



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

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

**TEMA:**

**ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS DE TAPAS DE  
ALCANTARILLAS Y POSTES DE ALUMBRADO EN BASE AL  
PVC RECICLADO**

**TUTOR**

**ARQ. EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI, MSC**

**AUTOR**

**FRANCISCO ARTURO TORRES MACAS**

**GUAYAQUIL**

**2019**

## REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:**

Elaboración de Prototipos de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado en base al PVC reciclado.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>AUTOR/ES:</b><br>Torres Macas Francisco Arturo  | <b>REVISORES O TUTORES:</b><br>Echeverría Maggi Eddie Efrén   |   |
| <b>INSTITUCIÓN:</b><br>Universidad Laica Vicente Rocafuerte de<br>Guayaquil  | <b>Grado obtenido:</b><br>Arquitecto  |   |
| <b>FACULTAD:</b><br>Ingeniería, industria y construcción   | <b>CARRERA:</b><br>ARQUITECTURA   |   |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2019  | <b>N. DE PAGS:</b> 112  |   |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción  |   |   |
| <b>PALABRAS CLAVE:</b><br>Reciclaje, Contaminación Ambiental, Medio Ambiente, Alcantarillado, Desecho  |   |   |
| <b>RESUMEN</b><br>Esta investigación determinó los diversos análisis a nivel mundial, y diversas empresas que han comenzado a desarrollar muchos productos elaborados de materiales reciclados, logrando nuevas alternativas, utilizando sustancias considerados como desechos. En Ecuador, los productos que se fabrican con este tipo de materiales son muy escasos, y en el presente trabajo se determinaron las aplicaciones del compuesto que mejor se desempeñe en el aspecto mecánico y, adicionalmente se desarrollará el diseño de una aplicación para la industria mobiliaria urbana utilizando herramientas gráficas. Para esto, se elaboró un prototipo de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado, usando como materia prima el PVC reciclado, para reducir su impacto negativo en el medio ambiente después de su vida útil, mediante la respectiva definición del proceso óptimo entre las muestras. Además, se determinó las propiedades físicas y mecánicas que debe tener la materia prima para la fabricación de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado, en este caso, la adhesión del PVC con resina vegetal, y con residuos de botellas plásticas y con agua, a parte, se realizó un análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre el hormigón y el PVC, mediante el control de resistencia a la compresión. En definitiva, se diseñó un prototipo de tapa de alcantarilla y de poste de alumbrado público con estándares de calidad y ambientales, basado en las normas nacionales del Instituto Ecuatoriano de Normalización. |   |   |
| <b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>  | <b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>   |   |
| <b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>  |   |   |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>  | SI <input checked="" type="checkbox"/>  | NO <input type="checkbox"/>                     |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b><br>Torres Macas Francisco Arturo   | <b>Teléfono:</b><br>0997601654  | <b>E-mail:</b><br>Francisco_torres12@hotmail.es |
| <b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>   | <b>Nombre:</b> Mae Ing. Civ. Alex Salvatierra Espinoza<br><b>Cargo:</b> Decano Facultad de Ingeniería Industria y Construcción<br><b>Teléfono:</b> (04)2596500 Ext. 210<br><b>E-mail:</b> asalvatierrae@ulvr.edu.ec |   |

# CERTIFICADO DE SIMILITUDES



## Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS\_MAT\_RECICLADO\_PVC\_30-05-2019\_r02.docx (D53448090)  
Submitted: 6/5/2019 3:12:00 AM  
Submitted By: eecheverriam@ulvr.edu.ec  
Significance: 4 %

### Sources included in the report:

00 PENDIENTE Proyecto de Investigación (1).docx (D40764199)  
<http://chej.org/wp-content/uploads/110909%20PVC,%20the%20Poison%20Plastic.pdf>  
<https://www.eluniverso.com/noticias/2014/05/26/nota/3015671/plastico-reciclado-hacen-postes-cercas>  
<https://glosarios.servidor-alicante.com/psicologia/metodo-experimental>  
<https://www.lifeder.com/observacion-directa/>  
<https://www.lifeder.com/caracteristicas-una-encuesta/>  
<https://definicion.de/poste/>  
<https://investigacioncientifica.org/que-es-la-investigacion-documental-definicion-y-objetivos/>  
[https://www.lifeder.com/tipos-investigacion-cientifica/#Investigacion\\_experimental](https://www.lifeder.com/tipos-investigacion-cientifica/#Investigacion_experimental)  
<http://parquesalegres.org/biblioteca/blog/que-es-mobiliario-urbano/>

### Instances where selected sources appear:

15

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

El estudiante egresado FRANCISCO ARTURO TORRES MACAS, declara bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente al 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 mis derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar la Elaboración de Prototipos de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado en base al PVC reciclado.

Autor

Firma: Francisco Torres

FRANCISCO ARTURO TORRES MACAS

C.I.0930847231

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS DE TAPAS DE ALCANTARILLAS Y POSTES DE ALUMBRADO EN BASE AL PVC RECICLADO, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y construcción - FII de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS DE TAPAS DE ALCANTARILLAS Y POSTES DE ALUMBRADO EN BASE AL PVC RECICLADO”, presentado por el estudiante **FRANCISCO ARTURO TORRES MACAS** como requisito previo, para optar al Título de ARQUITECTO, encontrándose apto para su sustentación.

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

Arq. Eddie Echeverría Maggi, Msc

C.I. 091794188-2

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por toda su guía en esta etapa de mi carrera profesional, a mis padres por su apoyo incansable desde mis inicios, a los catedráticos de esta prestigiosa institución, que me han llenado de invaluable conocimientos, a mi tutor que ha hecho posible la culminación de este trabajo con sus consejos, y a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte. ¡A todos muchas gracias!

Atentamente:

FRANCISCO ARTURO TORRES MACAS

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado a mis padres, a mis hermanas y mis sobrinos en general, gracias a su ayuda esfuerzo y dedicación me permitieron concluir mis estudios, brindándome siempre su apoyo incondicional, a Dios por brindarme cada día, una nueva oportunidad de superarme, y guiarme en este camino.

Atentamente:

FRANCISCO ARTURO TORRES MACAS

# ÍNDICE GENERAL

|  | Pág. |
|--|------|
| REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....                  | ii   |
| CERTIFICADO DE SIMILITUDES .....                                   | iii  |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES<br>..... | iv   |
| CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR .....                        | v    |
| AGRADECIMIENTO .....   | vi   |
| DEDICATORIA .....  | vii  |
| CAPÍTULO I.....  | 3    |
| 1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. ....                                | 3    |
| 1.1. Tema.....   | 3    |
| 1.2. Planteamiento del Problema. ....                              | 3    |
| 1.3. Formulación del Problema.....                                 | 5    |
| 1.4. Sistematización del Problema.....                             | 5    |
| 1.5. Objetivo General. ....  | 5    |
| 1.5.1. Objetivos Específicos. ....                                 | 6    |
| 1.6. Justificación.....  | 6    |
| 1.7. Delimitación del Problema. ....                               | 7    |
| 1.8. Hipótesis o Idea a Defender.....                              | 7    |
| 1.8.1. Variable Independiente. ....                                | 7    |
| 1.8.2. Variable dependiente. ....                                  | 7    |
| 1.9. Línea de Investigación Institucional/Facultad. ....           | 7    |
| CAPÍTULO II .....  | 8    |
| 2. MARCO TEÓRICO.....  | 8    |
| 2.1. Antecedentes.....   | 8    |
| 2.1.1. Origen del plástico y el PVC .....                          | 10   |
| 2.1.2. Marco Referencial.....                                      | 13   |
| 2.2. Marco Conceptual .....  | 30   |
| 2.2.1. Policloruro de vinilo (PVC).....                            | 30   |

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| 2.2.2.            | El reciclaje .....   | 32 |
| 2.2.3.            | Mobiliario urbano .....  | 35 |
| 2.2.4.            | Materiales de construcción: .....  | 37 |
| 2.3.              | Marco Legal.....   | 37 |
| 2.3.1.            | Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Const, 2008). .....   | 37 |
| 2.3.2.            | Ley de Gestión Ambiental (Congreso Nacional, 2004).....  | 38 |
| 2.3.3.            | Ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso y específicamente de sorbetes plásticos, envases, tarrinas, cubiertos, vasos, tazas de plástico y de foam y fundas plásticas tipo camiseta, inclusive oxobiodegradables, en el cantón Guayaquil (Concejo Municipal, 2018) ..... | 38 |
| 2.3.4.            | Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2634, disposición de desechos plásticos post- industriales. Requisitos – 2012. (INEN, 2012).....  | 39 |
| 2.3.5.            | Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2657 2014-06, postes de plástico reforzados con fibra de vidrio. Requisitos (INEN , 2014) .....   | 48 |
| CAPÍTULO III..... |  | 51 |
| 3.                | METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. ....  | 51 |
| 3.1.              | Enfoque.....   | 51 |
| 3.2.              | Métodos .....  | 51 |
| 3.2.1.            | Método Hipotético Deductivo.....   | 51 |
| 3.2.2.            | Método experimental .....  | 52 |
| 3.3.              | Tipo de investigación .....  | 52 |
| 3.3.1.            | Investigación documental bibliográfica.....  | 52 |
| 3.3.2.            | Investigación experimental. ....   | 52 |
| 3.3.3.            | Investigación de campo. ....   | 52 |
| 3.4.              | Técnica e instrumentos. ....   | 52 |
| 3.4.1.            | La Encuesta.....   | 52 |
| 3.4.2.            | La observación.....  | 53 |
| 3.5.              | Población. ....  | 53 |
| 3.5.1.            | Muestra. ....  | 53 |
| 3.5.2.            | Cálculo de la muestra.....   | 53 |
| 3.6.              | Análisis de resultados .....   | 56 |
| 3.6.1.            | Encuesta a profesionales y personas dedicadas a la construcción sobre prototipos de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado en base al PVC reciclado..  | 56 |

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO IV.....                                  | 66 |
| 4. PROPUESTA.....                                 | 66 |
| 4.1. Fundamentación de la propuesta .....         | 66 |
| 4.2. Requerimientos del proyecto .....            | 67 |
| 4.3. Descripción de los experimentos .....        | 67 |
| 4.4. Materiales y equipos para muestras.....      | 69 |
| 4.5. Procedimientos .....                         | 71 |
| 4.5.1. Elaboración de muestra 1.....              | 71 |
| 4.5.2. Observaciones.....                         | 74 |
| 4.5.3. Elaboración de muestra 2.....              | 75 |
| 4.5.4. Observaciones.....                         | 78 |
| 4.5.5. Elaboración de muestra 3.....              | 79 |
| 4.5.6. Observaciones.....                         | 81 |
| 4.6. Pruebas de laboratorio .....                 | 82 |
| 4.7. Discusión .....                              | 86 |
| 4.7.1. Resultados de ensayos físicos .....        | 86 |
| 4.7.2. Comparativa de presupuesto.....            | 86 |
| 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....                 | 92 |
| 6. ANEXOS .....                                   | 96 |
| 6.1. Resistencia a la compresión certificada..... | 96 |
| 6.2. Propuesta Aplicada.....                      | 97 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Reciclaje de plástico .....                              | 8  |
| <b>Figura 2.</b> Reciclaje de tubería plástica .....                      | 9  |
| <b>Figura 3.</b> Identificación de Resinas de plástico .....              | 10 |
| <b>Figura 4.</b> Tuberías de PVC.....                                     | 11 |
| <b>Figura 5.</b> Proceso químico del PVC.....                             | 11 |
| <b>Figura 6.</b> Distribución del PVC por sectores .....                  | 12 |
| <b>Figura 7.</b> Reacciones de los agregados .....                        | 13 |
| <b>Figura 8.</b> Aplicación de los residuos de PVC al sustrato.....       | 14 |
| <b>Figura 9.</b> Aplicación de polietileno a la extrusora .....           | 15 |
| <b>Figura 10.</b> Placa obtenida.....                                     | 16 |
| <b>Figura 11.</b> Realización de pruebas de compresión en el bloque. .... | 16 |
| <b>Figura 12.</b> Cimentación virtual propuesta.....                      | 17 |
| <b>Figura 13.</b> Cimentación virtual propuesta.....                      | 18 |
| <b>Figura 14.</b> Paneles virtuales propuestos.....                       | 18 |
| <b>Figura 15.</b> Dimensiones de los ladrillos.....                       | 19 |
| <b>Figura 16.</b> Pruebas realizadas a los ladrillos .....                | 20 |
| <b>Figura 17.</b> Pruebas realizadas a los ladrillos.....                 | 20 |
| <b>Figura 18.</b> Aplicación de adoquines fabricados .....                | 21 |
| <b>Figura 19.</b> Pruebas a los adoquines fabricados .....                | 22 |
| <b>Figura 20.</b> Poste ecológico .....                                   | 23 |
| <b>Figura 21.</b> Poste ecológico .....                                   | 24 |
| <b>Figura 22.</b> Poste ecológico .....                                   | 25 |
| <b>Figura 23.</b> Poste ecológico .....                                   | 26 |
| <b>Figura 24.</b> Alumbrado de luz con PVC.....                           | 27 |
| <b>Figura 25.</b> Plástico triturado.....                                 | 28 |
| <b>Figura 28.</b> Bolardo hecho de caucho reciclado.....                  | 29 |
| <b>Figura 27.</b> Canaleta de ventilación con plástico reciclado.....     | 29 |
| <b>Figura 28.</b> Vivienda hecha de plástico reciclado .....              | 33 |
| <b>Figura 29.</b> El plástico en la construcción .....                    | 34 |
| <b>Figura 30.</b> Flujo de desechos plásticos post-consumo .....          | 40 |
| <b>Figura 31.</b> Porcentajes nacionales por sectores económicos.....     | 54 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 32.</b> Empresas por cada 10000 habitantes, por provincia ..... | 54 |
| <b>Figura 33.</b> Resultados de la pregunta 1 .....                       | 56 |
| <b>Figura 34.</b> Resultados de la pregunta 2 .....                       | 58 |
| <b>Figura 35.</b> Resultados de la pregunta 3 .....                       | 59 |
| <b>Figura 36.</b> Resultados de la pregunta 4 .....                       | 62 |
| <b>Figura 37.</b> Resultados de la pregunta 5 .....                       | 63 |
| <b>Figura 38.</b> Resultados de la pregunta 6 .....                       | 60 |
| <b>Figura 39.</b> Resultados de la pregunta 7 .....                       | 64 |
| <b>Figura 40.</b> Resultados de la pregunta 8 .....                       | 57 |
| <b>Figura 41.</b> Resultados de la pregunta 9 .....                       | 61 |
| <b>Figura 42.</b> Resultados de la pregunta 10 .....                      | 65 |
| <b>Figura 43.</b> Procedimiento para la obtención del producto .....      | 68 |
| <b>Figura 44.</b> Recolección del PVC .....                               | 69 |
| <b>Figura 45.</b> Herramientas para la realización del prototipo .....    | 70 |
| <b>Figura 46.</b> Recolección de PVC .....                                | 71 |
| <b>Figura 47.</b> Cocción de PVC .....                                    | 71 |
| <b>Figura 48.</b> Preparación de agregado .....                           | 72 |
| <b>Figura 49.</b> Vertido en el molde .....                               | 72 |
| <b>Figura 50.</b> Retiro del molde .....                                  | 73 |
| <b>Figura 51.</b> Producto final, muestra 1 .....                         | 73 |
| <b>Figura 52.</b> Producto final, cilindro .....                          | 74 |
| <b>Figura 53.</b> Producto final, tapas de alcantarillas .....            | 75 |
| <b>Figura 54.</b> Recolección del PVC .....                               | 75 |
| <b>Figura 55.</b> Cocción de residuos .....                               | 75 |
| <b>Figura 56.</b> Vertido en el molde .....                               | 76 |
| <b>Figura 57.</b> Vertido en el molde .....                               | 76 |
| <b>Figura 58.</b> Producto final, muestra 2 .....                         | 77 |
| <b>Figura 59.</b> Elaboración de muestra 2 .....                          | 77 |
| <b>Figura 60.</b> Producto final de muestra 2 .....                       | 78 |
| <b>Figura 61.</b> Producto final, muestra 3 .....                         | 80 |
| <b>Figura 62.</b> Elaboración de muestra 3 .....                          | 80 |
| <b>Figura 63.</b> Producto final de muestra 3 .....                       | 81 |
| <b>Figura 56.</b> Curado y secado de muestras .....                       | 82 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 65.</b> Ajuste de probetas para control de resistencia ..... | 83 |
| <b>Figura 66.</b> Ajuste de probetas para control de resistencia ..... | 83 |
| <b>Figura 67.</b> Curva de resistencia en muestra 1 .....              | 84 |
| <b>Figura 68.</b> Curva de resistencia en muestra 2 .....              | 85 |
| <b>Figura 69.</b> Curva de resistencia en muestra 3 .....              | 85 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Tabla comparativa de materiales.....                       | 22 |
| Tabla 2 Clasificación de los plásticos según la SPI.....           | 41 |
| Tabla 3 Resultados de la Pregunta 1 .....                          | 56 |
| Tabla 4 Resultados de la Pregunta 2 .....                          | 58 |
| Tabla 5 Resultados de la Pregunta 3 .....                          | 59 |
| Tabla 7 Resultados de la Pregunta 5 .....                          | 63 |
| Tabla 8 Resultados de la Pregunta 6 .....                          | 60 |
| Tabla 9 Resultados de la Pregunta 7 .....                          | 64 |
| Tabla 10 Resultados de la Pregunta 8 .....                         | 57 |
| Tabla 11 Resultados de la Pregunta 9 .....                         | 61 |
| Tabla 12 Resultados de la Pregunta 10 .....                        | 65 |
| Tabla 13 Dosificación en muestra 1 .....                           | 74 |
| Tabla 14 Dosificación en muestra 2.....                            | 78 |
| Tabla 15 Dosificación en muestra 3.....                            | 81 |
| Tabla 16 Porcentaje de humedad por prueba .....                    | 82 |
| Tabla 17 Porcentaje de humedad por prueba .....                    | 84 |
| Tabla 18 Presupuestos comparativos de postes .....                 | 86 |
| Tabla 19 Presupuestos comparativos de postes .....                 | 86 |
| Tabla 20 Presupuestos comparativos de tapas de alcantarillas ..... | 87 |
| Tabla 21 Presupuestos comparativos de tapas de alcantarillas ..... | 87 |

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de elaboración de un prototipo de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado en base al PVC reciclado, surge de la necesidad de disminuir la contaminación ambiental provocada por este material no degradable, que se encuentra en gran cantidad en nuestro medio como desperdicio, logrando alargar su vida útil mediante un proceso de selección y reutilización del Policloruro de vinilo en sus diferentes presentaciones, que servirá como materia prima para la fabricación de los prototipos.

El reciclaje no es un proceso nuevo en mundo. En la revolución industrial, los recicladores fueron quienes formaron industrias y sociedades, durante los años treinta en Estados Unidos muchas personas sobrevivieron a la depresión recogiendo trozos de metal para venderlos a las recicladoras. Los residuos generados por las industrias en los últimos cuarenta años han aumentado considerablemente. Desde 1960 la cantidad de desechos recolectados en Estados Unidos se han triplicado, alcanzando 254 millones de toneladas anuales.

La Unión Europea es la región con mayor conciencia sobre los impactos de la acumulación de desechos y haciendo uso de los mejores mecanismos y herramientas, le hacen frente a este problema. En países como Austria se recicla más del 60% de los residuos municipales, en Bélgica un 58%, y en el Reino Unido un 45%, según la Comisión Europea (2018). En América latina una de las causas por la cual el proceso de reciclaje no es igual a Europa y Norteamérica, se debe a la falta de recursos económicos, humanos e institucionales los cuales no permiten el desarrollo de procesos de reciclaje en la región (La República, 2019).

El presente proyecto tiene como propósito la elaboración de un estudio técnico en la reutilización de materiales perjudiciales para el medio ambiente, tales como el PVC (Policloruro de vinilo), que es un producto no degradable. Se propone un nuevo uso del mismo luego de haber cumplido su vida útil, aplicable en esta investigación a la sustitución gradual de los materiales actuales en tapas de alcantarilla y postes de alumbrado por el PVC, enfocándose en estudios previos y usos factibles como nuevo producto, fomentando la actividad del reciclaje sostenible.

Acorde a la perspectiva planeada, la búsqueda de soluciones está seccionada en cuatro capítulos, que consisten en el diseño de la investigación como capítulo I, en el

que se describe el planteamiento del problema, así como la justificación de la investigación; además de los objetivos planteados, entre otros temas de importancia para iniciar el estudio.

En el capítulo II se busca interpretar los antecedentes del PVC, sus orígenes, su relación en la industria de la construcción, considerando también investigaciones parecidas, más proyectos similares, sin olvidar los conceptos de referencia; por otro lado, se distingue la normativa local vigente dirigida a la propuesta, todo esto englobado en el marco teórico. En el capítulo III se muestra los tipos de investigación a realizar, las técnicas a utilizar, el enfoque, la población a la que van dirigidas las encuestas, los gráficos y porcentajes de respuestas y los análisis de las mismas.

En el capítulo IV se documenta todo el experimento, antes de esto se mencionan la fundamentación de la propuesta, en lo posterior se describen todos los materiales y las herramientas necesarias para la elaboración del poste y las tapas de alcantarillas, se incluye también dosificación de cada muestra, sus respectivas evidencias fotográficas, las observaciones de cada prototipo, y la propuesta económica. Por último, se escoge la opción más factible, y se definen las conclusiones y las recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1.1. Tema.

Elaboración de prototipos de tapas alcantarillas y postes de alumbrado, en base al PVC reciclado.

### 1.2. Planteamiento del Problema.

En la actualidad, dentro del panorama sostenible del planeta existe un conflicto en cuanto a la elaboración de productos con PVC (Policloruro de vinilo) debido a sus repercusiones en la salud humana y en el medio ambiente, en consecuencia, las opiniones divergentes desde el campo científico, técnico y económico se han hecho presentes en algunos países, los cuales han adoptado medidas relativas al periodo de existencia y los usos del PVC. Sin embargo, es necesario elaborar una investigación para identificar éstos procesos, así como un esquema amigable de producción con este material que pueda ser aplicado en varios contextos (Isan, 2017).

