



# UNIVERSIDAD DE PIURA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **Diseño de una planta de fabricación de ladrillo a partir de plástico reciclado en el parque industrial Piura Futura**

Trabajo de Investigación

**Luis Miguel Namuche Ramos  
José Ángel Fiestas Antón  
Franklin David García Cruz  
Camilo Jiménez Chuquihuanga  
Roque Martínez Irene**

Asesor(es):  
**Dr. Ing. Dante Arturo Martin Guerrero Chanduví**

**Piura, noviembre de 2019**



|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla de contenido                                                             |    |
| Resumen .....                                                                  | 1  |
| Capítulo 1 .....                                                               | 3  |
| Antecedentes y situación actual.....                                           | 3  |
| 1.1.    Antecedentes del uso del plástico. ....                                | 3  |
| 1.1.1.    Uso del plástico en mezclas asfálticas .....                         | 4  |
| 1.1.2.    Ladrillos hechos de plástico reciclado.....                          | 4  |
| 1.2.    Antecedentes de la Gestión de residuos sólidos .....                   | 5  |
| 1.2.1.    Gestión de residuos sólidos en Latinoamérica .....                   | 5  |
| 1.2.2.    Gestión de residuos sólidos en el Perú .....                         | 8  |
| 1.2.3.    Gestión de residuos sólidos en Piura .....                           | 9  |
| 1.3.    Situación actual de ladrillos de plástico reciclado .....              | 13 |
| 1.3.1.    A nivel internacional .....                                          | 13 |
| 1.3.2.    A nivel nacional.....                                                | 15 |
| 1.3.3.    A nivel regional .....                                               | 17 |
| 1.4.    Situación actual del reciclaje en el Perú .....                        | 17 |
| 1.4.1.    Modalidades de implantación de la ley del reciclador .....           | 17 |
| 1.4.2.    Programas de reciclaje en Piura promovido por la Municipalidad ..... | 19 |
| Capítulo 2 .....                                                               | 21 |
| Marco Teórico .....                                                            | 21 |
| 2.1.    Antecedentes del uso del plástico. ....                                | 21 |
| 2.1.1.    Historia .....                                                       | 21 |
| 2.1.2.    Propiedades y características.....                                   | 22 |
| 2.1.3.    Clasificación .....                                                  | 25 |
| 2.2.    Reciclaje de plástico .....                                            | 30 |
| 2.2.1.    Reciclaje .....                                                      | 30 |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.2. Marco legal.....                                     | 31 |
| 2.2.3. Tipos de reciclaje.....                              | 33 |
| 2.2.4. Propiedades del plástico reciclado.....              | 35 |
| 2.3. Bloques .....                                          | 37 |
| 2.3.1. Características.....                                 | 37 |
| 2.3.2. Requisitos del ladrillo según NTP E.070 .....        | 38 |
| 2.3.3. Composición.....                                     | 40 |
| Capítulo 3 .....                                            | 41 |
| Metodología.....                                            | 41 |
| 3.1. Planteamiento del problema.....                        | 41 |
| 3.2. Objetivos.....                                         | 42 |
| 3.2.1. Objetivo general .....                               | 42 |
| 3.2.2. Objetivos específicos.....                           | 42 |
| 3.3. Justificación .....                                    | 43 |
| 3.4. Hipótesis .....                                        | 45 |
| 3.5. Herramientas, técnicas y metodologías. ....            | 45 |
| 3.5.1. Investigación de mercado .....                       | 45 |
| 3.5.2. Metodología para el diseño de la planta .....        | 47 |
| 3.5.3. Metodologías para el desarrollo del MOF y MAPRO..... | 51 |
| 3.5.4. Procedimiento para la fabricación del prototipo..... | 52 |
| 3.5.5. Métodos para el análisis ambiental.....              | 52 |
| 3.5.6. Análisis económico .....                             | 53 |
| 3.5.7. Análisis financiero.....                             | 53 |
| 3.6. Metodología.....                                       | 55 |
| 3.6.1. Metodología para el estudio de mercado.....          | 55 |
| 3.6.2. Metodología de Investigación .....                   | 56 |
| Capítulo 4 .....                                            | 59 |
| Estudio de mercado .....                                    | 59 |
| 4.1. Técnicas de estudio de mercado .....                   | 59 |
| 4.2. Diseño de la investigación .....                       | 59 |
| 4.3. Resultados de la Investigación.....                    | 65 |
| Capítulo 5 .....                                            | 67 |
| Diseño de la planta .....                                   | 67 |
| 5.1. Localización de planta .....                           | 67 |
| 5.2. Determinación de la maquinaria .....                   | 67 |

|                                    |                                                  |     |
|------------------------------------|--------------------------------------------------|-----|
| 5.3.                               | Distribución de la planta .....                  | 69  |
| 5.3.1.                             | Identificación y dimensionamiento de planta..... | 69  |
| 5.3.2.                             | Matriz de interrelaciones .....                  | 69  |
| 5.3.3.                             | Diagrama de interrelaciones. ....                | 72  |
| 5.3.4.                             | Relación de cercanía total TCR.....              | 74  |
| Capítulo 6                         | .....                                            | 81  |
| Diseño del Proceso Productivo..... |                                                  | 81  |
| 6.1.                               | Diseño del Proceso.....                          | 81  |
| 6.1.1.                             | Procesos de fabricación .....                    | 81  |
| 6.1.2.                             | Diagrama de flujo de los procesos.....           | 82  |
| 6.1.3.                             | Descripción de los procesos .....                | 85  |
| 6.2.                               | Organización y funciones .....                   | 85  |
| 6.2.1.                             | Criterios de diseño.....                         | 85  |
| 6.2.2.                             | Estructura organizacional de la empresa.....     | 86  |
| 6.2.3.                             | Manual de organización y funciones .....         | 86  |
| 6.3.                               | Manuales de procedimientos (MAPRO).....          | 92  |
| 6.3.1.                             | Mapa global de procesos .....                    | 92  |
| 6.3.2.                             | Mapa de ámbito .....                             | 93  |
| 6.3.3.                             | Diagramas y descripción de los procesos.....     | 93  |
| Capítulo 7                         | .....                                            | 101 |
| Prototipo .....                    |                                                  | 101 |
| 7.1.                               | Diseño del prototipo.....                        | 101 |
| 7.1.1.                             | Diseño y selección del prototipo .....           | 101 |
| 7.2.                               | Insumos.....                                     | 105 |
| 7.3.                               | Fabricación del prototipo .....                  | 106 |
| 7.4.                               | Ensayos de laboratorio.....                      | 109 |
| 7.5.                               | Mediciones de parámetros .....                   | 110 |
| 7.6.                               | Análisis de resultados .....                     | 110 |
| Capítulo 8                         | .....                                            | 111 |
| Análisis de factores.....          |                                                  | 111 |
| 8.1.                               | Análisis legal.....                              | 111 |
| 8.2.                               | Análisis ambiental.....                          | 112 |
| 8.3.                               | Análisis social .....                            | 117 |
| 8.4.                               | Análisis económico.....                          | 118 |
| 8.4.1.                             | Beneficios tangibles.....                        | 118 |

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| 8.4.2. Beneficios intangibles .....               | 119 |
| 8.5. Análisis financiero .....                    | 119 |
| 8.5.1. Flujos de caja .....                       | 125 |
| 8.5.2. Indicadores de rentabilidad VAN y TIR..... | 126 |
| 8.5.3. Análisis de Resultados.....                | 127 |
| Capítulo 9 .....                                  | 129 |
| Conclusiones.....                                 | 129 |
| Referencias .....                                 | 131 |



