2.

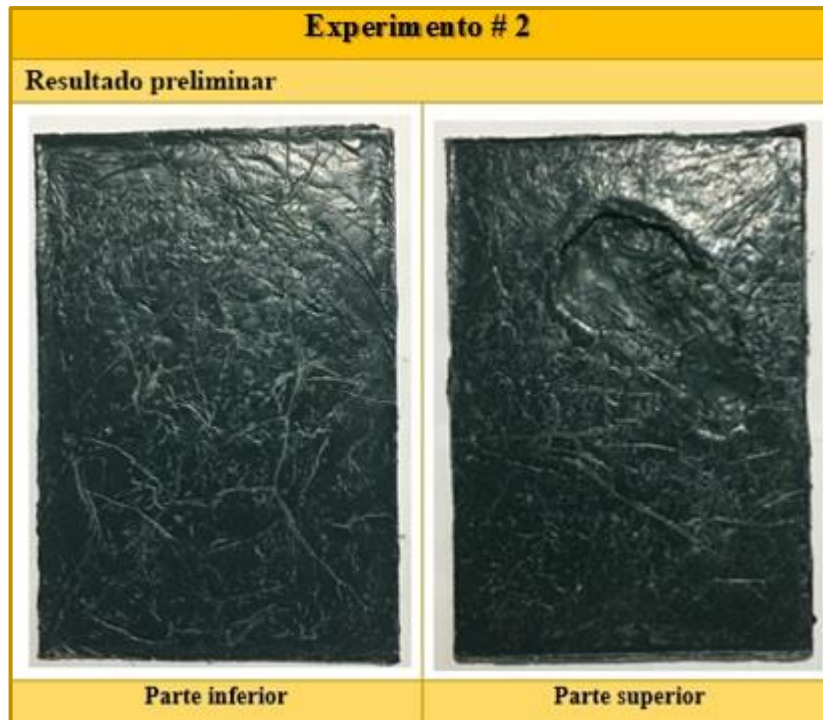
*Elaborado por:* Flores (2019)

En este ensayo, puesto que en el **experimento # 1** al calentar el PP en un sartén a 230° no se obtuvo un excelente estado líquido del plástico, se procede a calentar en el horno a 250° en una bandeja de aluminio, logrando esparcir la mezcla en el molde, pero el prensado no presentó excelentes resultados debido a que se observó huecos en la parte superior de la muestra.



**Figura 108:** Proceso del experimento # 2.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 109:** Resultado preliminar - Experimento # 2.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.6.3. Experimento # 3.

Se realizó el mismo procedimiento que el **experimento # 2** con la misma dosificación de materiales para ver si el resultado es positivo y no presenta huecos en su parte superior. Se muestran las cantidades de materiales en la siguiente tabla:

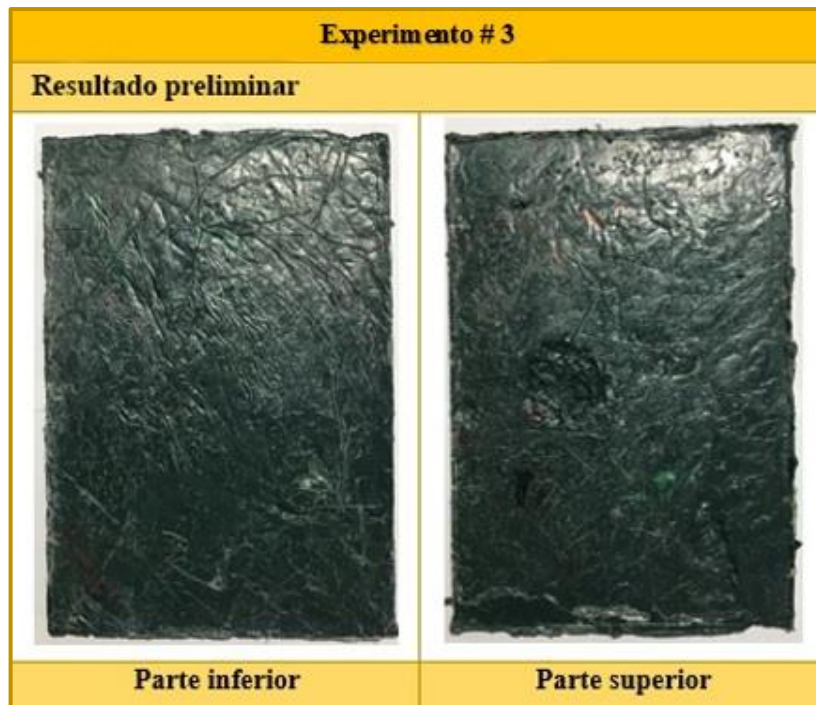
**Tabla 23:** Dosificación experimento # 3.

Materia Prima	Experimento # 3	Tiempo de cocción del Plástico PP a 250°
<b>Tetrabrik</b>	75g	
<b>Plástico PET</b>	75g	
<b>Plástico PP</b>	200g	1 hora

*Fuente:* Experimento # 3.

*Elaborado por:* Flores (2019)

El resultado fue similar al **experimento # 2**, se pudo observar huecos en la parte superior del modelo, se asimila que el plástico no fluye del todo porque el molde no le permite y su superficie por ambos lados no queda del todo lisa.



**Figura 110:** Resultado preliminar - Experimento # 3.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.6.4. Experimento # 4.

Se desarrolló con 2 pleibos de manera que sirvan de prensa para la fabricación del prototipo, su dosificación se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 24:** Dosificación experimento # 4.

Materia Prima	Experimento # 4	Tiempo de cocción del Plástico PP a 250°
<b>Tetrabrik</b>	100g	
<b>Plástico PET</b>	100g	
<b>Plástico PP</b>	200g	1 hora

*Fuente:* Experimento # 4.

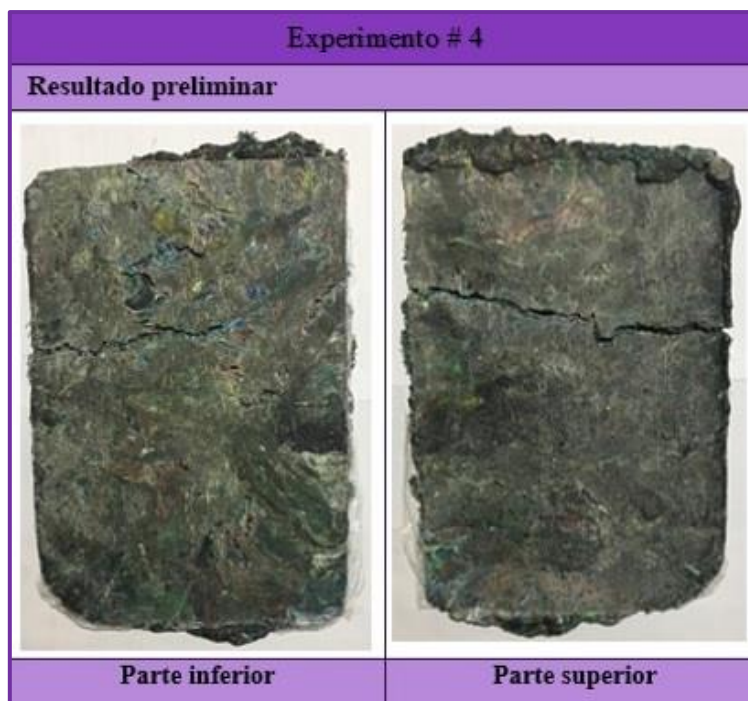
*Elaborado por:* Flores (2019)

En la elaboración del prototipo se pudo notar que la prensa utilizada no fue la adecuada porque al intentar retirarla fue imposible, el prototipo se pegó por no colocar papel aluminio y plástico de embalaje, el aplicar aceite sobre los pleibos no fue suficiente para evitar que la masa plástica se pegue, es más duro de mezclar al agregarle 100g tetrabrik y 100g de PET, la mezcla al calentarse no se derrite tan fácil como cuando se calentó el polipropileno, se endurece y es más difícil aplicar a la prensa.

Para desprender el prototipo se le aplico vapor de agua, utilizando una bandeja de aluminio con agua hirviendo a 280° y sobre la bandeja se colocó la prensa y una tapa para mantener el calor, se lo dejo durante un tiempo de 1 hora y media para suavizar la masa, después con un martillo se hizo palanca para poder desprender, partiendo la masa y dando por finalizado el experimento.



**Figura 111:** Proceso del experimento # 4.  
**Elaborado por:** Flores (2019)



**Figura 112:** Resultado preliminar - Experimento # 4.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.6.5. Experimento # 5.

En esta prueba se forro la prensa con papel aluminio y plástico de embalaje como se observa en la figura 113, la dosificación se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 25:** Dosificación experimento # 5.

Materia Prima	Experimento # 5	Tiempo de cocción del Plástico PP a 250°
<b>Tetrabrik</b>	50g	
<b>Plástico PET</b>	50g	
<b>Plástico PP</b>	150g	45 minutos

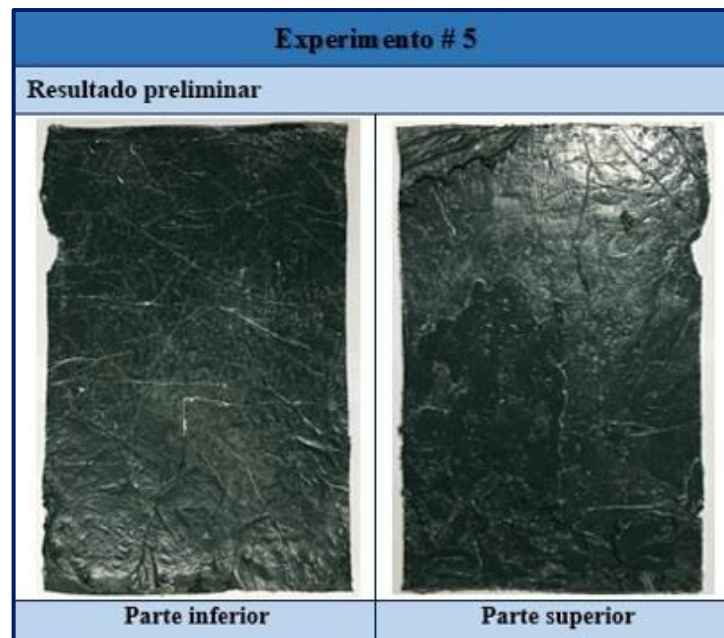
*Fuente:* Experimento # 5.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 113:** Prensa de pleibo forrada con papel aluminio y plástico de embalaje.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

Usando este método de prensado se obtuvo un mejor resultado que los experimentos anteriores, pero la mezcla no fue lo suficiente para lograr esparcirlo por todo el dibujo trazado, la masa es más dura de revolver al tener menor cantidad de polipropileno, al retirar la prensa se observó que no se obtuvo las medidas deseadas y se le agregó más plástico (PP) al prototipo, pero no se consiguió excelentes resultados porque no quedó uniforme y se ve el agregado.



*Figura 114:* Resultado preliminar – Experimento # 5  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.6.6. Experimento # 6.

Esta prueba se realizó de la misma forma que el **experimento # 5**, pero se agregó más polipropileno para obtener un mejor resultado y lograr el prototipo deseado, sus raciones se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 26:** Dosificación experimento # 6.

Materia Prima	Experimento # 6	Tiempo de cocción del Plástico PP a 250°
<b>Tetrabrik</b>	50g	
<b>Plástico PET</b>	50g	
<b>Plástico PP</b>	200g	1 hora

*Fuente:* Experimento # 6

*Elaborado por:* Flores (2019)

En esta prueba con las cantidades aplicadas se obtuvo un prototipo de 27 cm x 18 cm con espesor de 5 mm, sus bordes fueron cortados con una sierra manual y se logró



excelentes resultado con la única desventaja que el papel aluminio con el calor se arrugo y la superficie adquirió esa forma arrugada, el plástico de embalaje en la parte superior no se pegó tan bien como en la parte inferior.



*Figura 115:* Resultado preliminar – Experimento # 6  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.6.7. Experimento # 7.

En este ensayo se perfecciona la prensa de pleibo colocándole láminas de aluminio, de esta forma se obtiene un mejor resultado en el proceso de elaboración del prototipo, su dosificación se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 27:** Dosificación experimento # 7.

Materia Prima	Experimento # 7	Tiempo de cocción del Plástico PP a 250°
<b>Tetrabrik</b>	25g	
<b>Plástico PET</b>	25g	
<b>Plástico PP</b>	200g	1 hora

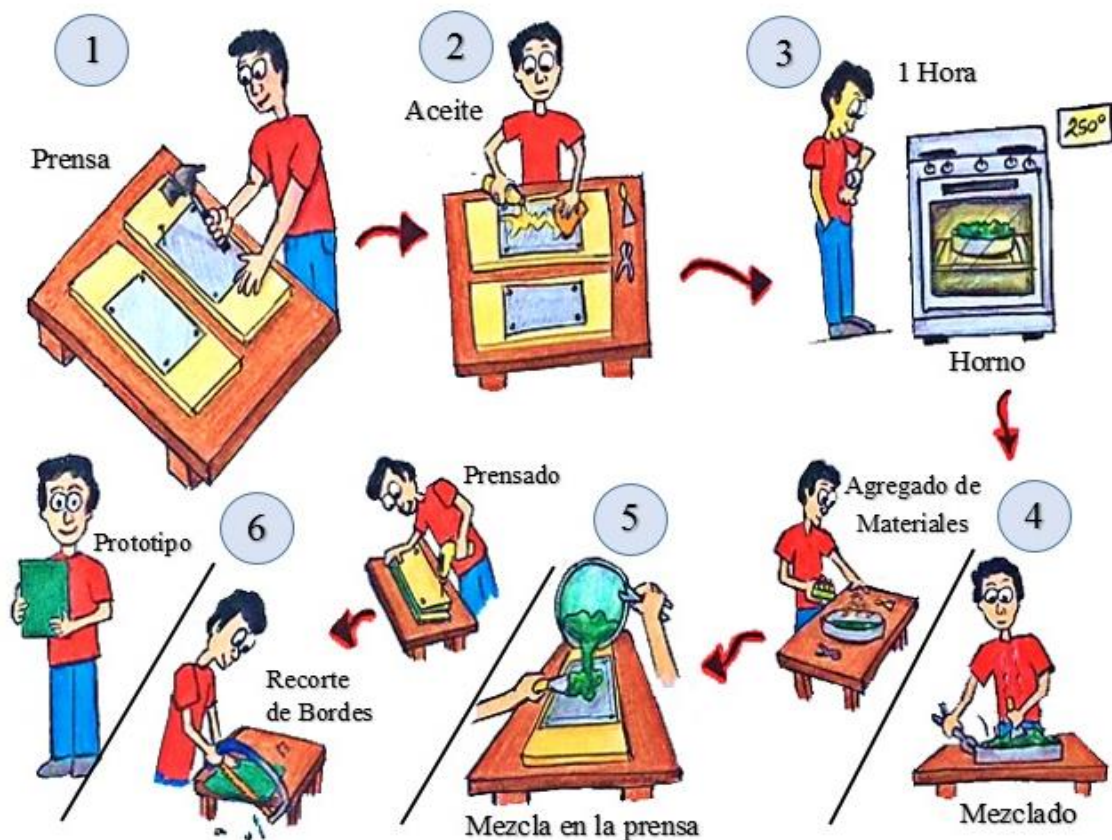
*Fuente:* Experimento # 7.

*Elaborado por:* Flores (2019)

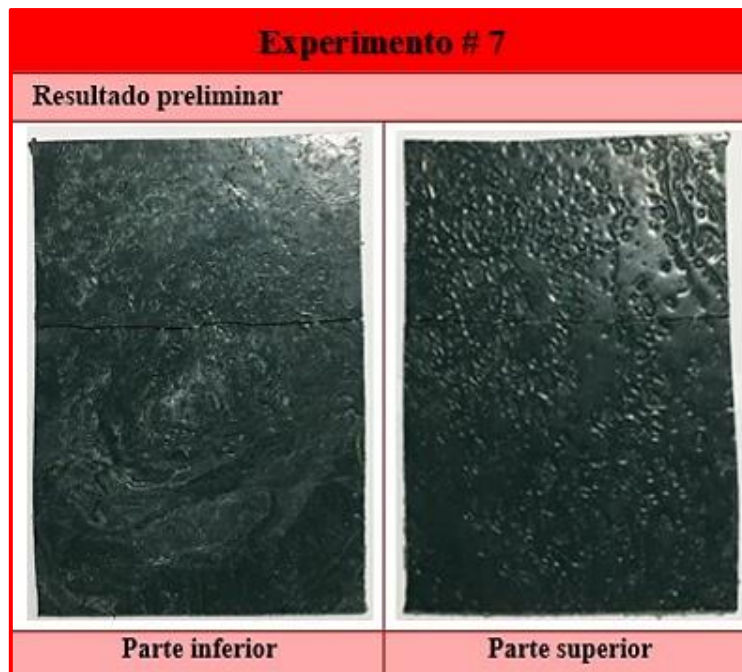
Debido a que los experimentos anteriores no obtuvieron los resultados deseados pero sirvieron para el desarrollo del prototipo y la preense, se procede a detallar los pasos de elaboración del **ensayo # 7** en donde se define la prensa y el método a aplicar, mismo que se utilizara en los experimentos posteriores a este.

### Pasos para realizar el experimento.

1. Tener la prensa lista con el perímetro del prototipo dibujado en la lámina de aluminio.
2. Con una franela aplicar aceite a los pleibos, láminas de aluminio y herramientas que están en contacto con el plástico caliente para evitar que se pegue.
3. Agregar el (PP) en una bandeja de aluminio y calentar en el horno a 250°
4. Finalizado el proceso de calentado del polipropileno se retira la bandeja del horno con un alicate para no quemarse y se realiza la mezcla de los otros elementos con una espátula durante 3 min logrando que queden cubiertos por el polipropileno.
5. Aplicar la mezcla dentro del perímetro dibujado, prensar con tornillos y el destornillador eléctrico.
6. Retirar la prensa después de media hora de enfriarse al ambiente, se recortan los bordes con sierra manual y se pule con lija.



*Figura 116:* Proceso del experimento # 7  
*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 117:** Resultado preliminar - Experimento # 7.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

El prototipo es de 27 cm x 18 cm similar a una teja de pizarra, se logró un peso de 240g y un espesor de 4 mm, al poseer menor cantidad de tetrabrik y plástico PET facilita la mezcla de estos materiales pero el modelo pierde resistencia debido a que se partió con un mínimo esfuerzo aplicado con las manos.

#### 4.5.6.8. Experimento # 8.

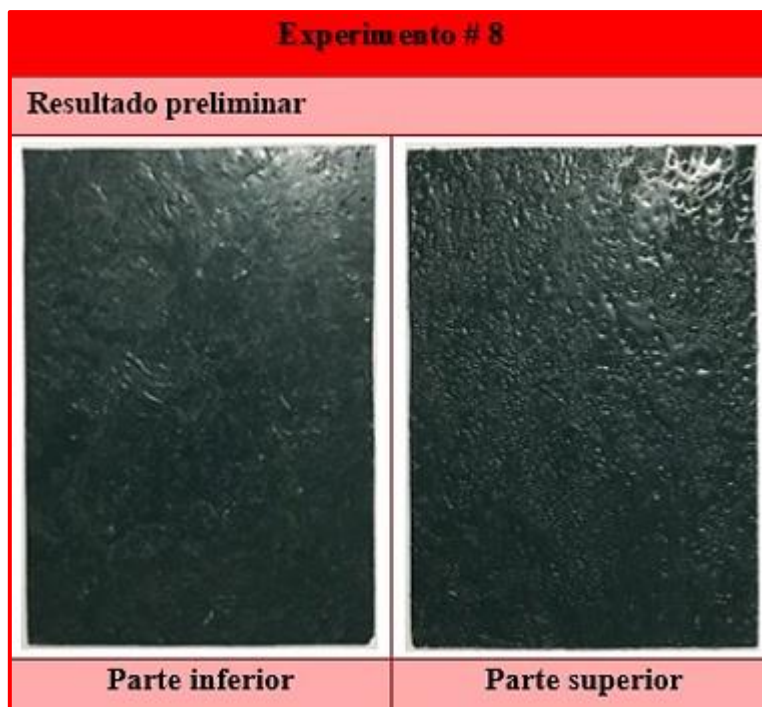
Este ensayo se realizó de la misma manera que el **experimento # 7**, pero se le agrego mayor cantidad de tetrabrik y plástico PET para darle mayor resistencia al modelo y no se parta con facilidad al aplicarle un esfuerzo mínimo, se muestra su dosificación en la siguiente tabla.