En términos específicos, una de las repercusiones de este tipo de plástico son los residuos de los compuestos y derivados que se pueden obtener a partir de él, esto es en consecuencia a la gran cantidad de aplicaciones en los distintos mercados. Unos de los organismos que han investigado las consecuencias del uso del PVC es Cherj (Center fo Health, Environment & Justice) y CEH (Center For Environmental Health), e indica lo siguiente:

Lo que ambas instituciones indican es que el PVC es un producto de poco post consumo, y mencionan cómo este plástico, la mayoría de veces, termina en los vertederos municipales, y los que no, se incineran. Más bien, exhortan el uso de productos metálicos, por su alta durabilidad, y esto tiende a ser un producto fácilmente reciclable. Inclusive CEH, menciona que desde finales de los noventa, la Asociación Americana de Recicladores de Plástico como no reciclable y contaminante, a causa de sus esfuerzos y proyectos fallidos para reutilizarlo. En definitiva, CEH apoya las soluciones de productos respetuosos con el medio ambiente (Center for Environmental Health, 2018).

No obstante, el PVC se utiliza mayoritariamente en aplicaciones de larga duración (sólo la industria de la construcción absorbe el 55% de la producción total de PVC).

El 64% de sus aplicaciones tienen una vida útil entre 15 y 100 años (tubos, ventanas, puertas, persianas, muebles, etc.); un 24% entre 2 y 15 años (electrodomésticos, automóvil, tapicerías, mangueras, juguetes, etc.). Sólo el 12% se utiliza en aplicaciones de corta duración. Entre 0 y 2 años (botellas, tarrinas, film para embalaje, etc.). Esta es una de las razones por las que el PVC se encuentra en cantidades pequeñas (0,7%) en los Residuos Sólidos Urbanos (Isan, 2017).

Desde 1950 hasta el 2015, los humanos han producido 8,3 billones de toneladas métricas de plásticos. La mitad de esta producción se ha generado solo en los últimos 13 años. Así lo revela una nueva investigación que fue publicada en el 2018, en Science Advances. Según la Universidad de Georgia, este es el primer análisis global que se ha realizado sobre la producción, uso y destino de este material. Los resultados de la investigación muestran que, de los ocho billones de toneladas producidas hasta el momento, 6,3 billones ya se han convertido en basura. Jenna Jambeck, una de las coautoras del estudio, explica que todos estos desechos generados por los seres humanos se quedarán en el planeta por cientos y miles de años, ya que la mayoría de plásticos no se degradan de una forma significativa.

La tendencia muestra que el 79% de estos desechos terminan en los ambientes naturales. Solo un 12% se incinera y un 9% se recicla. Esto se resume en 2,41 millones de toneladas métricas de residuos plásticos que se vierten cada año en los mares, procedentes de la contaminación humana en los ríos de todo el mundo. El alcalde de Guayaquil indica que algunos estudios vaticinan que en el 2050 la masa de plástico de un solo uso, no biodegradable, que afecta a mares, ríos y esteros, será tan grande como la masa de peces.

El reciclaje de plásticos es una opción muy útil para reducir los desperdicios sólidos, sobre todo el polietileno y el PVC que son comúnmente, tanto para la protección del ambiente y la conservación de los recursos naturales, sin embargo, los productos reciclados deben ser capaces de cumplir con las características del desempeño requeridas para su aplicación. Con esta premisa, se debe definir una investigación e implementar las metodologías de reciclaje de los plásticos, como lo es el reciclaje mecánico; además se pretende sentar una base en el país, para desarrollar procesos de reutilización de plástico en la fabricación de productos comúnmente utilizados de manera cotidiana en la vida de las personas.

Por otra parte, la ciudad de Guayaquil es el contexto ideal para desarrollar proyectos de éste tipo, ya que se evidencia un continuo deterioro del mobiliario urbano que forma parte de las redes de servicio público, tales como postes de alumbrado público y las tapas de alcantarillas, los mismos que son objeto de desgaste con el paso del tiempo al recibir el impacto de los agentes climáticos al estar a la intemperie.

Además, en lo referente a los postes de alumbrado público elaborados con materiales tradicionales como el hormigón y su exposición a fenómenos climáticos naturales y el paso del tiempo provoca que se deterioren, lo que genera daños en su estructura, y que estén propensos al colapso, causando daños a bienes de la comunidad o en el peor de los casos accidentes fatales a los transeúntes que estén circulando por el sector en que estén implantados.

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

¿De qué manera los desechos del PVC pueden ser reutilizados para elaborar prototipos de postes de alumbrados y tapas de alcantarillas como ornato para el espacio público?

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

¿Qué resultados se obtendrán al realizar este proyecto?

¿Cuál será el resultado con el PVC reciclado?

¿Cuál será la diferencia entre los nuevos productos y los que hay en el mercado?

¿Se reducirá el porcentaje de contaminación ambiental provocados por los residuos de PVC, al ser reutilizados en la fabricación de los mobiliarios urbanos propuestos?

¿Se reducirá el costo de fabricación de postes y tapas de alcantarillas usando el PVC reciclado?

¿Cuál será la resistencia de los nuevos elementos obtenidos a base del PVC reciclado?

### **1.5. Objetivo General.**

Elaborar un prototipo de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado, usando como materia prima el PVC reciclado, para reducir su impacto negativo en el medio ambiente después de su vida útil.

### **1.5.1. Objetivos Específicos.**

- Determinar las propiedades físicas que debe tener la materia prima para la fabricación de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado.
- Realizar un análisis comparativo de las propiedades físicas entre el hormigón y el PVC.
- Diseñar un prototipo de tapa de alcantarilla y de poste de alumbrado público con estándares de calidad y ambientales.

### **1.6. Justificación.**

El fin investigativo es evaluar sobre una base descriptiva las opiniones ambientales y constructivas referentes a los aspectos relacionados con el ciclo de vida del PVC, además de considerar, con vistas al desarrollo sostenible, una serie de opciones para reducir el impacto ambiental referente al correcto manejo de éste material en la construcción. Este documento servirá como base para una consulta con las partes interesadas con el fin de encontrar soluciones prácticas a las cuestiones sanitarias y medioambientales que plantea el PVC.

La siguiente investigación consiste en presentar dos elementos elaborados con PVC reciclado, como prototipos de tapas alcantarillas y postes de alumbrado, en la ciudad de Guayaquil, debido a que los componentes en las redes de servicio público, han sido focos de desgaste por su ubicación en la intemperie y de deterioro por el vandalismo, por esta razón se dará el enfoque a las distintas características de éste plástico y su aplicación considerando la inversión económica de este proyecto, cumpliendo con los estándares de calidad y las normativas vigentes.

Los directos beneficiarios son los habitantes de la ciudad de Guayaquil, puesto que en esta localidad se necesita la intervención urbana en el ámbito ambiental y constructivo, ya que los escombros de materiales de construcción, en algunas ocasiones, pueden quedarse meses en las esquinas de parques o en las calles; y se propone, bajo un estudio, determinar las etapas adecuadas en la utilización del PVC para el manejo adecuado de este material, con el objetivo de convertirse en una oferta de elementos urbanos diversos, con productos de altas prestaciones y calidad.

Acerca del desarrollo del PVC bajo el concepto de “nuevos productos” y del trabajo que significa imponer esta nueva tendencia en el uso del plástico, muchos movimientos en la actualidad exigen productos elaborados con la conciencia verde del reciclado y

el cuidado al medio ambiente, en conclusión, es importante indagar en ámbitos menos comunes como el mobiliario usado hoy en día por diferentes tipos de usuarios. Actualmente este campo es bastante amplio, y que tiene gran potencial para implementar el movimiento ecológico desde la perspectiva colectiva. La investigación se refleja en ámbitos que abarquen no sólo el diseño de mobiliario, o, el reciclado de materiales, sino que también abarquen otras raíces del diseño, como el industrial.

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

**Campo:** Educación Superior. Pregrado.

**Área:** Arquitectura

**Aspecto:** Investigación Explorativa.

**Tema:** Elaboración de prototipos de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado, en base al PVC reciclado.

**Delimitación espacial:** La Ciudad de Guayaquil.

**Delimitación temporal:** 6 meses

### **1.8. Hipótesis o Idea a Defender.**

El Policloruro de Vinilo (PVC), puede ser reciclado y usado en la elaboración de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado.

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

Elaboración de prototipos de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado,

#### **1.8.2. Variable dependiente.**

En base al PVC reciclado.

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

Materiales de construcción: materiales innovadores en la construcción

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes.

La expresión contaminación ambiental involucra toda alteración del medio ambiente (suelo, agua, aire) y en particular de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas de la biosfera, causada por cualquier sustancia, producto químico o material producido por el hombre que directa o indirectamente, presente características nocivas o tóxicas para todo el ser viviente y en particular para las poblaciones humanas (Giannuzzo, 2010).

Esto lleva un daño, que muchas veces es irreversible, al medio ambiente natural. Mayormente este deterioro es producido por la actividad industrial y sus desechos. Este fenómeno ecológico que resulta del mundo industrial, proviene desde hace mucho tiempo atrás pero se ha ido incrementando rápidamente en el último siglo por el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Romegialli, s/f).



*Figura 1.* Reciclaje de plástico  
*Fuente:* Pinterest, 2018

El reciclaje es el proceso de fabricación de nuevos productos, partiendo de un producto que ha servido a su propósito original. Si estos productos utilizados son desechados de manera apropiada al medio ambiente, el proceso de reciclaje se ha puesto en marcha. Los productos que están hechos de materiales como aluminio, botellas de agua de plástico, y ciertos tipos de papel, se pueden separar de la basura regular y poner en un contenedor de reciclaje adecuado. (Vivir sin plástico, 2016)

La disposición final de los residuos plásticos tiene un impacto ambiental en la medida en que los residuos sólidos sean eliminados en botaderos a cielo abierto; siendo ésta una práctica que predomina en la mayoría de los municipios. Dicha práctica se ha desfavorecido por la falta de aplicación de tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos, la falta de coordinación interinstitucional del tema, la falta de recursos financieros, el poco énfasis en la determinación de los costos de recolección y transporte. Todo lo anterior origina la poca utilización de tecnologías alternas para el manejo de los residuos plásticos. (Urdaneta, 2014)



**Figura 2.** Reciclaje de tubería plástica  
**Fuente:** manos abiertas, 2013

Uno de los productos industriales que más controversia causa es el Policloruro de vinilo (PVC), este plástico es utilizado en una amplia gama de aplicaciones tales como tubos para uso médico, tubería, calzado, materiales de escritorio, recubrimiento de suelos y paredes, asilamiento de cables eléctricos. Es un producto duradero y eficiente, hay una gran inquietud en torno a las propiedades altamente contaminantes que se le atribuyen (VirtualPro, s/f)

### 2.1.1. Origen del plástico y el PVC

Al hablar de plástico, no sólo se refiere a una sustancia en el entorno, más bien se lo usa de manera general para expresarse del ligado de objetos que contienen parte de éste material, que son reconocibles por su características, estructura y constitución. Estos elementos provienen de un conjunto de unidades llamadas polímeros, que constan de varias cadenas de moléculas de carbono e hidrógeno. De manera general, el plástico se lo obtienen de unir químicamente dos tipos de materias primas de origen natural o sintético. (Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible, 2014).



**Figura 3.** Identificación de Resinas de plástico

**Fuente:** Reciclaje y utilización, 2013

Este compuesto tuvo su origen en el año 1860, en Estados Unidos, en consecuencia a una contienda sobre cómo reemplazar el marfil natural en la elaboración de bolas de billar. El flamante ganador fue el inventor John Wesley Hyatt, que formó un tipo de plástico llamado celuloide. Este personaje dio cabida a la comercialización de varios productos hechos de este compuesto, principalmente en la industria del cine a término del siglo XIX. (Polimer Tecnic, 2016)

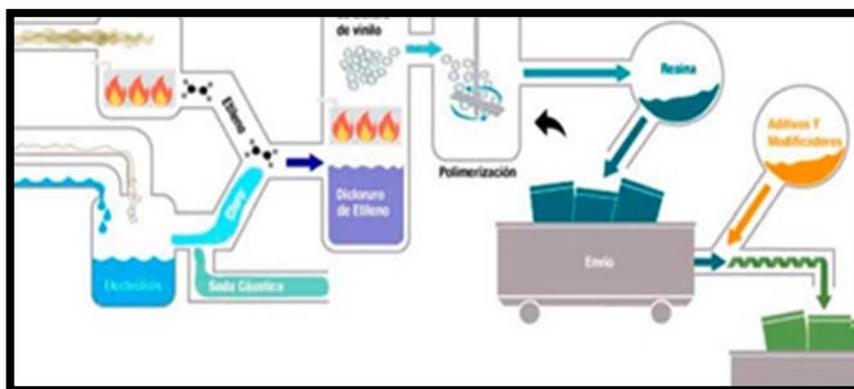
Posteriormente se descubrió el alquitrán, en 1909, con esta materia se originó un compuesto llamado la baquelita, proveniente de estudio realizado por el químico Leo Hendrick Baekeland que consistía en sintetizar un polímero mediante unidades de fenol y folmaldehído, determinado como el primer plástico sintético, y se le dio uso industrial como aislante eléctrico por sus propiedades de resistencia alta al calor, a la humedad y a la corrosión por ácidos. (Humplast, 2017)

Otro dato sobre el plástico, son los estudios químicos que se llevaron a cabo a principio del siglo XX, desde esa época se empezó la observación y análisis de sus reacciones químicas, y de esta forma se dieron nuevos descubrimientos de materiales con origen plástico. En el año 1930, se desarrollaron ensayos de elaboración de elementos plásticos a partir del petróleo, un ejemplo de esto es el nylon y el PVC, y en la década posterior ya existían componentes como el polietileno, los poliésteres, los poliuretanos y las resinas epóxicas.



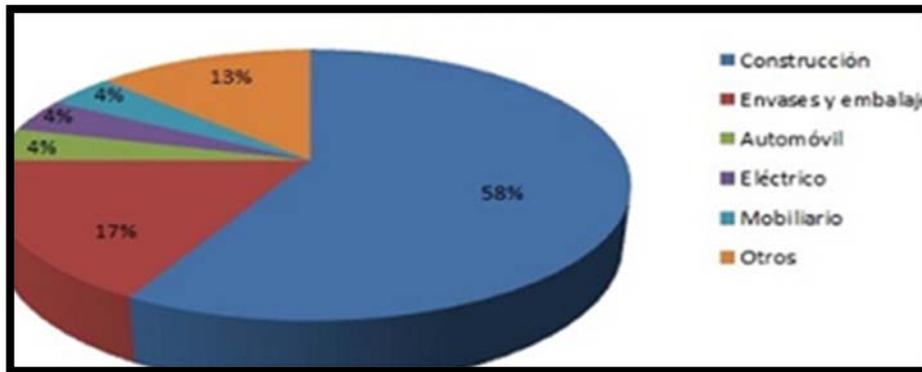
**Figura 4.** Tuberías de PVC  
**Fuente:** Acueducto, 2011

El Policloruro de vinilo (PVC) es un moderno, importante y conocido miembro de la familia de los termoplásticos. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales, las que son: cloruro de sodio o sal común (ClNa) (57%) y petróleo o gas natural (43%) siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos. Es utilizado en áreas tan diversas como la construcción, energía, salud, preservación de alimentos (Castro, 2011)



**Figura 5.** Proceso químico del PVC  
**Fuente:** AAPVC, 2015

Una distribución común del PVC por sectores se da de la siguiente forma:



**Figura 6.** Distribución del PVC por sectores  
**Fuente:** Tecnología de los plásticos, 2015

La historia del descubrimiento del PVC nos remonta a la primera mitad del siglo XIX e involucra a varias personas. En primer lugar, Henri Victor Regnault dio en 1835 con cloruro de vinilo mientras aplicaba una solución alcohólica al dicloretano, y asimismo descubrió el Policloruro de vinilo al exponer el monómero directamente a la luz solar. A pesar de ello, no fue consciente de lo que había hallado en su laboratorio, y fue necesario el trabajo de Eugen Baumann, casi cuatro décadas más tarde, para crear los primeros productos plásticos.

En la actualidad, el PVC se emplea para la fabricación de juguetes, envases, cañerías, cables y ventanas, entre muchos otros productos. Debido a que resulta más económico y durable que otros materiales, su uso se ha impuesto en todo el mundo. Es importante destacar que muchos grupos ecologistas condenan la utilización de PVC. De acuerdo a las denuncias, el proceso de producción de PVC implica la emisión de gases contaminantes y la generación de aguas residuales. Los aditivos que se le añaden para conferirle diversas propiedades, por otra parte, pueden ser cancerígenos.

Los productores de PVC, por supuesto, rechazan las denuncias, afirman que las emisiones contaminantes son equivalentes a las de otros materiales y sostienen que el PVC es reciclable. Por eso aseguran que las críticas al PVC obedecen a motivos políticos y económicos, no obstante, cada vez más son frecuentes las investigaciones sobre su determinación del ciclo de vida, y conforme pasan los años, se evidencia una de sus ventajas, la durabilidad, y ésta se le asocia en el medio constructivo.

### 2.1.2. Marco Referencial.

#### **Mejoramiento de la capacidad portante del CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) de una sub base granular con material proveniente de la provincia de Esmeraldas por medio de la adición de desechos de PVC- Lazcano & Narvaez, 2010 (Quito)**

Los autores de esta investigación realizan una serie de análisis para determinar la reutilización del PVC como elemento alternativo para mejoramiento del suelo, mediante el Ensayo de Relación de soporte de California (CBR); es así que los investigadores evidencian que existen casos en que los materiales granulares incumplen los requisitos mínimos de calidad regida por los entes viales pertinentes, y en compensación, la capacidad portante del suelo debe alterarse mediante herramientas mecánicas o químicas (Lazcano & Narváez, 2010).



*Figura 7.* Reacciones de los agregados  
*Fuente:* Lazcano & Narvaez, 2010

Los investigadores, además, destacaron que el suelo común propio de la mina Tachina, de acuerdo a la categorización del Sistema unificado de clasificación de suelos, es una arena mal granulada del tipo SP, con rastros de grava. Esta condición inició, para los autores del estudio, la justificación para investigar el análisis de los comportamientos que harán que esta materia pueda ser reutilizada para mejorar el suelo. (Lazcano & Narváez, 2010)

Sobre el marco ambiental, los investigadores indicaron que los desechos del PVC, son los ideales para ser reciclados y convertirlos en nuevos materiales, uno de los motivos principales es de que se tratan de desechos industriales no biodegradables; y esto se comprueba en que presenta una disminución de la densidad seca máxima mientras mantiene la resistencia del material, lo que determina que la relación densidad-resistencia es inversamente proporcional; sin embargo, al adicionar residuos

de PVC entre 12% y 25%, “se genera una relación directamente proporcional: mientras la densidad seca máxima disminuye la resistencia también” (Lascano & Narváez, 2010, pág. 47).

En definitiva, los autores del análisis determinaron que los residuos de PVC mejoran el CBR de una sub-base como agregado desde el 3% hasta el 9%, considerando que éste último es el porcentaje de adición óptimo; en cambio, al ingresar el 12% de desechos en adelante, el valor de la CBR tiende a disminuir. Por otro lado, Lascano y Narváez (2010), indicaron en su investigación que: “las principales empresas generadoras de desechos de PVC en el Ecuador son: Amanco-Plastigama, Bopp del Ecuador, Amcor Pat Packaging, Plásticos Rival, Pica, Plastiempaques y Plásticos Ecuatorianos” (pág. 50) (Lascano & Narváez, 2010, pág. 47)



**Figura 8.** Aplicación de los residuos de PVC al sustrato.  
**Fuente:** Lazcano & Narvaez, 2010

## **Evaluación De Polietilenos De Alta Densidad Reciclados Para Aplicaciones En Mobiliario Urbano- Bravo, 2008 (Guayaquil)**

Bravo (2009) determinó en esta investigación: “las propiedades mecánicas y reológicas de polietilenos de alta densidad reciclados, sin considerar la estabilización de estos reciclados” (pág. 2). Las propiedades reológicas son aquellas relevantes a la viscosidad, plasticidad, elasticidad y derrame de la materia. En este estudio se distinguió la eficiencia de mezclado agregando HDPE (polietileno de alta densidad), reutilizados con ayuda de una extrusora, con un diseño especializado por áreas de distribución. (Bravo, 2009)



*Figura 9.* Aplicación de polietileno a la extrusora  
*Fuente:* Bravo, 2009

El autor de la investigación indica que los materiales termoplásticos, como el polietileno de alta densidad, son versátiles, debido a que su uso en el reciclaje es variable conforme a las condiciones del procesamiento; además, el estado de degradación de los materiales usados en su investigación, incide en las pruebas reológicas que realizó; esto se evidencia en la curva unificada en los polietilenos que, también regula y optimiza las condiciones de los procesos o porcentajes de material reciclado adicionados en cada ensayo. (Bravo, 2009)



*Figura 10.* Placa obtenida

*Fuente:* Bravo, 2009

### **Uso de bloques de poliestireno expandido en terraplenes- Almeida, 2014 (Quito)**

En este trabajo de investigación, el autor realiza ensayos en bloques de poliestireno expandido (EPS), y sus aplicaciones en el sector constructivo. Por otra parte, también determina algunas comparaciones en cuanto a las especificaciones técnicas del este plástico expandido expuesto en las Normas ASTM; y el material distribuido en el ámbito local, además considera “el efecto que tiene la utilización de bloques de poliestireno expandido en terraplenes sobre suelos blandos” (Almeida, 2014, pág. 3)



*Figura 11.* Realización de pruebas de compresión en el bloque.