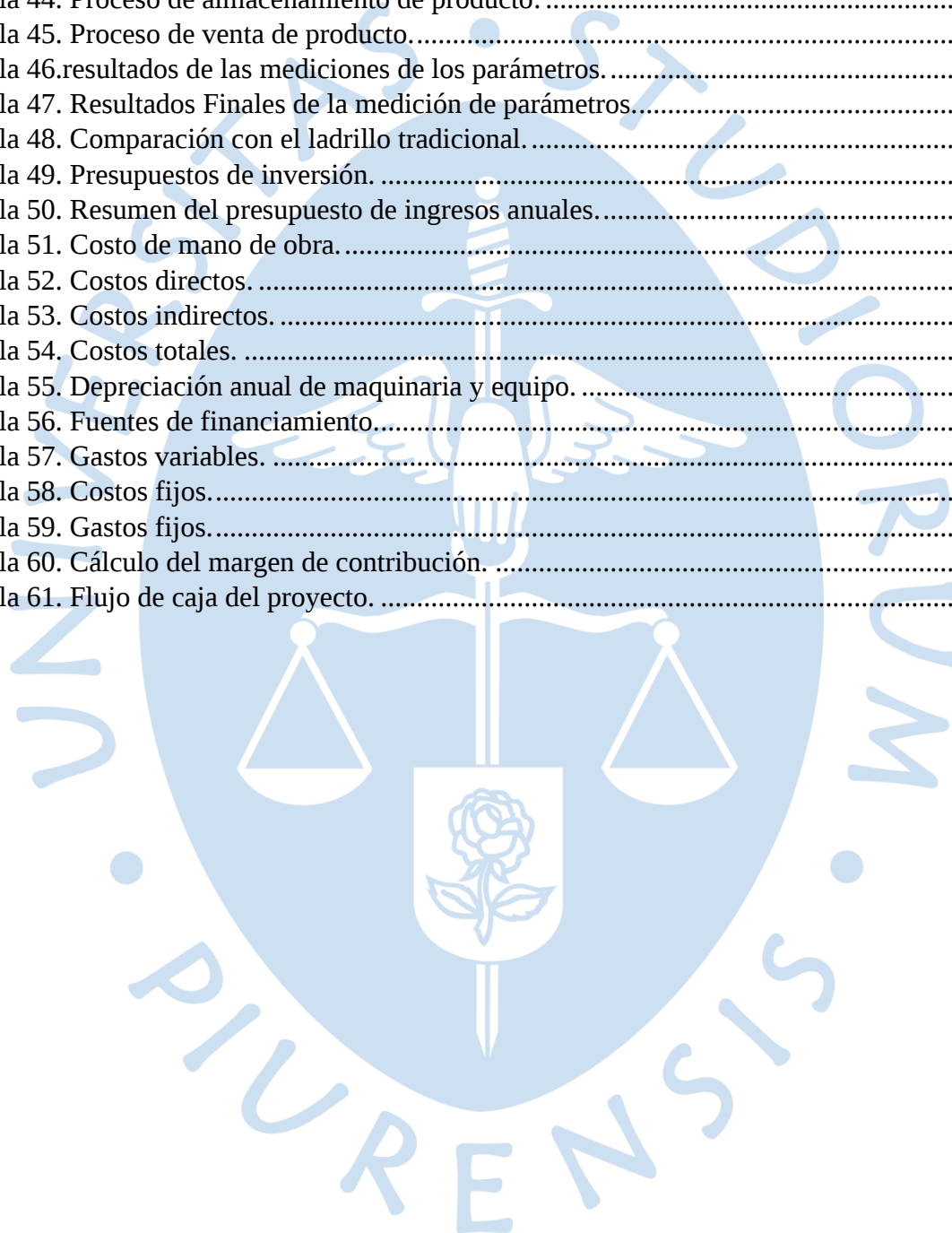
|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1. Porcentaje de residuos sólidos según el tipo de disposición final, 2012. ....            | 6   |
| Figura 2. Composición física de residuos sólidos. ....                                             | 10  |
| Figura 3. Esquema de producción de ladrillo de Ladriplast. ....                                    | 16  |
| Figura 4. Proceso de formalización e integración de recicladores. ....                             | 18  |
| Figura 5. Etapas que se siguen para el recojo selectivo. ....                                      | 19  |
| Figura 6. Influencia de la densidad y el índice de fluencia. ....                                  | 36  |
| Figura 7. Matriz de interrelaciones. ....                                                          | 49  |
| Figura 8. Simbología de cada actividad. ....                                                       | 50  |
| Figura 9. Simbología basada en la metodología ANSI. ....                                           | 51  |
| Figura 10. Sección 1 de la encuesta. ....                                                          | 61  |
| Figura 11. Sección 2 de la encuesta. ....                                                          | 62  |
| Figura 12. Sección 3 de la encuesta. ....                                                          | 63  |
| Figura 13. Sección 6 de la encuesta. ....                                                          | 64  |
| Figura 14. Sección 5 de la encuesta. ....                                                          | 65  |
| Figura 15. Matriz de interrelaciones. ....                                                         | 72  |
| Figura 16. Departamentos de la planta con su respectiva simbología. ....                           | 73  |
| Figura 17. Distribución física de la actividad que se desarrolla en cada área o departamento. .... | 74  |
| Figura 18. Distribución física de los departamentos de la planta. ....                             | 79  |
| Figura 19. Diagrama de flujo de los procesos. ....                                                 | 82  |
| Figura 20. Pérdidas del proceso de producción. ....                                                | 84  |
| Figura 21. Organigrama de la organización. ....                                                    | 86  |
| Figura 22. Mapa global de procesos. ....                                                           | 93  |
| Figura 23. Mapa de ámbito. ....                                                                    | 93  |
| Figura 24. Proceso de abastecimiento de materia prima. ....                                        | 95  |
| Figura 25. Proceso de planificación, programación y control de producción. ....                    | 96  |
| Figura 26. Proceso de fabricación de ladrillos. ....                                               | 98  |
| Figura 27. Proceso de almacenamiento de producto. ....                                             | 99  |
| Figura 28. Proceso de venta. ....                                                                  | 100 |
| Figura 29. Diseño A. Fuente: Elaboración propia. ....                                              | 102 |
| Figura 30. Diseño B Fuente: Elaboración propia. ....                                               | 102 |
| Figura 31. Diseño C Fuente 10: Elaboración propia. ....                                            | 103 |
| Figura 32. Prototipo final Fuente: Elaboración propia. ....                                        | 104 |
| Figura 33. Vista superior de prototipo diseñado. ....                                              | 104 |
| Figura 34. Vista inferior de prototipo diseñado. ....                                              | 105 |

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| Figura 35: Molde del ladrillo de plástico .....      | 106 |
| Figura 36: Materia prima (Polipropileno). ....       | 107 |
| Figura 37: Tapas de botellas en fundición .....      | 107 |
| Figura 38: Plástico PP fundido vertido en molde..... | 107 |
| Figura 39: Prototipo obtenido. ....                  | 108 |
| Figura 40: Ladrillos fabricados acoplados. ....      | 108 |
| Figura 41: Ladrillo torneado .....                   | 109 |
| Figura 42: Matriz de identificación.....             | 112 |
| Figura 43: Matriz de valoración .....                | 114 |



|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios. ....                                             | 12 |
| Tabla 2. Proyectos/compañías de fabricación de ladrillos de plástico reciclado. ....                             | 13 |
| Tabla 3. Etapas del proceso de inyección. ....                                                                   | 14 |
| Tabla 4. Iniciativas que promueven el uso del plástico reciclado. ....                                           | 15 |
| Tabla 5. Descripción de los procesos para la fabricación de ladrillo Ladriplast. ....                            | 16 |
| Tabla 6. Características y propiedades de los distintos tipos de plásticos. ....                                 | 23 |
| Tabla 7. Aplicaciones de los plásticos termoplásticos. ....                                                      | 26 |
| Tabla 8. Aplicaciones de los plásticos termoestables. ....                                                       | 28 |
| Tabla 9. Aplicaciones de los plásticos elastómeros. ....                                                         | 30 |
| Tabla 10. Densidad de algunos tipos de plástico. ....                                                            | 35 |
| Tabla 11. Índices de fluencia de algunos tipos de plástico. ....                                                 | 36 |
| Tabla 12. Descripción de las propiedades del plástico. ....                                                      | 36 |
| Tabla 13. Clase de Unidad de Albañilería para fines estructurales. ....                                          | 38 |
| Tabla 14. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales. ....                      | 39 |
| Tabla 15. Relaciones de proximidad entre actividades. ....                                                       | 48 |
| Tabla 16. Razones de la proximidad entre actividades. ....                                                       | 48 |
| Tabla 17. Importancia de impacto. ....                                                                           | 52 |
| Tabla 18. Valor para las variables del muestreo. ....                                                            | 60 |
| Tabla 19. Identificación de las áreas para los departamentos de la planta con sus reactivas<br>dimensiones. .... | 69 |
| Tabla 20. Relaciones de proximidad que puede existir en cada actividad. ....                                     | 70 |
| Tabla 21. Peso del grado de vinculación de la actividad. ....                                                    | 70 |
| Tabla 22. Motivos de la proximidad entre actividades áreas. ....                                                 | 71 |
| Tabla 23. Hoja de trabajo para el diagrama de interrelaciones. ....                                              | 75 |
| Tabla 24. Número de relaciones por departamento y por Grado de vinculación. ....                                 | 75 |
| Tabla 25. Orden de ingreso de los departamentos. ....                                                            | 76 |
| Tabla 26. Ingreso al área de Secado. ....                                                                        | 76 |
| Tabla 27. Ingreso al área de Fundido. ....                                                                       | 77 |
| Tabla 28. Ingreso al área de Lavado. ....                                                                        | 77 |
| Tabla 29. Ingreso al área de Moldeo. ....                                                                        | 77 |
| Tabla 30. Ingreso al área de Enfriado. ....                                                                      | 77 |
| Tabla 31. Ingreso al área de Trituración. ....                                                                   | 78 |
| Tabla 32. Ingreso al área de Materia Prima. ....                                                                 | 78 |
| Tabla 33. Ingreso al área de Producto Terminado. ....                                                            | 78 |
| Tabla 34. Ingreso al área Comercial. ....                                                                        | 78 |
| Tabla 35. Ingreso al área de Servicios Higiénicos. ....                                                          | 79 |
| Tabla 36. Funciones del gerente general. ....                                                                    | 87 |
| Tabla 37. Funciones del jefe de producción. ....                                                                 | 88 |
| Tabla 38. Funciones del jefe de ventas. ....                                                                     | 89 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 39. Funciones del encargado de almacén de producto .....                                                                                  | 91  |
| Tabla 40. Inventario de procesos.....                                                                                                           | 93  |
| Tabla 41. Proceso de abastecimiento de materia prima .....                                                                                      | 94  |
| En la Tabla 42 se detalla la descripción del proceso de planificación, programación y control de la producción. Tabla 42. Proceso de PPCP. .... | 95  |
| Tabla 43. Proceso de fabricación de ladrillo. ....                                                                                              | 97  |
| Tabla 44. Proceso de almacenamiento de producto. ....                                                                                           | 98  |
| Tabla 45. Proceso de venta de producto.....                                                                                                     | 100 |
| Tabla 46. resultados de las mediciones de los parámetros.....                                                                                   | 110 |
| Tabla 47. Resultados Finales de la medición de parámetros.....                                                                                  | 110 |
| Tabla 48. Comparación con el ladrillo tradicional. ....                                                                                         | 110 |
| Tabla 49. Presupuestos de inversión. ....                                                                                                       | 120 |
| Tabla 50. Resumen del presupuesto de ingresos anuales.....                                                                                      | 121 |
| Tabla 51. Costo de mano de obra. ....                                                                                                           | 121 |
| Tabla 52. Costos directos. ....                                                                                                                 | 122 |
| Tabla 53. Costos indirectos. ....                                                                                                               | 122 |
| Tabla 54. Costos totales. ....                                                                                                                  | 122 |
| Tabla 55. Depreciación anual de maquinaria y equipo. ....                                                                                       | 123 |
| Tabla 56. Fuentes de financiamiento.....                                                                                                        | 123 |
| Tabla 57. Gastos variables. ....                                                                                                                | 124 |
| Tabla 58. Costos fijos.....                                                                                                                     | 124 |
| Tabla 59. Gastos fijos.....                                                                                                                     | 125 |
| Tabla 60. Cálculo del margen de contribución. ....                                                                                              | 125 |
| Tabla 61. Flujo de caja del proyecto. ....                                                                                                      | 126 |