**Tabla 28:** Dosificación experimento # 8.

Materia Prima	Experimento # 8	Tiempo de cocción del Plástico PP a 250°
<b>Tetrabrik</b>	50g	
<b>Plástico PET</b>	50g	
<b>Plástico PP</b>	200g	1 hora

*Fuente:* Experimento # 8.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 118:** Resultado preliminar - Experimento # 8.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

En este ensayo se obtuvo un prototipo con un peso de 270g y espesor de 5 mm, se observa mayor resistencia porque no se logró partir con las manos como sucedió con el **experimento # 7** que se partió con facilidad, no hubo complicaciones en la mezcla de los materiales logrando excelente resultados.

#### 4.5.6.9. Experimento # 9.

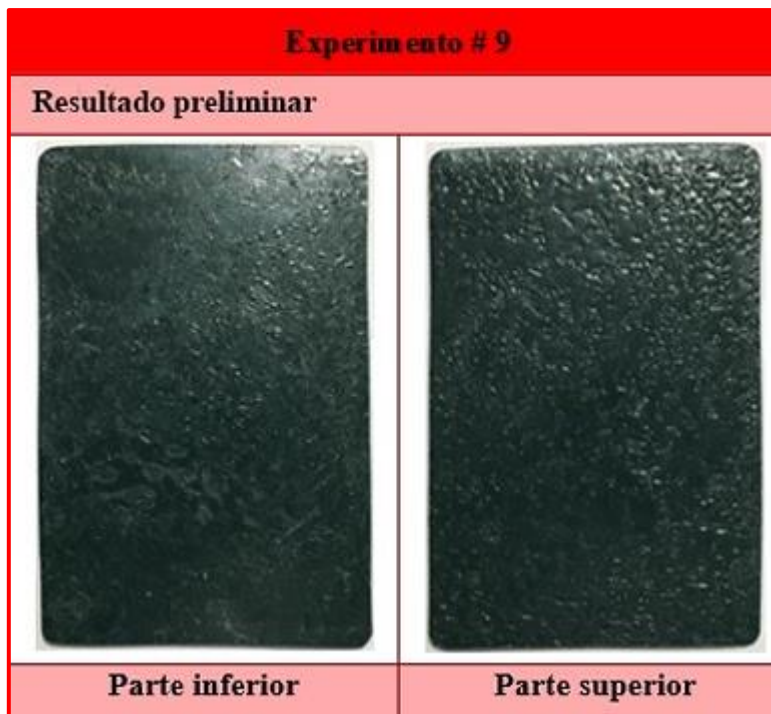
En esta prueba se desarrolló el mismo procedimiento que el **experimento # 8** el cual brindó resultados positivos, los cuales se busca mejorar por eso se optó por aumentarle la porción de plástico PET para dar mayor dureza y resistencia al prototipo, se muestran las cantidades de materia prima utilizadas en la siguiente tabla.

**Tabla 29:** Dosificación experimento # 9.

Materia Prima	Experimento # 9	Tiempo de cocción del Plástico PP a 250°
<b>Tetrabrik</b>	50g	
<b>Plástico PET</b>	150g	1 hora
<b>Plástico PP</b>	200g	

*Fuente:* Experimento # 9.

*Elaborado por:* Flores (2019)



*Figura 119:* Resultado preliminar - Experimento # 9.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

En este ensayo se consiguió un modelo con un peso de 330g y 6 mm de espesor, se agregó mayor cantidad de PET tomando en cuenta que la cantidad de este material junto al tetrabrik no supere a la del polipropileno que logra la unión y recubrimiento de estos elementos, el resultado fue positivo, se logró la mezcla, fue posible esparcirlo en la prensa y se observó mayor resistencia y dureza en comparación del **experimento # 8**.

**Recomendaciones:** Para el tetrabrik no usar más de lo aplicado porque dificulta la mezcla debido a que la masa plástica pierde temperatura, se endurece, no cubre por completo los materiales y puede presentar mayor porcentaje de absorción de agua.

#### **4.5.6.10. Experimento # 10.**

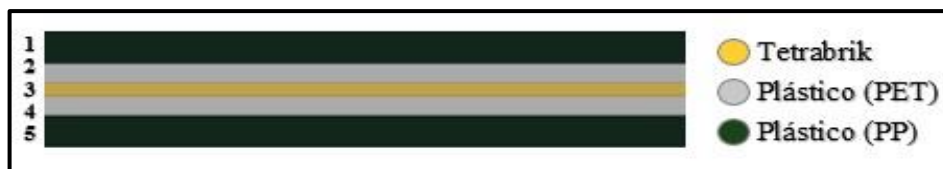
En esta indagación se realizó un prototipo tipo sándwich de 27 cm x 18 cm, se utilizaron las mismas herramientas y materiales que el **experimento # 7**, se aplicó el mismo proceso con la única diferencia que se agregó los materiales propuestos por capas como se muestra en la figura 120. El polipropileno para este experimento se calentó la mitad para la primera capa y la otra mitad para la última, en el PET se divide la porción para la segunda y cuarta capa y el tetrabrik se lo ubica en el centro para protegerlo de la humedad, al terminar de colocar todas las capas se prensa, se muestra su dosificación en la siguiente tabla.

**Tabla 30:** Dosificación experimento # 10.

Materia Prima	Experimento # 10	Tiempo de cocción para la primera y última capa de polipropileno (150g) a 250°
<b>Tetrabrik</b>	100g	
<b>Plástico PET</b>	100g	45 minutos
<b>Plástico PP</b>	300g	

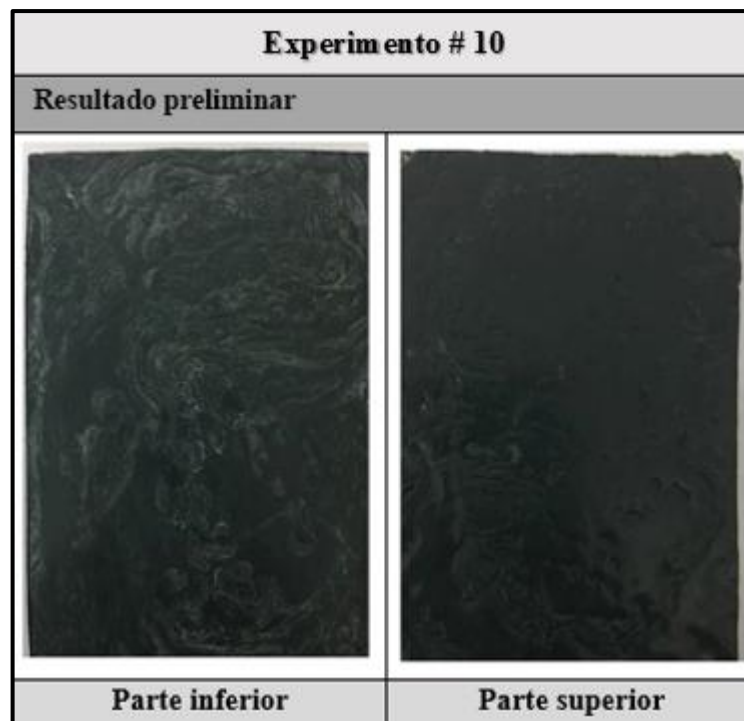
*Fuente:* Experimento # 10.

*Elaborado por:* Flores (2019)



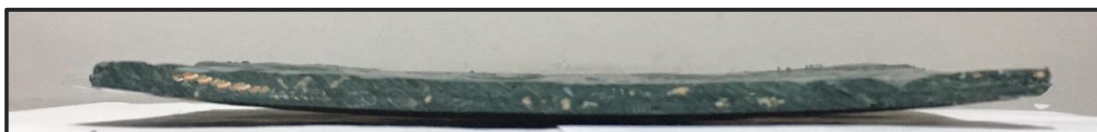
*Figura 120:* Capas del prototipo.

*Elaborado por:* Flores (2019)



*Figura 121:* Resultado preliminar - Experimento # 10.

*Elaborado por:* Flores (2019)



*Figura 122:* Prototipo curvo - Experimento # 10.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 123:** Grieta lateral - Experimento # 10.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

Al no prensarse las primeras capas el prototipo obtuvo una forma curva y no plana, la prensa aplicada al final del proceso no logro enderezar el modelo, se observó una grieta en uno de sus lados, la cantidad usada de tetrabrik fue mucha porque no se lograba mantener en su sitio y la porción de polipropileno fue la adecuada porque se pudo esparcir en su totalidad para formar la capa, si se utiliza menos de lo aplicado no podrá esparcirlo por completo debido a que el plástico caliente no es 100% liquido, a pesar de todo tiene una apariencia muy resistente, posee un peso de 450g con un espesor de 9 mm.

#### 4.5.6.11. Experimento # 11.

Se desarrolló de la misma forma que el **experimento # 10**, pero con menor cantidad de tetrabrik y mayor porción de plástico PET, en esta prueba se preno las cuatro primeras capas hasta que la última capa esté lista para aplicar y volver a prensar por media hora hasta que el producto se enfríe. Su dosificación se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 31:** Dosificación experimento # 11.

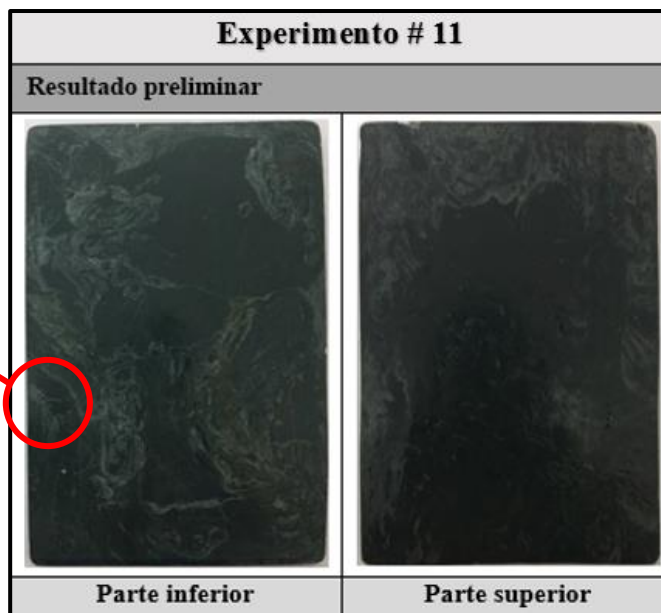
Materia Prima	Experimento # 11	Tiempo de cocción para la primera y última capa de polipropileno (150g) a 250°
<b>Tetrabrik</b>	75g	
<b>Plástico PET</b>	150g	
<b>Plástico PP</b>	300g	45 minutos

*Fuente:* Experimento # 11.

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 125:** Grieta - Experimento # 11.  
*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 124:** Resultado preliminar - Experimento # 11.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

El prototipo obtuvo un peso de 520g y 10 mm de espesor al retirar el prensado se observó una pequeña grieta en la parte inferior, no quedo curva y físicamente se ve resistente.

#### 4.5.6.12. Experimento # 12.

Se desarrolla de la misma forma que el **experimento # 10**, pero el polipropileno se calentó en bandejas diferentes al mismo tiempo durante 45 min para que en el momento de poner las capas no se tenga que esperar hasta que esté la última, de esta forma se prensa todo una sola vez durante media hora hasta que el modelo se enfrié, si se retira el prensado y la masa está caliente se recomienda volver aplicar porque puede deformarse, en esta prueba se utilizó menor cantidad de tetrabrik y plástico PET para lograr mejorar el **experimento # 11** que presento una grieta en su cara inferior, su dosificación se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 32:** Dosificación experimento # 12.

Materia Prima	Experimento # 12	Tiempo de cocción para la primera y última capa de polipropileno (150g) a 250°
<b>Tetrabrik</b>	50g	
<b>Plástico PET</b>	100g	
<b>Plástico PP</b>	300g	45 minutos

*Fuente:* Experimento # 12.

*Elaborado por:* Flores (2019)





*Figura 126:* Resultado preliminar - Experimento # 12.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

En esta prueba se consiguió un peso de 430g con espesor de 10 mm, el prototipo no presento grietas por ninguno de sus lados, no quedo curvo, el resultado es positivo en comparación de los experimento 10 y 11 que presentaron fallas utilizando el mismo método que consistía en aplicar los materiales por capas.

#### 4.5.7. Resultados obtenidos.

Entre los experimentos realizados por diferentes métodos y proporciones de materiales, se determinó que los experimentos 9 y 12 son los que han brindado mejores resultados debido a que no presentaron ruptura, agujeros, deformación, en ambos ensayos se permitió usar mayor cantidad de plástico PET sin afectar al prototipo dándole mayor resistencia y durabilidad, se les asigna el nombre **Ppetbrik** por la unión de estos tres materiales (PP-PET- Brik).



*Figura 127:* Mejores resultados de los experimentos.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

Las especificaciones y descripción de los prototipos realizados se muestran en la siguiente tabla, en la cual se puede observar los resultados de cada experimento y sus cantidades en gramos.

**Tabla 33:** Especificaciones y descripción de los prototipos.

Experimentos						
N°	Medidas del prototipo (mm)	Materiales			Peso	Descripción
		Tetrabrik	PET	PP		
1	_____	50g	50g	100g	_____	No se logró esparcir la mezcla en el molde.
2	270 mm x 180 mm x 7 mm	75g	75g	200g	300g	Presento huecos en la cara superior.
3	270 mm x 180 mm x 7 mm	75g	75g	200g	330g	Se observaron huecos en la parte superior.
4	_____	100g	100g	200g	395g	Se pegó en la prensa y es más duro de mezclar.
5	270 mm x 170 mm x 4 mm	50g	50g	150g	230g	La mezcla no fue suficiente para lograr el prototipo.
6	270 mm x 180 mm x 5 mm	50g	50g	200g	290g	Sus superficies son arrugadas por el papel aluminio.
7	270 mm x 180 mm x 4 mm	25g	25g	200g	240g	Se parte con facilidad.
8	270 mm x 180 mm x 5 mm	50g	50g	200g	270g	Buen resultado pero con menor cantidad de materiales propuesto.
9	270 mm x 180 mm x 6 mm	50g	150g	200g	330g	Mayor resistencia y cantidad de materiales propuestos.
10	270 mm x 180 mm x 9 mm	100g	100g	300g	450g	Adoptó una forma curva y presento una grieta en sus lados.
11	270 mm x 180 mm x 10 mm	75g	150g	300g	520g	Presentó grieta en su cara superior.
12	270 mm x 180 mm x 10 mm	50g	100g	300g	430g	Resultado positivo sin grietas ni deformación.

*Elaborado por:* Flores (2019)

Se muestra en la siguiente tabla el porcentaje de material reciclado que le corresponde a cada modelo.

**Tabla 34:** Porcentajes de material reciclado de los prototipos.

Prototipos			
N°	Materiales		
	Tetrabrik (%)	Plástico PET (%)	Plástico PP (%)
1	25%	25%	50%
2	21%	21%	58%
3	21%	21%	58%
4	25%	25%	50%
5	20%	20%	60%
6	17%	17%	66%
7	10%	10%	80%
8	17%	17%	66%
9	12%	38%	50%
10	20%	20%	60%
11	14%	29%	57%
12	11%	22%	67%

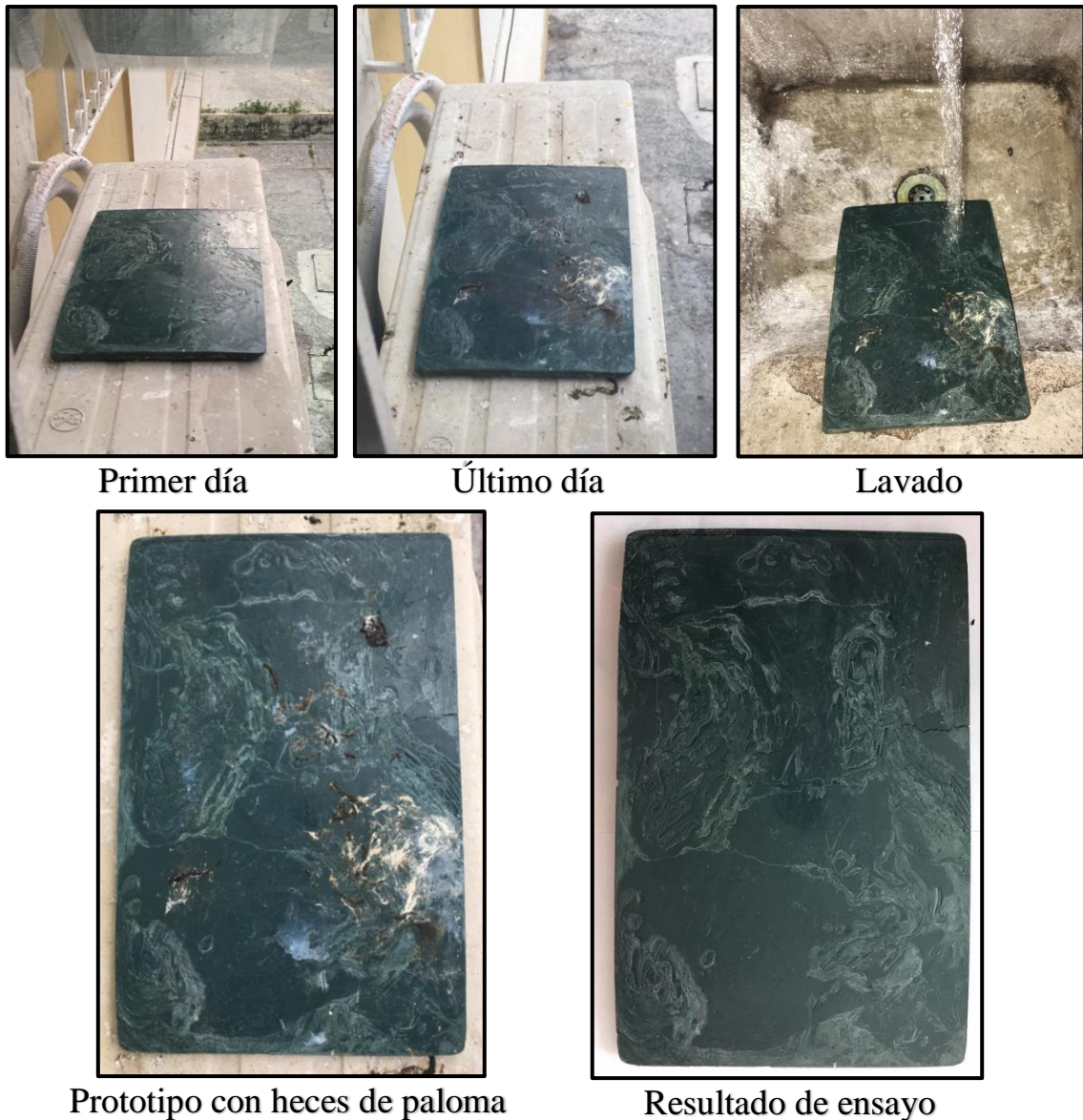
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.8. Pruebas de resistencia.