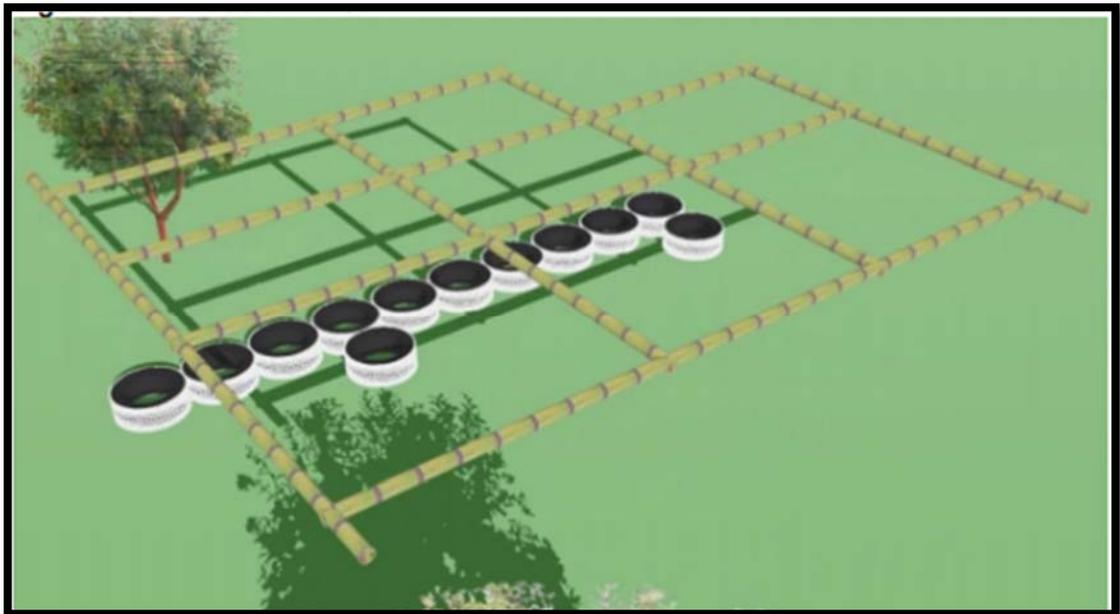
*Fuente:* Almeida, 2014

Mediante la realización de pruebas de laboratorio como compresión, flexión, absorción en bloques de poliestireno expandido, se indican las características

mecánicas de éstos elementos elaborados en el sector nacional, y si éstos tipos de bloques son capaces de resistir cargas de tráfico; también se sugiere el proceso de uso en ejecución de obras de construcción; a parte de los criterios y lineamientos estándares para determinar diseños y cálculos en terraplenes, y finalmente determina una comparativa en precios de construcción (Almeida, 2014).

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

El ing. Civil Fabio Argüello (2015), realizó una investigación sobre la posibilidad de utilizar material reciclado en la construcción de una vivienda de bajos recursos; la estructura que propone el autor es generada por materiales como, la guadua, la arena, neumáticos, botellas de plástico, cemento y acero. Siendo estos últimos los más costosos pero los que en menos cantidades se necesitan dado que los otros permiten que los costos de construcción sean menores y tengan el mayor protagonismo dentro del proceso constructivo (Argüello, 2015).

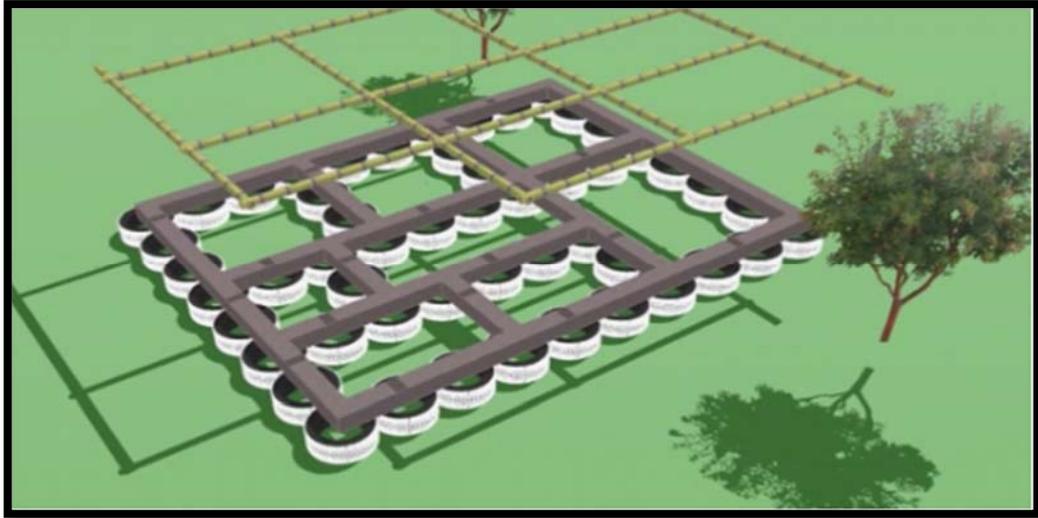


*Figura 12.* Cimentación virtual propuesta.

*Fuente:* Argüello, 2015

El autor hace referencia a los diseños previos para la vivienda y su factibilidad, para esto realizó varios análisis de las cargas estáticas que se generan, teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través de SAP. Los materiales que se proponen para la

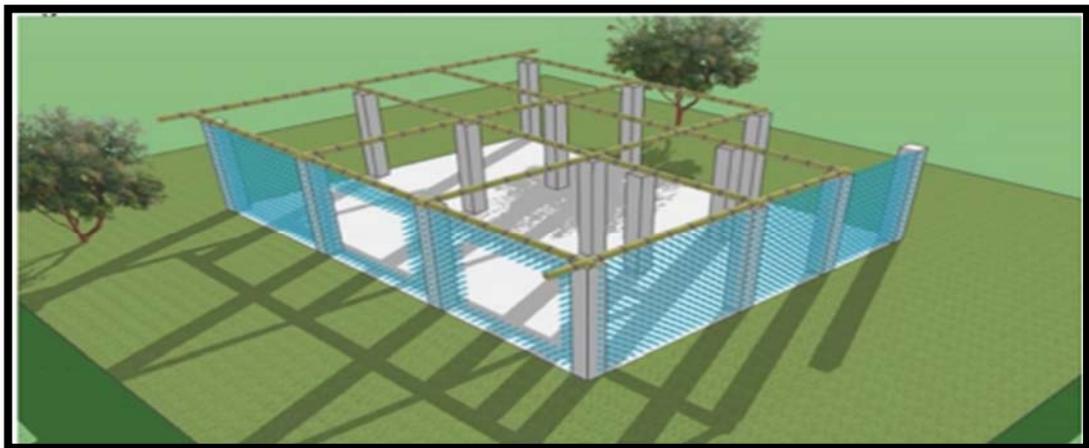
construcción, según el investigador “son de gran resistencia y de fácil acceso, lo que permite reducir costos y disminuir los impactos medioambientales” (Argüello, 2015).



**Figura 13.** Cimentación virtual propuesta.

**Fuente:** Argüello, 2015

En este estudio no se contempla un análisis de cargas dinámicas, pero Argüello asegura que es una vivienda ligera y flexible que puede llegar a resistir movimientos telúricos. El impacto social que genera el proyecto es positivo, pues este permite mejorar la calidad de vida de aquellas personas que no cuentan con los recursos suficientes para una vivienda, adicional el proyecto logra satisfacer la necesidad básica de una población, pues este, está pensado para brindar esta oportunidad a varias familias necesitadas. (Argüello, 2015)

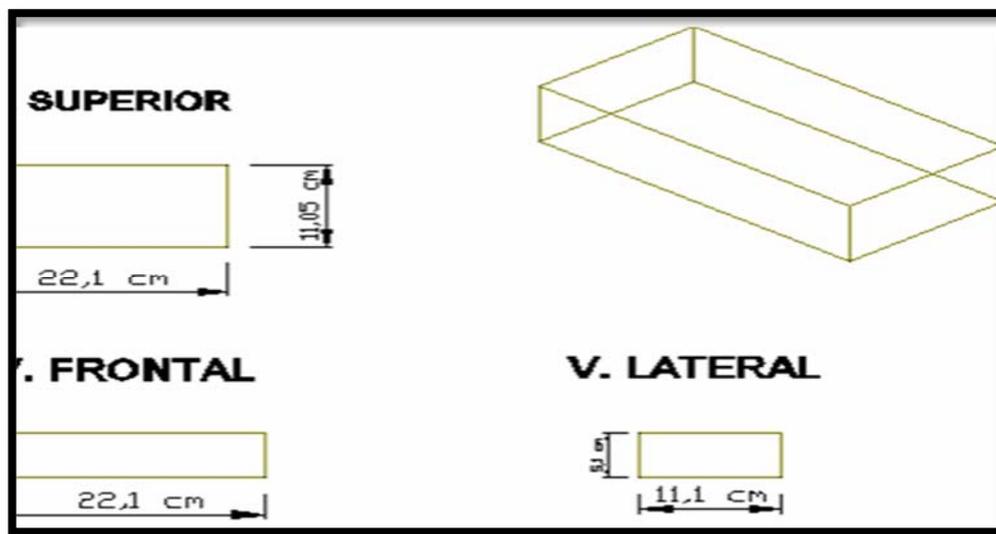


**Figura 14.** Paneles virtuales propuestos

**Fuente:** Argüello, 2015

## Análisis de la determinación de las propiedades físico y mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado- Paz, 2014 (Perú)

El presente trabajo de grado de Erwin Paz (2014), analiza las características físico-mecánicas de un ladrillo de plástico reciclado como una propuesta para reemplazar el ladrillo tradicional de arcilla, convirtiéndose en una opción que se aplique en la construcción de viviendas de interés social. Se partió de la normatividad referente a los ladrillos empleados como unidades de mampostería en la construcción de viviendas y de acuerdo con ella se vio la necesidad de identificar mediante una serie de ensayos técnicos y caracterizaciones al espécimen las posibilidades constructivas que se pueden realizar con la utilización de material plástico reciclado. (Paz, 2014)



**Figura 15.** Dimensiones de los ladrillos  
**Fuente:** Paz, 2014

El ladrillo propuesto está compuesto de 70% de Polietileno Tereftalato PET (Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, frascos varios, películas transparentes, fibras textiles, laminados de barrera, envases al vacío, bolsas para horno, bandejas para microondas, cintas de video y audio, geotextiles, películas radiográficas); y 30% de Polietileno de alta densidad PEAD (Envases para detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas para supermercados y menaje, cajones para pescados, gaseosas y cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para gas, telefonía, agua potable, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas). (Paz, 2014)



**Figura 16.** Pruebas realizadas a los ladrillos  
**Fuente:** Paz, 2014

En definitiva, el ladrillo de plástico reciclado propuesto tiene una combinación de 70% de PET y 30% de PEAD (Polietileno de alta densidad) lo que lo hace un ladrillo liviano por el peso específico de la materia prima y a su vez por su alto contenido de PET un material combustible de muy baja propagación de llama y buen aislante térmico. Al ser sometido al ensayo de alabeo el ladrillo de plástico reciclado presenta caras uniformes lo que lo haría de fácil instalación y acoplamiento; y en su ortogonalidad presentó una desviación de 0.8mm la cual se mejoraría por la utilización del molde optimizado expuesto en el proyecto. (Paz, 2014)



**Figura 17.** Pruebas realizadas a los ladrillos  
**Fuente:** Paz, 2014

De los ensayos físico - mecánicos realizados al ladrillo de plástico reciclado tipo estándar tiene muy bajo porcentaje de absorción de agua en promedio de 0,29%, al ser sometidos a fuerzas de flexión el ladrillo se rompe a un ángulo de 45° aproximadamente soportando una presión promedio de 831.312,88Pa, lo que lo hace un ladrillo altamente resistente a la rotura, el ladrillo de plástico reciclado tiene un alto grado de resistencia a la compresión horizontal de 212,6 Kgf/cm<sup>2</sup> y verticalmente 239 Kgf/cm<sup>2</sup> y se clasifica como un material frágil según su análisis de esfuerzo – deformación. (Paz, 2014)

### **Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado- Zavala, 2015 (El Salvador)**

El siguiente documento presenta la investigación realizada sobre el diseño de mortero hidráulico para construcción, elaborado con la mezcla de cemento portland, arena, agua y PET (Tereftalato de polietileno, plástico con la que se elaboran los envases plásticos de las botellas de jugos, agua y gaseosa), dicha mezcla pretende ser un modelo para implementarlo como un nueva tendencia en la construcción; considerando al mismo tiempo la utilización de un material no biodegradable que es desechado y que genera una alta contaminación ambiental. Al mismo tiempo la investigación pretende el desarrollo de una construcción más sostenible, buscando mantener el potencial y capacidad de cubrir las necesidades actuales y futuras de la sociedad. (Zavala, 2015)



**Figura 18.** Aplicación de adoquines fabricados  
**Fuente:** Zavala, 2015

Podemos considerar como elementos arquitectónicos a aquellos que cumplen funciones decorativas o estéticas, dicha definición la ampliamos en nuestra investigación e incluimos para ello aquellos elementos que, aunque no hagan una función estrictamente estética, no cumplen funciones estructurales dentro de las edificaciones; de las cuales podemos mencionar: paneles, losetas, divisiones, aceras peatonales adoquinadas, zócalos. Todo ello con el propósito de tener una gama más amplia a la hora de definir los elementos que se diseñaran como prototipo. (Zavala, 2015)



**Figura 19.** Pruebas a los adoquines fabricados  
Fuente: Zavala, 2015

**Tabla 1**  
*Tabla comparativa de materiales*

| Nº | Elemento            | Dimensiones |       |         | Cantidad de material para elaborar prototipos (kg) |               |
|----|---------------------|-------------|-------|---------|--|---------------|
|    |                     | Largo       | Ancho | Espesor | Cemento  | Plástico(PET) |
| 1  | Adoquín tradicional | 28          | 18    | 5       | 3.02   | 1.51          |
| 2  | Adoquín romano      | 24          | 22    | 8       | 5.07   | 2.53          |
| 3  | Adoquín corbatín    | 24          | 12    | 6       | 2.07   | 1.03          |
| 4  | Adoquín rectangular | 40          | 20    | 6       | 5.76   | 2.88          |
| 5  | Adoquín cuadrado    | 20          | 20    | 6       | 2.88   | 1.44          |
| 6  | Gramoquín diagonal  | 40          | 40    | 8       | 15.36  | 7.68          |
| 7  | Gramoquín ecológico | 40          | 25    | 6       | 7.2  | 3.6           |
| 8  | Fachaleta           | 28          | 14    | 5       | 2.35   | 1.18          |
| 9  | Panel               | 244         | 122   | 2       | 87.34  | 43.67         |
| 10 | Zócalo              | 40          | 8     | 3       | 1.15   | 0.58          |

*Elaborado por:* (Zavala, 2015)

Para la elaboración de cada uno de los elementos se consideró la cantidad de material que utilizaremos para cada uno, tomando en cuenta el volumen del elemento diseñado. Se tomó como parámetro que para un metro cubico (1m<sup>3</sup>) de mortero se necesitan 12kg de cemento y 6kg de plástico molido, en base a la proporción antes descrita. Por lo anterior, se detalla a continuación una tabla donde se especifican los

elementos considerados y las medidas estándar de cada uno de ellos, aclarando que en el caso de los adoquines son para áreas de circulación peatonal (Zavala, 2015).

### **Poste Ecológico de Barragán y Benavides-2008**

*Lupe Benavides* y *Juan Barragán* egresados en Zootecnia, son los encargados de comercializan el denominado *poste ecológico* de plástico para cerramiento; como un producto original y con una inversión de \$ 100.000 en la importación de maquinaria. La idea es una alternativa al poco tiempo de durabilidad de la madera y la complejidad de utilizar productos de cemento, por el peso. (El Universo, 2014)

“Me costó 3 años de investigación. El 50% de la adaptación para hacer el poste es lo que se ha inventado: el sistema de enfriamiento, de aleación, compactación” (Barragán 2014). Tanto él como Benavides, destacan que el producto está patentado en el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI), desde el 2008. Además, dicen que tiene una durabilidad de 50 años en promedio. Actualmente ofrecen artículos para hacer cercas, especialmente agrícolas y corrales, además para puentes peatonales, o bases para casas. (El Universo, 2014)

“Ha sido difícil (entrar al mercado), el producto es industrializado, con todos los avales técnicos, mientras mi competencia es un producto natural, un árbol que usted lo puede talar, no le va a costar nada, es difícil convencer a la ciudadanía” (Benavides, 2014). Benavides dijo que están procesando 120 toneladas al año de material reciclado y este 2014 aspiran a llegar a 200 toneladas, en tanto Barragán precisa que han comercializado más de 30.000 postes, desde el 2011. El año pasado su facturación fue de \$ 125.000 y para 2014, prevén unos \$ 140.000. (El Universo, 2014)



**Figura 20.** Poste ecológico  
**Fuente:** El universo, 2014

- **Postes de ganadería de Fundación Alpina -2014**

Otro ejemplo es de la **Fundación Alpina**, que ha puesto en marcha un plan de reciclaje y reutilización de los envases plásticos de los yogures producidos por Alpina Ecuador con el fin de minimizar el impacto que podrían generar en el medio ambiente al ser convertidos en desecho. El proyecto, que de momento se ejecuta en el cantón Mejía (Pichincha), cuenta con el apoyo y el trabajo conjunto de la Asociación de Recicladores Romerillos y con un artesano de plásticos de la zona que cuenta con licencia ambiental para el desarrollo de su oficio. (Quebakan, 2015)



*Figura 21.* Poste ecológico  
*Fuente:* El universo, 2014

Esta cadena de reciclaje trabaja así; la planta de Alpina en Machachi recibe los envases de yogurt que son productos de devoluciones del mercado o cuenta con envases “no aprovechables” que no cumplen con las garantías para la adecuada conservación de los alimentos lácteos, éstos envases plásticos son entregados a la Asociación de Recicladores Romerillos. En la actualidad se le entrega un promedio de 8000 kilos al mes. La Asociación Romerillos comercializa los envases (USD 0,18/kilo) para producir postes para ganadería con ese material. Los postes son elaborados por un artesano de plásticos, actualmente Romerillos con el apoyo del Municipio de Mejía y la Fundación Alpina tramita un crédito del BNF para contar con su propia máquina de producción de plásticos reciclados. (Quebakan, 2015)

Una vez elaborados los postes, **Alpina** los compra al artesano para venderlos a los proveedores ganaderos de la empresa en su Almacén de Insumos Veterinarios. Los postes fabricados sirven para la reposición de cercas de postes de madera, división de potreros y especialmente en la construcción de cercas eléctricas. Además, estos “ecopostes” por su función ambiental en el sistema productivo, tienen múltiples

ventajas: duran 100 años a la intemperie; no se descomponen en la tierra; no se oxidan ni se corroen; son resistentes a la humedad y a la salinidad, a ácidos y disolventes; son inmunes de por vida a roedores, hongos, bacterias e insectos; son fáciles de lavar y desinfectar; son de fácil instalación, removibles y reutilizables (Quebacán.con, 2015).



*Figura 22.* Poste ecológico  
*Fuente:* Quebacán.com, 2014

Con esta iniciativa Alpina y la Fundación Alpina trabajan en beneficio del medio ambiente aportando, a la vez, al desarrollo de actores económicos como son recicladores y artesanos. “Asimismo, se genera un ahorro económico para los ganaderos ya que el costo final del ‘eco poste’ es casi un 40% más bajo que el poste común, elaborado con un material de larga vida, completamente aislante, de plástico que antes iba al relleno sanitario”(Aldeán, 2015). (Quebakan, 2015)

### **Postes plásticos de ENKADOR- 2012**

Existe en el país una compañía llamada **ENKADOR** que es la primera empresa dedicada al reciclaje y transformación de objetos plásticos, y receptor todo el material recolectado en la Expo CIMA KIDS, el cual será procesado en la planta ubicada en el Valle de los Chillos- Sangolquí. Fernando Carrera, Gerente de Mercado comenta que cuentan con maquinaria de alta tecnología para procesar botellas de plástico post consumo, de las cuales obtendrán los llamados “pets” que no es más que la materia

prima del que se elaboran botellas, baldes, macetas, y otros artículos de plástico. (Ecuador forestal, 2012)

Una vez que el producto se acopia en pacas, es trasladado a las máquinas procesadoras, en donde cada botella, ingresará a la sección de lavado. Etiquetas y tapas serán desprendidas. Luego la trituradora las convertirá en material “escama”, serán lavadas nuevamente con productos químicos para ingresar a la fase final, en donde unos reactores convertirán estas “escamas” a base de temperatura y presión en los mencionados “pelets” Carrera (2015) indica que: “Las tapas y etiquetas no constituyen un desecho, puesto que de ello se puede generar postes plásticos e incluso paredes para construcción de viviendas. Lo que nos interesa es dejarles una idea clara de que podemos hacer cosas buenas, productivas y útiles con este material”. (Ecuador forestal, 2012)



*Figura 23.* Poste ecológico  
*Fuente:* Ecuador forestal, 2012

### **Postes de luz- Liter of light-2012**

*Liter of Light* es una institución de la ONG que se dedica a ofrecer soluciones para que los países en vías de desarrollo puedan tener una fuente de iluminación barata y eficiente. Su solución: farolas que están fabricadas, entre otras cosas, con botellas de plástico reusadas. Utiliza una solución simple y ecológica para iluminar comunidades en zonas alejadas de las redes de energía eléctrica. Inspirados en una idea del brasileño Alfredo Moser, que utiliza botellas plásticas con agua más un líquido corrosivo y transparente de olor muy fuerte, formado por una disolución de sales alcalinas, llamado

lejía, para iluminar las casas, el proyecto utiliza una técnica simple para cambiar la vida de personas en todo el mundo. (EcoInventos, 2016)

Su simplicidad es sorprendente. Una lámpara LED de 3 vatios se conecta a un controlador y una batería que se carga gracias a un diminuto panel solar. Para proteger la lámpara se usan botellas de plástico, lo que hace que el conjunto completo no llegue a costar 70 dólares. No necesita ninguna infraestructura para funcionar de forma autónoma. El resultado es brillante, equivalente a la claridad de una bombilla de 60 vatios en promedio. (EcoInventos, 2016)



**Figura 24.** Alumbrado de luz con PVC  
**Fuente:** Ecuador forestal, 2012

### **Eco-Rubber de Aimplas- 2013**

En cuanto al proceso de reutilización y reciclado de plásticos, la empresa *Aimplas* le da una oportunidad para la construcción y el equipamiento urbano, valorando que uno de cada cinco materiales plásticos es consumido en el sector de la construcción, además que el plástico mantiene significativas ventajas como su ligereza, su óptima procesabilidad y la flexibilidad que aporta al diseño. *Aimplas* presenta dos posibles aplicaciones con los que la industria del plástico puede mejorar el final de la vida útil de estos productos. Se trata de los proyectos Polimix y Eco-Rubber. (Tendencias, 2013)

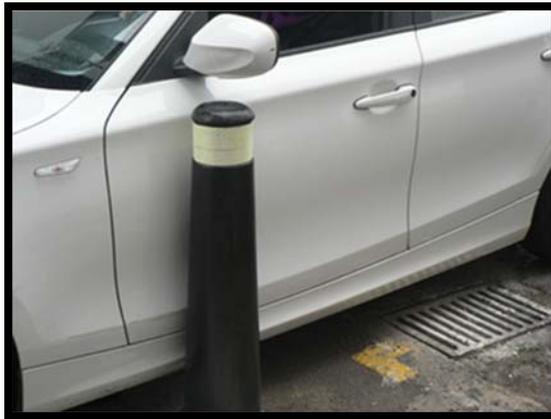


**Figura 25.** Plástico triturado  
**Fuente:** Inter empresas, 2013

En el trabajo de cómo mejorar estos aspectos en el sector de la construcción, se encuentran dos proyectos de I+D+I (Investigación, desarrollo e innovación) llevados a cabo en España. El primero de ellos es Polimix, una investigación subvencionada por la Unión Europea dentro del programa LIFE; que es un instrumento financiero de la unión europea, nacido en el año 1992, destinado a la Aplicación y desarrollo de la política y legislación comunitaria en materia de medio ambiente, a través del cual se ha desarrollado un tramo de carretera donde se han empleado diferentes residuos plásticos. (Tendencias, 2013)

En concreto, se han hecho 4 tramos diferentes, de medio kilómetro cada uno, con residuos de Polietileno (PE) procedentes de envases, residuos de Poliestireno (PS) procedentes de perchas, residuos de caucho a partir de neumáticos fuera de uso y residuos de Polietileno (PE) y Polipropileno (PP) provenientes de tapones de envase.