## **Resumen**

El proyecto desarrollado es una muestra de la importancia que tiene hoy el factor ambiental en diferentes partes del mundo. Está enfocado en producir un producto de gran importancia e impacto social, usando un material reciclado de fácil acceso y que generamos diariamente siendo el plástico de tipo polipropileno.

En las botellas de plástico identificamos dos tipos termoplásticos como es PET (polietileno tereftalato) y PP (polipropileno), siendo este último nuestra materia prima a usar en la fabricación de ladrillos acoplables para la accesibilidad en la construcción.

El presente informe está conformado por nueve capítulos, donde abarca la información recogida y generada en el transcurso del proyecto de fabricación de ladrillos de plástico.

El capítulo de antecedentes y situación actual, se recoge información de los antecedentes y/o similares que posee el proyecto así mismo el enfoque relacionado con el reciclaje de este residuo sólido por parte de los municipios locales.

En el capítulo de marco teórico, se mostrará una visión general del plástico, propiedades y características además del reciclaje de estos residuos sólidos.

En el capítulo de metodología de trabajo empleado en el desarrollo del proyecto, se tiene metodología de estudio de mercado y metodología de investigación correspondiente a la información de datos, experimentación, predicción y simulación.

En el capítulo de estudio de mercado, se mostrará información correspondiente a las técnicas cualitativa y cuantitativa empleadas, así también la investigación realizada por el equipo del proyecto y los resultados e información obtenida de su aplicación al público objetivo localizado en la provincia de Piura.

En el capítulo de diseño de planta, se presentará la localización de planta donde se tiene como lugar preferente desarrollar el proyecto, la identificación de la maquinaria a utilizar en el proceso de fabricación y la distribución de planta tanto en dimensionamiento como la interrelación de las áreas de trabajo.

En el capítulo de diseño del proceso productivo se detallará el proceso de producción requerido para la fabricación del ladrillo de plástico reciclado del tipo polipropileno (PP), además de los procesos de producción y, el desarrollo del manual de organización y funciones (MOF) y el manual de procedimientos (MAPRO).

El capítulo de prototipo se presenta las propuestas en diseño de prototipo y el obtenido como diseño final, la identificación de insumos necesarios en la fabricación del prototipo, la fabricación del prototipo y los resultados obtenidos, los ensayos de laboratorio de realizados para evaluación de los prototipos y los resultados finales obtenidos.

La fabricación de ladrillos está determinada y basada en la norma técnica peruana E070, lo que permite realizar un análisis de las características del producto obtenido en comparación a lo que establece la norma.

En capítulo de análisis de factores se enfatiza el análisis económico, financiero del proyecto en su proyección a desarrollarse, el aspecto legal, social y ambiental del proyecto desarrollado.

Finalmente se culmina con las conclusiones formuladas por parte del equipo del proyecto, lo que se refleja las comparaciones, situaciones presentadas y análisis del proyecto desarrollado.

## Capítulo 1

### Antecedentes y situación actual

Este primer capítulo, se centrará en obtener información relevante respecto a los antecedentes del uso del plástico, de la gestión de residuos sólidos y el reciclaje de plásticos en proyectos anteriores; y la situación actual del reciclaje de plástico.

#### 1.1. Antecedentes del uso del plástico.

El plástico según la Real Academia Española es un material sintético compuesto por polímeros que puede moldearse fácilmente. (Española, 2018)

Los plásticos son usados diariamente (30 kilos por año por cada ciudadano peruano) en muchos procesos, desde los utensilios de cocina hasta los automóviles; tanto que se han convertido en una importante parte de nuestra vida cotidiana. Estos no sufren procesos de oxidación por la humedad o el oxígeno debido a que están constituidos por moléculas de alto peso molecular con gran número de átomos que tienen una gran inercia química, esto los hace que sean duraderos y tarden entre 100 a mil años en descomponerse de acuerdo con el tipo de material plástico. (Ministerio del Ambiente, 2017)

Debido a sus enormes usos también significa grandes problemas cuando se arroja como residuo a la naturaleza por su difícil degradación, y actualmente ya es inmensa la cantidad de plásticos que se encuentra en el ambiente. El medio marino es el más afectado ya que recibe la mayor cantidad de desechos plásticos, más de 200 kg por segundo. (Coppini, 2017)

Por ello se busca nuevas formas de aprovechar el plástico usado para realizar otros productos y evitar el desecho directo, además de una correcta gestión del reciclaje incentivando una economía circular.

El Perú actualmente tiene nuevas políticas de gestión de residuos plásticos enfocadas en el reciclaje y su posterior tratamiento para elaborar nuevos productos, para lo cual se necesita del apoyo de los ciudadanos y una concientización acerca del impacto en el medio ambiente.

Una de dichas políticas es la promulgación del Reglamento de la Ley de Gestión de Residuos Sólidos por el Ministerio del Ambiente, el cual busca reducir la fabricación de residuos sólidos, y al mismo tiempo, incentiva la recuperación a través del reciclaje para la elaboración de nuevos productos. Algunas de las empresas comprometidas son: Entel, Aje y Real Plaza. (Ministerio del Ambiente, 2018)

#### **1.1.1. Uso del plástico en mezclas asfálticas**

Es una de las formas de aprovechar el plástico usado para aliviar el impacto ambiental generado y aumentar la vida útil de las mezclas asfálticas.

La experimentación fue realizada en Colombia acerca del uso de desechos no biodegradables en mezclas asfálticas, obteniéndose por dos diferentes vías: seca y húmeda. Además del plástico se añadió poliestireno expandido y caucho de llantas usadas, reduciendo así tres tipos de desechos. (Fredy & Ana, 2008)

Las mezclas asfálticas convencionales son susceptibles al ahuellamiento como resultado del flujo vehicular, y si se requiere de una mezcla de mejor calidad se necesita agregarle productos químicos que resultan costosos; sin embargo, la mezcla proveniente del plástico es mucho más resistente, además de suponer un ahorro de costos y un aumento del impacto positivo al medio ambiente reduciendo la cantidad de desechos plásticos.

En Panamá se aprobó el Proyecto de Ley 687 que autoriza la utilización de plásticos reciclados en mezclas asfálticas. Serán utilizados en la construcción de vías secundarias y se usará residuos plásticos como botellas, bolsas y caucho. Además de reducir el costo de proyectos viales, reduce la cantidad de residuos en el medio ambiente. (Telemetro.com, 2019)

En España se llevó a cabo un proyecto de reutilización de residuos plásticos agrícolas para fabricar mezclas asfálticas y se puso en práctica en una carretera de la provincia de Cádiz. (Residuos Profesional, 2016)

#### **1.1.2. Ladrillos hechos de plástico reciclado**

En Argentina con la idea de ayudar a familias de bajos recursos económicos se desarrolló el proyecto EasyBrick, en el cual se diseñaron y fabricaron ladrillos hechos de plástico reciclado de tipo polipropileno, dichos ladrillos solo son ensamblados entre ellos mediante acoples para formar las paredes de las viviendas. (EcoInventos, 2018)

El ladrillo pesa entre 0.9 y 1 kg y tiene paredes con interior hueco lo que lo convierte en aislante térmico, pero además es totalmente ignífugo debido al retardante de llama añadido en su fabricación.

A pesar de ser un poco más caros que los ladrillos convencionales, el costo total de la vivienda es menor en un 25 % debido a ahorros de mano de obra especializada ya que solo se requiere montaje y no necesita material para las uniones entre ladrillos.