La finalidad de las pruebas es descubrir y evidenciar en cuál de las muestras se alcanzó un mejor rendimiento, se realizó una prueba de reacción a la corrosión con heces de paloma y prueba de combustión, se escogió el prototipo número 9 al cual se le asignó el nombre “Ppetbrik-M” porque su elaboración consiste en mezclar los materiales y al modelo 12 se le dio el nombre “Ppetbrik-S” porque su fabricación es tipo sándwich (por capas), estas muestras se someterán a ensayos de absorción de agua y flexión en el laboratorio de la empresa CONSTRULADESA Suelos y Hormigones S. A. ubicada en la avenida 43 NO, Guayaquil vía perimetral.

#### 4.5.8.1. Prueba de corrosión.

En este ensayo se utilizó una placa porque al igual que los demás prototipos está cubierto por el plástico polipropileno que se encuentra expuesto a su entorno, la muestra fue ubicada sobre el condensador de un aire acondicionado (al aire libre) donde las aves depositan sus heces, el cual ocurrió en el primer día, se dejó durante una semana, posteriormente fue retirada y limpiada.



**Figura 128:** Prueba de corrosión con heces de paloma.

*Elaborado por:* Flores (2019)

En esta prueba se observó que las heces de paloma que tienen propiedades corrosivas y químicos como los nitratos, sulfatos y sulfitos, no causaron efecto alguno al prototipo, no presento desgaste en su superficie y el excremento desprende fácilmente con abundante agua.

#### 4.5.8.2. Ensayo de combustión.

Para esta prueba se utilizó pequeñas porciones de los prototipos 9 y 12 que fueron los que mejor resultados tuvieron en los experimentos, cada uno con un método diferente de agregado de materiales. A continuación se detalla lo sucedido.

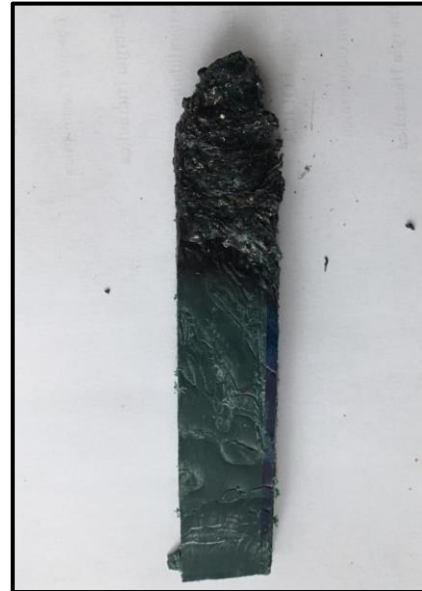


Modelo # 9

Modelo # 12



Resultado



Resultado

*Figura 129:* Prueba de combustión.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

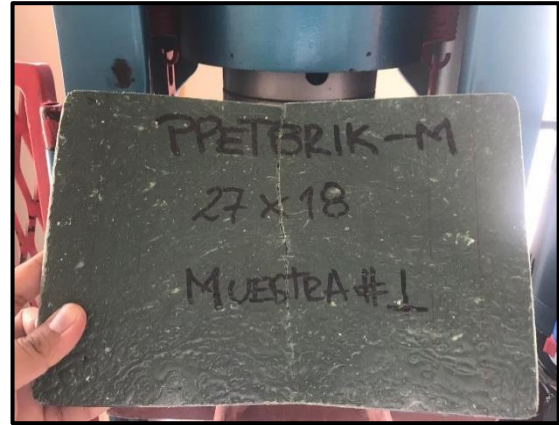
En este ensayo las muestras de 12 cm x 2 cm estuvieron en contacto directo con el fuego durante 3 minutos y se observó que el modelo # 9 tiene mayor resistencia, con un 17% de afectación, mientras que el otro posee un 45% aproximadamente, esto se debe a que tiene mayor cantidad de plástico polipropileno en sus capas superficiales que hacen que su combustión sea más rápida.

#### 4.5.8.3. Ensayo de flexión.

En la prueba de resistencia a la flexión se utilizó una prensa hidráulica marca FORNEY, modelo (LA270) con capacidad de 30,000 lbf, en donde el experimento # 9 de 270 mm x 180 mm identificada como “Ppetbrik-M”, con espesor de 6 mm y peso de 292.7 g, soporto una carga de 0.96 KN (Kilo Newton), su módulo de rotura es de 37.78 MPA (Megapascal) y como resultado final del ensayo el modelo se partió por la mitad.



**Figura 131:** Ensayo de flexión en placa Ppetbrik-M.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

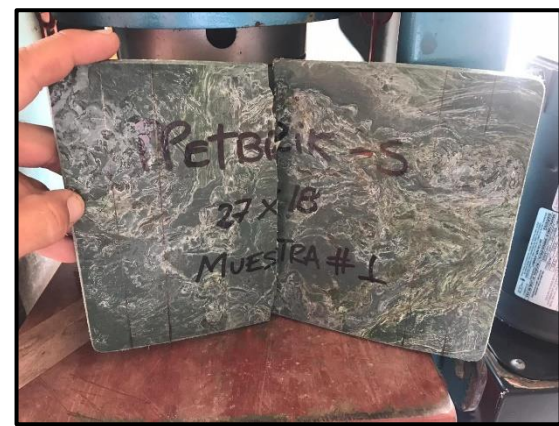


**Figura 130:** Resultado de ensayo de flexión en placa Ppetbrik-M.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

El experimento # 12 identificado como “Ppetbrik-S”, con medidas de 270 mm x 180 mm x 10 mm, tiene un peso de 439.4 g, soporto una carga máxima de 2.01 KN (Kilo Newton) y su módulo de rotura es de 28.48 MPA (Megapascal), terminando partida en dos partes cerca de la mitad.



**Figura 132:** Ensayo de flexión en placa Ppetbrik-S.  
*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 133:** Resultado de ensayo de flexión en placa Ppetbrik-S.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

**Tabla 35:** Resultados de ensayo de flexión en placas Ppetbrik.

Descripción	Ppetbrik-M	Ppetbrik-S
<b>Fecha de fabricación</b>	18 de Noviembre del 2019	19 de Noviembre del 2019
<b>Fecha de rotura</b>	21 de Noviembre del 2019	21 de Noviembre del 2019
<b>Días</b>	3	2
<b>Diseño de prototipo</b>	Plano	Plano
<b>Espesor (mm)</b>	6	10
<b>Dimensiones (mm)</b>	270 x 180	270 x 180
<b>Carga máxima (KN)</b>	0.96	2.01
<b>Carga máxima (N)</b>	960	2,010
<b>Módulo de rotura (MPA)</b>	37.78	28.48
<b>Resistencia a esfuerzos (Kg/cm2)</b>	377.8	284.8

*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.5.8.4. Ensayo de absorción de agua.

Se utilizó una lavacara con agua, en el cual las dos muestras fueron sumergidas por 24 horas para poder obtener el porcentaje de absorción. Se observó que el modelo Ppetbrik-M tiene menor porcentaje de absorción de agua que la placa tipo sándwich y esto se debe a que el cartón al estar por capas absorbe más que si se encuentra mezclado y recubierto del todo.



**Figura 134:** Ensayo de absorción de agua en placas Ppetbrik.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Tabla 36:** Porcentaje de absorción de agua y peso por hora de la placa Ppetbrik-M.

<b>Ppetbrik-M.</b>					
<b>Porcentaje de absorción de agua y peso por hora.</b>					
<b>Peso inicial (g)</b>	<b>Peso (g) después de 1 hora.</b>	<b>Peso (g) después de 2 hora.</b>	<b>Peso (g) después de 3 hora.</b>	<b>Peso (g) después de 14 hora.</b>	<b>Peso (g) después de 24 hora.</b>
335.9	336.8	337.3	337.7	338.9	339.4
<b>% absorción de agua</b>	0.27	0.42	0.54	0.89	<b>1.04</b>

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Tabla 37:** Porcentaje de absorción de agua y peso por hora de la placa Ppetbrik-S.

<b>Ppetbrik-S.</b>					
<b>Porcentaje de absorción de agua y peso por hora.</b>					
<b>Peso inicial (g)</b>	<b>Peso (g) después de 1 hora.</b>	<b>Peso (g) después de 2 hora.</b>	<b>Peso (g) después de 3 hora.</b>	<b>Peso (g) después de 14 hora.</b>	<b>Peso (g) después de 24 hora.</b>
436.5	438.7	439.1	440	441.7	442.8
<b>% absorción de agua</b>	0.65	0.77	1.04	1.55	<b>1.88</b>

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Tabla 38:** Resultados de ensayo de absorción de agua en placas Ppetbrik.

<b>Descripción</b>	<b>Ppetbrik-M</b>	<b>Ppetbrik-S</b>
<b>Fecha de fabricación</b>	18 de Noviembre del 2019	19 de Noviembre del 2019
<b>Fecha de inicio del ensayo</b>	21 de Noviembre del 2019	21 de Noviembre del 2019
<b>Días</b>	3	2
<b>Fecha de fin del ensayo</b>	23 de Noviembre del 2019	23 de Noviembre del 2019
<b>Diseño de prototipo</b>	Plano	Plano
<b>Espesor (mm)</b>	6	10
<b>Dimensiones (mm)</b>	270 x 180	270 x 180
<b>Peso inicial (g)</b>	335.9	436.5
<b>Peso Final (g)</b>	339.4	442.8
<b>% absorción de agua</b>	1.04	1.88

*Elaborado por:* Flores (2019)



#### 4.5.8.5. Análisis de las pruebas de resistencias.

En la primera prueba se observa que el polipropileno tiene buenas propiedades anticorrosivas al no desgastarse o decolorarse, el modelo realizado por mezcla de los materiales posee mayor resistencia a la combustión en comparación del que se efectúa por capas, el prototipo cumplen con las normas INEN 988 y 989 que indica que una teja plana cualquiera debe resistir como mínimo 55kg/cm<sup>2</sup> a la flexión y máximo 22% de absorción de agua.

#### 4.6. Presupuesto referencial.

Se detalla en las siguientes tablas el costo de las porciones de materiales requeridos para la fabricación de las placas Ppetbrik M y S.

**Tabla 39:** Presupuesto Unitario – Ppetbrik-M.

Ppetbrik-M				
Rubro	Unidad	Cantidad de materia prima	Cantidad de prototipos	Precio unitario
Tetrabrik	g	50	1	\$0.02
Plástico PET	g	150	1	\$0.06
Plástico PP	g	200	1	\$0.09
Total precio por unidad			1	\$0.17
Total precio por m <sup>2</sup>			55	\$9.35

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Tabla 40:** Presupuesto Unitario – Ppetbrik-S.

Ppetbrik-S				
Rubro	Unidad	Cantidad de materia prima	Cantidad de prototipos	Precio unitario
Tetrabrik	g	50	1	\$0.02
Plástico PET	g	100	1	\$0.04
Plástico PP	g	300	1	\$0.14
Total precio por unidad			1	\$0.20
Total precio por m <sup>2</sup>			55	\$11.00

*Elaborado por:* Flores (2019)

Presupuesto de referencia para una cubierta de pérgola en patio trasero con medidas de 3 m x 6 m utilizando los materiales propuestos.

**Tabla 41:** Presupuesto referencial por m2 para pérgola de 6 m x 3 m – Ppetbrik-M.

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
<b>Ppetbrik-M</b>	m2	18	\$9.35	\$168.30
<b>Tablero Hidrófugo OSB de 18 mm</b>	m2	18	\$15.00	\$ 270.00
<b>Transporte</b>	m2	18	\$0.30	\$5.40
<b>Mano de obra</b>	m2	18	\$4.00	\$72.00
<b>Herramienta menor</b>	5 % de mano de obra			\$3.60
			<b>Subtotal</b>	\$519.30
			<b>Comisión 15%</b>	\$77,90
			<b>Total</b>	\$597,20

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Tabla 42:** Presupuesto referencial por m2 para pérgola de 6 m x 3 m – Ppetbrik-S.

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
<b>Ppetbrik-S</b>	m2	18	\$11.00	\$198.00
<b>Tablero Hidrófugo OSB de 18 mm</b>	m2	18	\$15.00	\$ 270.00
<b>Transporte</b>	m2	18	\$0.30	\$5.40
<b>Mano de obra</b>	m2	18	\$4.00	\$72.00
<b>Herramienta menor</b>	5 % de mano de obra			\$3.60
			<b>Subtotal</b>	\$549.00
			<b>Comisión 15%</b>	\$82.35
			<b>Total</b>	\$631,35

*Elaborado por:* Flores (2019)

Análisis comparativo de las características y costo de cubiertas que se relacionan con el modelo propuesto entre estas tenemos:

**Teja de arcilla:** Muy utilizada.

**Placa de pizarra:** Modelo guía utilizado en el proyecto.

**Teja de tetrabrik:** Producto reciclado.

**Tabla 43:** Análisis comparativo de cubiertas.

Descripción	Arcilla	Pizarra	Tetrabrik	Ppetbrik M	Ppetbrik S
<b>Dimensiones (mm)</b>	430x260	270x180	2440x1050	270x180	270x180
<b>Espesor (mm)</b>	15	3.5	5	6	10
<b>Piezas por m2</b>	15	55	1/2	55	55
<b>Peso por m2</b>	56kg	38kg	7kg	18kg	24kg
<b>Modelo</b>	Mixta	Plana	Curva	Plana	Plana
<b>Materiales</b>	Arcilla	Pizarra	Polialuminio	Plástico y tetrabrik	Plástico y tetrabrik
<b>Porcentaje de materiales reciclados</b>	No contiene material reciclado	No contiene material reciclado	100% de material reciclado	100% de material reciclado	100% de material reciclado
<b>Elaboración</b>	Artesanal	Labrado	Prensado Hidráulico	Prensado artesanal	Prensado artesanal
<b>Comportamiento al fuego</b>	Elemento no combustible	Elemento no combustible	Resistente a la combustión	Resistente a la combustión	Resistente a la combustión
<b>Comportamiento a la intemperie</b>	Durabilidad satisfactoria	Durabilidad satisfactoria	Durabilidad satisfactoria	Durabilidad satisfactoria	Durabilidad satisfactoria
<b>Uso recomendado</b>	viviendas	viviendas	viviendas	viviendas	viviendas
<b>Precio por m2</b>	\$24.00	\$13.75	\$8.50	\$9.35	\$11.00

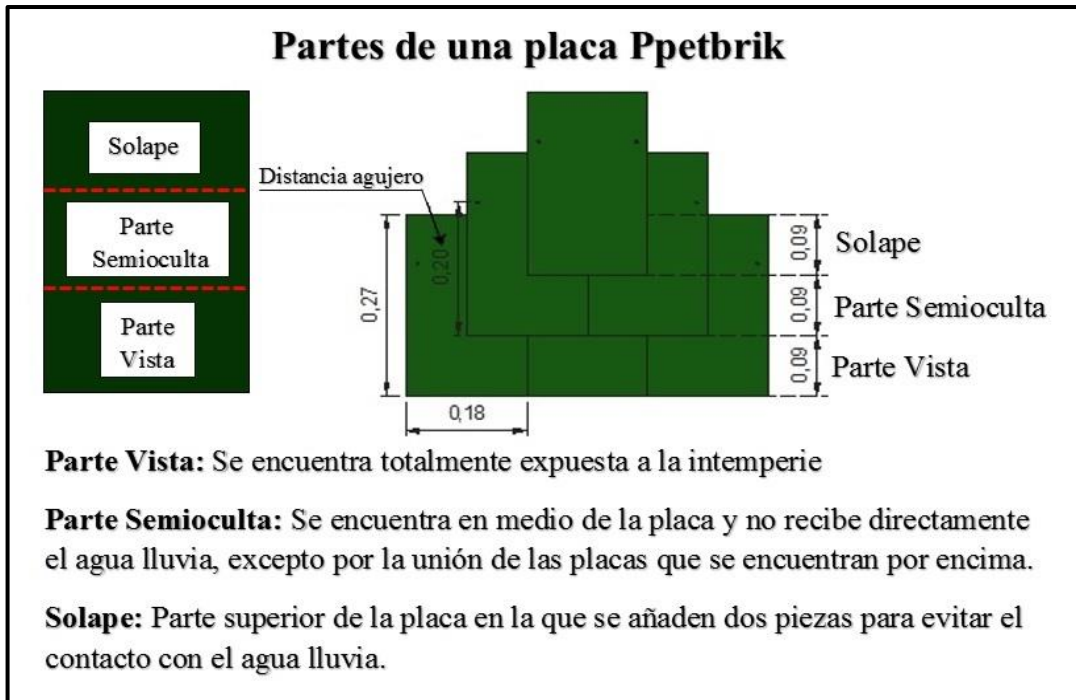
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### 4.7. Proceso de colocación.

El proceso de colocación para este tipo de cubierta se relaciona con las placas de pizarra las cuales poseen diversas maneras, pero el método más económico, bueno y ligero es colocar la placa sobre tableros hidrófugos que son resistentes a la humedad, cargas, rotura y deformación, se pueden adaptar a todo tipo de estructura.

Para su colocación se instala el tablero hidrófugo sobre las correas con una inclinación de 30° que es la adecuada por el tamaño del modelo y para que el agua no se filtre por capilaridad, las placas Ppetbrik se las sitúa en líneas horizontales agarradas con clavos de cabeza plana o ganchos y se incorporan de manera que las juntas entre ellas queden alternadas en medio de cada hilera, con el propósito de que cada una haga de tapajuntas

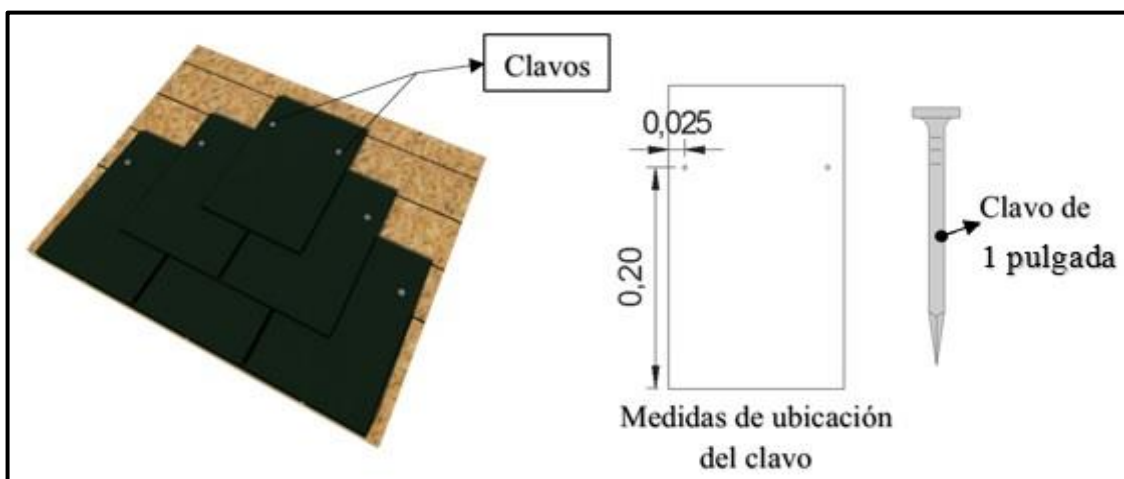
de las que se ubican por debajo, la placa para su instalación se divide en tres partes: vista, semioculta y recubrimiento o solape.