Esta carretera fue construida e inaugurada en septiembre de 2012 en Madrid y los resultados obtenidos hasta el momento (pruebas de laboratorio y planta piloto) demuestran que las mezclas bituminosas modificadas cumplen con la normativa vigente PG-3 referentes entre otros a la sensibilidad al agua o a pista de laboratorio, presentando un mejor comportamiento frente a las deformaciones permanentes de los plásticos del firme. Esta mejora supone un incremento en el ensayo de rodadura con respecto a la mezcla de referencia (que no lleva residuos). (Tendencias, 2013)



**Figura 26.** Bolardo hecho de caucho reciclado  
**Fuente:** Inter empresas, 2013

El resultado es un aumento de la vida útil de los materiales plásticos y una mejora económica directa en el mantenimiento de las carreteras; con la carretera ya hecha y en pleno funcionamiento se está monitorizando su comportamiento estructural: fatiga al tipo descendente, deformación permanente, deterioro bajo el efecto del agua, evolución del módulo de rigidez elástico y del módulo resiliente y formación de roderas (Tendencias, 2013).

#### **Canaletas de ALQUI-ENVAS medio Ambientes- 2016**

Otro ejemplo importante es de la empresa española **ALQUI-ENVAS Medio Ambiente** que dispone a sus clientes de gran variedad de productos fabricados con plástico reciclado; todos los productos son el resultado de la experiencia tanto en su funcionalidad como en su diseño. Además, su compromiso social se demuestra por medio de campañas de Comunicación Ambiental junto con los materiales y logística. (Alquienvas, 2016)



**Figura 27.** Canaleta de ventilación con plástico reciclado  
**Fuente:** ALQUI ENVAS, 2016

La empresa garantiza que la fabricación de los productos es con materiales plásticos de alta calidad 100% reciclables, sostenibles, sin imprimaciones, y sin aditivos. Ellos ostentan el galardón de la etiqueta Ángel Azul, que determina los productos con baja incidencia ambiental. Estos productos son diseñados con una larga vida útil, además de una garantía de 15 años, inalterables al paso del tiempo, montaje rápido, productos bajo constante control y reconocimiento, también contienen estabilizantes a los rayos UV, por lo que son resistentes a la intemperie, a ácidos, aceites, sales y agua de mar (Alquienvas, 2016).

## **2.2. Marco Conceptual**

Con la finalidad de comprender algunos términos que son utilizados en el desarrollo de esta investigación, se presenta la definición de los siguientes conceptos; los cuales permitirán una mejor comprensión del proyecto a desarrollar, tales conceptos se emplearán según la temática acorde al PVC, su proceso de industrialización y reciclado, postes de alumbrado, tapas de alcantarillas, entre otros tópicos que se presentan a continuación:

### **2.2.1. Policloruro de vinilo (PVC)**

PVC es la denominación por la cual se conoce el Policloruro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrógeno y carbono. En su estado original, el PVC es un polvo amorfo y blanquecino. La resina resultante de la mencionada polimerización es un plástico que puede emplearse de múltiples maneras, ya que permite producir objetos flexibles o rígidos (Pérez & Gardey, 2015).

#### ***Características del PVC*** (TERMISER, 2017)

- El PVC se fabrica en un 40% de petróleo y un 60% sal común, por lo que es el material plástico con menor dependencia del petróleo para su fabricación.
- Su principal característica, y lo que hace que sea un material especialmente beneficioso para la protección de elementos y personas, es que no es un conductor eléctrico ni térmico, por lo que se trata de un aislante natural.
- El PVC es un buen aislante acústico, ya que no conduce ondas sonoras.

- Para fabricarlo, se realiza un proceso de polimerización del cloruro de vinilo, cuya fabricación se realiza por medio de cloro y etileno.
- El PVC es un material muy ligero, además es inocuo químicamente, por eso, además de utilizarse en el sector de la protección, también se utiliza en los campos de la medicina y la alimentación.
- Es un tipo de termoplástico, lo cual quiere decir que se deforma con el calor. La temperatura a la que comienza a deformarse es 140° C, una vez se recupera una temperatura inferior, el PVC vuelve a solidificarse, aunque no recupera su anterior forma.
- El PVC es resistente a la corrosión y la oxidación, por lo que apenas tiene gastos de mantenimiento, ni debe sustituirse.
- El PVC tiene una gran resistencia a la fuerza de choque.
- Más del 65 del PVC tiene una vida muy larga, pudiendo llegar incluso a durar hasta 100 años.
- La producción del PVC demanda mucha menor energía que cualquier otro material alternativo.
- Su composición hace que sea un material prácticamente ignífugo, por lo que resiste bien al fuego. No propaga la llama, no gotea en caso de ser alcanzado por el fuego y comienza a quemarse a una temperatura muy superior que otros materiales plásticos.
- El PVC es un material totalmente reciclable, por lo que puede reincorporarse al proceso productivo una vez utilizado.

*Propiedades físicas del PVC* (UCA – Facultad de Química e Ingeniería “Fray Rogelio Bacon”, S.f)

**Termo plasticidad:** Esta propiedad les permite que bajo la acción del calor se reblandezca, y puede así moldearse fácilmente; y al enfriarse recupera la consistencia inicial y conserva la forma que se pretendía obtener. La diferencia con los termoestables en que éstos últimos no funden al elevarlos a altas temperaturas, sino que se queman, siendo imposible volver a moldearles. En la industria existen dos tipos:

**Rígido:** para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro (que se oxida más fácilmente).

**Flexible:** cables, juguetes, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados.

**Forma y Tamaño de la Partícula:** De forma esférica y en casos similar a una bola de algodón. El tamaño varía según sea resina de suspensión (40 – 80/120 micrones) o de pasta (0.8 – 10 micrones)

**Porosidad de la Partícula:** Característica de cada tipo de resina. A mayor porosidad, mayor facilidad de absorción del plastificante, acortándose los ciclos de mezclado y eliminando la posibilidad de que aparezcan “ojos de pescado” en el producto terminado.

**Peso Molecular:** Al disminuir el peso molecular, las temperaturas de procesamiento de las resinas serán más bajas y serán más fácilmente procesables; las propiedades físicas en el producto terminado, tales como la tensión y la resistencia al rasgado, serán más pobres; el brillo y la capacidad de aceptar más carga será mejor y la fragilidad a baja temperatura será menor.

**Estabilidad Térmica:** A mayor peso molecular, mayor estabilidad térmica. Durante su procesamiento, la resina se degrada al recibir calor y trabajo. La degradación se presenta en forma de amarillamiento y empobrecimiento de las propiedades mecánicas del producto. Es para evitar esto que se adicionan los estabilizadores.

### **2.2.2. El reciclaje**

#### ***Reciclaje:***

Proceso de recuperación de elementos físicos o químicos aún útiles, provenientes de materiales que han servido para un propósito específico y que pueden volver a ser usados para el mismo u otro propósito. (Zavala, 2015)

#### ***Plástico reciclado:***

Consiste básicamente en recolectar, limpiar, seleccionar por tipo de material y fundirlos de nuevo para usarlo como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeado de otros productos. (Zavala, 2015)

#### ***Reciclaje en la construcción***

El crecimiento constante de población ocasiona diferentes problemáticas, siendo dos las principales relacionadas con la industria de la construcción: la falta de viviendas para la población de bajos recursos y el creciente deterioro ambiental ocasionado por la generación de desechos no biodegradables. Entre las soluciones se encuentra el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de construcción, empleando nuevas tecnologías y materiales que disminuyan el impacto ambiental (reduciendo el gasto de energía y materias primas que requieren los elementos de construcción convencionales), que sean de bajo costo en su elaboración y de procesamiento sencillo; y en este rango se considera el plástico utilizado en la elaboración de botellas PET (Politereftalato de etileno) (Flores, 2016).



**Figura 28.** Vivienda hecha de plástico reciclado

**Fuente:** Plataforma Arquitectura, 2012

El Politereftalato de etileno (PET), proveniente de las botellas plásticas y es utilizado en otros países en la fabricación de viviendas para poblaciones vulnerables y en múltiples materiales para la construcción. Todo surge con la filosofía de aportar a la conservación del medio ambiente, bajo la premisa de darles aplicación y utilización a los residuos plásticos. (Flores, 2016)

Mencionando varios años de investigación sobre las propiedades del material reciclado, se lograron desarrollar elementos que anteriormente se fabricaban en madera, concreto y acero; no solo con las mismas características y propiedades mecánicas, sino alcanzando ventajas y beneficios con respecto a los materiales tradicionales. El reciclaje de desechos, ha permitido crear nuevos materiales de construcción, que por lo regular suelen ser sumamente resistentes y económicos. Uno de los materiales que más aplicación tiene en la industria de la construcción es el

plástico denominado PET, ya que por sus características y resistencia puede ser utilizado tanto para la construcción de elementos divisorios como muros, celosías y losas; como para construir edificaciones completas. (Flores, 2016)



*Figura 29.* El plástico en la construcción  
*Fuente:* Hoy construcción, 2013

La utilización de las botellas de plástico como material de construcción permite tener una mayor diversidad de productos y materiales de construcción, considerando además las ventajas que el plástico combinado con el cemento y los agregados poseen; por lo que se pueden mencionar algunas ventajas:

- A) Uso creativo de la basura.
- B) Cuidado de la tierra.
- C) Material de construcción de muy bajo costo.
- D) Construcciones térmicas y de menor peso.
- E) Uso eficiente de recursos disponibles.
- F) Acceso a una vivienda, por parte de personas de bajos recursos económicos.

Proceso para el reciclado de plástico

A continuación, se describirán los pasos que se requieren para el reciclado de plásticos en general:

1. Clasificación de los desechos

Los plásticos son seleccionados dependiendo de su dureza y también de acuerdo al tipo de plástico, como, polipropileno o polietileno.

#### 2. Molienda o triturado:

Seguido de la selección de dureza o suavidad de los plásticos, estos son agrupados en diferentes tipos de trituradoras y molidos en las mismas.

#### 3. Lavado:

Las partes producidas a partir de la molienda son sometidas a un proceso de lavado especial dependiendo del tipo de plástico. Para los duros, el lavado es por polvo de sosa o detergente sintético y para los plásticos suaves el lavado es por gas.

#### 4. Deshidratado y secado:

Estos residuos de plásticos son llevados a unos hornos especiales de secados para deshidratarlos y así poder retirar su humedad. Si el material aún queda húmedo después de esta etapa lo que normalmente se hace es evaporizarlos por medio de un husillo de calentamiento.

#### 5. Moldeado en comprimidos:

El producto de este proceso de reciclado es moldeado en comprimidos primero de madurarse en productos o antes de mezclarlos con otro tipo de materiales. La máquina que los comprime, estrujador, cuenta con un sistema de enfriamiento con gas (Vossebürger, 1992).

### **2.2.3. Mobiliario urbano**

Los mobiliarios urbanos son los elementos fijos que localizamos en los espacios públicos como los parques para nuestro servicio. Entre algunos de estos mobiliarios se encuentran: bancas, alumbrado, basureros, cacetes telefónicas, paradas de camiones, entre otros implementos de servicio (Santos, 2019).

#### *Características de los mobiliarios urbanos*

**Función:** Se hará un listado del mobiliario urbano necesario y las condiciones requeridas para su óptimo funcionamiento. Para ellos este tema debe de tratarse en alguna junta con el comité de parque y los vecinos. (Santos, 2019)

**Durabilidad:** Se deberá tener en cuenta las condiciones climáticas del lugar, el material y la construcción del mobiliario urbano. De igual manera se debe de tener en

cuenta otras condiciones excepcionales como lo son el vandalismo, entre otros. (Santos, 2019)

**Intensidad de uso:** Es preciso considerar la durabilidad y la permanencia que tendrá cada mueble en el parque. Ya sea que se quede fijo al momento de instalarse o que en algún momento sea necesario reacomodarlo. (Santos, 2019)

**Costo:** Se debe de tener en cuenta tanto el costo inicial, así como el costo de mantenimiento de éste. Es preciso poder realizar recaudaciones de fondos mediante actividades para juntar lo necesario para la instalación de los muebles. (Santos, 2019)

#### **2.2.3.1. Postes de alumbrado**

Se conoce como poste de luz a aquel que permite el tendido del cableado eléctrico o que tiene un foco en su parte superior para iluminar un espacio público. Los alambrados, por otra parte, cuentan con postes que sirven para el despliegue de los alambres (Pérez & Gardey, 2014)

#### ***Consideraciones para diseño de alumbrado***

- La complejidad y velocidad de circulación de la vía o vías.
- Tránsito de vehículos y control de tráfico.
- Tipos de vías.
- Tránsito de peatones.
- Necesidad de diferenciación de los objetos presentes en el ambiente.
- Necesidades de los usuarios del sector.
- Nivel de seguridad del sector.
- Necesidad de conservar el carácter arquitectónico del lugar.
- Posibles proyectos de expansión.
- Disponibilidad del espacio suficiente para el proyecto.
- Ubicación de otros servicios públicos cuya reubicación es más costosa o es inviable.
- Presencia de árboles e interferencias de los mismos en las redes de AP y en la iluminación.
- Nivel de contaminación de la misma.

#### **2.2.3.2. Tapas de alcantarillas**

La tapa de alcantarilla es una pieza usada para cerrar alcantarillas, que se dispone en varias secciones de la calzada.

#### **2.2.4. Materiales de construcción:**

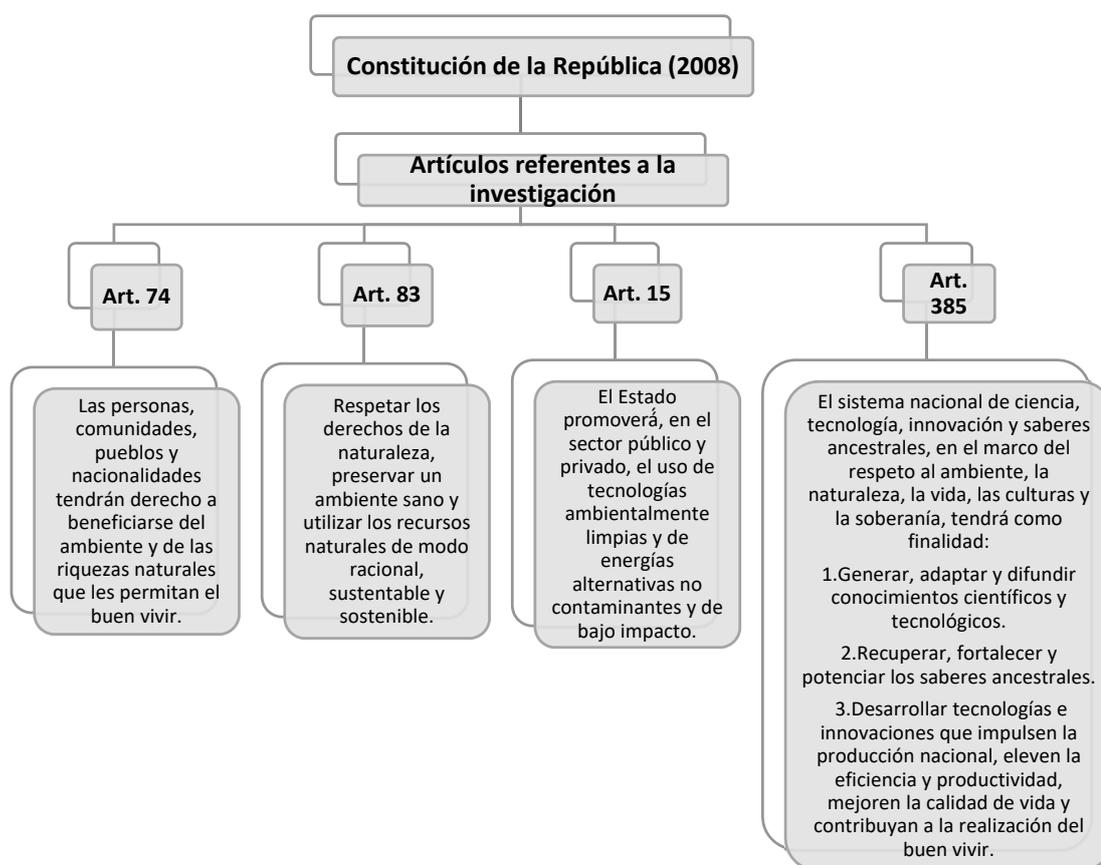
Es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil. Los materiales naturales sin procesar (arcilla, arena, mármol) se suelen denominar materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas (ladrillo, vidrio, baldosa) se denominan materiales de construcción.

### **2.3. Marco Legal**

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

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

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



**Figura 30.** Art. De la Constitución de la República referentes a la investigación  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

### 2.3.2. Ley de Gestión Ambiental (Congreso Nacional, 2004)

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

### 2.3.3. Ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso y específicamente de sorbetes plásticos, envases, tarrinas, cubiertos, vasos, tazas de plástico y de foam y fundas plásticas tipo camiseta, inclusive oxobiodegradables, en el cantón Guayaquil (Concejo Municipal, 2018)

Esta Ordenanza persigue los siguientes objetivos:

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

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

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

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

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

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

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

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



**Figura 31.** Flujo de desechos plásticos post-consumo  
*Elaborado por: Torres, F. (2018)*

**Requisitos específicos:**

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

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

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

**Tabla 2**  
*Clasificación de los plásticos según la SPI*

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

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

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Los plásticos que han contenido disolventes y productos de jardinería (fertilizantes y otros similares contenidos el Libro VII Título V del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales y las NTE INEN 2078, y NTE INEN 2288), o similares pueden no ser adecuados para el reciclaje debido a las dificultades existentes para la eliminación durante el procesamiento de los desechos, de las trazas de producto o de compuestos que estuvieron contenidos o en contacto con el plástico; lo mismo puede ocurrir con las botellas para bebidas alcohólicas y plásticos metalizados debido a la naturaleza multicapa de los materiales que se utilizan típicamente para mejorar el comportamiento de envasado de los recipientes. Estos desechos deben mantenerse separados de aquellos destinados a reciclaje, debiendo analizarse además la posibilidad de recuperación energética.

Los plásticos que han contenido aceites pueden ser llevados a reciclaje, para obtener productos de aplicaciones específicas que bajo ninguna circunstancia vayan a entrar en contacto con alimentos, por ejemplo, pueden fabricarse esquineros, madera plástica,

macetas, y otros objetos de uso similar recomendándose realizar una separación de este tipo de plásticos desde la fuente, para evitar la contaminación de los demás materiales plásticos.

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

### ***Recolección***

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

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

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

### ***Almacenamiento y clasificación***

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

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

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

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

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

#### a) Localización e instalaciones

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

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

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

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

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

b) Colocación, apilamiento y entrega

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

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

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

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

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

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

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

### c) Clasificación por tipo de resina

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

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

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

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

### ***Tratamiento***

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

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

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

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

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

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

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

### ***Incineración***

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

### ***Confinamiento***

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

### **2.3.5. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2657 2014-06, postes de plástico reforzados con fibra de vidrio. Requisitos (INEN , 2014)**

#### **Disposiciones generales**

**Resistencia del poste.** Con el propósito de que la fabricación del poste pueda garantizar la resistencia necesaria para una aplicación específica, el usuario debe proporcionar la siguiente información:

- Tipo de montaje del poste. Con base de anclaje o enterramiento directo. Si es con base de anclaje, especificar medidas y características de los pernos que van en la base.
- La longitud del poste.
- La carga nominal de diseño.
- Número, tamaño y localización de los agujeros que van en el poste para cableado.
- Color de los postes y si hubiere especificaciones en los terminados.
- Otros requerimientos personalizados.

**Longitud del poste.** En la fabricación del poste, la longitud vendrá dada por el requerimiento del cliente, esta es medida en el eje y tendrá una tolerancia del  $\pm 1 \%$  de la longitud total y máximo 10 cm.

**Composición.** - La estructura debe estar compuesta de resina termoestable reforzada con fibra de vidrio en la cantidad y orientación que permita cumplir o superar los requerimientos que se detallan en el numeral 5. La resina debe ser termoestable conteniendo inhibidor (es) UV y pigmentos en toda la estructura.

**Superficie exterior.** - El terminado de la superficie debe estar libre de fibras expuestas con un acabado uniforme, color homogéneo y en general libre de cualquier defecto superficial que altere sus propiedades mecánicas o estéticas. El poste será cubierto con un recubrimiento de uretano o equivalente, con un espesor de película seca mínimo de 38,1 micras (1,5 milésimas de pulgada), que resista la degradación ultravioleta según el numeral 5.1.