## **1.2. Antecedentes de la Gestión de residuos sólidos**

Se mencionarán las políticas ambientales implementadas por algunos países latinoamericanos; además, del Perú y Piura; y los resultados obtenidos después de haber implementado esas políticas.

### **1.2.1. Gestión de residuos sólidos en Latinoamérica**

Varios países de Latinoamérica han implementado políticas ambientales, basándose en las políticas de países industrializados, con el objetivo de controlar y prevenir el impacto ambiental de la acumulación de residuos y han creado un plan de gestión integral de esto (Seminario & Tineo, 2018).

#### **a) Análisis de las políticas en México**

En el año 2012 se generó 41.1 millones de toneladas de residuos sólidos por ello se empezó a implementar políticas y normas que aseguren la buena gestión de residuos. El problema principal era la disposición final de los residuos.

Según Jiménez (2015) las medidas adoptadas en este país respecto a la gestión de residuos sólidos fueron:

- La Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) se transformó en la Subsecretaría de Ecología y en 1983 en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). (pág. 44)
- En 1983 se ejecutaron una serie de reformas constitucionales. Una de estas fue la modificación del artículo 115, que confirió a los municipios la responsabilidad de administrar y otorgar servicio de aseo público. (pág. 44)
- En 1992 se concretó la creación de dos entidades fundamentales para la política ambiental: el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (pág. 45)

- En 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), principal órgano conductor de la política ambiental en México, la que se incorporó al Instituto Nacional de Ecología (INE) para la atención de los asuntos ambientales. (pág. 45)
- En el año 2003 se publicó la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, instrumento jurídico más importante para la administración de residuos. (pág. 45)
- En el año 2009 se publicó el Programa Nacional para la Prevención y Gestión de Residuos (PNPGIR), que plantea una política ambiental de residuos cuya base es la promoción de cambios en los hábitos de consumo y producción. Impulsa así la prevención y minimización de RSU, la separación en la fuente, la reutilización y el reciclado, la valorización y la disposición final apropiada como última opción (pág. 46)

En la figura 1 se pueden ver las mejoras respecto a la disposición final de los residuos sólidos, El 74% de estos llegaron a un sitio controlado, el 21% llegaron a uno no controlado y el 5% llegaron al reciclaje.

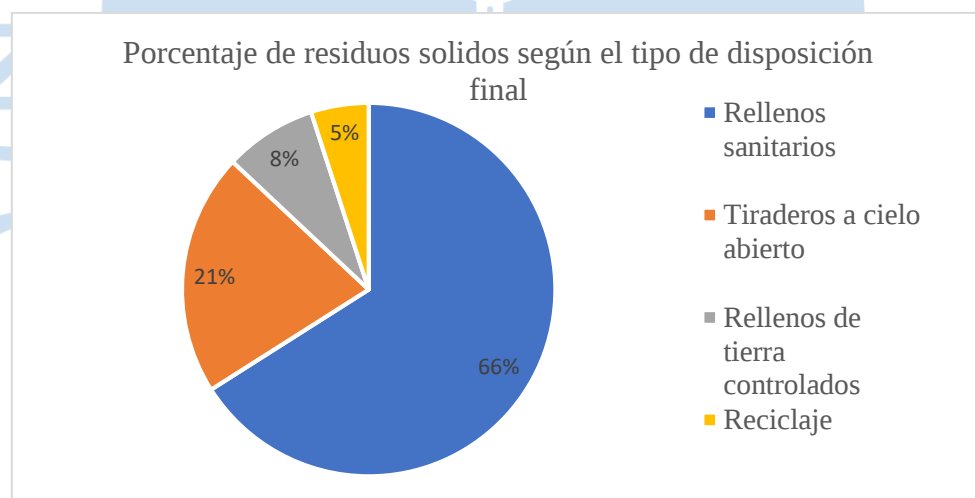


Figura 1. Porcentaje de residuos sólidos según el tipo de disposición final, 2012.  
Fuente: Adaptado del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (Seminario & Tineo, 2018)

#### b) Análisis de políticas en Colombia:

Desde 1991 se implementaron reformas que permitieron realizar diversos proyectos. Buscaron erradicar las formas inadecuadas de disposición final de estos residuos, por ello se tomaron medidas para tecnificar este proceso. Según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2014) las medidas implementadas fueron:

- Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (1998).
- Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS (2000).
- Decreto de 1713 (2002) - Establecimiento de los PGIRS como instrumento de gestión y planeación municipal.
- Marco tarifario para el sector.
- CONPES 3530 (2008) - Lineamiento de política para el servicio público de aseo.
- Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010, según la Ley 1151 (2007).
- Planes Departamentales de Agua y Saneamiento Básico – PDA.
- Plan de Desarrollo, según la Ley 1450 (2011).
- Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los servicios de agua y saneamiento. PAP-PDA.
- Actualización del Título F del RAS - Aseo Urbano (2012).
- Decreto 2981 (2013) - Actualización del Decreto 1713/02.
- Actualización de la metodología para el PGIRS (pág. 6)

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2014) también menciona los resultados obtenidos con las medidas implementadas, estas son:

- Disminución del 63% de los municipios con botaderos a cielo abierto y de otras formas inadecuadas de disposición final, según el Estudio Sectorial de Aseo 2002-2005. (pág. 10)
- Incremento de la cantidad de residuos sólidos con disposición adecuada. Se pasó del 50 al 96%. El 82% (911) de los municipios del país dispone sus residuos de forma adecuada, lo que representa el 95 %del total producido por día. (pág. 10)
- Incremento del número de municipios que depositan sus residuos en rellenos sanitarios regionales. Se pasó de 294 a 733 municipios entre 2006 y 2013. Esto ha permitido ampliar la cobertura, mejorar la calidad, obtener economías de escala y ampliar la perspectiva de vida útil de los rellenos sanitarios. (pág. 10)

### **c) Análisis de las políticas en Chile:**

En Chile se incrementó un 60% el nivel de disposición de residuos en rellenos, por ello el Gobierno ha trabajado en las políticas y proyectos para impulsar un cambio en la manera de ver y tratar los residuos. Empezó a verlos como materia prima para generar empleo y optimizar recursos.

En la investigación realizada por Seminario y Tineo (2018) encontraron que las políticas implementadas por Chile fueron los siguientes:

- D.S. N° 685 (1992), donde se ratifica el Convenio de Basilea.
- Ley 19.300 (1994), centrada en las bases generales del medio ambiente.
- D.S. N° 594 (2000), centrado en las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- Acuerdo N° 265 del consejo de ministros de la Conama (2005). Se aprueba la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Plan de Acción que se extiende hasta el 2010.
- D.S. N° 148 (2005), que establece el reglamento sobre el manejo de residuos peligrosos.
- D.S. N° 45 (2007), que establece la normativa de emisión para la incineración y co-incineración.
- D.S. N° 189 (2008), que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básica en los rellenos sanitarios. (pág. 8)

Seminario y Tineo (2018) también muestran los resultados obtenidos de la implementación de las medidas, estas fueron:

- A partir de encuestas realizadas entre el 2009 y 2010, se supo que hubo un incremento en las instalaciones de disposición final de residuos sólidos. (pág. 8)
- La implementación del D.S. N.º 189 fue un punto clave al mejorar los sitios de disposición de residuos. (pág. 9)
- El porcentaje total de valorización entre el año 2007-2009 incrementó un 30%. (pág. 10)

### **1.2.2. Gestión de residuos sólidos en el Perú**

El Gobierno Peruano, a través del Ministerio del Ambiente, buscaba mejorar la Calidad Ambiental por ello incorporó la gestión integral de residuos. El contexto general es dado por la Ley General de Residuos Sólidos y su reglamento. (Seminario & Tineo, 2018)

“En 2016, a nivel nacional, se generaron 7'005,576 toneladas de residuos sólidos municipales urbanos, de las cuales solo se reciclaron el 1.9% del total de residuos sólidos reprovechables”. (Ministerio del Ambiente., 2018) Por ello, en 2017 se publicó el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos, que buscaba minimizar la generación de residuos sólidos en las viviendas.

Actualmente, se cuenta con 48 rellenos sanitarios y 10 rellenos de seguridad. (Ministerio del Ambiente Perú, 2019) que atienden a 165 distritos. Esto es lo sorprendente porque aún es muy bajo el número de distritos que se atienden con estos rellenos sanitarios y según la ministra del Ambiente, Lucía Ruiz, para el año 2022 se tiene proyectado contar con 72 rellenos sanitarios. (andina, 2019)

### **1.2.3. Gestión de residuos sólidos en Piura**

En el año 2014, bajo la Ordenanza Municipal N.º 164-00-CMPP, se aprobó el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Piura. (Municipalidad Provincial de Piura, 2014)

En el año 2015, la Municipalidad de Piura decretó “Implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos en Viviendas Urbanas del Distrito”, programa que el Ministerio del Ambiente viene promoviendo desde el año 2011.

Según la Municipalidad Provincial de Piura (2014) la implementación de ese programa traería consigo los siguientes beneficios:

- Ahorro en el consumo de combustible de las unidades de recolección, ingresos que obtendrán las asociaciones de recicladores e incentivos otorgados por el Ministerio de Economía y Finanzas a la Municipalidad.
- Generación de empleo por medio de las asociaciones de recicladores, además de un crecimiento en los niveles de educación y capacitación en temas ambientales.
- Impacto positivo en el medio ambiente, flora y fauna de la zona.