**Figura 135:** Partes de una placa Ppetbrik.

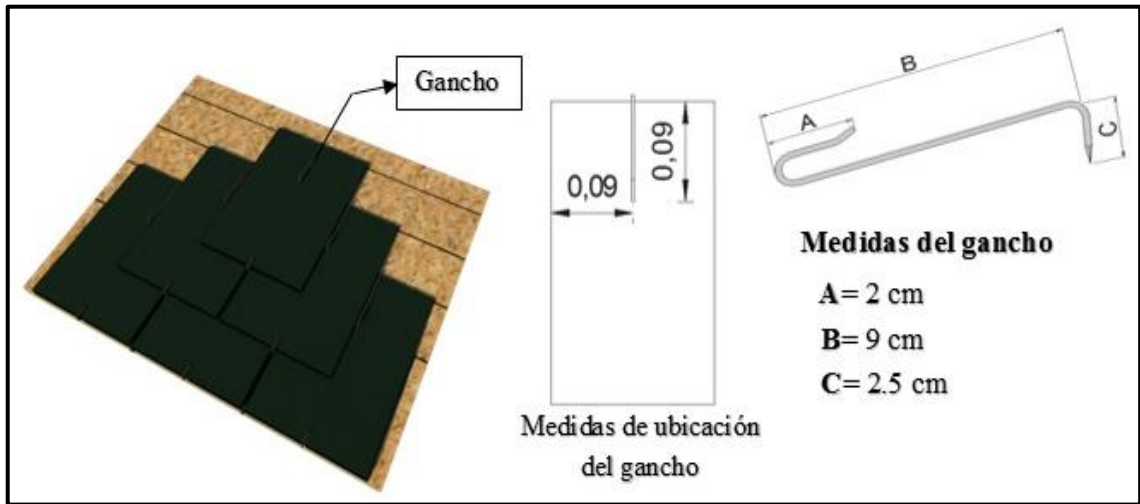
*Elaborado por:* Flores (2019)

Si su instalación se efectúa con clavos de cabeza plana estos deben tener como mínimo 1 pulgada y pueden ser de acero, cobre, hierro o hierro galvanizado, la distancia para ubicar los clavos es a 2.5 cm de sus bordes laterales y 20 cm desde el borde inferior al superior, en el caso de que se realice con gancho su parte a clavar debe tener como mínimo 2.5 cm, su longitud es la misma que el solape y el gancho de agarre debe ser de 2 cm como mínimo, el material puede ser de acero inoxidable, duraluminio, hierro galvanizado y cobre, el gancho se ubica en el centro y sobre el borde superior del prototipo.



**Figura 136:** Placa Ppetbrik instalada con clavos.

*Elaborado por:* Flores (2019)

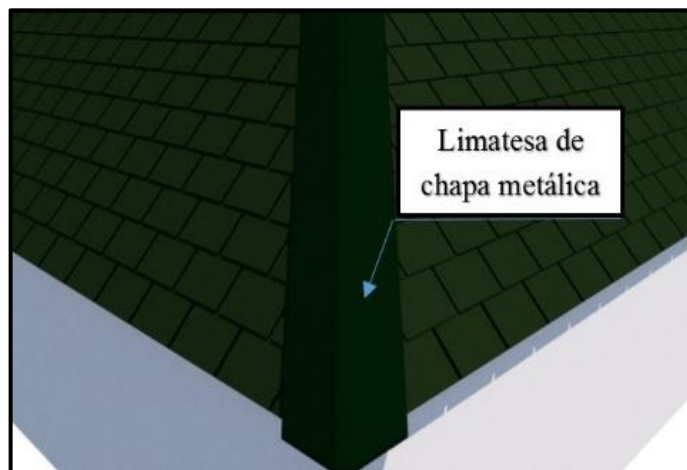


**Figura 137:** Placa Ppetbrik instalada con gancho.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

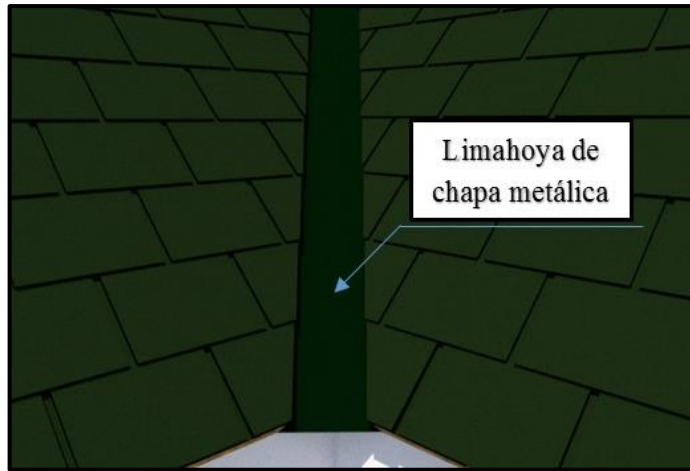
Su cumbrera, limatesa y limahoya que son la unión de los faldones de una cubierta de dos o más vertientes de agua, estarán conformadas de chapa metálica.



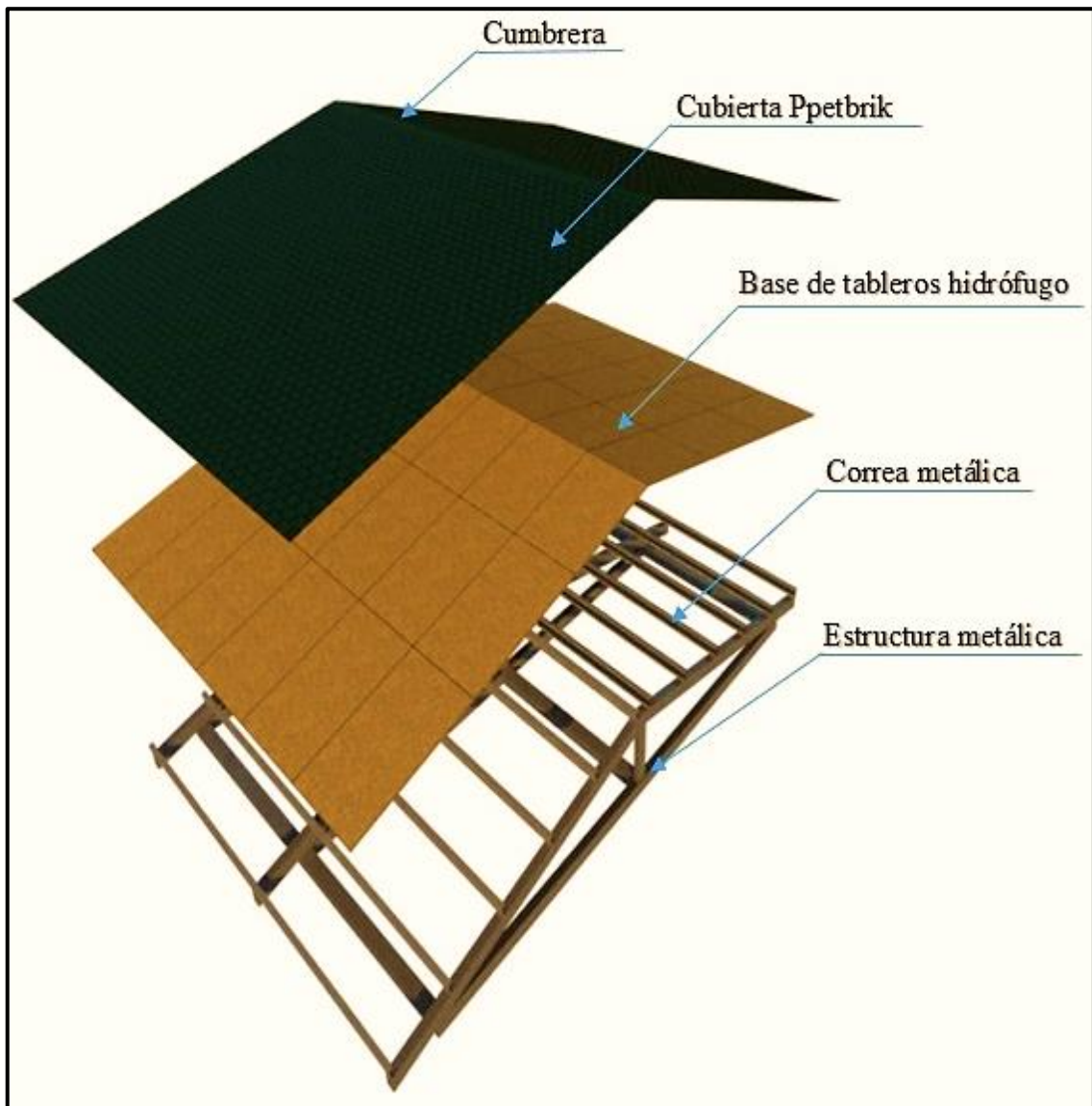
**Figura 139:** Cumbrera de chapa metálica.  
*Elaborado por:* Flores (2019)



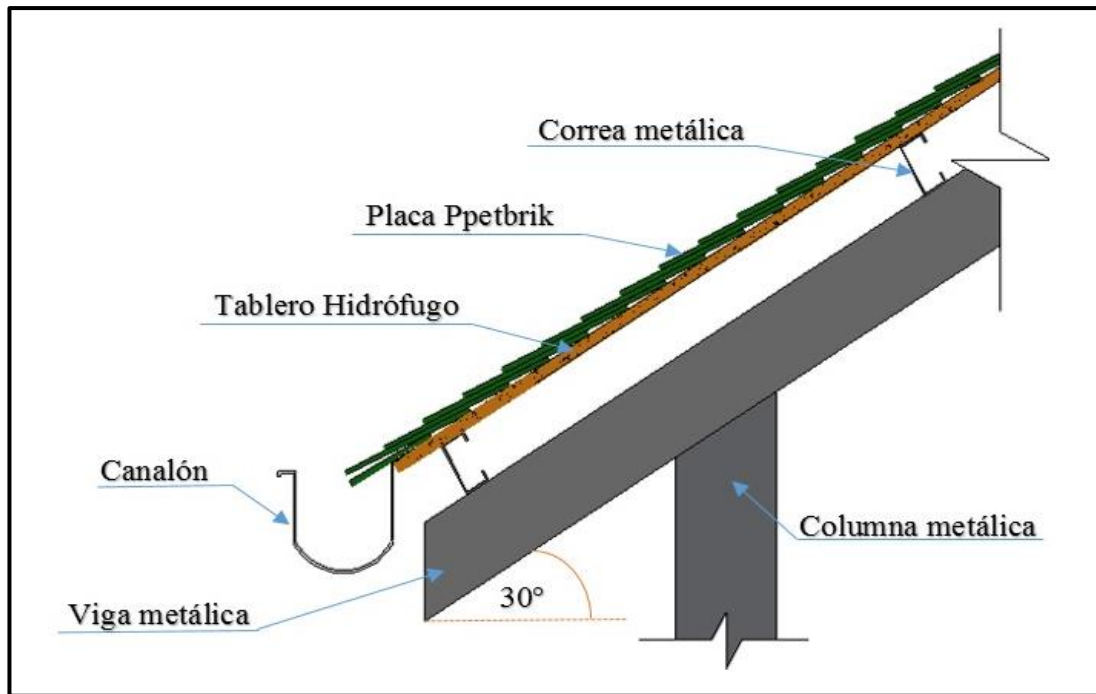
**Figura 138:** Limatesa de chapa metálica  
*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 141:** Limahoya de chapa metálica.  
*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 140:** Desglosamiento de estructura de cubierta Ppetbrik.  
*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 143:** Vista en corte de la cubierta Ppetbrik.  
**Elaborado por:** Flores (2019)



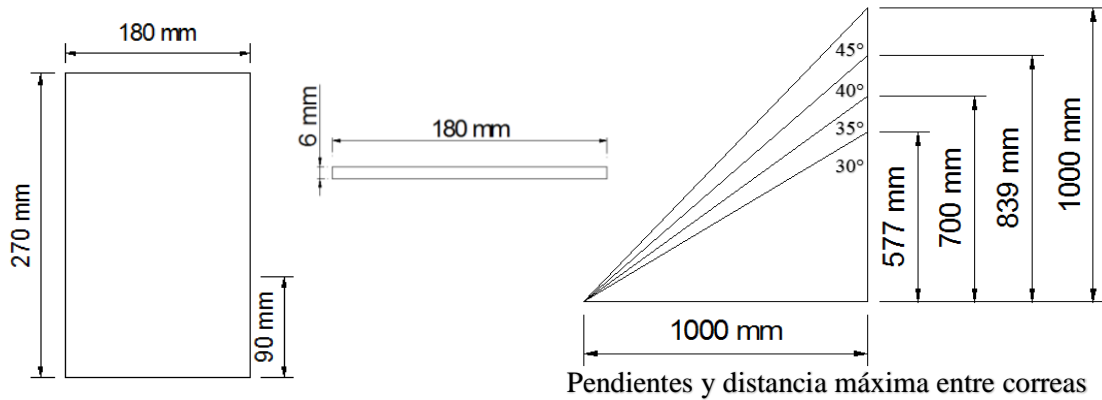
**Figura 142:** Cubierta Ppetbrik de 55 cm x 45 cm.  
**Elaborado por:** Flores (2019)

#### 4.8. Dimensiones de las placas Ppetbrik.

**Tabla 44:** Cuadro de dimensiones de placa Ppetbrik-M.

Ppetbrik-M					
Longitud		Ancho		Espesor (mm)	Peso (g)
Total (mm)	Útil (mm)	Total (mm)	Útil (mm)		
270	90	180	180	6	330

*Elaborado por:* Flores (2019)



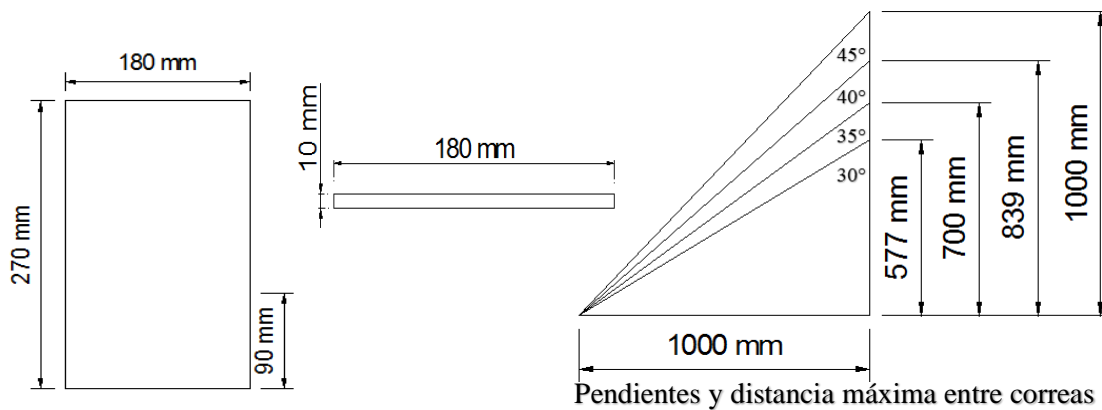
**Figura 144:** Dimensiones de la placa Ppetbrik M.

*Elaborado por:* Flores (2019)

**Tabla 45:** Cuadro de dimensiones de placa Ppetbrik-S.

Ppetbrik-S					
Longitud		Ancho		Espesor (mm)	Peso (g)
Total (mm)	Útil (mm)	Total (mm)	Útil (mm)		
270	90	180	180	10	430

*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 145:** Dimensiones de la placa Ppetbrik S.

*Elaborado por:* Flores (2019)



#### 4.9. Propuesta de cubierta en el área de la construcción.



*Figura 146:* Render de cubierta Ppetbrik en vivienda de una sola planta.  
*Elaborado por:* Flores (2019)



*Figura 147:* Render de cubierta Ppetbrik en vivienda de una sola planta.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

### Implantación de vivienda de una sola planta.

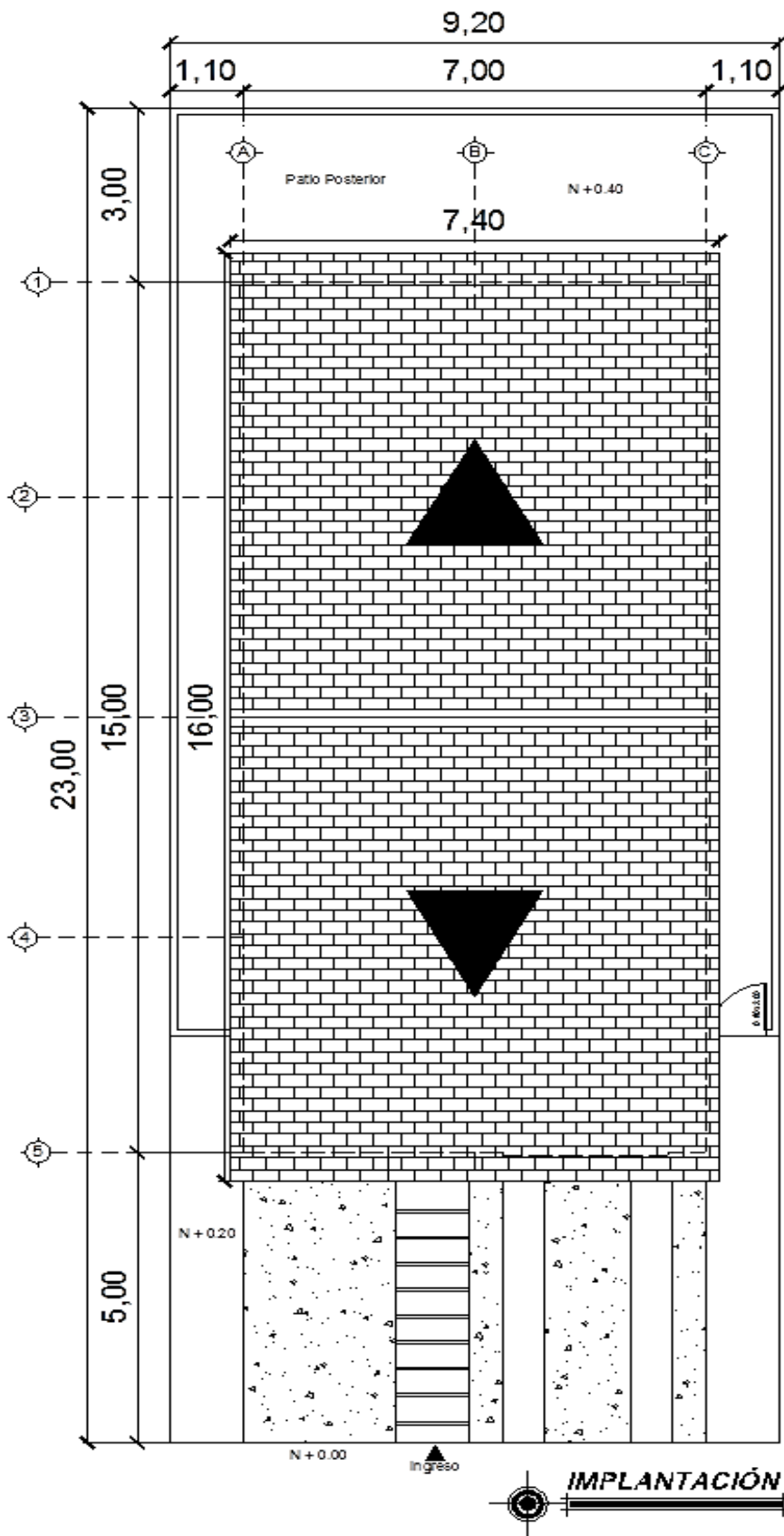
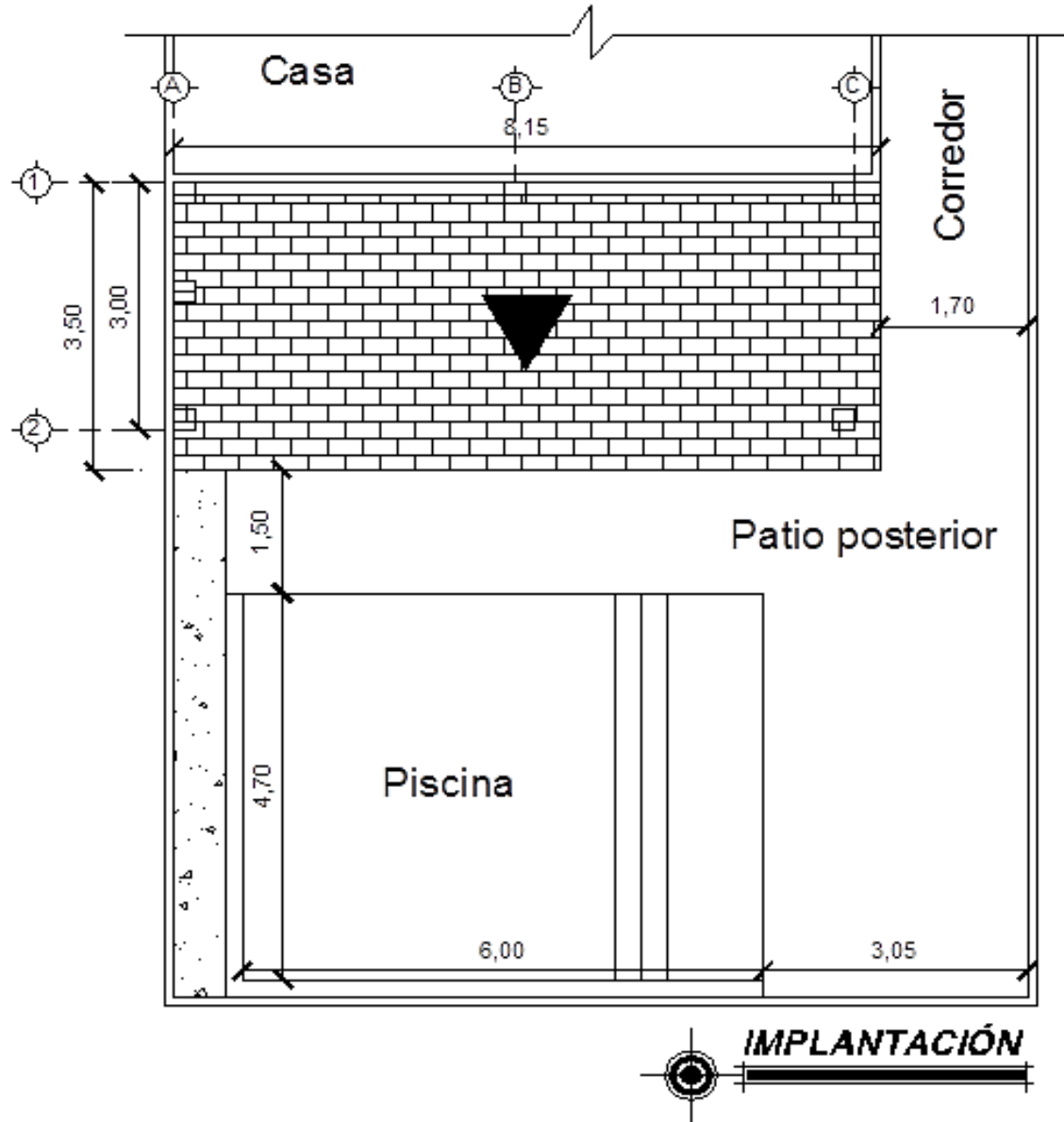