La superficie de la estructura debe soportar condiciones normales de manipulación, instalación y transportación. La textura superficial del poste se realizará de acuerdo al requerimiento del cliente.

**Empotramiento directo de los postes.** - Los postes pueden ser previstos con un dispositivo anti rotacional cuando el cliente lo requiera. Los postes serán diseñados para un empotramiento del 10% de la longitud total más 50 cm, o según requerimiento del usuario para casos especiales.

**Sujeción con base de anclaje.** - Los postes designados para ser fijados mecánicamente a una base de anclaje deben ser diseñados según su longitud libre y la aplicación específica del usuario. El sistema de anclaje deberá ser capaz de sostenerse en pie en presencia de todas las posibles fuerzas combinadas para la cuales fue diseñado.

**Perforaciones para la base de anclaje.** - Las perforaciones para la base de anclaje deben ser diseñadas de acuerdo al requerimiento de carga y especificaciones del cliente.

**Cableado y accesos para cableado.** - Los bordes de las perforaciones deben ser lisos y libres de rebabas, si estos orificios son realizados en campo se debe tener cuidado de resanar los bordes. Para postes enterrados, el orificio para puesta a tierra tendrá un diámetro mínimo de 25 mm y será localizado 200 mm por debajo de la línea de empotramiento, en línea con la ventana de inspección o como lo especifique el usuario.

Si lo especifica el cliente, los postes de iluminación pueden tener una ventana de inspección con tapa, del tamaño adecuado que provea acceso al cableado y que no reduzca la resistencia del poste por debajo de los valores de la carga nominal de diseño. La ventana de inspección será rectangular con extremos semicirculares con una

sección mínima de 60 mm de ancho por 100 mm de altura, o según lo requerido por el usuario.

La localización vertical de las ventanas de inspección debe ser mínimo 600 mm medidos entre su parte inferior y la línea de empotramiento, o según lo requerido por el cliente. La localización radial de las ventanas de inspección debe ser definida por el cliente. Las dimensiones de la superficie de la tapa para las ventanas de inspección deben ser tales que eviten la entrada de objetos extraños. La tapa de la ventana de inspección debe ser asegurada con lo suficiente rigidez para fijar la firmemente sobre el poste.

### **Requisitos específicos**

La superficie del poste debe resistir la degradación del medio ambiente en el lugar donde el poste será instalado. El poste se someterá a ensayos según la norma ASTM G154-12a, con ciclo de exposición 4 horas de irradiación a 60°C y 4 horas de condensación a 50°C, con lámparas fluorescentes QUV “A” por un mínimo de 5 000 horas y tiene que cumplir con las condiciones acordadas con los clientes.

El factor de seguridad será definido por el usuario y no debe ser menor a 2. La flecha máxima del poste será definida de acuerdo con el requerimiento del cliente y no debe exceder del 10% de la longitud útil del poste, cuando se lo somete a la carga de trabajo. Los postes deben tener una deformación permanente, máximo del 1% de su longitud útil una vez que se haya liberado la carga.

El poste no debe tener trizaduras visibles una vez que esté instalado y se haya aplicado la carga de diseño. Los postes deben ser fabricados con tapa en la cima. Para la base y demás orificios la(s) tapa(s) se colocará(n) de acuerdo al requerimiento del cliente. Retardancia al fuego: El poste no debe propagar la llama a una velocidad mayor a 40 mm/min de acuerdo al método de ensayo ASTM D635.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 3.1. Enfoque.

Según Yáñez (2019), el enfoque de la investigación es la perspectiva que un investigador debe emplear para determinar el objeto de estudio. Esta forma de investigar se alterará dependiendo la temática a analizar y la consecución de los resultados esperados. Dentro de este término se incluyen dos tipos de enfoques: el cualitativo que sugiere un análisis de carácter subjetivo, mientras que el cuantitativo se trata de análisis objetivos mediante dimensionamientos. (Yanez, 2019)

Conforme a lo enunciado, la investigación presenta los dos tipos de enfoques, el cualitativo está empleado en la búsqueda de las condicionantes del problema y las referencias al tema, frente al segundo enfoque que indaga los parámetros de preferencia a los profesionales del sector que varían de opiniones en cuestión de utilización de desechos para manejarlos en el ámbito público; esto mediante la determinación de la población y su respectiva muestra. (Yanez, 2019)

#### 3.2. Métodos

Un método de investigación es una estrategia utilizada para implementar un plan para el desarrollo de un estudio (Robles, 2019). En referencia a esto, dentro de la investigación presentada se utilizarán métodos como el método hipotético deductivo, además del método empírico de experimentación científica, de esta forma se incluye el desarrollo de los mismos:

##### 3.2.1. Método Hipotético Deductivo.

Según Robles (2019) este método valora el estudio desde lo más general hacia lo más específico. Además, se permite incluir antecedentes sobre teorías sobre algún tema de interés, no obstante, se reduce a alguna hipótesis específica que se quiera probar. En efecto, para realizar este método se investigaron temas en referencia a los métodos de reciclaje del Policloruro de vinilo, además de trabajos similares sobre su uso para la creación de otros materiales de construcción.

### **3.2.2. Método experimental**

El método experimental es aquel en el que desarrolla la investigación maneja para sus propios fines las variables, para concretar las particularidades entre ellas y está basado en la metodología científica (Glosarios, 2019). Conforme a lo estudiado, se realiza este método para determinar los procesos factibles en la elaboración de un poste de alumbrado y tapas de alcantarillas para espacios públicos, estableciendo el sistema que cumpla los objetivos planteados. (Glosarios, 2019)

### **3.3. Tipo de investigación**

#### **3.3.1. Investigación documental bibliográfica**

“La investigación documental es una técnica que consiste en la selección y compilación de información a través de la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, bibliotecas, bibliotecas de periódicos, centros de documentación e información” (Robles, 2019).

#### **3.3.2. Investigación experimental.**

La investigación experimental es una investigación objetiva, sistemática y controlada con el propósito de predecir y controlar los fenómenos y examinar la probabilidad y causalidad entre las variables seleccionadas (Robles F. , 2019)

#### **3.3.3. Investigación de campo.**

La investigación de campo o trabajo de campo es la recopilación de información fuera de un laboratorio o lugar de trabajo. Es decir, los datos que se necesitan para hacer la investigación se toman en ambientes reales no controlados (Robles F. , 2019)

### **3.4. Técnica e instrumentos.**

Las técnicas son las herramientas que se llegan a utilizar para realizar la investigación, las mismas cambian dependiendo del enfoque del estudio (Cajal, 2019).

#### **3.4.1. La Encuesta.**

La encuesta es un recurso de opinión pública en la que se hacen preguntas cuidadosamente diseñadas para extraer información específica a todos los miembros de un grupo particular o a los encuestados elegidos al azar de un sector de la población (Morales, 2019).

### **3.4.2. La observación.**

La observación directa es un método de recolección de datos que consiste en observar al objeto de estudio dentro de una situación particular. Esto se hace sin intervenir ni alterar el ambiente en el que el objeto se desenvuelve. De lo contrario, los datos obtenidos no serían válidos (Martínez, 2019).

### **3.5. Población.**

La población objetiva está representada en este caso por los constructores, promotoras inmobiliarias y decoradores de proyectos y productos para el espacio público, para lo cual se determinó una muestra aleatoria de 98 personas a quienes se les aplicó el instrumento común la Encuesta, la que nos permitió evaluar la opinión de los involucrados.

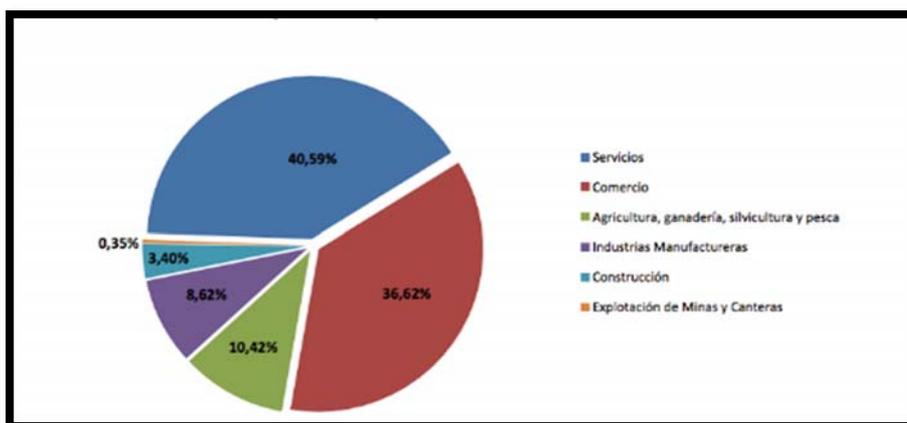
#### **3.5.1. Muestra.**

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

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

#### **3.5.2. Cálculo de la muestra**

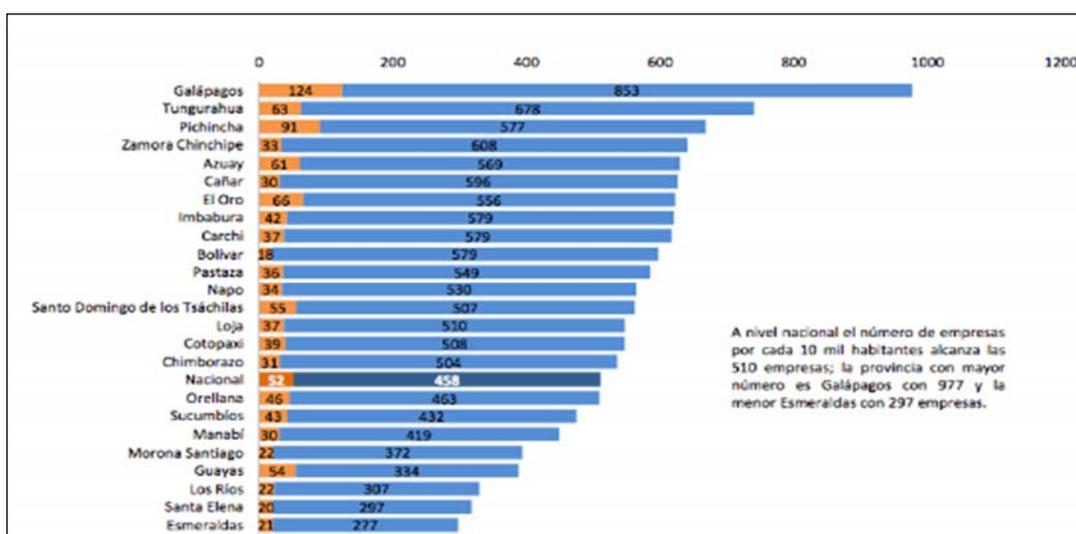
Para el cálculo de la muestra se presenta la siguiente información tomada del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos:



**Figura 32.** Porcentajes nacionales por sectores económicos  
**Fuente:** INEC 2016

Con la figura 32 se obtiene que el porcentaje de empresas nacionales dedicadas a la construcción es de 3,40%, mientras que en el gráfico 2 se muestra el número de empresas por cada 10000 habitantes, en el caso del Guayas es alrededor de 388 empresas. Con estos datos se justifica el tamaño de las encuestas que se deben realizar a profesionales en la industria de la construcción, para lo cual se presenta la siguiente conclusión:

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



**Figura 33.** Empresas por cada 10000 habitantes, por provincia  
**Fuente:** INEC 2016

En donde:

N=Tamaño de la población: **132**

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

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

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

n= Tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{\sum^2(N - 1) + Z^2 P Q}$$
$$n = \frac{(1.96)^2(0.50)(0.50)(132)}{0.05^2(132 - 1) + 1.96^2(0.50)(0.50)}$$
$$n = \frac{(3,84)(3298)}{0.0025 (131) + (3.8416)(0.25)}$$
$$n = \frac{(126,7)}{(0,33) + (0.9604)}$$
$$n = \frac{126,7}{1,29}$$
$$n = 98,39$$

***n = 98 muestras***

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

### 3.6. Análisis de resultados

#### 3.6.1. Encuesta a profesionales y personas dedicadas a la construcción sobre prototipos de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado en base al PVC reciclado

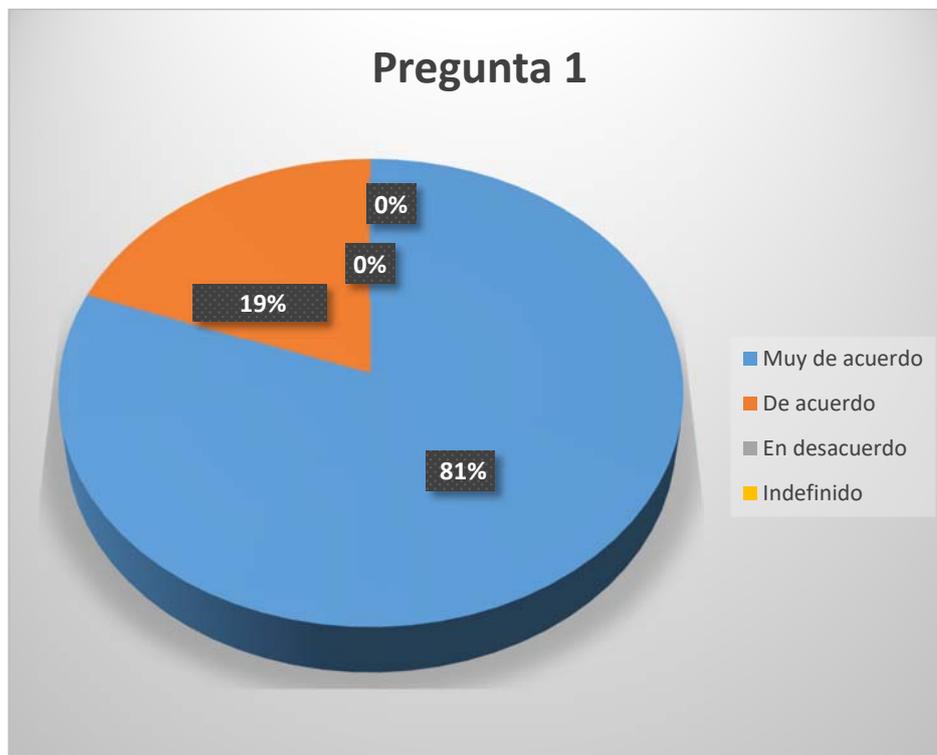
##### 1. ¿Está de acuerdo en la intervención del reciclado de plásticos en su localidad?

**Tabla 3**

*Sobre el reciclado en la ciudad*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 79        | 80,61      |
| De acuerdo     | 19        | 19,39      |
| En desacuerdo  | 0         | 0,00       |
| Indefinido     | 0         | 0,00       |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 34.** Sobre el reciclado en la ciudad

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### Análisis

Los profesionales indicaron estar muy de acuerdo con un plan de reciclaje, lo afirmaron el 81% de las personas, y el 19% restante dijo estar de acuerdo.

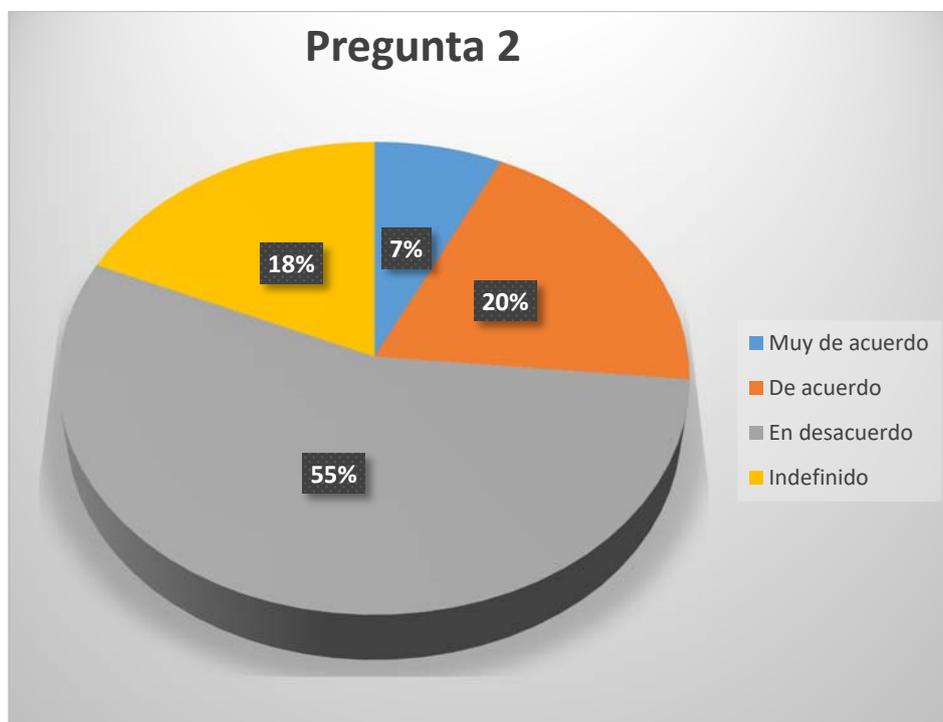
## 2. ¿Cree que en el país existe la suficiente información sobre técnicas de elaboración de productos en base al PVC reciclado?

**Tabla 4**

*Sobre la existencia de información sobre reciclaje de PVC*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 7         | 7,14       |
| De acuerdo     | 19        | 19,39      |
| En desacuerdo  | 54        | 55,10      |
| Indefinido     | 18        | 18,37      |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 35.** Sobre la existencia de información sobre el reciclaje del PVC

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

### Análisis

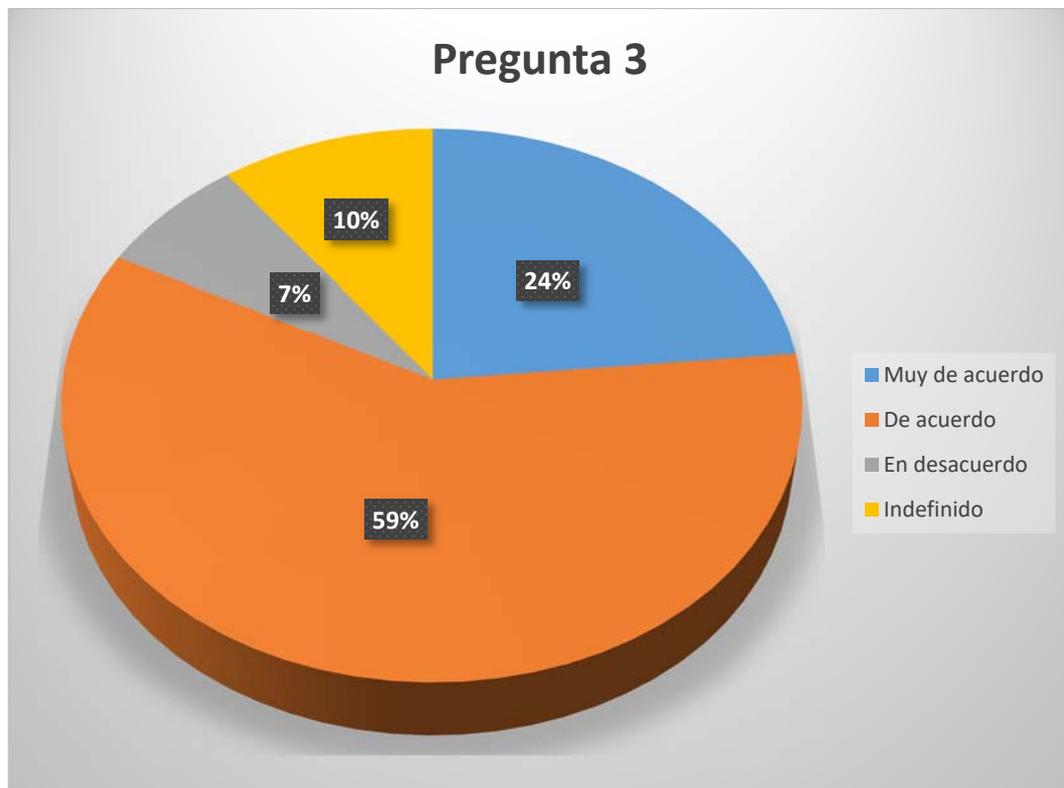
Los encuestados, con el 55% decidieron estar en desacuerdo con que en el país existe la suficiente información sobre la elaboración de éste tipo de productos elaborados con PVC reciclado, mientras que el 20% dijo estar de acuerdo en que sí la hay, sin embargo, el 18% lo desconoce, y sólo el 7% dijo estar muy de acuerdo con la información oficial que se obtiene.

### 3. ¿Considera que el uso de productos realizados con PVC reciclado llegaría a ser beneficioso en el sector constructivo?

**Tabla 5**  
*Sobre los beneficios del reciclado del PVC en la construcción*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 23        | 23,47      |
| De acuerdo     | 58        | 59,18      |
| En desacuerdo  | 7         | 7,14       |
| Indefinido     | 10        | 10,20      |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 36.** Sobre los beneficios del PVC en la construcción  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### **Análisis**

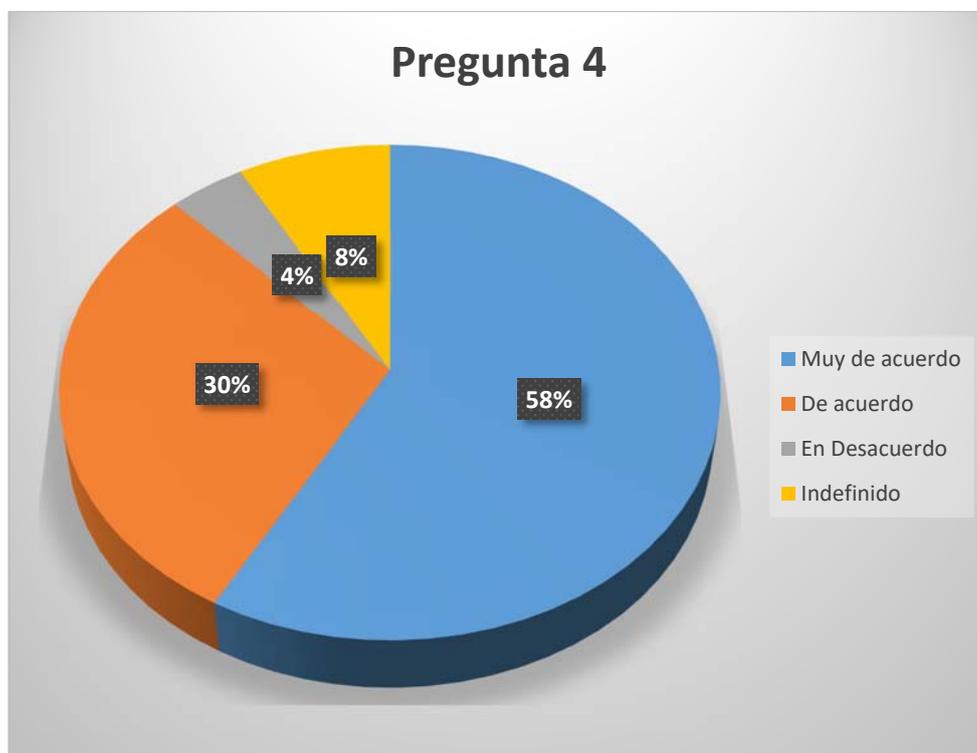
Sobre el uso de productos realizados con PVC reciclado, el 59% de las personas están de acuerdo que su uso sería muy beneficioso en el sector constructivo, mientras que el 24% aceptó la opción de estar muy de acuerdo, sin embargo, el 10% dijo estar indeciso sobre este tema, y solo el 7% está en desacuerdo.