Actualmente, en Piura hay un relleno sanitario, ubicado en Sullana que está a cargo de la Municipalidad Provincial de Sullana. (Ministerio del Ambiente Perú, 2019)

#### **1.2.3.1. Gestión de residuos sólidos en Castilla**

Se analizarán los planes de gestión de los residuos sólidos en el distrito de Castilla.

#### **Plan de manejo de residuos sólidos del distrito de Castilla mediante resolución 2019**

Dentro de las metas que se estableció en el marco del Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal y programa de Modernización Municipal, esta “Implantar un Programa de Segregación en la Fuente como parte del Proceso de Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios”, el cual está orientado a la implementación de un manejo ecoeficiente de los residuos sólidos del distrito de Castilla. (proyecto, 2011)

**Diagnóstico:** El actual manejo de los residuos sólidos urbanos del Municipio se realiza de forma deficiente principalmente por la carencia de recurso financieros, la falta de personal

capacitado para la prestación del servicio y la falta de conciencia ambiental de la población. (proyecto, 2011)

**Generación de residuos sólidos:** La generación de residuos sólidos de domicilio, según el estudio de caracterización de residuos, realizado entre las fechas 07 al 14 de junio del 2011 con una muestra de 58 viviendas, se determinó que la generación per-cápita en el distrito de Castilla es 0.55Kg. /hab./Dia. En la Figura 2 se puede ver la composición física de los residuos.

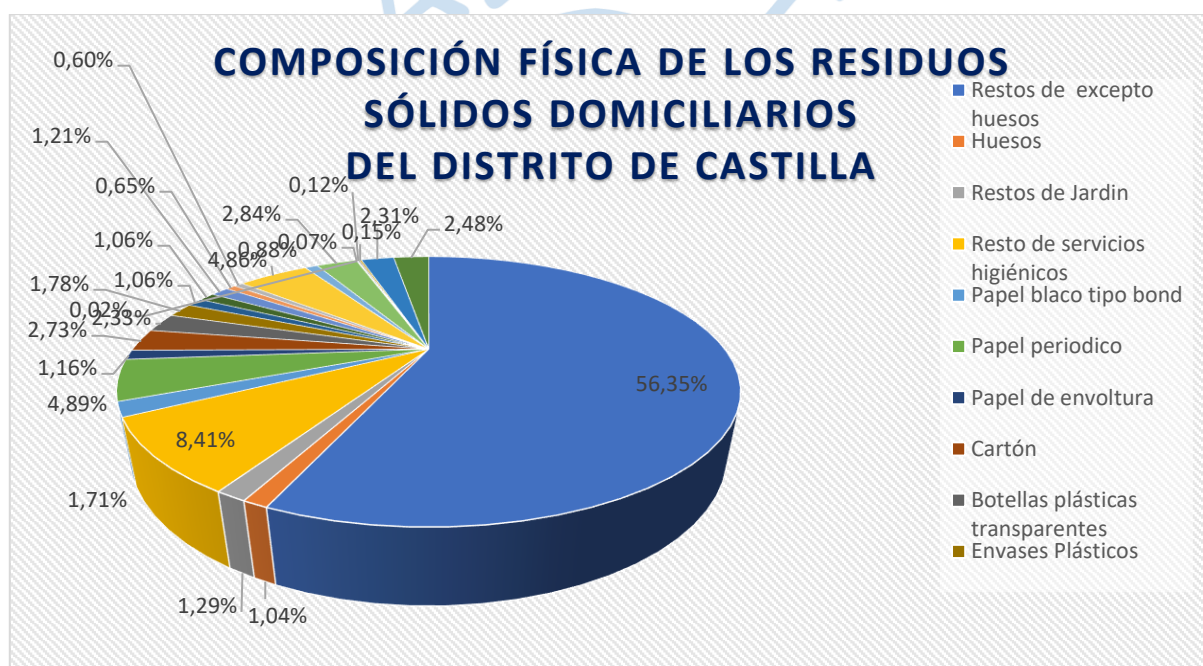


Figura 2. Composición física de residuos sólidos.  
Fuente: Plan de manejo de residuos sólidos del distrito de Castilla-Piura.

Se seleccionó un determinado número de familias, para el planteamiento por concepto de tasa de participación efectiva:

- **Diseño e impresión de volantes informativos**

Agradecimiento a las familias participantes y las especificaciones de reciclaje de los tipos de residuos dispuestas en bolsas de colores y un resumen de la metodología de la dinámica realizada durante el estudio.

- **Diseño de formatos**

Los formatos se realizaron basándose en las actividades realizadas.

- ✓ Inscripción de familias participantes.
- ✓ Lista de verificación del recojo diario.
- ✓ Determinación de densidad. (proyecto, 2011)

- **Capacitación del personal encargado del estudio**

La capacitación estuvo enfocada en:

- a) Fundamentos del manejo de residuos sólidos y la importancia del enfoque integral del mismo, cronograma de trabajo y la dinámica general.
- b) Explicación de las operaciones y actividades del trabajo de campo y ensayos de sensibilización e inscripción de familias participantes. (proyecto, 2011)

- **Determinación del tamaño de la muestra.**

**Políticas:** Se implementaron las siguientes políticas:

- Desarrollo de acciones de educación y capacitación para una gestión de residuos sólidos eficiente, eficaz y sostenible.
- Promoción de la iniciativa y participación de la población.
- Adoptar medidas de minimización de residuos sólidos a través de la máxima reducción de volúmenes de generación y características de peligrosidad.
- Establecer un sistema de responsabilidad compartida y manejo integral de los residuos sólidos.
- Fomentar el reaprovechamiento de residuos sólidos y adopción de prácticas de tratamiento y disposición final adecuados.
- Promocionar el manejo selectivo de los residuos sólidos y admisión de su manejo conjunto.
- Definir programas, estrategias y acciones transectoriales para la gestión de residuos sólidos, conjugando variables económicas, sociales, culturales, técnicas, sanitarias y ambientales. (proyecto, 2011)

**Objetivos:** Se establecieron objetivos para mejorar la gestión de residuos sólidos, estos son:

**Objetivo general:** Establecer las medidas a implementar para realizar la gestión de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, de acuerdo con la normativa vigente.

**Objetivos específicos:**

- a) Incrementar los niveles de sensibilización y educación ambiental en los diferentes grupos de interés de la población del distrito de castilla, incluyendo la toma de decisión.
- b) Reforzar las capacidades de la municipalidad para asegurar la adecuada prestación de limpieza pública y a todo el nivel administrativo.

- c) Consolidar los mecanismos de concertación interinstitucional y convergencia de esfuerzos entre los actores directamente vinculados al sistema de gestión de residuos sólidos. (proyecto, 2011)

**Estrategias:** Según proyecto (2011) las estrategias aplicadas fueron:

- a) Institucionalidad y concertación
- b) Desarrollo de instrumentos legales
- c) Difusión y aplicación de tecnologías apropiadas
- d) Generación de empleo
- e) Organización y participación de la comunidad

**Mecanismos de ejecución:** Según proyecto (2011) los mecanismos de ejecución fueron:

- a) Programa de educación y sensibilización.
- b) Programa de fortalecimiento de capacidades de la municipalidad.
- c) Programa de fortalecimiento de la concertación institucional. (proyecto, 2011)

#### **Plan anual de valoración de residuos sólidos inorgánicos municipales 2019**

**Objetivo:** El presente plan de valoración de residuos sólidos inorgánicos tiene como objetivo establecer los mecanismos y elementos necesarios para garantizar un adecuado manejo de residuos sólidos de manera ordenada y eficiente con el fin de prevenir riesgos sanitarios en el distrito de Castilla – Provincia de Piura. (locales, 2019)

**Análisis situacional:** La gestión de residuos sólidos municipales es obtener la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos. (locales, 2019). La caracterización de los residuos sólidos domiciliarios se puede ver en la Figura 1.

Tabla 1. Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios.

| RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS | Generación Ton/Año | % Porcentual |
|--------------------------------|--------------------|--------------|
| Materia orgánica               | 655,29             | 51,11        |
| Madera, forraje                | 47,72              | 3,72         |
| Papel                          | 70,42              | 5,49         |
| Cartón                         | 37,5               | 2,93         |
| Vidrio                         | 65,02              | 5,07         |
| Plástico PET                   | 46,96              | 3,66         |

|               |       |      |
|---------------|-------|------|
| Plástico duro | 42,22 | 3,29 |
|---------------|-------|------|

Fuente. Plan anual de valoración de residuos orgánicos.

**Estrategias:** según locales (2019) estas estrategias fueron:

- Involucrar a las instituciones públicas y privadas a trabajar con la temática de sensibilización en pro del manejo de los residuos sólidos.
- Cumplimiento de la normativa nacional para la gestión municipal de los residuos sólidos.
- Promover la formación de asociaciones de recolectores a fin de integrarlos en los programas de formalización de recicladores, así también de la generación de puestos de trabajo y el crecimiento de la cadena productiva del reciclaje.
- Fortalecimiento y consolidación de las juntas vecinales. (locales, 2019)

“La gestión de residuos sólidos por parte de la Municipalidad de Castilla, teniendo como responsable directa la Gerencia de servicios públicos locales” (locales, 2019), está enfocada principalmente en los temas de recolección, de programas de recolección, de participación de la ciudadanía tanto como vecino y recicladores.