Figura 148: Implantación de vivienda de una sola planta.  
Elaborado por: Flores (2019)

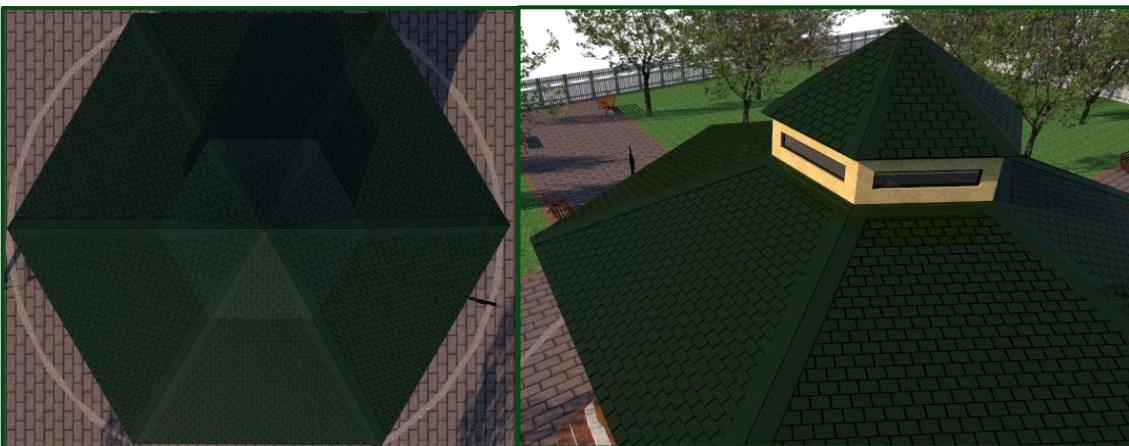


**Figura 149:** Renders de pérgola en patio posterior de vivienda con cubierta Ppetbrik.  
**Elaborado por:** Flores (2019)

## Implantación de pérgola en patio posterior de vivienda.

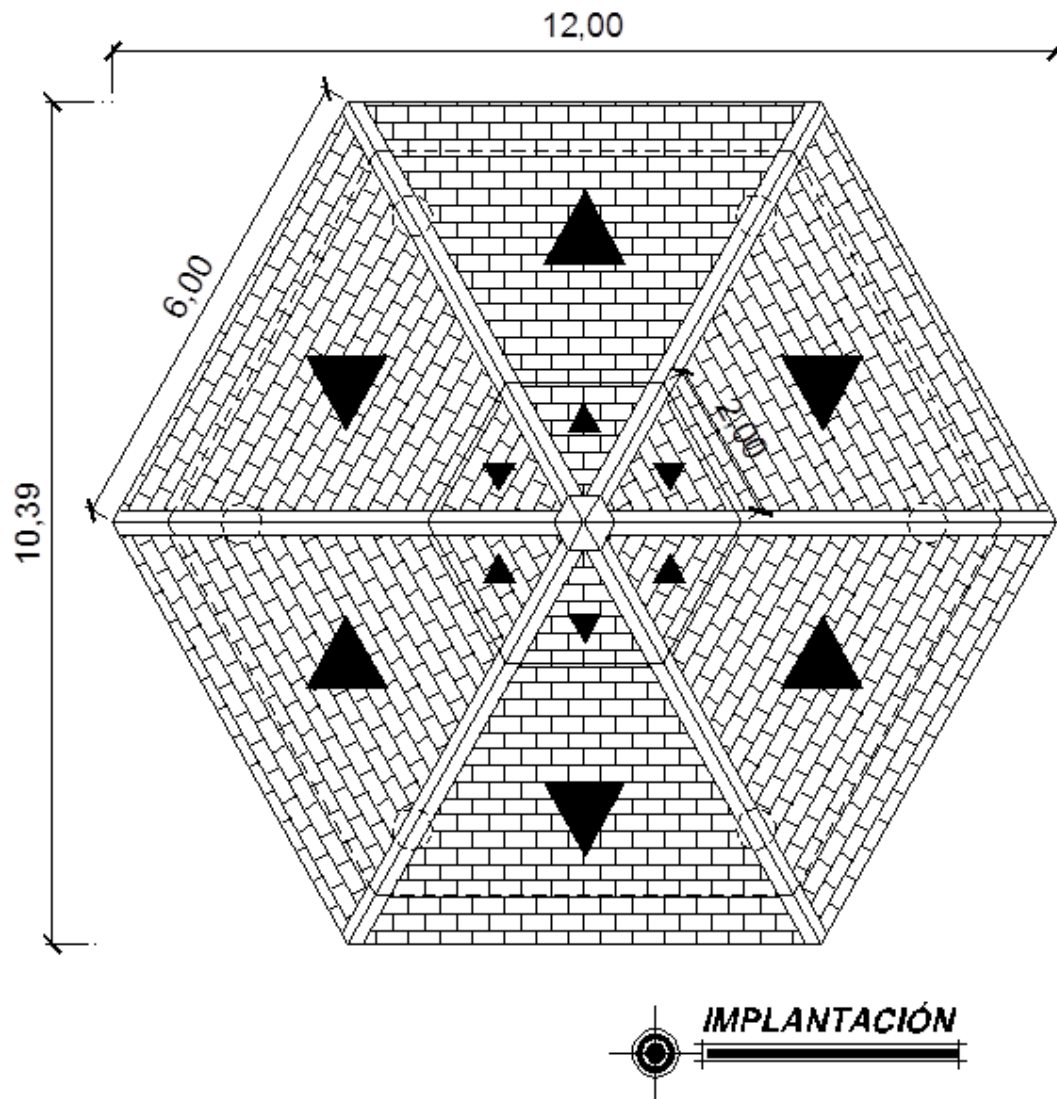


**Figura 150:** Implantación de pérgola en patio posterior de vivienda.  
**Elaborado por:** Flores (2019)



*Figura 151:* Renders de glorieta de parque con cubierta Ppetbrik.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

## Implantación de glorieta de parque.



*Figura 152:* Implantación de glorieta de parque.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

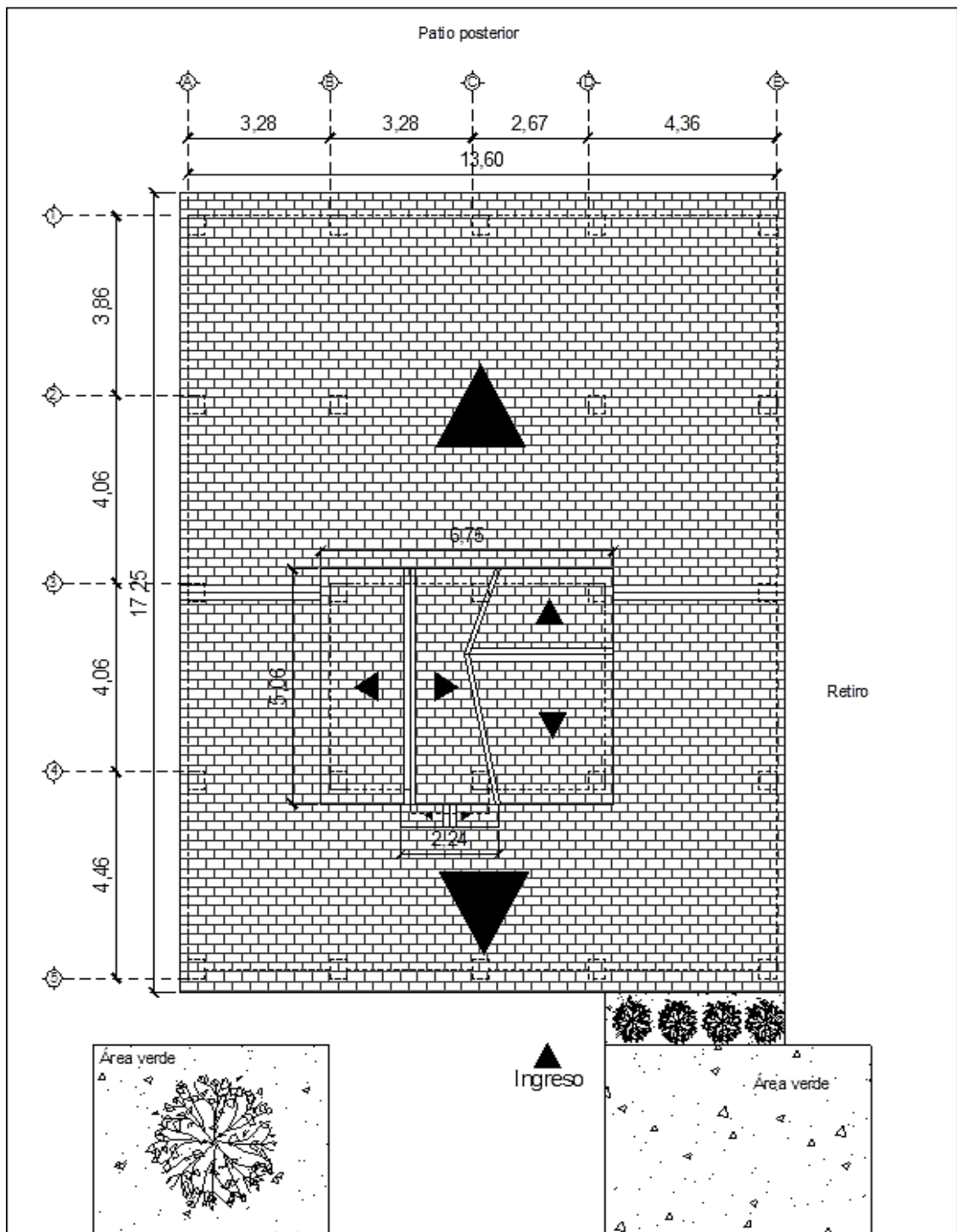


**Figura 153:** Render de cubierta Ppetbrik en casa de campo con forma abuhardillada.  
**Elaborado por:** Flores (2019)



**Figura 154:** Render de cubierta Ppetbrik en casa de campo con forma abuhardillada.  
**Elaborado por:** Flores (2019)

## Implantación de casa de campo.



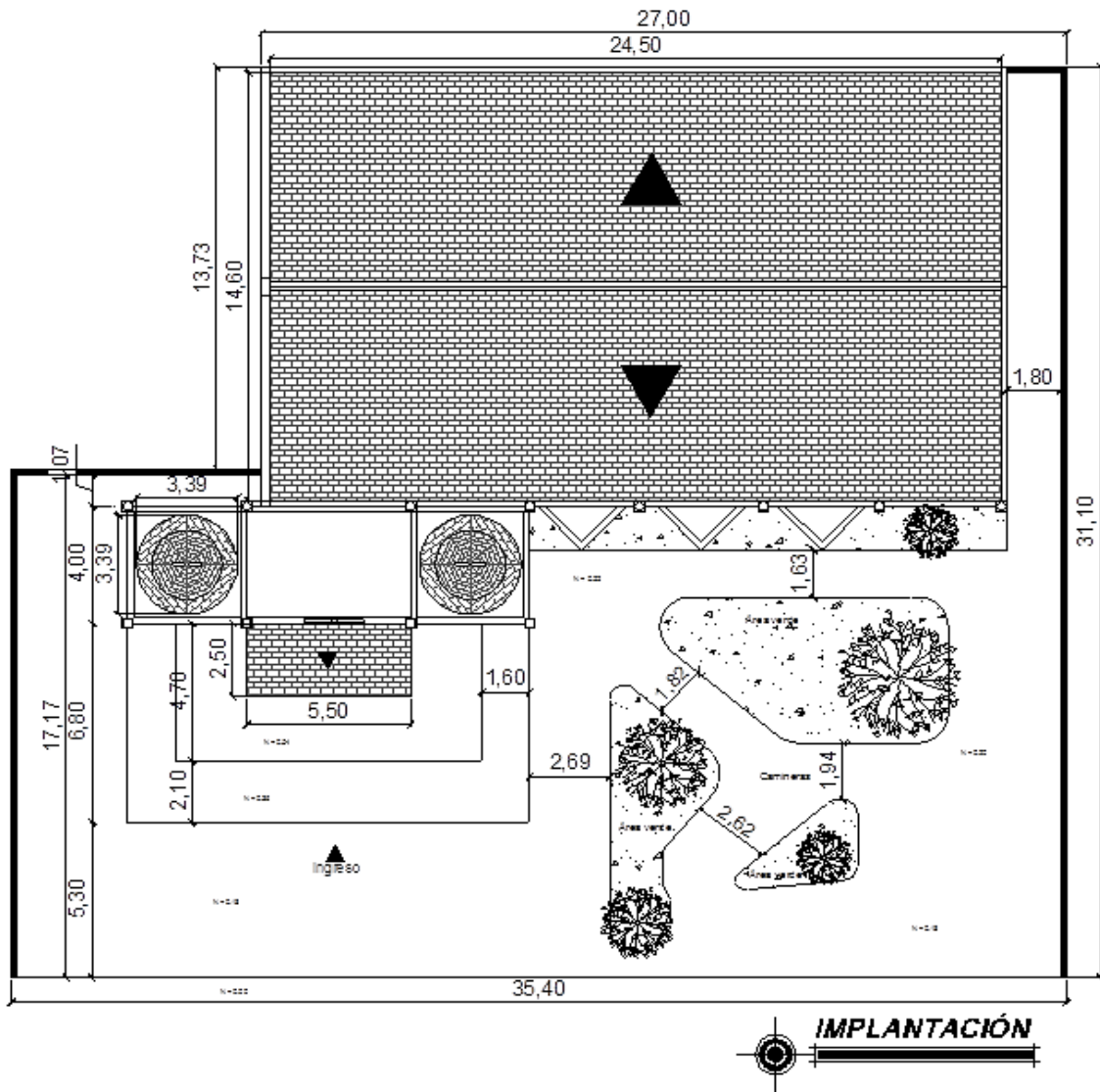
**Figura 155:** Implantación de casa de campo.  
**Elaborado por:** Flores (2019)



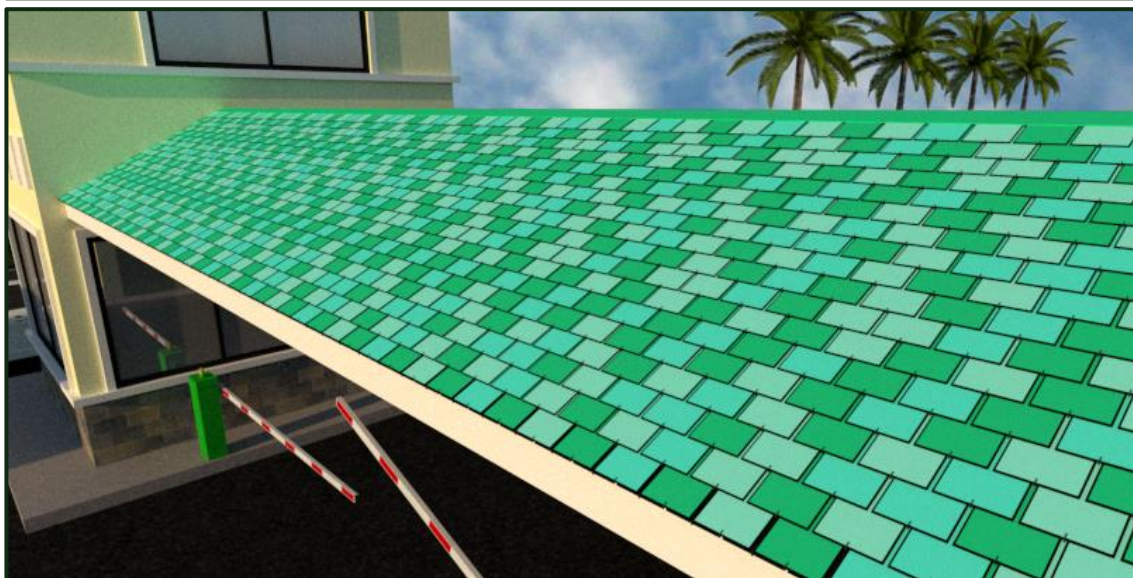
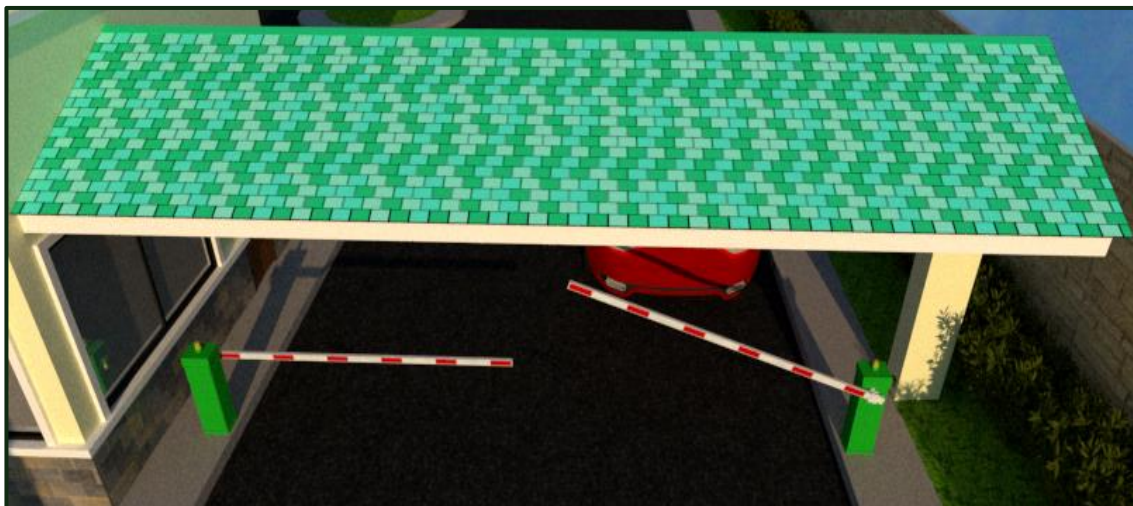