#### 4. ¿Cree que éstos productos de PVC reciclado, pueden ser igual de duraderos y resistentes que los elaborados con elementos convencionales?

**Tabla 6**  
*Sobre la durabilidad del PVC reciclado*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 57        | 58,16      |
| De acuerdo     | 29        | 29,59      |
| En Desacuerdo  | 4         | 4,08       |
| Indefinido     | 8         | 8,16       |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 37.** Sobre la durabilidad del PVC reciclado  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### **Análisis**

El 58% de los profesionales entrevistados dice que las calidades de éstos productos pueden ser igual a los productos convencionales, el 30% está de acuerdo con esta comparación, sin embargo, el 8% y 4% están indecisos o en desacuerdo respectivamente.

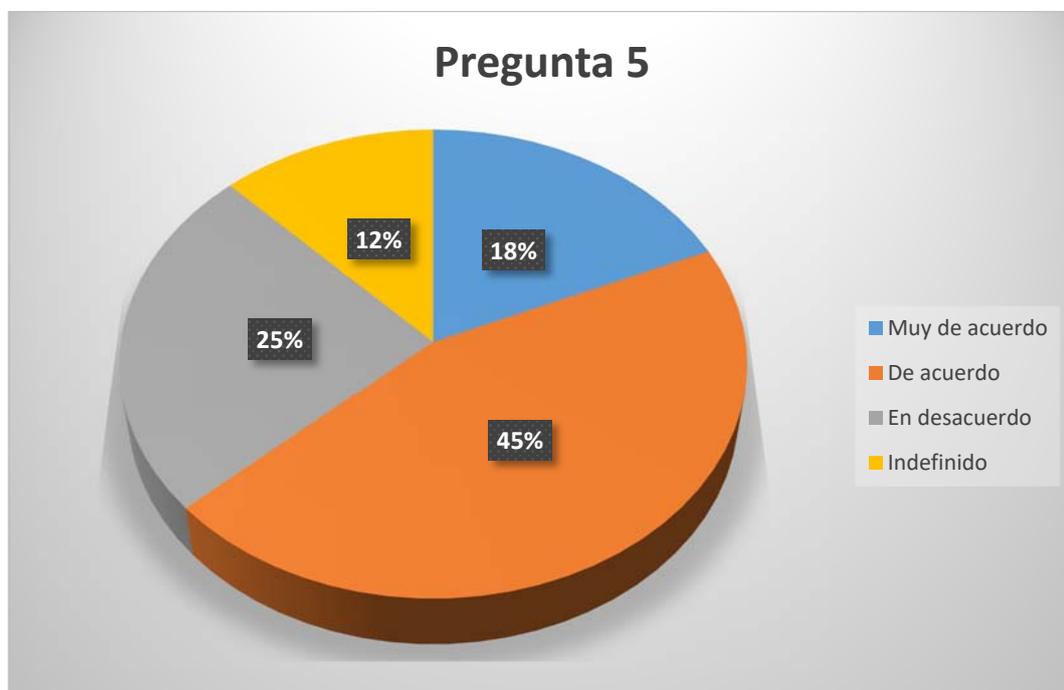
## 5 ¿Estaría dispuesto a iniciar un proceso de fabricación de elementos constructivos con material reciclado?

**Tabla 7**

*La disposición del encuestado en elaborar productos con material reciclado*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 18        | 18,37      |
| De acuerdo     | 44        | 44,90      |
| En desacuerdo  | 24        | 24,49      |
| Indefinido     | 12        | 12,24      |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 38.** La disposición del encuestado a elaborar productos con material reciclado

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

### Análisis

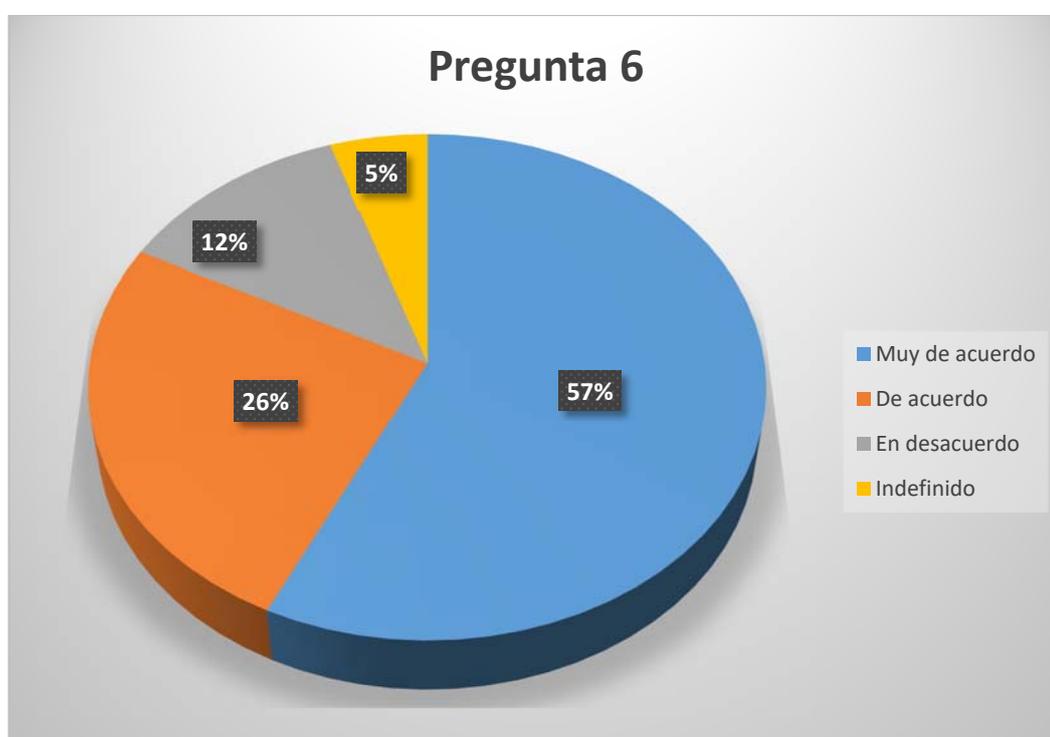
El 45% de los profesionales aceptó estar de acuerdo con la iniciativa de fabricar éste tipo de elementos para el espacio público, mientras que el 25% dijo no estar de acuerdo, sin embargo, el 18% está muy de acuerdo, y solo el 12% aún no lo decide.

## 6 ¿Considera la posible la fabricación de manera masiva estos productos en la ciudad?

**Tabla 8**  
*Sobre la posibilidad de reciclar PVC de forma masiva*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 56        | 57,14      |
| De acuerdo     | 25        | 25,51      |
| En desacuerdo  | 12        | 12,24      |
| Indefinido     | 5         | 5,10       |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 39.** Sobre la posibilidad de reciclar el PVC de forma masiva  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

### Análisis

Las personas encuestadas con el 57% de los encuestados están muy de acuerdo que se pueden elaborar productos de éste tipo en forma masiva, el 26% optó por estar de acuerdo, mientras que el 12% está en desacuerdo con este tema, y tan sólo el 5% no puede descartarlo o afirmarlo.

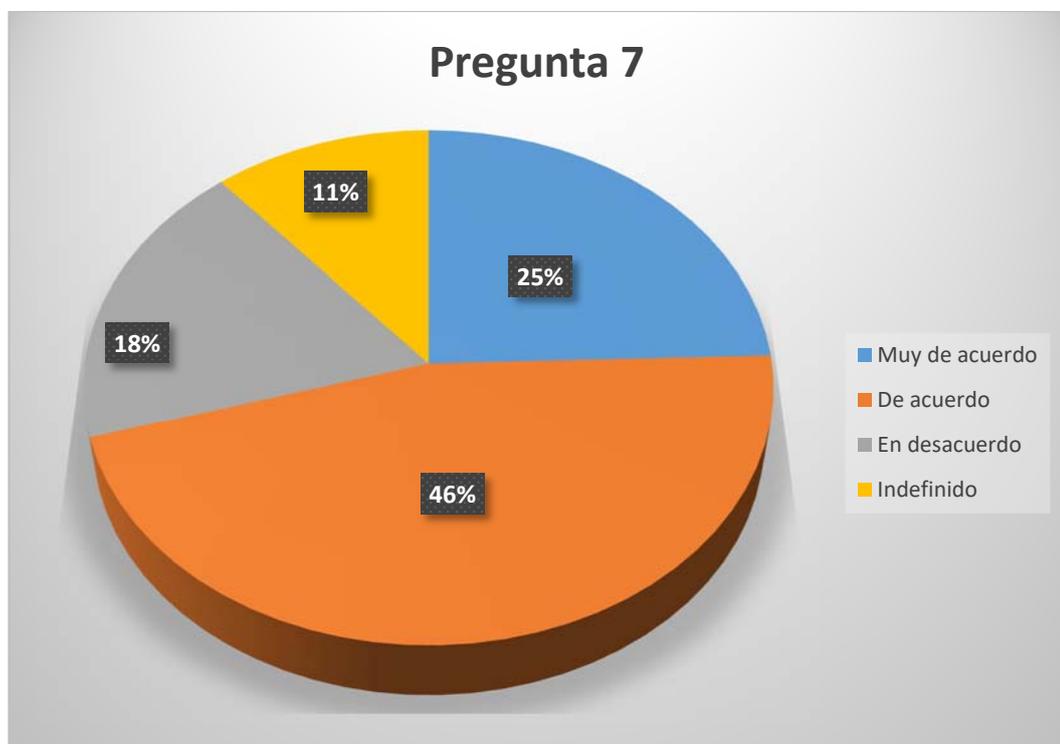
## 7 ¿Considera que se pueden comercializar postes de alumbrado y tapas de alcantarillas con material reciclado?

**Tabla 9**

*Sobre la venta de productos hechos con material reciclado*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 24        | 24,5       |
| De acuerdo     | 45        | 45,9       |
| En desacuerdo  | 18        | 18,4       |
| Indefinido     | 11        | 11,2       |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 40.** Sobre la venta de productos hechos con material reciclado

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

### Análisis

Los expertos consideraron con un 46% de aceptación en estar de acuerdo con que éstos productos pueden comercializarse con facilidad, seguido del 25% que expresó estar muy de acuerdo, no obstante, el 18% dijo estar en desacuerdo y sólo el 11% demostró indecisión.

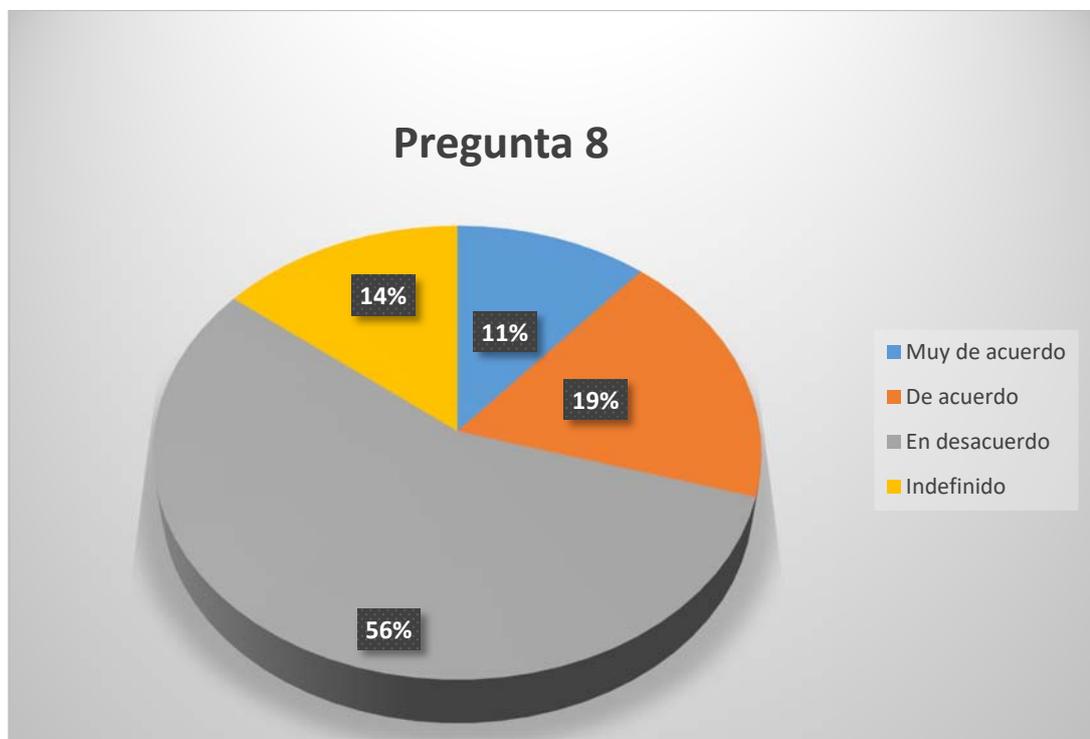
**8 ¿Considera que la elaboración de postes de alumbrado y tapas de alcantarillas con PVC reciclado es un proceso complejo?**

**Tabla 10**

*Sobre la elaboración de postes y tapas de alcantarillas con PVC reciclado*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 11        | 11,22      |
| De acuerdo     | 18        | 18,37      |
| En desacuerdo  | 55        | 56,12      |
| Indefinido     | 14        | 14,29      |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 41.** Sobre la elaboración de postes y tapas de alcantarillas con PVC reciclado

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

**Análisis**

Sobre la complejidad del proceso de elaboración de postes y tapas de alcantarillas de PVC reciclado, el 56% mencionó estar en desacuerdo con este tema, mientras que el 19% opinó estar de acuerdo, mientras que el 14% y 11% dijo estar muy de acuerdo e indefinido sobre ésta presunción.

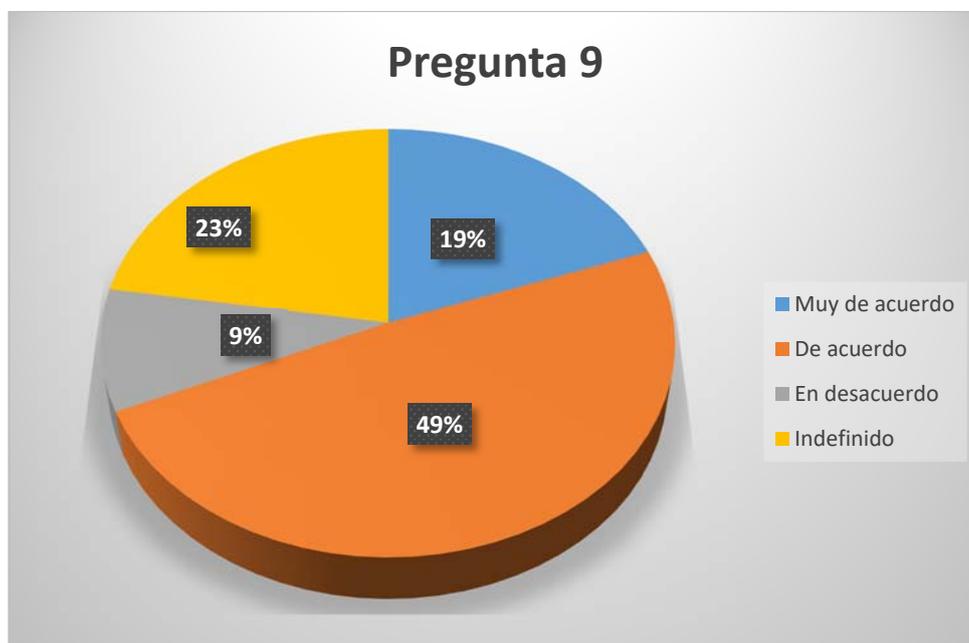
## 9 ¿Considera que al utilizar éstos productos se llegaría a reducir costos totales en obras para espacios públicos?

**Tabla 11**

*Sobre la reducción de costos de obras en el espacio público*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 19        | 19,39      |
| De acuerdo     | 48        | 48,98      |
| En desacuerdo  | 9         | 9,18       |
| Indefinido     | 22        | 22,45      |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 42.** Sobre la reducción de costos de obras en el espacio público

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

### Análisis

El 49% de los profesionales mencionaron su conformidad al estar muy de acuerdo que el costo final de una obra en un espacio público se llegaría a reducir con el uso de éstos elementos, frente al 23% que demuestra su indecisión sobre este tema, mientras 19% que dice estar muy de acuerdo, y solo el 9% aún no aprueba esta comparación.

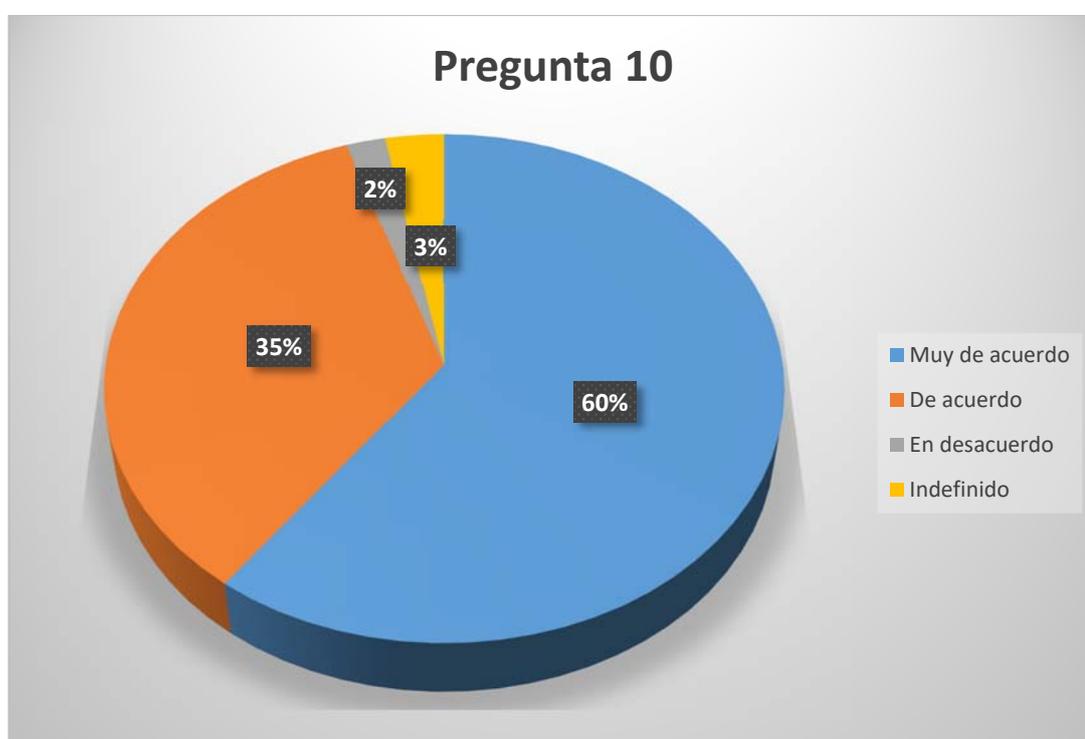
## 10 ¿Considera importante la colaboración de la comunidad para proyectos de este tipo?

**Tabla 12**

*Sobre la importancia del desarrollo de proyectos con la comunidad*

| Opción         | Cantidad  | Porcentaje |
|----------------|-----------|------------|
| Muy de acuerdo | 59        | 60,20      |
| De acuerdo     | 34        | 34,69      |
| En desacuerdo  | 2         | 2,04       |
| Indefinido     | 3         | 3,06       |
| <b>Total</b>   | <b>98</b> | <b>100</b> |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 43.** Sobre la importancia del desarrollo de proyectos con la comunidad.

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

### Análisis

La colaboración de la comunidad en este tipo de proyectos es del agrado del 60% de encuestados al decir que están muy de acuerdo, además del 35% mencionó estar de acuerdo con esto, y sólo el 3% y 2% respectivamente dijo estar indefinido y en desacuerdo.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA**

Determinar la tendencia al reciclaje de productos plásticos es importante para la disminución de desperdicios; su procesamiento y evaluación de propiedades determinarán posibles aplicaciones. Esta investigación determinó los diversos análisis a nivel mundial, y diversas empresas que han comenzado a desarrollar muchos productos elaborados de materiales reciclados, logrando nuevas alternativas, utilizando sustancias considerados como desechos. En Ecuador, los productos que se fabrican con este tipo de materiales son muy escasos, y en el presente trabajo se determinaron las aplicaciones del compuesto que mejor se desempeñe en el aspecto mecánico y, adicionalmente se desarrollará el diseño de una aplicación para la industria mobiliaria urbana utilizando herramientas gráficas.

#### **4.1. Fundamentación de la propuesta**

La encuesta dirigida a profesionales definió aspectos importantes sobre el reciclado de PVC y sus posibles usos en la elaboración de tapas y postes de alumbrado, sobre esto la comunidad del sector observó como positiva una investigación que contemple un plan de reciclaje. Si bien, la tendencia al reciclaje está en auge en la ciudad, para el ámbito constructivo representa la innovación, el apoyo de los entrevistados se muestra al expresar que la calidad de éstos productos puede ser igual a los servicios convencionales.