Pero se tiene en enfoque de no tratar los residuos y/o específicamente el plástico para fabricación de nuevos materiales, y contribuir en favor de personas de bajos recursos económicos.

### 1.3. Situación actual de ladrillos de plástico reciclado

Se analizará la situación actual a nivel internacional, nacional y regional, mencionando cada uno de los proyectos que se han implementado.

#### 1.3.1. A nivel internacional

En la tabla 2 se pueden observar los proyectos de fabricación de ladrillos de plástico reciclado.

Tabla 2. Proyectos/compañías de fabricación de ladrillos de plástico reciclado.

| Compañía                  | País      | Estado/fase            | Componentes principales                       |
|---------------------------|-----------|------------------------|-----------------------------------------------|
| Easybrick                 | Argentina | Comercialización       | Tapas de botellas de plástico (Polipropileno) |
| Fecidet-proyecto Brickarp | Colombia  | Fase de pruebas piloto | Plástico reciclado                            |
| Conceptos plásticos       | Colombia  | Comercialización       | Plástico reciclado                            |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describirá cada uno de los proyectos implementados a nivel internacional:

#### a) Proyecto Easybrick

Es una compañía que produce ladrillos para la construcción a base de residuos de plástico. Según el portal web de Easybrick, cada ladrillo está formado por 300 tapitas de gaseosa, en la República de Argentina se producen cerca de 12 000 000 tapitas al día, cantidad suficiente para fabricar 36360 ladrillos (EasyBrick, s.f.).

**Tecnología y procesos:** La compañía utiliza un sistema de inyección (Tabla 3), proceso semicontinuo que consiste en depositar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío a través de un pequeño orificio denominado compuerta. Este proceso es realizado por una máquina de inyección básica (EasyBrick, s.f.).

Tabla 3. Etapas del proceso de inyección.

| <b>Etapas</b>                 | <b>Descripción</b>                                                                                                                                   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cierre de molde               | Para iniciar con el proceso de moldeo                                                                                                                |
| Inyección de plástico         | Ingreso de materia prima a cámara de calentamiento                                                                                                   |
| Plastificación y enfriamiento | Homogenización del plástico dentro de cámara de inyección. El enfriamiento dará consistencia al material para así evitar deformaciones del producto. |
| Apertura de molde y expulsión | Cuando el producto final a alcanzado la temperatura adecuada, se expulsa la pieza y se reinicia el ciclo                                             |

Fuente: Elaboración propia, basado en el Plastics Technology Mexico.

#### b) Compañía Conceptos Plásticos

Según el portal web Conceptos plásticos, esta compañía inició sus operaciones en el año 2011, logró patentar la producción de ladrillos y pilares a base de plástico reciclado. Hasta el momento, dicha compañía ha construido albergues temporales para 42 familias colombianas, desplazadas por el conflicto interno. El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia en convenio con Conceptos Plásticos, han comenzado la construcción de la primera fábrica de ladrillos en África, hecho que convertirá los desechos plásticos en aulas de clase para los más necesitados de Costa de Marfil. (Conceptos Plásticos, s.f.)

Según el diario El País de España, en la India, el doctor Rajagopalan Vasudevan ha realizado estudios para usar el plástico como material para pavimentar carreteras. Gracias a sus investigaciones, hasta el momento, 20000 kilómetros de carreteras en la India se han construido con el apoyo del investigador. (Martínez, 2018)

Como se ha podido corroborar, las iniciativas para la reutilización de los plásticos son innovadoras; se necesita un compromiso de todos los actores de la sociedad civil con el fin de impulsar las industrias de transformación del plástico, es momento de que las autoridades y empresarios consideren estos proyectos como una oportunidad para mejorar la vida de muchas personas y así dejar una mejor generación de la que encontramos.

### 1.3.2. A nivel nacional

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), en promedio, cada ciudadano utiliza 30 kg de plástico al año, cifra que debería preocuparnos, ya que el plástico no reciclado termina en los ríos, lagos y océanos ocasionando un grave daño al ecosistema. (Ministerio del Ambiente, s.f.).

Es por ello, que en regiones como Lima y Lambayeque se están desarrollando iniciativas (Tabla 4) que buscan utilizar el plástico como principal materia prima para la fabricación de ladrillos para que posteriormente sean usados en la construcción de viviendas.

Tabla 4. Iniciativas que promueven el uso del plástico reciclado.

| Emprendimiento y/o propuestas | Región     | Estado y/o fase  | Materia prima                                |
|-------------------------------|------------|------------------|----------------------------------------------|
| Ecohogar                      | Lambayeque | Pruebas          | Plástico (PET y PP)                          |
| Ladriplast                    | Lima       | comercialización | Plástico reciclado, cemento, celulosa y agua |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describirá cada uno de los proyectos implementados a nivel nacional:

#### a) Proyecto Ecohogar

Es un proyecto de innovación presentado por un grupo de estudiantes de la Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, cuyo propósito es edificar viviendas económicas y amigables con el medio ambiente. (Díaz, 2018). El plástico, como principal materia prima es resistente y útil para zonas vulnerables, en especial aquellas que puedan ser afectadas por las inundaciones. Además, podría mejorar la vida de miles de familias en pobreza extrema, pues, este tipo de construcciones son más seguras a las edificaciones de adobe, quincha y esteras.

#### b) Proyecto Ladriplast

Esta iniciativa ha sido desarrollada por Martha Pilca, tiene como objetivo cuidar el medio ambiente y contribuir con la mejora de la calidad de vida de la sociedad. Este producto innovador reemplaza la arena por el plástico molido reciclado. (Ladriplast, 2012)

**Tecnologías y procesos:** El sistema de producción de ladrillos (Figura 3) que posee es artesanal, no cuentan con un sistema automatizado para la producción a gran escala. La mayoría de los procesos (Tabla 5) son manuales, excepto, el proceso de triturado, que requiere una máquina trituradora.

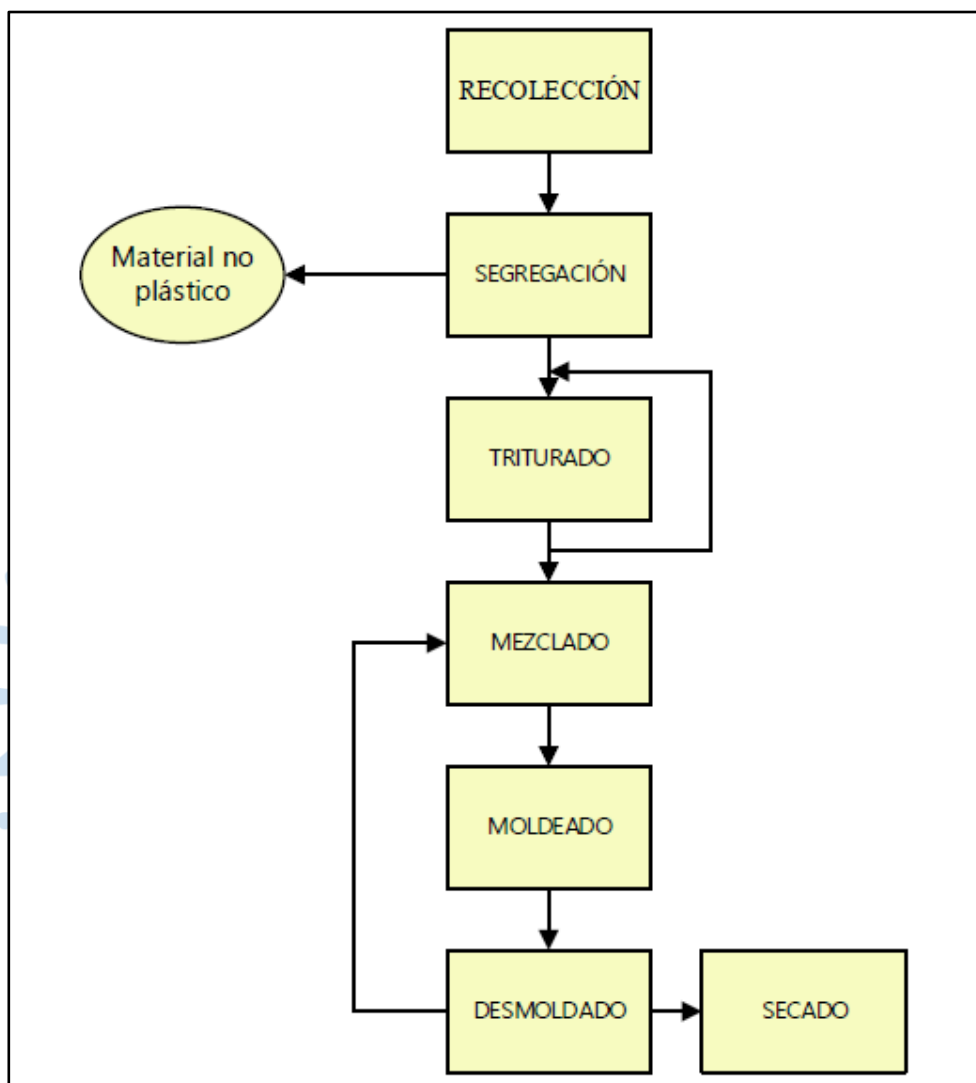


Figura 3. Esquema de producción de ladrillo de Ladriplast.  
Fuente: (Ladriplast, 2012).