*Figura 156:* Renders de cubierta Ppetbrik en Iglesia.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

## Implantación de Iglesia.

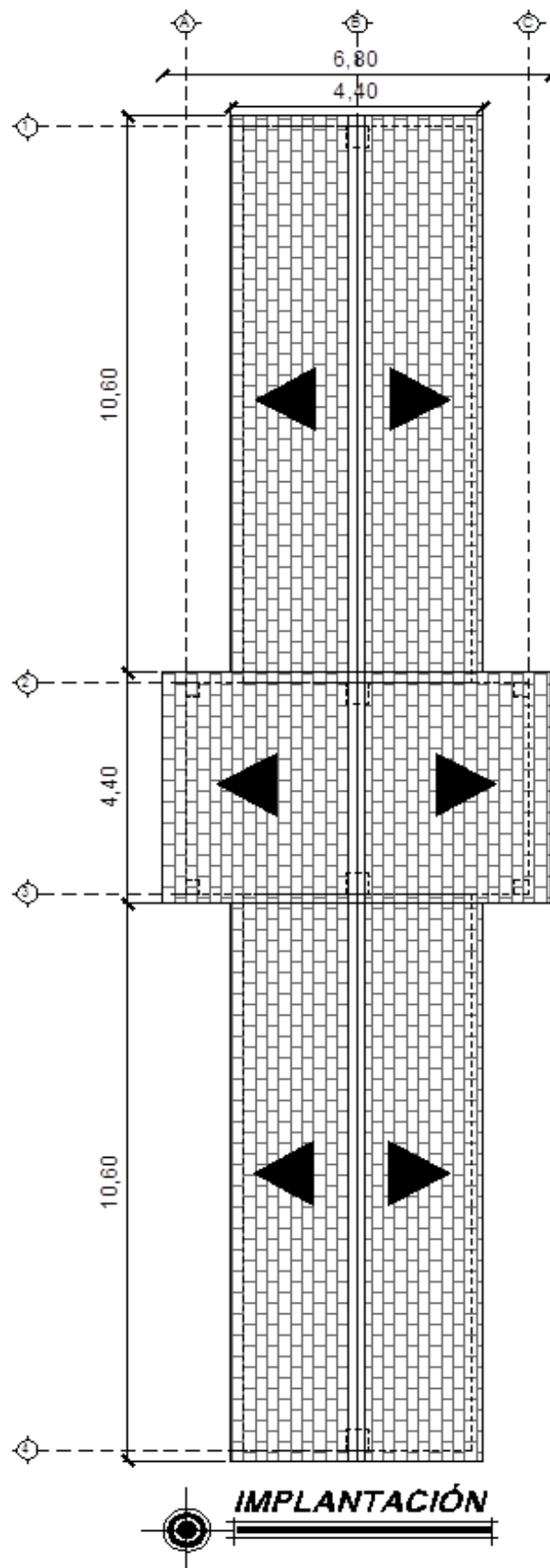


*Figura 157:* Implantación de Iglesia.  
*Elaborado por:* Flores (2019)



**Figura 158:** Renders de cubierta Ppetbrik con placas de colores en garita de urbanización.  
**Elaborado por:** Flores (2019)

### Implantación de garita de urbanización.



*Figura 159:* Implantación de garita de urbanización.  
*Elaborado por:* Flores (2019)

#### **4.10. Conclusiones.**

De acuerdo a la recolección de información en este estudio se llega a las siguientes conclusiones:

El propósito de este diseño es mejorar la condición de vida de los moradores de la ciudad de Guayaquil, y no solo para la urbe, ya que es un prototipo a base de componentes reutilizados de desechos orgánicos e inorgánicos que se pueden obtener en cualquier territorio del Ecuador. Asimismo cabe recalcar que se ejecutó el objetivo principal, que era elaborar una cubierta ecológica empleando materiales reciclados de tetrabrik y plástico PET para el desarrollo de viviendas.

Este proyecto se enfatizó con perspectivas conceptuales de los materiales empleados tetrabrik y plástico PET, a su vez resaltamos que el tetrabrik es un material compuesto por seis capas de tres materiales distintos como son el aluminio, plástico polietileno y cartón que brindan mayor dureza, resistencia y aislamiento al elemento, a pesar de tener finas capas y mayor porcentaje de cartón tarda alrededor de 30 años en degradarse mientras que el plástico PET que se obtiene del petróleo, es resistente a químicos, transparente, liviano, resistente al desgaste, no tóxico hasta cierto grado, duro, con buenas propiedades térmicas y tarda más de 700 años en degradarse.

Este estudio posee un diseño experimental ya que se manipula y modifican los materiales, explorando distintos resultados para adquirir nuevos conocimientos que se toman como referencia para nuevas propuestas, a su vez se continúa con un tipo de investigación descriptiva porque en el proceso de indagación se desarrolla una separación de cada una de las variables es decir los componentes principales de este trabajo, de la misma forma se emplea como técnica de investigación la encuesta y la entrevista que me permite recopilar los datos necesarios para conocer nuevos enfoques sobre precios, calidad o si hay apertura de estos materiales en el área de la construcción.

Los materiales propuestos al no lograrse unirse entre sí se hace uso de un tercero que es el polipropileno que también es reciclable, el cual hace que el producto sea 100% hecho de material reciclado, este material se lo encuentra en las tapas de botellas, etiquetas, confites, botellones, vasos plásticos, entre otros, posee una alta resistencia a la tensión, permeable al aire, no tóxico, no se satura con líquidos, no es contaminante al incinerarse, no alberga bacterias, es resistente contra ácidos, tarda más de 100 años en degradarse y hace posible la unión de los elementos propuestos por medio de un prensado artesanal con pleibo y lámina de aluminio, el cual resulta más económico y ecológico que una

resina, porque no se hace uso de un nuevo producto si no de uno desechado que amenaza a la flora y fauna del planeta.

Se efectuaron distintas pruebas entre los cuales el octavo, noveno, décimo y décimo tercero fueron los modelos que no presentaron afectación pero para las pruebas de resistencia a la flexión y absorción se eligieron los prototipos decimo y décimo tercero, ambos con diferente forma de agregado de materia prima, mayor consistencia y cantidad de materiales propuestos, estos modelos fueron llevados a un laboratorio especializado en pruebas de resistencia de materiales de construcción, en el cual se obtuvo como resultado que el modelo diez tiene una resistencia a la flexión de 337.8 kg/cm<sup>2</sup> con 1.04% de absorción de agua y el modelo décimo tercero resiste a la flexión 284.8 kg/cm<sup>2</sup> con 1.88% de absorción de agua, estos dos modelos cumplen con las normas INEN 988 y 989.

La idea de una cubierta con material reciclado es posible debido a que se logra la unión de estos componentes como son el tetrabrik y el plástico PET que en algunos casos son desechados o incinerados, contaminando y proporcionando un desagradable semblante a la ciudad. El producto expuesto es fácil y rápido de ejecutar, se puede fabricar por personas que no sean expertos en la elaboración de modelos de cubiertas, lo cual brinda oportunidades de trabajo aprovechando estos residuos en la producción de cubiertas y contribuyendo con la descontaminación del planeta, su resistencia y ligereza ayuda que no haya pérdida por amontonamiento o descuido de caída, facilita su instalación y permite ahorrar tiempo en las construcciones lo cual es beneficioso.

Al modelo propuesto se le asignó el nombre “Ppetbrik” por la unión de sus componentes (PP: polipropileno, PET: tereftalato de polietileno, Brik: envase de cartón), el color puede variar según el gusto de la persona, agregado de pigmento o clasificación de los desperdicios por color, se puede jugar con los colores para realizar distintos diseños en la cubierta como se muestra en el render de cubierta en garita de urbanización, en este proyecto se escogió el color verde que se relaciona con lo natural, es un color relajante que simboliza la fertilidad, vida y buena salud, el prototipo puede ser utilizado en viviendas, iglesias, pérgolas, glorietas, como se observó en los modelos propuestos y se llega a la terminación de que estos desechos se consideran de valor no aprovechado.

#### **4.11. Recomendaciones.**

Este trabajo de investigación se realizó para conocer el uso adicional que se le puede dar al tetrabrik, plástico PET y proponer un nuevo diseño de cubierta que sirva como emprendimiento, estudio, aporte a la descontaminación y al área de la construcción. A continuación se expone recomendaciones para entender los métodos y las perspectivas conceptuales sobre el proyecto:

Se recomienda para futuros emprendimientos que deseen aumentar la producción y ahorrar tiempo en la elaboración del material, que el método de fabricación se realice por una prensa hidráulica caliente, el cual lograría la unión de estos materiales con presión y calor, sin necesidad de estar calentando el polipropileno hasta lograr un estado semilíquido que toma tiempo y se requiere para poder mezclarlo con los otros materiales, permitiendo aplicar la masa en la prensa, de lo contrario al no estar semilíquido dificulta su mezcla y su prensado.

En el caso de que la elaboración sea artesanal se recomienda el uso de una mufla (horno) para disminuir la liberación de gases de efecto invernadero al medio ambiente, utilizar mascarillas, gafas de protección, no usar más de los materiales propuestos en estos experimentos porque si se realiza por mezcla no se logra cubrir del todo los elementos y se observaran grumos en su parte superior, si es tipo sándwich no se logra mantener en su sitio al tetrabrik y al plástico PET, se debe tener en cuenta que el plástico no se queme porque al hacerlo expulsa olores no agradables por los que se aconseja realizar el proyecto en lugares amplios, se sugiere mojar la bandeja de aluminio después de cada tanda y esperar 5 min para volver hacer uso de ella, esto hace que el plástico que queda en la bandeja se enfríe y no se sobrecoque hasta quemarse.

Al aplicar los materiales en la prensa no se aconseja dejar más de media hora porque se produce una grieta en un ángulo de 45° y de esa forma se perdería el modelo, si se desea aumentar el tamaño de la placa se debe tomar en cuenta el porcentaje de los materiales aplicados en cada modelo y fabricar una prensa más grande. Al momento de recolectar estos desechos se sugiere clasificarlos por color para de esta forma diseñar una cubierta a su gusto y no se vea una mezcla de colores en cada placa.

En su instalación se debe tomar en cuenta que las placas al ubicarse entre sí, no formen más de tres capas (que el solape no sea mayor que su parte vista) evitar caminar sobre ellas en caso de mantenimiento o al poner las placas porque su superficie no es corrugada o áspera para evitar el deslizamiento lo cual beneficia a desplazar del agua y evita la acumulación de suciedad.

#### 4.12. Glosario.

**Aditivos.-** Que se agrega a otra para incrementar o mejorar cualidades.

**Brik.-** Recipiente de cartón recubierto con aluminio y con forma de tetraedro que se utiliza para envasar líquidos.

**Capilaridad.-** Propiedad en la cual la superficie libre de un líquido puesto en contacto con un sólido sube o baja en las proximidades de este, su efecto se observa entre dos láminas muy próximas o en el interior de los tubos capilares.

**Combustión.-** Acción de arder o quemarse una materia.

**Corrosión.-** Deterioro de un material por consecuencia del accionar de un agente externo.

**Económico.-** Que consume o gasta poco, de bajo costo, deriva del término economía que es la ciencia que estudia la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

**Módulo de ruptura.-** Tensión máxima que un espécimen de prueba rectangular puede soportar en una prueba de flexión de tres puntos hasta que se rompe.

**Perjudicial.-** Aquello que causa daño o resulta negativo para algo o alguien.

**Pigmentos.-** Sustancia que sirve para dar color a una pintura, un esmalte, barniz, entre otros, esto se producen al alterar el color de la luminosidad reflejada, debido a que absorbe parcialmente dicha coloración y emite otra.

**Plástico.-** Material compuesto por resinas y otras sustancias, se pueden moldear con facilidad y su forma se puede modificar con una cierta temperatura y compresión, posee características diferentes a un cuerpo elástico.

**Resina.-** Componente orgánico de consistencia translúcida, pastosa, transparente o pegajosa, puede ser de origen vegetal o artificial por medio de reacciones de polimerización.

**Resistencia a la Flexión.-** Esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa en una prueba de flexión.



#### 4.13. Bibliografía

- Acosta, A., & Gasco, A. (2018). *Academia.edu*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de Academia.edu:  
[https://www.academia.edu/37580228/2018\\_CUBIERTAS\\_PLANAS](https://www.academia.edu/37580228/2018_CUBIERTAS_PLANAS)
- Aduanas Digital. (24 de Enero de 2014). *Aduanas Digital*. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de Aduanas Digital: <https://aduanasdigital.gob.do/2014/01/24/las-botellas-plasticas-y-su-amenaza-al-medio-ambiente/>
- Aguilera, R. (28 de enero - abril de 2013). Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. *Redalyc*, 81-103. Recuperado el 12 de junio de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/4264/426439549004.pdf>
- Álvarez, A. (2019). *Clasificación de las cubiertas*. (Artículo docente). Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Arquitectura., Valencia, España.
- Amarillo, Verde y Azul. (24 de Septiembre de 2018). *Botellas de plástico*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Amarillo, Verde y Azul:  
<https://www.amarilloverdeyazul.com/botellas-de-plastico/>
- Andara, R. (6 de Octubre de 2017). *Fibroemento y sus aplicaciones I - Bases de techo*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de hwelle:  
<https://hwelle.com/blog/fibroemento-y-sus-aplicaciones-i-bases-de-techo-2/>
- Arellano, M. (14 de Abril de 2019). *Aprende a diseñar una estructura de techo con bambú*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Plataforma arquitectura:  
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/914787/aprende-a-calculiar-una-estructura-de-techo-con-bambu>
- ARQHYS. (2012). Que es la construccion. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. *ARQHYS*, 12. Recuperado el 27 de Agosto de 2019, de <https://www.arqhys.com/arquitectura/construccion-quees.html>
- Autopromotores. (2018). *Autopromotores*. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de Autopromotores: <https://www.autopromotores.com/proyecto/tipos-de-cubiertas-para-tejados/>
- AV Alumitran. (7 de Abril de 2017). *Los orígenes del aluminio, de su síntesis a la extrusión*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Avalumitran:  
<https://www.avalumitran.com/los-origenes-del-aluminio-de-su-sintesis-a-la-extrusion/>
- Avilés, G. (2013). *Diseño conceptual de un sistema para la fabricación de tejas a partir de botellas recicladas de PET*. (tesis de grado). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO, México, México.
- Barba, C. (2017). *Ambiente Ecologico*. Recuperado el 17 de Julio de 2019, de Ambiente Ecologico: <http://www.ambiente-ecologico.com/revist36/barba36.htm>

- Barrios, L. (2015). *Estudio de factibilidad del diseño robusto para la fabricación de tejas de tetrabrik, en el centro de investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Beltrán, M., & Marcilla, A. (2012). *Tecnología de polímeros*. San Vicente de Raspeig, España: Universidad de Alicante. Recuperado el 29 de Agosto de 2019, de [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16897/1/TEMA\\_4\\_extrusion.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16897/1/TEMA_4_extrusion.pdf)
- Caicedo, L. (2018). *Elaboracion de un panel multiuso de tetrabrik y aserrin para viviendas de interes social, sector bellavista, canton ventanas* (Tesis de grado). Guayaquil, Ecuador.
- Carbone, H., & Irland, F. (2016). *Policarbonato en fachadas* (Tesis de Maestría). Universidad de la República Uruguay, Montevideo, Uruguay.
- Castellanos, G. (5 de Noviembre de 2016). La vivienda del futuro se hace con tetrapack. *El Comercio*. Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de El comercio: <https://www.elcomercio.com/construir/vivienda-futuro-tetrapack-casa-reciclaje.html>
- Cayllahua, B. (2014). *Laminas de tereftalato de polietileno PET reciclado* (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Cedula, E. (2017). *Propuesta de creación de empresa: Elaboración productos con cajas Tetra Pak* (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Medellín, Colombia.
- Cerrillo, A. (31 de Agosto de 2016). *La era del plástico*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de La Vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/natural/20160401/40792759166/era-plastico.html>
- Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. (2015). *Norma Ecuatoriana de la construcción*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2019, de cicp-ec: <http://www.cicp-ec.com/index.php/leyes-y-normativas/norma-ecuatoriana-de-la-construccion>
- Compromiso Empresarial Para el Reciclaje. (2013). *CEMPRE*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Cempre Uruguay: [http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com\\_content&view=article&id=944&Itemid=163](http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=944&Itemid=163)
- Corso, P., López, A., Caleffi, C., Dominguez, N., & Diaz, G. (16 de Julio de 2016). *WordPress*. Obtenido de WordPress: <https://ppqujap.files.wordpress.com/2016/05/proceso-de-polipropileno.pdf>
- Cortez, E., & Landázuri, D. (2011). *Implementación del sistema de control y optimización de la marcación de placas de fibrocemento en la línea de conformado de la planta Eternit Ecuatoriana* (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

- Chungata, A., & Ochoa, D. (2019). *Revestimiento para paredes a partir de papel, cartón y vidrio líquido para vivienda de interés social* (Tesis de grado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil., Guayaquil, Guayas , Ecuador.
- Cupa Pizarras. (30 de Mayo de 2019). *Cupa Pizarras*. Recuperado el 8 de Marzo de 2020, de Cupapizarras.com: <https://www.cupapizarras.com/es/actualidad/tipos-de-cubiertas/>
- Curiosoando. (26 de Noviembre de 2019). *¿Qué es un polímero? Definición; polimerización y ejemplos*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Curiosoando: <https://curiosoando.com/que-es-un-polimero>
- Definición.de. (2019). *Prensa Hidráulica*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Definición.de: <https://definicion.de/prensa-hidraulica/>
- Dejtiar, F. (11 de Abril de 2018). *Plataforma arquitectura* . Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de Plataforma arquitectura : <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/890692/guia-de-techos-26-tipos-de-tejas-chapas-y-membranas-para-cubrir-proyectos-de-arquitectura>
- Durand, J. (19 de Abril de 2014). *SlideShare*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2019, de Estadística, población, muestra y variables: <https://es.slideshare.net/jcarlos2509/estadistica-poblacion-muestra-y-variables>
- Ecuador en Cifras. (19 de Noviembre de 2014). *ecuadorencifras.gob.ec*. Recuperado el 31 de Agosto de 2019, de ecuadorencifras.gob.ec: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sitios/LIBRO%20buen%20vivir/files/assets/downloads/page0026.pdf>
- El Ingenioso. (23 de Julio de 2017). *Construir es Nicaragua*. Recuperado el 28 de Agosto de 2019, de Construir es Nicaragua: <https://construir.esnicaragua.com/elementos-que-componen-una-estructura-de-techo-y-cubierta-de-techo/>
- El Telégrafo. (2 de Abril de 2018). *eltelegrafo*. Obtenido de eltelégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/empaques-de-tetra-pak-segunda-vida-util>
- El Universo. (22 de Julio de 2018). *Udla*. Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de Universidad de las Americas: <https://www.udla.edu.ec/2018/07/22/fabrican-tejas-con-caucho-reciclado/>
- Enciclopedia de Clasificaciones. (2017). *Tiposde*. Recuperado el 1 de Agosto de 2019, de Tiposde: <https://www.tiposde.org/construccion/663-tipos-de-tejas/#wrapper>
- Esteve, J. (17 de Agosto de 2012). *Reciclaje Verde*. Recuperado el 13 de Agosto de 2019, de Reciclaje Verde: <https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/08/17/todo-lo-que-tenes-que-saber-sobre-el-plastico-y-su-reciclaje/>