El panorama sobre productos reciclados con PVC, es bastante alentador, según el personal de la construcción, debido a que están de acuerdo con que éstos productos pueden comercializarse con facilidad, no obstante, hay quienes mantienen una perspectiva escéptica o indecisa. Otro asunto que condiciona su apertura en el medio, es la complejidad del proceso de elaboración de postes y tapas de alcantarillas de PVC reciclado, las personas creen que no debería ser algo que necesite mucho capital, además de mano de obra especializada.

Los profesionales aceptaron estar de acuerdo con la iniciativa de fabricar éste tipo de elementos para el espacio público, y como se indicó, ellos opinan que, con estos componentes como mobiliario urbano, se llegaría a reducir costos en para la

infraestructura comunitaria, por este lado, los beneficios que podrían generarse al utilizar dichos objetos reciclados, aportan con la sostenibilidad de la ciudad.

En definitiva, para que este tipo de investigaciones y posteriores puestas en marcha, sean posibles, se debe recalcar que, con la opinión de los encuestados, más la investigación es sí, se concluye que la información oficial sobre el uso del PVC reciclado para obtener nuevos productos con éste, es un poco escasa, puesto que existe la difusión de contenido a forma de experimentación empírica, sin embargo, son carentes los manuales o normas con las que se podría validar el proceso con que dichos ensayos fueron ejecutados.

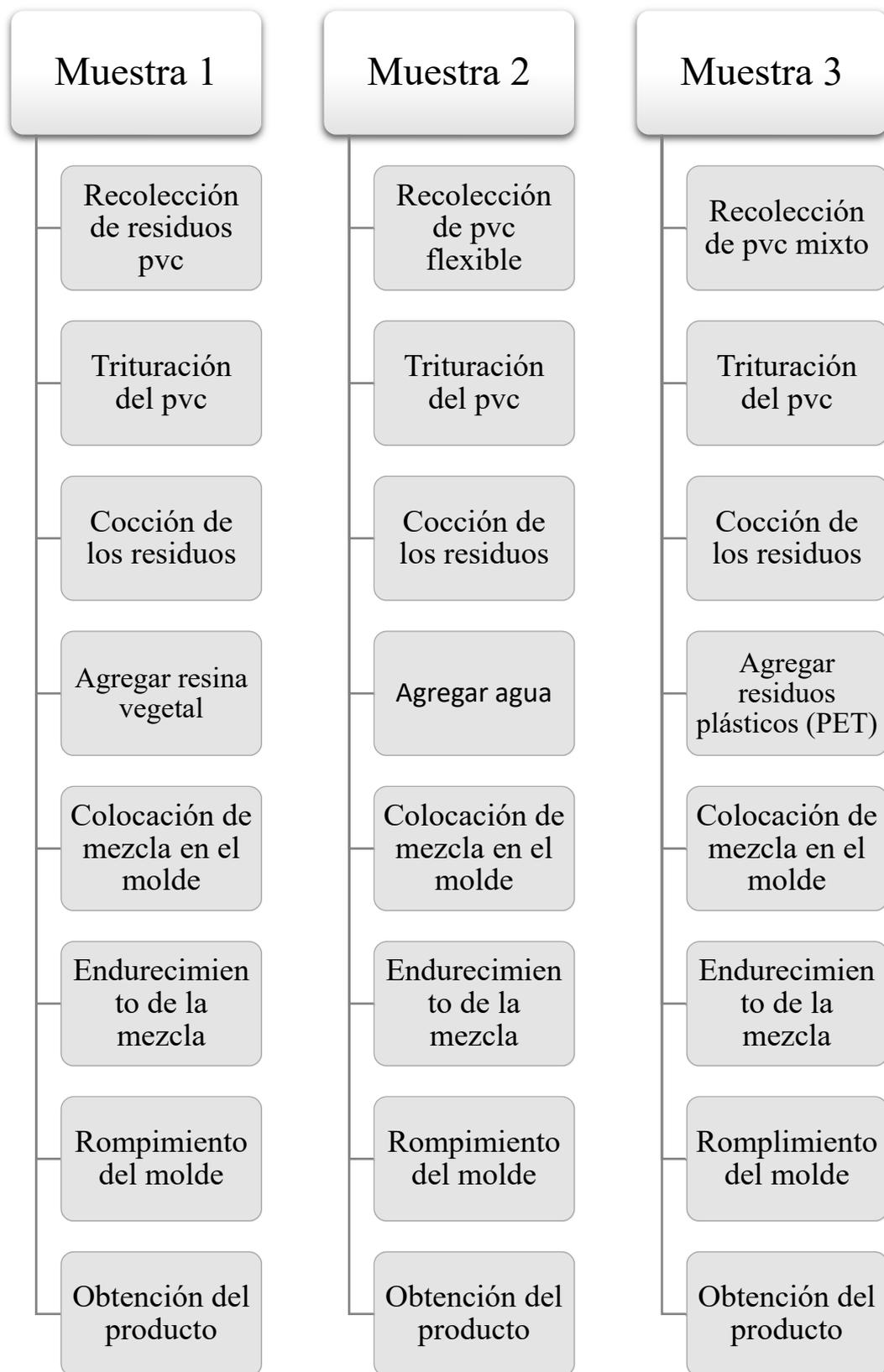
#### **4.2. Requerimientos del proyecto**

Se debe elaborar un prototipo de tapas de alcantarillas y postes de alumbrado, usando como materia prima el PVC reciclado, para reducir su impacto negativo en el medio ambiente después de su vida útil, mediante la respectiva definición del proceso óptimo entre las muestras. Determinar las propiedades físicas y mecánicas que debe tener la materia prima para la fabricación de tapas de alcantarilla y postes de alumbrado, en este caso, la adhesión del PVC con resina vegetal, y con residuos de botellas plásticas y con agua.

- Realizar un análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre el hormigón y el PVC, mediante el control de resistencia a la compresión.
- Diseñar un prototipo de tapa de alcantarilla y de poste de alumbrado público con estándares de calidad y ambientales, basado en las normas nacionales del Instituto Ecuatoriano de Normalización.

#### **4.3. Descripción de los experimentos**

Para empezar con la descripción de la elaboración del experimento, se determinaron tres tipos de muestras; la primera se obtendrá PVC, además de resina, en la segunda se la fabricará con PVC nada más, y en la tercera demostración se agregará residuos de botellas plásticas (PET). A continuación, se describirá las etapas del proceso de trabajo para la obtención del poste ecológico:



**Figura 44.** Procedimiento para la obtención del producto  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### 4.4. Materiales y equipos para muestras

##### Materiales:

- Tubos de PVC reciclados
- Agua
- Resina (para muestra 1)
- Residuos de botellas plásticas (PET) (para muestra 3)
- Cera desmoldante



Figura 45 . Recolección del PVC  
Elaborado por: Torres, F. (2019)

##### Herramientas

- Sartén de hierro fundido
- Espátula
- Balanza digital
- Cocineta eléctrica
- Molde de acero
- Martillo de goma

- Varilla lisa de punta redonda
- Guantes



**Figura 46.** Herramientas para la realización del prototipo  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

## 4.5. Procedimientos

### 4.5.1. Elaboración de muestra 1

1.- Recolección de PVC: En la primera muestra se usó PVC extraídos de tuberías semi-rígidas y flexibles, sacadas de escombros de construcciones de distintas partes de la ciudad, para esto se logró recopilar un saco de yute, con estos residuos, equivalente a 20 kg aproximadamente, para realizar todos los ensayos.



**Figura 47.** Recolección de PVC  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

2.- Trituración: Después de recolectar las tuberías, se procedió a dirigir a uno de los centros de reciclaje del sur de la ciudad, para poder utilizar una máquina trituradora de plástico; cabe recalcar que en dicho lugar no se autorizó la captura de este proceso, más bien, solo se permitió hacer el uso de dichas máquinas trituradoras, en un proceso aproximado de una hora.

3.- Cocción de plástico: Luego de que se obtuvo el plástico molido, se procedió a someter al calor los trozos plásticos, reblandeciéndose desde los 160°C, mediante una cocineta y un sartén de hierro fundido, para esto se usó 456.2 gr de PVC y 2 onzas de agua, necesarias para que el plástico no se adhiera en el sartén.



**Figura 48.** Cocción de PVC  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

4.- Agregado de resina vegetal: Luego que el PVC triturado se haya derretido ligeramente, de inmediato se agrega 1lt de resina vegetal, y se lo remueve ligeramente en 10 segundos.



**Figura 49.** Preparación de agregado  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

5.- Vertido de líquido en el molde: Se lo realizó de forma rápida, ya que expedía un olor fuerte, además de tratarse de una sustancia plástica de endurecimiento inmediato, tratando de que sea uniforme; vertida en tres partes, y cada vez que se va llenando el molde, se va hincando con la varilla lisa 25 veces alrededor de todo el diámetro de la probeta, con golpes periódicos sobre el molde con el martillo de goma, unas 10 veces, luego se rasa con la espátula humedecida, todo este proceso se lo realiza en 2 minutos máximos. Previamente, el molde se lo untó ligeramente de cera.

**Figura 50.** Vertido en el molde  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



La misma mezcla, se vierte en el molde para las tapas de alcantarillas, en dos etapas y de la misma forma, hincando con la varilla lisa 25 veces, y ligeros golpes alrededor de todo el molde hasta 10 veces en cada fase, y finalmente se lo va rasando con la espátula; también, antes de introducir la composición, se untó de cera en el molde.

6.- Reposo del material: se deja reposar la mezcla en 20 minutos máximo, ya que el vertido endurece de inmediato e incide en la adherencia del prototipo al molde.

7.- Retiro del material del molde: Se realiza un corte a lo largo de la probeta, y se procede a desprender la muestra, es muy importante contar con guantes en este procedimiento, para tratar de no alterar el cilindro y para protección propia.



**Figura 51.** Retiro del molde  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

8.- Obtención del producto: Una vez sacado del molde el cilindro, se verifica mediante las pruebas de laboratorio, que la muestra es óptima para el uso deseado.



**Figura 52.** Producto final, muestra 1  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### 4.5.2. Observaciones

Tabla 13

*Dosificación muestra 1*

| <b>Materiales</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> |
|-------------------|-----------------|---------------|
| PVC reciclado     | 456,2           | gr            |
| Agua              | 2               | oz            |
| Resina vegetal    | 1               | l             |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

En esta primera muestra, se evidencia las fisuras de entre 2 y 8cm que se presentan a lo largo del cilindro, éstas se disponen de forma vertical, horizontal, y en pequeñas dimensiones, de manera diagonal, además, en vista aérea, también se puede avizorar ciertas hendiduras. Por otra parte, se puede observar además que los residuos de PVC están en el fondo de la probeta, lo que demuestra que el conjunto no es homogéneo, al igual que en las tapas de alcantarillas, se evidencia que claramente que se divide los componentes, y el plástico se ubica debajo de la resina; en ambas pruebas, la apariencia se torna rojiza.



**Figura 53.** Producto final, cilindro  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 54.** Producto final, tapas de alcantarillas  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### **4.5.3. Elaboración de muestra 2**

Paso 1 y 2: Al igual que en el ensayo anterior, se usó el PVC recolectado y posteriormente triturado, con tubos de estructura semi- rígida y flexible.



**Figura 55.** Recolección del PVC  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

3.- Cocción de plástico: Luego de que se obtuvo el plástico molido, se procedió a someter al calor los trozos plásticos, reblandeciéndose desde los 160°C, mediante una cocineta y un sartén de hierro fundido, para esto se usó 907.2 gr de PVC y 4 onzas de agua, necesarias para que el plástico no se adhiera en el sartén.



**Figura 56.** Cocción de residuos  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

5.- Vertido de líquido en el molde: Se lo realizó de forma rápida, ya que expedía un olor fuerte, además de tratarse de una sustancia plástica de endurecimiento inmediato, tratando de que sea uniforme; vertida en tres partes, y cada vez que se va llenando el molde, se va hincando con la varilla lisa 25 veces alrededor de todo el diámetro de la probeta, con golpes periódicos sobre el molde con el martillo de goma, unas 10 veces, luego se rasa con la espátula humedecida, todo este proceso se lo realiza en 2 minutos máximos. Previamente, el molde se lo untó ligeramente de cera.



**Figura 57.** Vertido en el molde  
**Elaborado por: Torres, F. (2019)**

La misma mezcla, se vierte en el molde para las tapas de alcantarillas, en dos etapas y de la misma forma, hincando con la varilla lisa 25 veces, y ligeros golpes alrededor de todo el molde hasta 10 veces en cada fase, y finalmente se lo va rasando con la espátula; también, antes de introducir la composición, se untó de cera en el molde.



**Figura 58.** Vertido en el molde  
**Elaborado por: Torres, F. (2019)**

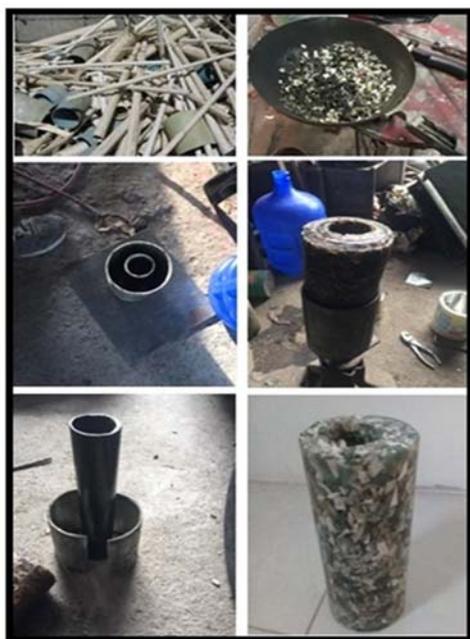
6.- Reposo del material: se deja reposar la mezcla en 20 minutos máximo, ya que el vertido endurece de inmediato e incide en la adherencia del prototipo al molde.

7.- Retiro del material del molde: Se realiza un corte a lo largo de la probeta, y se procede a desprender la muestra, es muy importante contar con guantes en este procedimiento, para tratar de no alterar el cilindro y para protección propia.

8.- Obtención del producto: Una vez sacado del molde el cilindro, se verifica mediante las pruebas de laboratorio, que la muestra es óptima para el uso deseado.



**Figura 59.** Producto final, muestra 2  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 60.** Elaboración de muestra 2  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### 4.5.4. Observaciones

Tabla 14

*Dosificación muestra 2*

| <b>Materiales</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> |
|-------------------|-----------------|---------------|
| PVC reciclado     | 907,2           | gr            |
| Agua              | 4               | oz            |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

En los segundos ensayos, no se muestran fisuras ni en las pruebas de cilindros y ni en las placas; además se muestra un conjunto mucho mejor confinado que la primera vez, ya que no se evidencian espacios sin llenar de los residuos plásticos; por otra parte, en todas las muestras se presentan transparencias que dejan ver el color original de los desechos de PVC.



*Figura 61. Producto final de muestra 2*

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### **4.5.5. Elaboración de muestra 3**

1.- Recolección de PVC y botellas plásticas: en esta ocasión, además de recolectar tubos usados de PVC, también se lo hizo con botellas plásticas de gaseosas, que ayudarán a conformar la tercera mezcla.

2.- Trituración: Como se mencionó, las botellas plásticas también fueron sometidas a trituración, que se realizó en un centro de reciclado en el sur de la ciudad.

3.- Cocción de plástico: Luego de que se obtuvo el plástico molido, se procedió a someter al calor los trozos plásticos, reblandeciéndose desde los 160°C, mediante una cocineta y un sartén de hierro fundido, para esto se usó 680.4 gr de PVC, 226.8 gr de residuos de botellas plásticas, más 2 onzas de agua, necesarias para que el plástico no se adhiera en el sartén.

4.- Vertido de líquido en el molde: Se lo realizó de forma rápida, ya que expedía un olor fuerte, además de tratarse de una sustancia plástica de endurecimiento inmediato, tratando de que sea uniforme; vertida en tres partes, y cada vez que se va llenando el molde, se va hincando con la varilla lisa 25 veces alrededor de todo el diámetro de la probeta, con golpes periódicos sobre el molde con el martillo de goma, unas 10 veces, luego se rasa con la espátula humedecida, todo este proceso se lo realiza en 2 minutos máximos. Previamente, el molde se lo untó ligeramente de cera.

La misma mezcla, se vierte en el molde para las tapas de alcantarillas, en dos etapas y de la misma forma, hincando con la varilla lisa 25 veces, y ligeros golpes alrededor de todo el molde hasta 10 veces en cada fase, y finalmente se lo va rasando con la espátula; también, antes de introducir la composición, se untó de cera en el molde.

6.- Reposo del material: se deja reposar la mezcla en 20 minutos máximo, ya que el vertido endurece de inmediato e incide en la adherencia del prototipo al molde.

7.- Retiro del material del molde: Se realiza un corte a lo largo de la probeta, y se procede a desprender la muestra, es muy importante contar con guantes en este procedimiento, para tratar de no alterar el cilindro y para protección propia.

8.- Obtención del producto: Una vez sacado del molde el cilindro, se verifica mediante las pruebas de laboratorio, que la muestra es óptima para el uso deseado.



**Figura 62.** Producto final, muestra 3  
**Elaborado por: Torres, F. (2019)**



**Figura 63.** Elaboración de muestra 3  
**Elaborado por: Torres, F. (2019)**



**Figura 64.** Producto final de muestra 3  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

#### 4.5.6. Observaciones

**Tabla 15**

*Dosificación muestra 3*

| <b>Materiales</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> |
|-------------------|-----------------|---------------|
| PVC reciclado     | 680,4           | gr            |
| PET               | 226,8           | gr            |
| Agua              | 2               | oz            |

*Elaborado por: Torres, F (2019)*

En los terceros ensayos, al igual que en las muestras anteriores, no se muestran fisuras ni en las pruebas de cilindros y ni en las placas; además se muestra un conjunto mucho mejor confinado que la primera vez, ya que no se evidencian espacios sin llenar de los residuos plásticos; por otra parte, en todas las muestras se presentan transparencias que dejan ver el color original de los desechos de PVC; en definitiva visiblemente, ésta mezcla se propone como óptima por su aspecto, forma y manejabilidad a la hora de elaborar el ensayo.

#### 4.6. Pruebas de laboratorio

- **Humedad.**

Es necesario la realización de esta prueba de laboratorio, para observar la cantidad de humedad que puede llegar a absorber las muestras, se las realiza mediante la toma del peso húmedo de la muestra, previamente sumergido en agua durante 24 horas, luego se lo ingresa al horno a 100°C, y con eso se obtiene el peso seco, y por ende el porcentaje de humedad de las probetas.



*Figura 65* Curado y secado de muestras  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

**Tabla 16**  
*Porcentaje de humedad por prueba*

| <b>Muestra</b>  | <b>Días</b> | <b>Absorción %</b> |  |
|-----------------|-------------|--------------------|--|
| 1               | 28          | 0,13               |  |
| 2               | 28          | 0,15               |  |
| 3               | 28          | 0,14               |  |
| <b>Promedio</b> | 28          | 0,14               |  |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

- **Resistencia**

Para la resistencia a la compresión, se realizaron las pruebas a las edades de 3, 7,14 y 28 días, a los tres prototipos elaborados; cabe recalcar que, para el desarrollo de esta prueba, en el caso de la tapa de alcantarilla, fue necesario cortarla en dimensiones de 18cm x 5cm, para poder ajustarlo en el tablero para el control de resistencia.