Tabla 5. Descripción de los procesos para la fabricación de ladrillo Ladriplast.

| Proceso     | Máquinas/herramientas                     | Descripción                                           |
|-------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Recolección | Proceso manual                            | Adquisición de la materia prima                       |
| Segregación | Palanas                                   | Separación de las impurezas (materiales no plásticos) |
| Triturado   | Máquina trituradora                       | Transformación del plástico en partículas pequeñas    |
| Mezclado    | Procedimiento manual con ayuda de palanas | Combinación del cemento, celulosa y el plástico       |

|            |                                     |                                                          |
|------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Moldeado   | Moldes de madera untados con aceite | Actividad manual para dar forma rectangular al ladrillo. |
| Desmoldado | Proceso manual                      | Separación del ladrillo y molde                          |
| Secado     | Ninguna                             | A temperatura ambiente (aire libre)                      |

Fuente: Elaboración propia, basado en Ladriplast.

### 1.3.3. A nivel regional

Actualmente, en la región Piura, no existen fábricas de ladrillos de plástico reciclado. La principal materia prima, el plástico, es derivado a las pequeñas y grandes fábricas de las ciudades de Trujillo y Lima respectivamente, para su posterior reutilización. Se han realizado algunos trabajos de investigación, tal es el caso de los alumnos de la UDEP; Ayrton Pastor Castillo, Jean Pierre Salazar Oliva, Ricardo Seminario Regalado, Andrés Tineo Camacho y Jean Carlo Zapata Valladolid que en el 2014 presentaron un proyecto de investigación sobre un “diseño de planta productora de Adoquines a base de cemento y plástico reciclado” (Castillo, 2015).

## 1.4. Situación actual del reciclaje en el Perú

A partir del siglo XX, Lima ha incrementado su velocidad de crecimiento en lo que corresponde a población, es por tal razón que la gestión de los residuos se ha convertido en un problema, sin embargo; la mayoría de estos se pueden recuperar o reprocesar, lo que significa que se tiene un gran potencial económico debido a que genera una gran fuente de ingresos para las familias de la capital peruana. (Rateau, 2017)

### 1.4.1. Modalidades de implantación de la ley del reciclador

La ley del reciclador busca fomentar la formalización de los recicladores y el establecimiento del recojo selectivo, mediante la integración de estos actores informales; es por ello por lo que las municipalidades distritales tienen dos misiones: formalizar a los recicladores e implantar el programa de segregación a la fuente y de recolección selectiva (PSF-RS). Para integrar a los actores informales en un sistema local de gestión de residuos sólidos, definen un proceso administrativo (Figura 4) por ordenanza municipal y que varía de un distrito a otro. Entonces las municipalidades ponen en marcha un proceso administrativo. Este proceso comienza con una convocatoria a los recicladores informales. Se registran y obtienen un comprobante, que les da acceso a la formación obligatoria y que incluye una campaña de vacunación. Por último, los recicladores que siguieron este proceso tienen que inscribirse en el registro municipal, bajo forma asociativa que les da derecho a coleccionar los residuos reciclables. (Rateau, 2017).

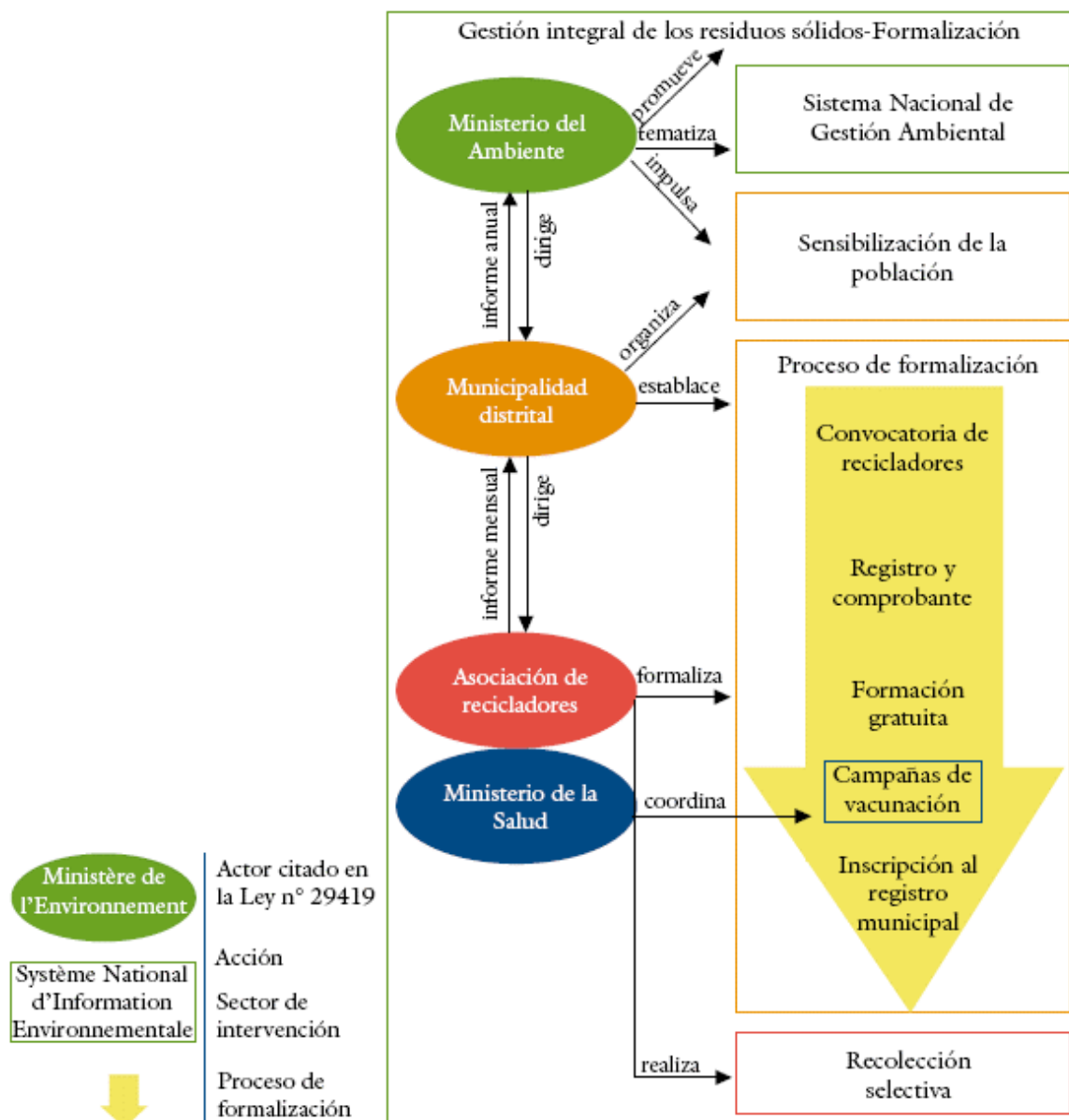


Figura 4. Proceso de formalización e integración de recicladores.  
Fuente: (Rateau, 2017)

En lo que corresponde a la implementación de los PSF\_RS, se siguen tres pasos (Figura 5), primero, se definen las áreas de recolección selectiva, luego los promotores ambientales municipales van a zonas a identificar hogares que deseen participar en el PSF- RS, a los cuales se les entrega una bolsa de color para separar aquellos residuos reciclables. Para finalizar, cada reciclador va a su zona de acuerdo con los horarios definidos por el distrito, con su uniforme respectivo para diferenciarse de los informales. Una vez que la recolección se ha hecho con un triciclo (casi siempre motorizada), el reciclador formal clasifica los materiales que se han recogido para después realizar la venta en los centros de acopio. Las municipalidades no remuneran a las personas encargadas del reciclaje formal a pesar de que estén integrados en

PSF-RS. pero les facilitan una zona, sus respectivos uniformes y a veces, las bolsas de color, pero la venta de residuos es fuente de ingresos. (Rateau, 2017).



Figura 5. Etapas que se siguen para el recojo selectivo.

Fuente: (Rateau, 2017).

Después de la publicación de oficial de la vigente ley del reciclador, el estado peruano ha lanzado una campaña de incentivos, con el objetivo de motivar a las municipalidades a integrar a los recicladores para implementar la recolección selectiva. El ministerio de Ambiente fija anualmente objetivos cifrados para que las municipalidades que trabajan su PSF-RS con recicladores, reciban incentivos financieros. Por ejemplo, en julio de 2014, la meta era tener un 25 % de los hogares inscritos en el programa. (Rateau, 2017).