- Eternit. (Enero de 2018). *Eternit*. Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de Eternit: [https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product\\_file/file/9302/12-\\_CT-TEJAS\\_PLASTICAS.pdf](https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/9302/12-_CT-TEJAS_PLASTICAS.pdf)
- Expreso. (6 de Junio de 2017). *expreso.ec*. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de [expreso.ec: https://www.expreso.ec/opinion/editoriales/guayaquil-y-el-medioambiente-YJ1391256](https://www.expreso.ec/opinion/editoriales/guayaquil-y-el-medioambiente-YJ1391256)
- Fierro, J. (2019). *Obtención de un adoquín como resultado de la mezcla de cáscara de maní, PET-1 y elementos tradicionales, para el sector popular* (Tesis de grado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Galeano, R. (24 de Diciembre de 2014). *Apuntes de historia del arte (UNED)*. Recuperado el 8 de Marzo de 2020, de Cubiertas arquitectónicas: la Cúpula: <https://historiasdelarteuned.wordpress.com/2014/12/24/cubiertas-arquitectonicas-la-cupula/>
- García, J., Aguilera, J., & Castillo, A. (6 de Mayo de 2011). Guía técnica para la construcción de escalas de actitud. *Revista electrónica de pedagogía*, 8(16). Recuperado el 13 de Septiembre de 2019, de <https://www.odiseo.com.mx/2011/8-16/pdf/garcia-aguilera-castillo-guia-construccion-escalas-actitud.pdf>
- Gómez, J. (2016). *Diagnóstico del impacto del plástico - botellas sobre el medio ambiente: un estado del arte* (Tesis de grado). Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.
- Harding, M. (2010). Tejados de madera, una solución tradicional para la bioconstrucción moderna. *EcoHabitar*(25). Recuperado el 1 de Agosto de 2019, de <http://www.tejasdemadera.com/wp-content/uploads/2013/07/EcoHabitar25.pdf>
- Hermida, É. (2011). *Polímeros*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2019, de [Inet.edu.ar: http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09\\_Polimeros.pdf](http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf)
- Humero, A., & García, A. (2009). *Tratado Técnico Jurídico de la Edificación y el Urbanismo. Tomo I. Patología de la Construcción y Técnicas de Intervención*. Madrid, España: Aranzadi. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de <http://oa.upm.es/53436/7/L022009TCVIIIICubiertas.pdf>
- Ingetecho. (11 de Julio de 2019). *Ingetecho.com*. Recuperado el 8 de Marzo de 2020, de Qué es una cubierta autoportante?: <https://www.ingetecho.com/que-es-una-cubierta-autoportante/>
- INEC. (6 de Octubre de 2017). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de [ecuadorencifras.gob.ec: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-en-cifras/](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-en-cifras/)
- Innovateck. S.A. (Enero de 2012). *Tecnología del plástico*. Recuperado el 28 de Agosto de 2019, de Tecnología del plástico:

<http://www.plastico.com/temas/Removedor-de-etiquetas-HERBOLD-facilitareciclaje-de-botellas-de-PET-Patente-Pendiente+3086280>

- Inoquos. (4 de Enero de 2018). *Siete tipos de plásticos y lo que debes saber sobre ellos*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Inoquos: <https://www.inoquos.com/blog/2018/01/siete-tipos-de-plastico-y-lo-que-debes-saber-sobre-ellos>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1984). *NTE INEN 0990: Tejas cerámicas. Requisitos*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2019, de archive.org: <https://archive.org/details/ec.nte.0990.1984>
- Iñiga, C., & Ledesma, G. (2019). *ESTUDIO DE PANELES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A BASE DE NEUMÁTICOS RECICLADOS Y FIBRAS DE POLIPROPILENO PARA USO COMERCIAL* (Tesis de grado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Isan, A. (22 de Noviembre de 2017). *Ecología verde*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/definicion-de-reciclaje-240.html>
- Izurieta, J., & Rodríguez, A. (2018). *Elaboración de un adoquín para revestimiento de camineras, a partir del plástico pet 1 y el caucho reciclados* (tesis de grado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil., Guayaquil, Ecuador.
- Jaramillo, N. (2016). *Aprovechamiento del grano obtenido de neumáticos fuera de uso (nfu) del parque automotor de cuenca para combinarlo en la fabricación de tejas cerámicas* (Tesis de grado). UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, Quito, Ecuador.
- Jarque, A. (2011). *Análisis y ejecución de las cubiertas planas, tipologías y evolución* (Tesis de Grado). Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación, Valencia, España.
- Landín, P. (10 de Noviembre de 2011). *PELANDINTECNO*. Recuperado el 22 de Agosto de 2019, de PELANDINTECNO-TECNOLOGIA ESO: <http://pelandintecno.blogspot.com/2011/11/tetra-brik-ciclo-de-vida.html>
- López, F. (octubre de 2014). *Diseño y construcción de cubiertas de pizarra*. (C. d. Galicia, Ed.) Recuperado el 30 de Julio de 2019, de Diseño y construcción de cubiertas de pizarra.: [http://clusterdapizarra.com/guia\\_pizarra.pdf](http://clusterdapizarra.com/guia_pizarra.pdf)
- López, L. (2017). *Análisis constructivo de las cubiertas inundadas* (Tesis de grado). Universidad Politécnica de València, València, España.
- Lozano, K. (2019). *Elaboración de una teja a partir de tusa picada de maíz y materiales tradicionales para viviendas de interés social* (Tesis de grado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Malma, A. (5 de Agosto de 2013). *SlideShare*. Recuperado el 9 de Octubre de 2019, de Peletizado de polímeros: <https://es.slideshare.net/antonioEgoavilmalma/peletizado-de-polmeros>

- Machado, I. (2018). *Prototipo de tablero para paredes en base de mezcla de viruta de madera, yeso y plástico pet reciclado para viviendas de interés social* (Tesis de grado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Manzano, S. (2015). *La cubierta de la arquitectura tradicional: lecciones de sostenibilidad* (tesis de grado). Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Valencia, España.
- Mas a Tierra Ecológico. (20 de Agosto de 2012). *Mas a Tierra Ecológico*. Recuperado el 22 de Agosto de 2019, de Mas a Tierra Ecológico: <https://masatierraecologico.wordpress.com/tag/tetra-pak/>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, XX(1), 38-47. Recuperado el 13 de Septiembre de 2019, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v20n1/1607-4041-redie-20-01-38.pdf>
- Méndez, A. (3 de Octubre de 2016). *Detrás de la producción del PET*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Plastics technology México: <https://www.pt-mexico.com/art%C3%ADculos/detr-s-de-la-produccion-del-pet>
- Méndez, J. (2019). *Elaboración de modelos de tejas, para techos con caucho reciclado para viviendas de interés social* (Tesis de licenciatura). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil., Guayaquil.
- Méndez, R. (2009). *Diseño de tejas prefabricadas de bajo coste que incorporan residuos industriales de carácter puzolánico para uso en países en vías de desarrollo. Aplicación al caso de Cali (Colombia)* (Tesis de grado). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, Valencia, España.
- Mere, R. (2014). *Elaboración y evaluación de placas aglomeradas a base de polietileno de alta densidad reciclado y envases de tetra pak* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Norma Ecuatoriana de la construcción. (Diciembre de 2014). *Cargas (no sísmicas)*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2019, de cicp-ec: [http://www.cicp-ec.com/documentos/NEC\\_2015/NEC\\_SE\\_CG\\_Cargas\\_Sismicas.pdf](http://www.cicp-ec.com/documentos/NEC_2015/NEC_SE_CG_Cargas_Sismicas.pdf)
- Norma Ecuatoriana de la construcción. (Diciembre de 2014). *Geotécnia y cimentaciones*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2019, de cicp-ec: <http://www.cicp-ec.com/index.php/leyes-y-normativas/norma-ecuatoriana-de-la-construccion>
- Norma Ecuatoriana de la construcción. (Diciembre de 2014). *Peligro sísmico diseño sismo resistente*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2019, de cicp-ec: [http://www.cicp-ec.com/documentos/NEC\\_2015/NEC\\_SE\\_DS\\_Peligro\\_Sismico.pdf](http://www.cicp-ec.com/documentos/NEC_2015/NEC_SE_DS_Peligro_Sismico.pdf)
- Oliva, I. (2015). *Diseño de un proceso para la elaboración del Chiptec* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

- Paz, M. (2016). Reciclado de PET a partir de botellas post consumo. (*Proyecto integrador*). Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de <https://core.ac.uk/download/pdf/132269225.pdf>
- Pedrosa, A. (2015). *Análisis de la durabilidad de la cubierta plana invertida, a través del estudio de las interacciones e incompatibilidades entre las membranas sintéticas y el poliestireno extrusionado* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Peñalver, J. (6 de Octubre de 2015). *Cubiertas: 10 tejados de madera muy elegantes*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Homify: [https://www.homify.es/libros\\_de\\_ideas/106074/cubiertas-10-tejados-de-madera-muy-elegantes](https://www.homify.es/libros_de_ideas/106074/cubiertas-10-tejados-de-madera-muy-elegantes)
- Pérez, M., Raya, G., & Romero, E. *Producción de cajas de cartón* (Proyecto final integrador). Universidad Tecnológica Nacional, San Rafael, Argentina.
- Pin, J. (2019). *Prototipo Para un bloque de encastrado en base de (PET) para aplicación en una vivienda planta baja* (Tesis de grado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- QuimiNet. (8 de Junio de 2010). *QuimiNet.com*. Recuperado el 22 de Agosto de 2019, de QuimiNet.com: <https://www.quiminet.com/articulos/la-historia-del-aluminio-43137.htm>
- Radio Huancavilca. (21 de Diciembre de 2018). *Radio Huancavilca*. Recuperado el 22 de Agosto de 2019, de Radio Huancavilca: <https://radiohuancavilca.com.ec/sociedad/2018/12/21/consolidar-la-cultura-de-reciclaje-en-ecuador-es-el-reto-de-tetra-pak-para-el-2019/>
- Rajapack. (14 de Abril de 2015). *Diferencias entre polipropileno y polietileno*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Rajapack: <https://www.rajapack.es/blog-es/curiosidades/diferencias-entre-polipropileno-polietileno/>
- Rebelde, J. (12 de Mayo de 2009). *Juventud Rebelde*. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Diario de la Juventud Cubana: <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2009-05-12/los-envases-tetra-brik-energia-y-medio-ambiente>
- Rodríguez, L., Chávez, M., Lartategui, F., & Letona, A. (2017). Factibilidad de uso del PET reciclado en elementos de cubiertas y envoltentes. *Universidad de Costa Rica*, 40-55. Recuperado el 2 de Agosto de 2019, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/27076>
- RPP. (4 de Febrero de 2019). *RPP*. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de rpp.pe: <https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/como-afecta-el-plastico-de-los-oceanos-en-nuestra-vida-diaria-noticia-1178982>
- Sarmiento, A. (2014). Análisis situacional de la calidad de servicio del transporte terrestre público convencional urbano de pasajeros para plantear propuestas de

- mejora en la ciudad de Guayaquil. (*Tesis de grado*). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Sánchez , C., Peña, J., & Rico , L. (2018). *Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) reciclado en la Ingeniería Civil*. (Tesis de grado). Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio, Colombia.
- Sendekia Ingeniería. (24 de Marzo de 2017). *Sendekia.com*. Recuperado el 27 de Agosto de 2019, de Sendekia.com: <https://sendekia.com/que-es-un-prototipo-y-para-que-sirve/>
- SENPLADES. (17 de Octubre de 2013). *Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo*. Recuperado el 29 de Agosto de 2019, de Habitadyvivienda.gob.ec: <https://www.habitadyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/PROYECTO-GUAYAQUIL-ECOLOGICO.pdf>
- Significados. (15 de Julio de 2019). *Contaminación ambiental*. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de significados.com: <https://www.significados.com/contaminacion-ambiental/>
- Significados. (8 de Marzo de 2019). *Significado de ecología*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Significados.com: <https://www.significados.com/ecologia/>
- Tena, A. (26 de Febrero de 2019). *La trampa del tetrabrik, un plástico disfrazado de cartón*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Público: <https://www.publico.es/sociedad/trampa-tetrabrik-plastico-disfrazado-carton.html>
- TETRAPAK. (2018). *Tetrapak*. Recuperado el 17 de Julio de 2019, de Tetrapak: <https://assets.tetrapak.com/static/documents/9704en.pdf>
- Tetra Pak. (2019). *Material para envasado para envases de cartón Tetra Pak*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de Tetra Pak: <https://www.tetrapak.com/ec/packaging/materials>
- Tolozano, M. (2015). *Uso de bloques de plástico reciclado para vivienda de interés social para mejoramiento de su micro-clima, plan “socio vivienda”, del cantón guayaquil, provincia del guayas, zona 8* (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Vera, D., & Verduga, J. (2017). Análisis comparativo desde el punto de vista técnico-económico de los tipos de cubiertas utilizadas en las viviendas de la parroquia Ricaurte del cantón Chone. (*Tesis de grado*). Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí Extensión Chone, Chone, Ecuador .
- Villero, M. (2015). *El reciclaje como estrategia pedagógica y didáctica para la formación integral de los estudiantes del grado primero de la institución educativa sabas edmundo balseiro del corregimiento berrugas del municipio de san onofre* (Tesis de grado). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.



## ANEXOS

**Anexo 1.** Modelo de encuesta realizada.



**Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil**

**Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción**

**Carrera de Arquitectura**



**Tema:** “Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción.”

Para realizar la encuesta se toman en cuenta los siguientes parámetros establecidos en una escala del 1 al 5 en donde:

1 = Totalmente de acuerdo

4 = En desacuerdo

2 = De acuerdo

5 = Totalmente en desacuerdo

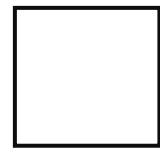
3 = Ni de acuerdo, ni en desacuerdo

Preguntas.	1	2	3	4	5
1) ¿Ha escuchado usted sobre cubiertas ecológicas?					
2) ¿Cree usted que se debería incluir materiales reciclados en la construcción?					
3) ¿Cree usted pertinente el uso de cubiertas ecológicas para disminuir la contaminación del medio ambiente?					
4) ¿Cree usted en la probabilidad de combinar materiales reciclados como los envases tetrabrik y las botellas de plástico (PET) para formar una cubierta ecológica?					
5) ¿Usted ha comprado productos hechos con material reciclado?					
6) ¿Considera usted que una cubierta a base de material reciclado resulta económico en comparación con las cubiertas tradicionales?					
7) ¿Usted ha reciclado envases de tetrabrik o botellas de plástico (PET) después de hacer uso del mismo?					
8) ¿Usted utilizaría o sugeriría una cubierta ecológica a partir de materiales reciclados para construcciones?					
9) ¿Le gustaría que haya un proyecto de vivienda a base de materiales reciclados que se acomoden a su situación económica?					

10) ¿Cuáles de estos diseños de prototipos para cubierta considera usted llamativo?



**Cubierta de barro**



**Curva**



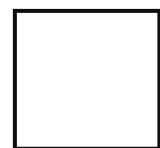
**Cubierta de arcilla**



**Mixta**



**Cubierta de pizarra**



**Plana**

**Anexo 2.** Modelo de entrevista realizada.



**Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil**

**Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción**

**Carrera de Arquitectura**



**Tema:** “Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción.”

**Entrevista a expertos.**

1. ¿Cree usted que se debería fortalecer el reciclaje en el sector industrial?

---

---

2. ¿Considera que una cubierta ecológica a base de Tetrabrik y plástico PET sería un buen producto para el sector industrial?

---

---

3. ¿Cree usted que las cubiertas ecológicas lograrían reducir el impacto ambiental?

---

---

4. ¿Considera usted que una cubierta a base de material reciclado es económico para su rubro en construcción?

---

---

5. ¿Conoce algún producto fabricado con Tetrabrik o plástico (PET) que se utilice en construcciones?

---

---

6. ¿Cómo opinión personal como califica este proyecto innovador para las personas de bajos recursos que deseen adquirir una vivienda económica?

---

---

Anexo 3. Fotografía de encuestas y entrevistas realizadas.

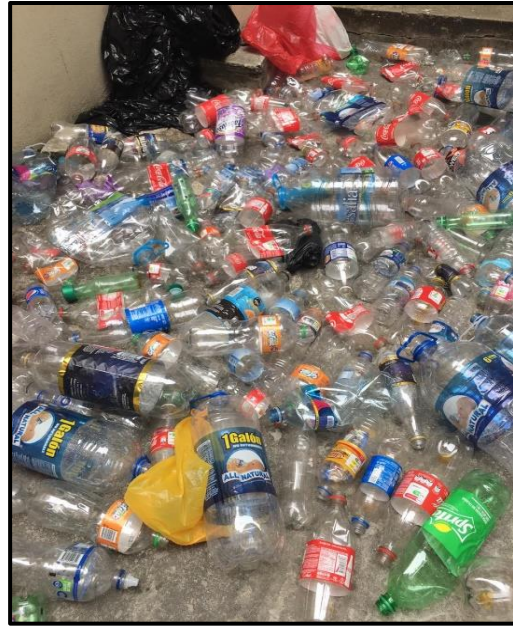




**Anexo 4.** Envases tetrabrik y botellas de plástico (PET) en supermercados.



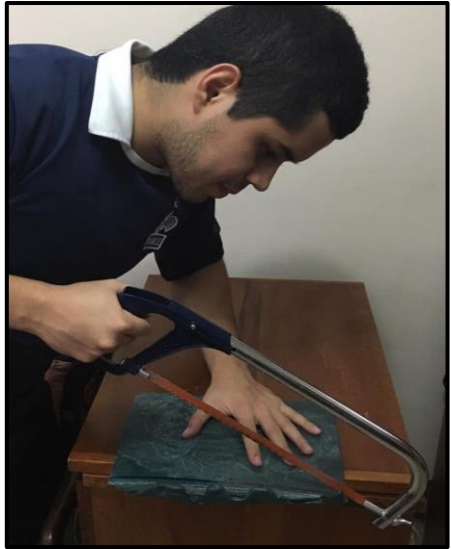
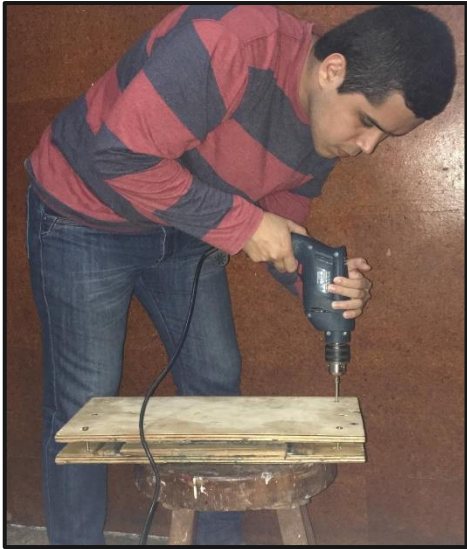
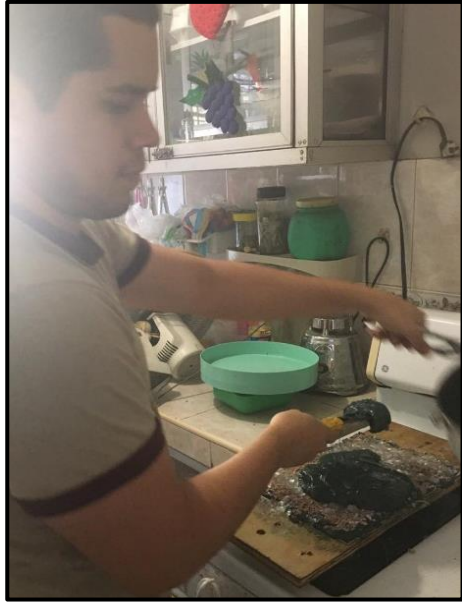
**Anexo 5. Materia Prima.**