**Figura 66.** Ajuste de probetas para control de resistencia  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



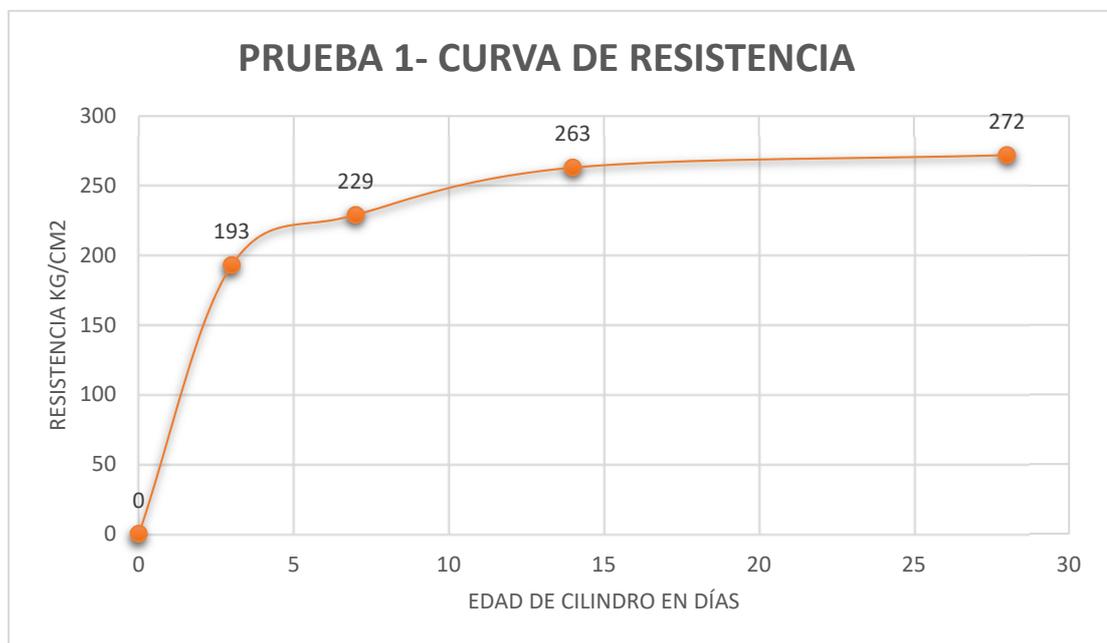
**Figura 67.** Ajuste de probetas para control de resistencia  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

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

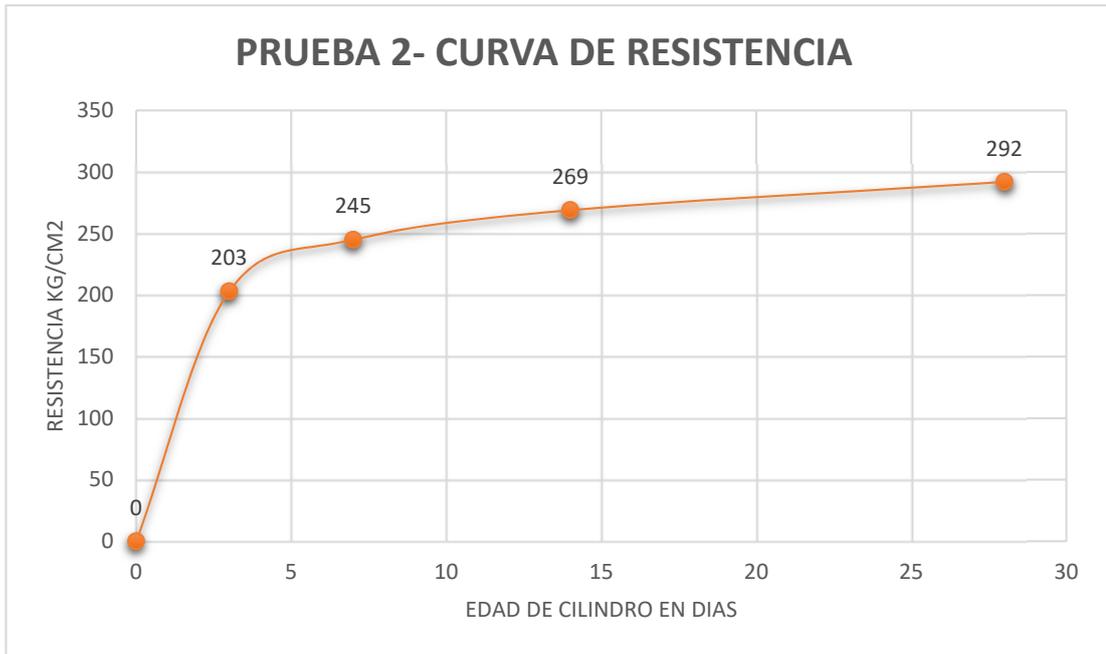
**Tabla 17**  
*Porcentaje de humedad por prueba*

|           | <b>Diámetro</b> | <b>Altura</b> | <b>Días</b> | <b>R. Compresión<br/>(Kg/cm2)</b> | <b>% de<br/>Rotura</b> |
|-----------|-----------------|---------------|-------------|-----------------------------------|------------------------|
| Muestra 1 | 10cm            | 15            | 28          | 294                               | 104,99                 |
| Muestra 2 | 10cm            | 20            | 28          | 305                               | 107,01                 |
| Muestra 3 | 10cm            | 20            | 28          | 311                               | 112,04                 |
| Promedio  | 10cm            | 18,33         | 28          | 303,33                            | 108,01                 |

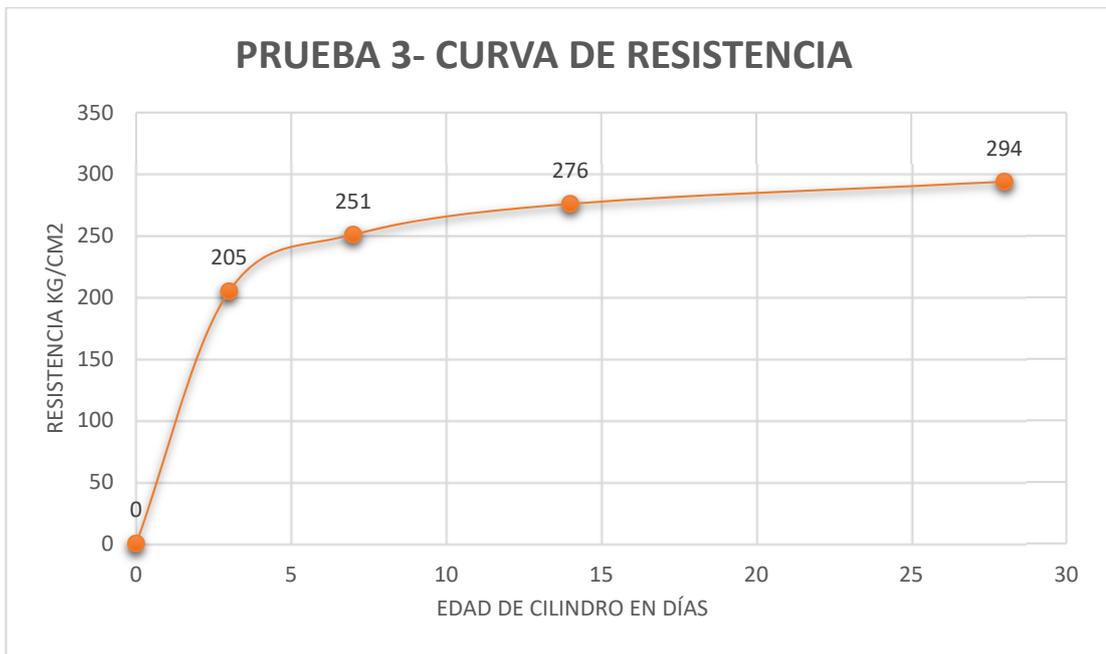
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 68.** Curva de resistencia en muestra 1  
*Elaborado por: Torres, F. (2019)*



**Figura 69.** Curva de resistencia en muestra 2  
**Elaborado por: Torres, F. (2019)**



**Figura 70.** Curva de resistencia en muestra 3  
**Elaborado por: Torres, F. (2019)**

## 4.7. Discusión

### 4.7.1. Resultados de ensayos físicos

### 4.7.2. Comparativa de presupuesto

A continuación, se muestra la comparativa referencial sobre un presupuesto para alumbrado público metálico común, y el prototipo ofrecido por esta investigación; lo que concluye que el poste de alumbrado sugerido es de menor costo en comparación al metálico, debido al uso de reciclaje como criterio sostenible de diseño.

**Tabla 18**

*Presupuestos comparativos de postes*

#### **Presupuesto referencial de poste de PVC reciclado**

| <b>Descripción</b>   | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Costo Total</b> |
|----------------------|-----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| Material reciclado   | 5               | kg            | \$ 0,64                | \$ 3,20            |
| Triturado            | 2               | u             | \$ 10,00               | \$ 20,00           |
| Suministro eléctrico | 1               | u             | \$ 55,00               | \$ 55,00           |
| Mano de obra         | 8               | u             | \$ 3,34                | \$ 26,72           |
| Herramienta menor    | 2               | Global        | \$ 0,55                | \$ 1,10            |
|                      |                 | <b>Total</b>  | <b>\$ 69,53</b>        | <b>\$ 106,02</b>   |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

**Tabla 19**

*Presupuestos comparativos de postes*

#### **Presupuesto referencial de poste metálico común**

| <b>Descripción</b>     | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Costo Total</b> |
|------------------------|-----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| Tubo circular metálico | 3               | ml            | \$ 20,00               | \$ 60,00           |
| Suministro eléctrico   | 1               | u             | \$ 55,00               | \$ 55,00           |
| Mano de obra           | 12              | u             | \$ 3,34                | \$ 40,08           |
| Herramienta menor      | 2               | Global        | \$ 0,55                | \$ 1,10            |
|                        |                 | <b>Total</b>  | <b>\$ 78,89</b>        | <b>\$ 156,18</b>   |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

**Tabla 20***Presupuestos comparativos de tapas de alcantarillas***Presupuesto referencial de tapa de alcantarilla de PVC reciclada**

| <b>Descripción</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Costo Total</b> |
|--------------------|-----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| Material reciclado | 0,1             | kg            | \$ 0,64                | \$ 0,06            |
| Triturado          | 0,25            | u             | \$ 10,00               | \$ 2,50            |
| Mano de obra       | 1               | u             | \$ 3,34                | \$ 3,34            |
| Herramienta menor  | 1               | Global        | \$ 0,55                | \$ 0,55            |
|                    |                 | <b>Total</b>  | <b>\$ 14,53</b>        | <b>\$ 6,45</b>     |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)***Tabla 21***Presupuestos comparativos de tapas de alcantarillas***Presupuesto tapa de alcantarilla común**

| <b>Descripción</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Costo Total</b> |
|--------------------|-----------------|---------------|------------------------|--------------------|
| Varilla corrugada  | 2,5             | ml            | \$ 1,20                | \$ 3,00            |
| Mano de obra       | 2               | u             | \$ 3,34                | \$ 6,68            |
| Herramienta menor  | 1               | Global        | \$ 0,55                | \$ 0,55            |
|                    |                 | <b>Total</b>  | <b>\$ 5,09</b>         | <b>\$ 10,23</b>    |

*Elaborado por: Torres, F. (2019)*

## CONCLUSIONES

- Esta investigación determinó que el Policloruro de Vinilo (PVC), pudo recolectarse, en su forma más común en la construcción, es decir, tubería semi-rígida y flexible, con distintos diámetros, provenientes de residuos constructivos, tanto en obras en ejecución, como en sitios donde finalizan los desechos urbanos, para posteriormente ser reciclada y triturada para la elaboración de muestras de postes de alumbrado público y tapas de alcantarillas.
- Otro punto importante que determinó este estudio, fueron las propiedades mecánicas de las pruebas, regidas bajo la normativa ecuatoriana, demostradas con el análisis de la resistencia a la compresión en la que fueron sometidas las seis probetas, que se asimila con un hormigón a 280 kg/cm<sup>2</sup>; en consecuencia, un poste de alumbrado hecho de PVC y una tapa de alcantarilla, podrían resistir esfuerzos comunes, propios de la variabilidad de los espacios públicos.
- En cuanto a su propiedad física de absorción, se pudo comprobar que tanto el poste de alumbrado y la tapa de alcantarilla elegidas como óptimas, retienen muy poca humedad, lo que condiciona y favorece su mantenimiento, debido a su resistencia a agentes exteriores que ocasionan humedades puesto que, al estar expuestos en espacios públicos, van a someterse a las condicionantes climáticas y a la variedad de actividades de la ciudad.
- Un aspecto relevante en cuanto al alcance de la investigación es sobre el reciclado de PVC y uso en la elaboración de tapas y postes de alumbrado, sobre esto, se puede rescatar la gran aceptación de profesionales que vieron de forma positiva un análisis que contemple un plan de reciclaje; varios de ellos afirman que, de ser puesto el proyecto en marcha, sería muy beneficioso tanto para el sector constructivo, como para la comunidad.
- En la parte de la comparativa presupuestaria, también el poste de alumbrado público y la tapa de alcantarilla en base a PVC reciclado, representan un importante beneficio a la comunidad, ya que aportan significativamente en la reducción de costos de elaboración, en referencia a los elementos usados comúnmente en las calles de la ciudad, lo que además influye en la asequibilidad que condiciona a los proyectos basados en criterios de diseños sostenibles y su aporte a la sociedad.

- Con los puntos anteriores, se puede comprobar la hipótesis descrita en el primer capítulo, donde se afirmaba que los residuos de PVC pueden reciclarse para fabricar postes de alumbrado público y tapas de alcantarillas. Por consiguiente, el objetivo principal de la investigación fue cumplida, al realizar con éstos residuos, la elaboración de postes de alumbrado y tapas de alcantarillas, establecidos en tres muestras que designaron un prototipo óptimo para ser aplicado como bien público.
- En definitiva, este proyecto determinó la gran importancia de establecer criterios sostenibles inmersos en el diseño de mobiliario urbano, además de la eficiencia en los procedimientos para realizar experimentos de este tipo; en efecto, este estudio da la apertura a mejorar las propiedades de elementos similares, en distintos puntos para el bien público, que evoque el cuidado del medio ambiente, bajo el uso de materiales que duran muchos años en degradarse.

## RECOMENDACIONES

- Sobre la aplicación de la propuesta, según la investigación planteada más las referencias analizadas, se sugiere la disposición de las mismas, en aceras y cunetas de espacios exteriores; en efecto, también se sugieren los estudios que la avalen como mobiliario ornamental de jardinería en áreas comunes o espacios privados. De esta forma se exhorta a la ampliación del enfoque del documento presentado, y que continúe la evolución del prototipo para usos muchos más avanzados como la iluminación de con más altura, como es poste que contiene cableado aéreo.
- Se recomienda usar equipos necesarios de protección en la elaboración de las tapas de alcantarillas y postes de alumbrado para espacios públicos, tales como guantes, mascarillas, botas, inclusive sorderas para evitar el ruido que produce triturar los plásticos, todo esto con el fin de optimizar el proceso de la elaboración de otros tipos de innovación en materiales y procurar evitar accidentes que incidan en su industrialización, además de preservar daños en la salud humana, y su agilidad en la fabricación.
- Se recomienda considerar la inclusión de además de residuos de PVC, residuos de botellas plástica (PET), en un pequeño porcentaje, ya que ayuda a la formalidad y manejabilidad del poste alumbrado. En definitiva, la investigación dispone la posibilidad de ensayos con un porcentaje aproximado de 15% de residuos de botellas plásticas (PET), e identifica la presencia de un doble beneficio en la reducción de los residuos sólidos urbanos, para convertirlos en elementos públicos que puedan servir por segunda vez a los ciudadanos.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Botellas de plástico:** Es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas.

**PET: Politereftalato de Etileno:** es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático; usado en envases de bebidas y textiles.

**Residuo:** Son las sustancias sólidas, semisólidas, líquidas o gaseosas, o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, a cuya eliminación o disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional o internacional aplicable y es susceptible de aprovechamiento o valorización.

**Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

**Resina:** Cualquiera de una clase de sólido o semi-sólido de productos orgánicos de origen natural o sintético, generalmente de pesos moleculares altos sin un punto de fundición definido. La mayoría de las resinas son polímeros.

**Resistencia a la compresión bruta:** Relación entre la carga de rotura a compresión simple de un bloque y su superficie bruta, expresada en MPa.

**Termoplástico:** Los termoplásticos son un tipo de material plástico o deformable, que al calentar pasan a un estado viscoso o fluido; y pasan a un estado vítreo, frágil al enfriar suficientemente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Almeida, C. (2014). *Uso de bloques de poliestireno expandido en terraplenes*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Alquienvas. (2016). *Alquienvas medio ambiente*. Obtenido de <http://www.alquienvas.com/>
- Argüello, F. (2015). *Prototipo de vivienda de bajos recursos con material reciclado (modelación SAP, caracterización de los Materiales, animación virtual)- Argüello, 2015*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República de Ecuador*. Montecristi: Asamblea Nacional.
- Asamblea Nacional. (2010). *COPCI*. Quito: Editora Nacional.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Editora Nacional.
- Bravo, A. (2009). *Evaluación de polietilenos de alta densidad reciclados para aplicación en mobiliario urbano*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Cajal, A. (2019). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-de-campo/>
- Castro, L. (03 de 2011). *airdplastico*. Recuperado el 15 de 07 de 2018, de <https://airdplastico.wordpress.com/2011/03/17/plasticos-serie-tecnica-el-pvc/>
- Center for Environmental Health. (2018). *Our Health, PVC, and Critical Infrastructure*. Oakland: CEH.
- Center for Health, Environment & Justice. (2010). *PVC, the Poison Plastic: Unhealthy for Our Nation's Children and Schools*. Obtenido de Cherj: <http://chej.org/wp-content/uploads/110909%20PVC,%20the%20Poison%20Plastic.pdf>
- Concejo Municipal. (2018). *“ORDENANZA PARA REGULAR LA FABRICACIÓN, EL COMERCIO DE CUALQUIER TIPO, DISTRIBUCIÓN Y ENTREGA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS DE UN SOLO USO*. Guayaquil: Municipio de Guayaquil.
- Congreso Nacional. (2004). *Ley de Gestión Ambiental*. (L. c. codificación, Ed.) Quito: Lexis. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Congreso Nacional. (2004). *Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y vida silvestre*. Quito: Editora Nacional.
- Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible. (07 de 2014). *Red justicia ambiental*. Recuperado el 15 de 07 de 2018, de <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guias-ambientales-sector-plc3alsticos.pdf>

- EcoInventos. (19 de 07 de 2016). *Eco Inventos Green Technology*. Recuperado el 08 de 07 de 2018, de <https://ecoinventos.com/liter-of-light-una-farola-hecha-con-botellas-de-plastico/>
- Ecuador forestal. (26 de 10 de 2012). Recuperado el 06 de 07 de 2018, de <http://ecuadorforestal.org/noticias-y-eventos/el-material-plastico-recolectado-en-cima-kids-sera-procesado/>
- El Universo. (2014 de 05 de 2014). *Diario El universo*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2014/05/26/nota/3015671/plastico-reciclado-hacen-postes-cercas>
- Flores, J. (2016). *UTILIZACION DEL CHIP DE PLASTICO COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN MACHALA*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Giannuzzo, A. N. (2010). *Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental*. Argentina: Facultad de Ciencias Forestales; Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Glosarios. (27 de 01 de 2019). *Glosarios de psicología*. Obtenido de <https://glosarios.servidor-alicante.com/psicologia/metodo-experimental>
- Humplast. (17 de 10 de 2017). *Humplast*. Obtenido de <https://humplast.com/2017/10/17/origen-del-plastico/>
- INEC. (12 de Diciembre de 2011). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico: [http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com\\_content&view=article&id=112&Itemid=90&](http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=90&)
- INEC. (28 de Julio de 2015). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Ecuador en cifras: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi\\_esGuayaquil\\_cifra\\_a\\_cifra.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf)
- INEN . (2014). *NTE INEN 2657 Poste de plástico reforzados con fibra de vidrio*. Quito: INEN CAMICON.
- INEN. (2012). *NTE INEN 2634*. Quito: MIDUVI CAMICON.
- Isan, A. (22 de 11 de 2017). *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/por-que-el-pvc-es-toxico-y-contaminante-494.html>
- La República. (10 de 01 de 2019). Obtenido de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/seis-paises-alrededor-del-mundo-reciclan-mas-de-50-de-su-basura-durante-el-ano-2813051>
- Lascano, S., & Narváez, L. (2010). *Mejoramiento de la capacidad portante del CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) de una sub base granular con material proveniente de la provincia de*

*Esmeraldas por medio de la adición de desechos de PVC.* Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Martínez, C. (2019). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/observacion-directa/>
- Morales, R. (2019). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/caracteristicas-una-encuesta/>
- Parlamento Europeo. (06 de 06 de 2018). *Noticias Parlamento Europeo*. Obtenido de <http://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180328STO00751/gestion-de-residuos-en-la-ue-hechos-y-cifras-infografia>
- Paz, E. (2014). *Análisis de la determinación de las propiedades físico y mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado*. Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Pérez, J., & Gardey, A. (2014). *Definición de*. Obtenido de <https://definicion.de/poste/>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2015). *Definición de*. Obtenido de [definicion.de: https://definicion.de/pvc/](https://definicion.de/pvc/)
- PETAMBÚS, PETABRICKS & ECO-LADRILLOS. (13 de 07 de 2014). Recuperado el 22 de 07 de 2018, de <http://petambus.economiabasadaenrecursos.co/2014/07/que-es-una-botella-pet.html>
- Polimer Tecnic. (06 de 04 de 2016). *Polimer Tecnic*. Obtenido de <https://www.polimertecnic.com/origen-del-plastico/>
- Quebakan. (07 de 2015). *Quebakan*. Recuperado el 01 de 07 de 2018, de <http://www.quebakan.com/v15/elaboran-postes-para-ganaderia-a-partir-de-envases-de-yogurt/>
- Robles, D. (2019). *Investigación Científica*. Obtenido de <https://investigacioncientifica.org/que-es-la-investigacion-documental-definicion-y-objetivos/>
- Robles, F. (2019). *Lifeder*. Obtenido de [https://www.lifeder.com/tipos-investigacion-cientifica/#Investigacion\\_experimental](https://www.lifeder.com/tipos-investigacion-cientifica/#Investigacion_experimental)
- Romegialli. (s/f). *Introducción a la toxicología ambiental*. Chile.
- Santos, E. d. (03 de 02 de 2019). *Parques alegres*. Obtenido de <http://parquesalegres.org/biblioteca/blog/que-es-mobiliario-urbano/>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). *Transformación de la Matriz Productiva: Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano*. Quito : SENPLADES .

- Tendencias. (31 de 03 de 2013). *Tendencias 2009 wordpress*. Recuperado el 12 de 07 de 2018, de <https://tendencias2009.wordpress.com/2013/03/31/bolardos-con-caucho-reciclado/>
- TERMISER. (25 de 05 de 2017). *Termiser protecciones*. Obtenido de <http://termiserprotecciones.com/caracteristicas-de-pvc-beneficios-proteccion/>
- UCA – Facultad de Química e Ingeniería “Fray Rogelio Bacon”. (S.f). *Academia*. Obtenido de Academia: [https://www.academia.edu/22719338/El\\_PVC\\_Policloruro\\_de\\_Vinilo](https://www.academia.edu/22719338/El_PVC_Policloruro_de_Vinilo)
- Urdaneta, A. S. (2014). *Manejo de residuos sólidos en América Latinay el Caribe*.
- VirtualPro. (Febrero de s/f). Mitos y verdades sobre el PVC.
- Vivir sin plástico. (10 de 04 de 2016). *Vivir sin plástico*. Obtenido de <https://vivirsinplastico.com/plastico-se-puede-reciclar/>
- Yanez, D. (2019). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/enfoque-investigacion/>
- Zavala, G. (2015). *DISEÑO Y DESARROLLO EXPERIMENTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO PLÁSTICO RECICLADO*. Santa Tecla: ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### 6.1. Resistencia a la compresión certificada



#### CONTROL DE RESISTENCIA

**Contratista:** Francisco Arturo Torres Macas  
**Proyecto:** Prototipos de Tapas de Alcantrillas y Postes de alumbrado en Base al PVC Reciclado  
**Localización:** Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil  
**Fecha:** 15 de Febrero de 2019  
**Informe:** 36924

| No. Cil. Lab. | Cil. Tomados | FECHA DE TOMA | DIAS | FECHA DE ROTURA | Altura (cm.) | Diámetro (mm.) | Area (mm <sup>2</sup> ) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Absorción (%) | PESO HUMEDO (Kg) | PESO SECO (Kg) | Carga (KN.) | Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> ) | ESTRUCTURA | Porcentaje de Rotura % |
|---------------|--------------|---------------|------|-----------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------------------|---------------|------------------|----------------|-------------|-----------------------------------|------------|------------------------|
| -             | Contratista  | -             | 7    | 15/02/019       | 20,1         | 104,1          | 64                      | 1284                       | 0,14          | 2142             | 2139           | 245,3       | 294                               | Cilindro   | 104,99                 |



GEOCON S.A.  
*Control de Calidad*  
 Autorizada

## ANEXO 2

### 6.2. Propuesta Aplicada