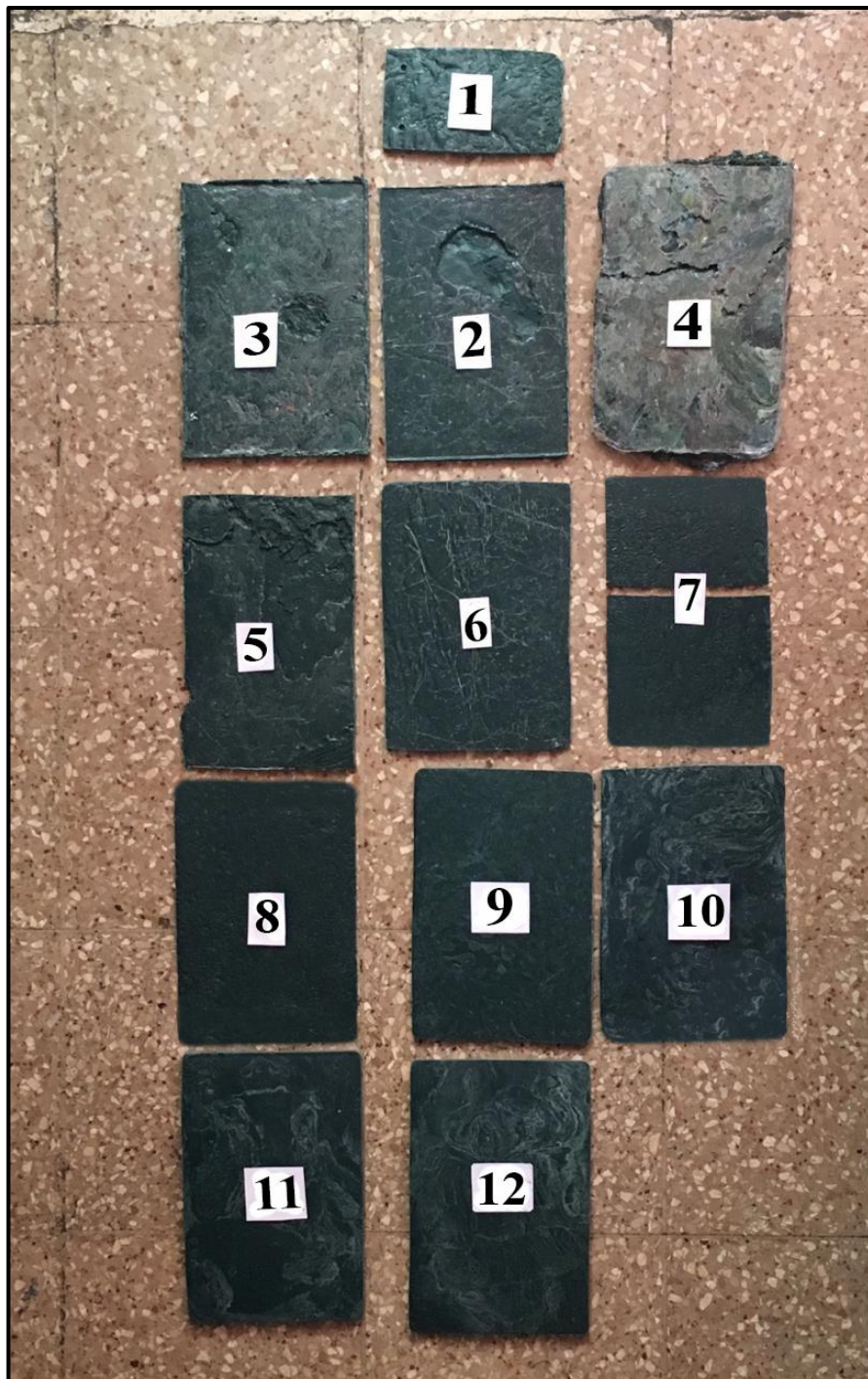
**Anexo 6.** Fotografías de elaboración de prototipo.



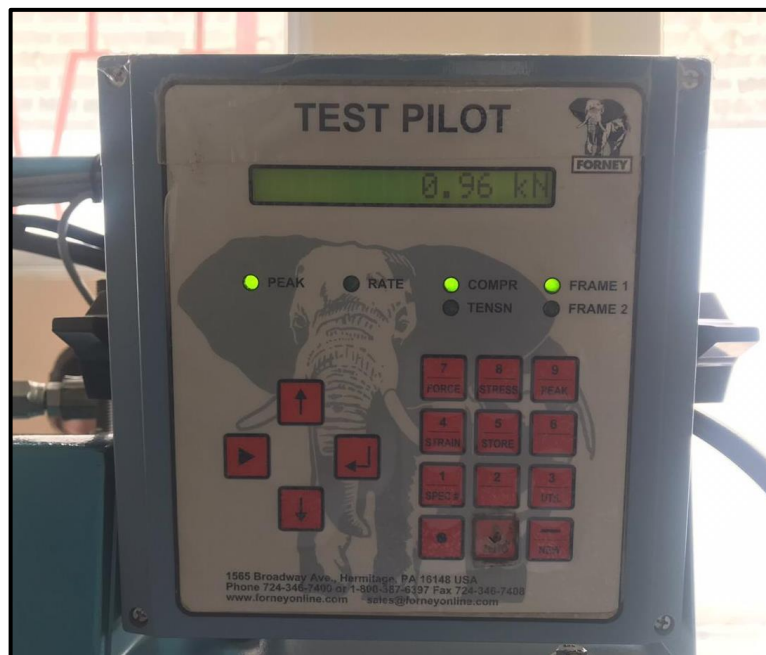
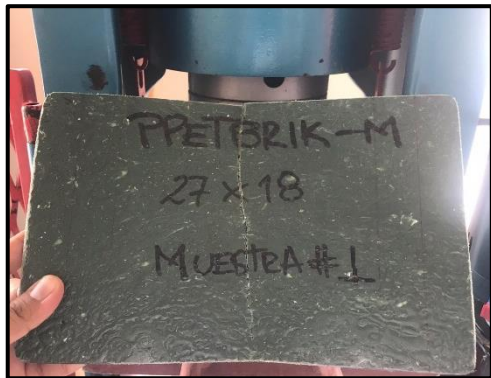
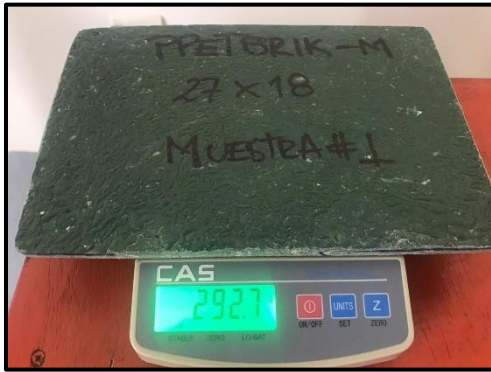




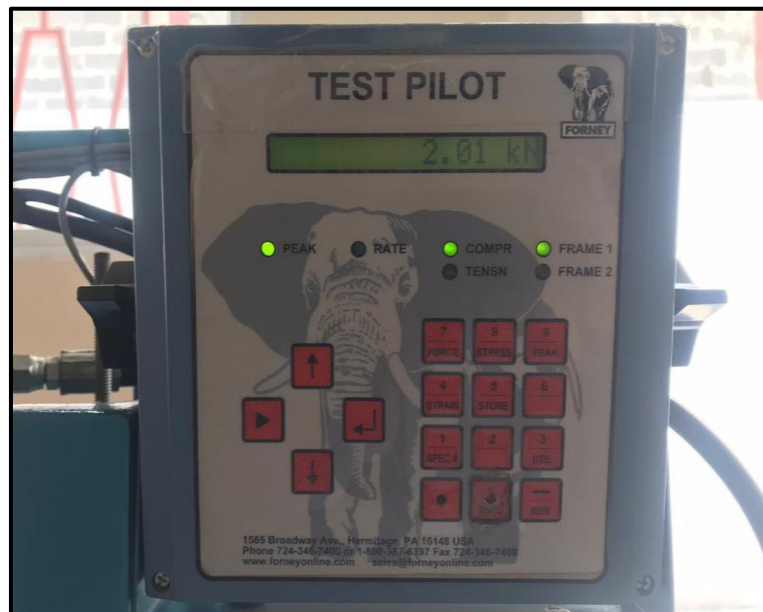
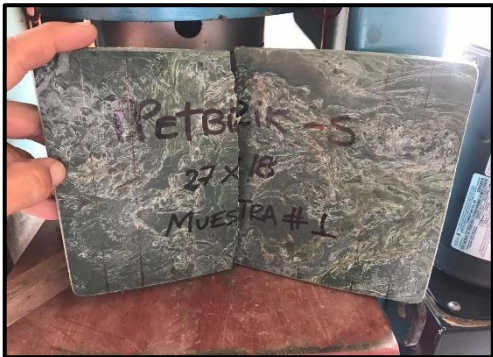
**Anexo 7.** Experimentos.



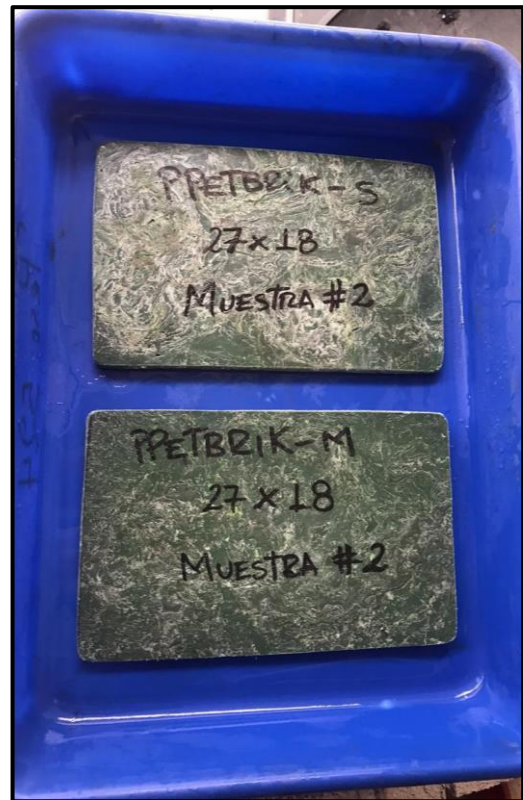
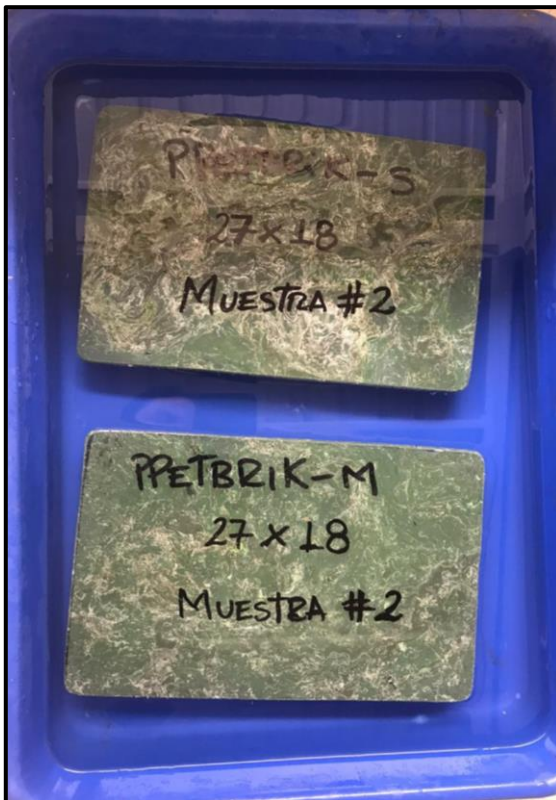
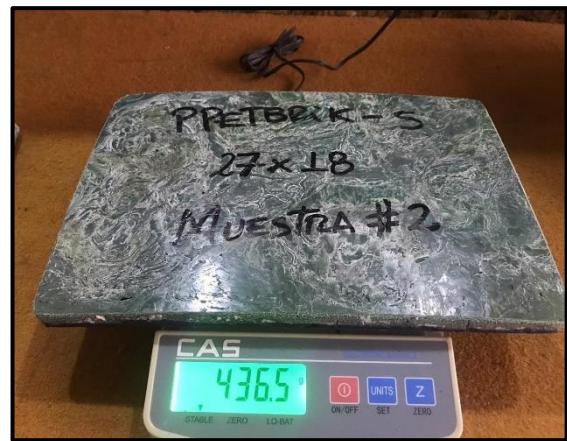
**Anexo 8.** Ensayo de flexión en placa Ppetbrik M.




Anexo 9. Ensayo de flexión en placa Ppetbrik S.



Anexo 10. Ensayo de absorción de agua en placas Ppetbrik.



Anexo 11. Resultados de prueba de flexión y absorción de agua.




**CONSTRULADESA**  
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**Solicitado por :** SR. DAVID EUGENIO FLORES VERA  
**Obra :** TESIS - PROTOTIPO DE CUBIERTAS ECOLÓGICAS EN BASE DE TETRABRIK Y PLÁSTICO (PET) RECICLADO PARA EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN  
**Fiscaliza :**  
**Fecha :** noviembre 21, 2019

**NOTA: MUESTRAS PROPORCIONADAS A ESTE LABORATORIO POR EL SR. DAVID FLORES VERA**

# (2)	Dimensiones para el ensayo (mm)	Fecha de fabricación	Fecha de rotura	Edad (días)	Carga (KN)	Módulo de rotura (MPA)	OBSERVACIÓN		
							Elemento	Dimensiones de la baldosa (mm)	Peso de las muestras (gr)
1	l = 170; b = 180; h = 6	18-nov-2019	21-nov-2019	3	0.96	37.78	PPETBRIK-M (MUESTRA # 1)	270 x 180 x 6	292.7
2	l = 170; b = 180; h = 10	19-nov-2019	21-nov-2019	2	2.01	28.48	PPETBRIK-S (MUESTRA # 1)	270 x 180 x 10	439.4



**CONSTRULADESA**  
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Ing. *Ismael Aníbal Santos Coto*  
JEFE DE OPERACIONES



**CONSTRULADESA**  
SUELOS Y HORMIGONES S.A.

Solicitado por : SR. DAVID EUGENIO FLORES VERA  
 Obra : TESIS - PROTOTIPO DE CUBIERTAS ECOLÓGICAS EN BASE DE TETRABRIK Y PLÁSTICO (PET) RECICLADO PARA EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN  
 Fiscalización :  
 Fecha del informe : 23/11/2019

**CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA**  
**ELEMENTO: TABLAS DE PLÁSTICO**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MEDIDAS DE LA MUESTRA (mm)	HORA Y FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	HORA Y FECHA DE FIN DEL ENSAYO	PESO INICIAL (gr)	PESO (gr) DESPUÉS DE 1 HORA (11:30)	PESO (gr) DESPUÉS DE 2 HORAS (13:30)	PESO (gr) DESPUÉS DE 3 HORAS (16:30)	PESO (gr) DESPUÉS DE 14 HORAS (10:30)	PESO (gr) DESPUÉS DE 24 HORAS (10:30)
PPETBRIK - M (MUESTRA # 2)	270 x 180 x 6	10:30 a.m. 21/11/2019	10:30 a.m. 23/11/2019	335.9	336.8	337.3	337.7	338.9	339.4
				% absorción de agua	0.27	0.42	0.54	0.89	1.04
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MEDIDAS DE LA MUESTRA (mm)	HORA Y FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	HORA Y FECHA DE FIN DEL ENSAYO	PESO INICIAL (gr)	PESO (gr) DESPUÉS DE 1 HORA (11:30)	PESO (gr) DESPUÉS DE 2 HORAS (13:30)	PESO (gr) DESPUÉS DE 3 HORAS (16:30)	PESO (gr) DESPUÉS DE 14 HORAS (10:30)	PESO (gr) DESPUÉS DE 24 HORAS (10:30)
PPETBRIK - S (MUESTRA # 2)	270 x 180 x 10	10:30 a.m. 21/11/2019	10:30 a.m. 23/11/2019	436.5	438.7	439.1	440	441.7	442.8
				% absorción de agua	0.65	0.77	1.04	1.55	1.88

Nota 1: Las muestras fueron proporcionadas a este laboratorio por el Sr. David Eugenio Flores Vera (fecha: 21/11/2019)



**Anexo 12.** Cubierta Ppetbrik de 55 cm x 45 cm.





Anexo 13. Evidencia de contaminación observada en redes sociales.

**elnoticierotc**



**EL NOTICIERO**

**¡ANGUSTIANTE!**  
CAPTAN A UN JAGUAR  
JUGANDO CON UNA BOTELLA  
DE PLÁSTICO EN BRASIL

1.444 Me gusta

**elnoticierotc** | Brasil 🇧🇷 : El guía y fotógrafo británico Paul Goldstein compartió una serie de imágenes de un jaguar jugando con una botella de plástico, que muestra la contaminación de los ecosistemas del planeta. Las fotos fueron tomadas en el Pantanal, el humedal más grande del mundo.

---

**elnoticierotc**



**EL NOTICIERO**

**MEDIO AMBIENTE**  
CRÍA DE TORTUGA MUERE DESPUÉS DE  
TRAGARSE 104 PEDAÇOS DE PLÁSTICO

692 Me gusta

**elnoticierotc** | Numerosas crías de tortugas marinas fallecen por tragar plástico que flota en el océano, dijo el Centro de Naturaleza Gumbo Limbo en Florida, EE.UU.. En una fotografía aparece un ejemplar muerto junto a 104 fragmentos de plástico encontrados dentro de su cuerpo.

---

**elnoticierotc**




**EL NOTICIERO**

**¡MÁS DE 100 KILOS!**  
UN CACHALOTE CON BASURA EN  
SU ESTÓMAGO MUERE VARADO  
EN UNA PLAYA EN ESCOCIA

854 Me gusta

**elnoticierotc** | Un cachalote murió en una playa de Escocia con 100 kilos de basura en su estómago lo que, según los especialistas, pudo provocar que perdiera su movilidad y quedase encallado. En la necropsia, se encontró en su interior plástico redes de pescar y cuerdas.

**elnoticierotc**



**EL NOTICIERO**


**¡LAMENTABLE!**  
ENCUESTRAN UN CIERVO MUERTO  
CON SIETE KILOS DE BASURA  
EN EL ESTÓMAGO

417 Me gusta

**elnoticierotc** | Un ciervo fue hallado muerto con 7 kilos de basura en el estómago en en Tailandia. La autopsia reveló que tenía plástico en el rumen, su primer estómago. Entre ellos había paquetes de café, bolsas de plástico, guantes de goma, ropa interior y cuerdas.

---

**eluniversocom** · Seguir  
Isla Henderson




Les gusta a milkaalexandra\_ y 1.577 más

**eluniversocom** ¡Qué dolor! 📍 Otro patrimonio natural arruinado por el plástico... más

---

**Medel Ocampo**  
domingo a las 11:00

¡Es solo una botella!



**"ES SOLO UNA BOTELLA"**

**DICHO POR MAS 7 MILLONES DE PERSONAS**

ZERO PLASTICO

1.013 74 comentarios