#### 1.4.2. Programas de reciclaje en Piura promovido por la Municipalidad

La Municipalidad Provincial de Piura tiene como una de sus finalidades cuidar el medio ambiente y formar microempresarios, es por tal razón que ha implementado el Programa de Segregación de residuos sólidos de la fuente, con la finalidad de aumentar los niveles de reciclaje en lugares como Piura Castilla y Veintiséis de Octubre. (Diario El Tiempo, 2019).

El programa consiste en una visita de los trabajadores o voluntarios para visitar a las familias piuranas, para entregar unas bolsas verdes para que en las cuales, puedan recoger residuos reciclables, y también recogerlas con la finalidad de obtener beneficios y tener una ciudad más limpia y ordenada. Estos trabajadores tienen como objetivo formar alianzas con otros y buscar integrar a un reciclaje más formal, con seguro de vida y beneficios de ley; buscando la oportunidad de ser pequeños empresarios. (Reciclaje informal) Este programa ha sido implementado debido al hecho de que las personas recicladoras salen a las calles en busca de material reciclable y solo recogen este tipo de material, dejando de lado residuos u otros

materiales orgánicos, que generan malos olores y que son causantes de daños a la salud y contaminación al medio ambiente. (Diario El Tiempo, 2019).

**a) Centros de acopio (empresas de acopio)**

Actualmente se cuenta con 100 recicladores formales de 2 asociaciones, programa que viene funcionando desde hace 10 años, pero que ha tomado mayor importancia debido al incremento de puntos críticos en Piura. (Diario El Tiempo, 2019)

**b) Diferentes tipos de uso del plástico reciclado en Piura**

En el año 2012 estudiantes de la Universidad de Piura se unieron para reciclar una tonelada de tapas de plástico, para ser intercambiado por sillas de ruedas para personas con discapacidad, estas agrupaciones conformadas por estudiantes de Ciencias económicas y empresariales, Ingeniería Industrial y de Sistemas Y Voluntariado Social Universitario, en coordinación con Tierra y ser ONG, entidad encargada del canje, donde 175 kg de plástico es equivalente a una cada silla. Es una campaña que está vigente en la actualidad y los lugares en donde se recolectan estas tapas plásticas son los puntos de recojo instalados en instituciones como la Universidad de Piura, Vallesol, Turicará, Santa María y Sagrado Corazón de Jesús. cuyo destino de estas es ser la materia prima para la elaboración de baldes, tinas y otros objetos similares. (Paico, 2012)

## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

Este segundo capítulo se centrará en establecer la base en la que se sustentará el análisis del proyecto. Es el soporte conceptual que se tendrá como referencia para referirse a temas puntuales de la investigación como el plástico, propiedades y características y la clasificación del plástico. Se buscará información acerca del reciclaje de plástico, centrándose en establecer el marco legal, los tipos de reciclaje y las propiedades que tiene este plástico reciclado.

#### **2.1. Antecedentes del uso del plástico.**

##### **2.1.1. Historia**

La creación del plástico proviene del “resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phlean and Collarder ofreció una recompensa de 10 000 dólares a quien consiguiera un sustituto del marfil natural, destinado a la fabricación y bolas de billar” (Pastor Castillo, 2016, pág. 7). “Una de las personas que compitieron fue el inventor norteamericano John Wesley Hyatt, quien desarrollo el celuloide disolviendo celulosa (material de origen natural) en una solución de alcanfor y etanol” (Pastor Castillo, 2016, pág. 7). “Si bien Hyatt no ganó el premio, consiguió un producto muy comercial que sería vital para el posterior desarrollo de la industria cinematográfica de finales del siglo XIX”. (Pastor Castillo, 2016, pág. 7)

“En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland sintetizó un polímero de gran interés comercial, a partir de moléculas de fenol y formaldehído” (Pastor Castillo, 2016, pág. 7) al que se le nombró baquelita; un plástico totalmente sintético y el primero de la historia, fue la primera de varias resinas sintéticas que tuvieron un gran impacto en la tecnología moderna iniciando así “ la era del plástico”. (Pastor Castillo, 2016, pág. 7) A lo largo del siglo XX el uso del plástico se hizo popular y fue un producto sustituto de ciertos materiales tanto en el ámbito doméstico, como industrial y comercial. (Pastor Castillo, 2016)

En 1919 hubo un acontecimiento que marcó el desarrollo de los materiales plásticos. El químico alemán Hermann Staudinger expuso que los materiales plásticos estaban compuestos por moléculas gigantes. Esto generó una serie de esfuerzos para verificar dichas afirmaciones, lo que significaría el punto de partida de una serie de investigaciones científicas ocasionando así, grandes avances en esta parte de la química. (Pastor Castillo, 2016)

Debido a los resultados logrados por los primeros plásticos, los químicos y las industrias se incentivaron en buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros. “En la década del 30, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que nombraron polietileno (PE)” (Pastor Castillo, 2016, pág. 7). Al remplazar en el etileno un átomo de hidrogeno por uno de cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para tuberías de todo tipo. Un plástico parecido al PVC es el politetrafluoroetileno (PTFE), conocido como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes. (Pastor Castillo, 2016)

En Alemania durante los años 30 también se desarrolló el poliestireno (PS), un material muy transparente muy usado para vasos (Pastor Castillo, 2016). El poliestireno expandido (EPS), una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para el embalaje y aislante térmico. “Durante esta época también se crea la primera fibra artificial, el nylon. Su descubridor fue el químico Wallace Carothers, que trabajaba para la empresa Dupont. Descubrió que dos sustancias químicas como la hexametildiamina y ácido adípico” (Pastor Castillo, 2016), formaban polímeros que bombeados a través de agujeros y estirados formaban hilos que podían tejerse. Fue usado por primera vez en la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses, durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose rápidamente a la industria textil en la fabricación de medias y otros tejidos combinados con algodón o lana. (Pastor Castillo, 2016)

### **2.1.2. Propiedades y características**

En este apartado se detallarán las propiedades y características de los más importantes tipos de termoplásticos; es decir, que permiten ser deformados mediante calentamiento y enfriamiento sin perder sus propiedades. Esto se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6. Características y propiedades de los distintos tipos de plásticos.

| Tipo de plástico                           | Descripción                                                                             | Tipos                                                                                     | Características                                                                                                                                                                                                                                     | Propiedades                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Usos y aplicaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Polietileno Tereftalato (PET)</b>       | Plástico obtenido del ácido tereftálico y etilenglicol, mediante policondensación.      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado textil</li> <li>• Grado botella</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No biodegradable</li> <li>• Inicialmente transparente y cristalino</li> <li>• Liviano</li> <li>• Grado botella necesita postcondensar</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada resistencia, rigidez y dureza</li> <li>• Estabilidad a la intemperie</li> <li>• Baja absorción de humedad</li> <li>• Superficie barnizable y deslizante</li> <li>• Inerte en toxicidad para el contenido</li> <li>• Baja deformabilidad ante el calor.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Envases de bebidas</li> <li>• Envases de alimentos</li> <li>• Discos de video y audio</li> <li>• Películas radiográficas</li> </ul>                                                                                                                                                                      |
| <b>Polietileno de Alta Densidad (PEAD)</b> | Se obtiene a partir de unidades repetitivas de etileno, este último proviene del etano. | -                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada resistencia química y térmica</li> <li>• Elevada resistencia al impacto</li> <li>• Es translúcido e incoloro</li> <li>• Obtenido a bajas temperaturas y presiones</li> <li>• Muy ligero</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena resistencia al impacto</li> <li>• Alta flexibilidad a bajas temperaturas</li> <li>• Alta impermeabilidad</li> <li>• Cero toxicidades</li> </ul>                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuberías de agua</li> <li>• Artículos del hogar</li> <li>• Equipo de protección para el trabajo</li> <li>• Envases de alimentos y productos químicos.</li> <li>• Cajones, Baldes, Tambores</li> <li>• Pallets</li> <li>• Bolsas de supermercados</li> <li>• Aislamiento de cables conductores</li> </ul> |

| Tipo de plástico                           | Descripción                                                                                                                                             | Tipos                                                                            | Características                                                                                                                                                                                                                                                                    | Propiedades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Usos y aplicaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Polietileno de Baja Densidad (PEBD)</b> | Es un termoplástico que consta de unidades repetitivas de etileno. Tiene una baja densidad y es procesado de diferentes formas a partir del gas natural | -                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posee gran versatilidad.</li> <li>• Utilizado en gran variedad de envases</li> <li>• Mayor flexibilidad que el PEAD</li> <li>• Producto blando y elástico</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada resistencia al impacto</li> <li>• Elevada resistencia térmica y química</li> <li>• Totalmente transparente dependiendo del grosor.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacos y bolsas de plástico.</li> <li>• Películas para envases y embalajes.</li> <li>• Envases de medicinas</li> <li>• Envases de cosméticos</li> <li>• Base para pañales</li> <li>• Cubiertas para cables de telecomunicación y energía.</li> </ul>                                                                                                                            |
| <b>Polivinilo de Carbono (PVC)</b>         | Obtenido de polimerizar el monómero del cloruro de vinilo: 43% de gas y 57% de sal común. Formas de producirlo: suspensión, emulsión, masa y solución   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rígidos</li> <li>• Flexibles</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta ductilidad y tenacidad</li> <li>• Estabilidad dimensional y resistencia ambiental</li> <li>• Reciclable de varias formas</li> <li>• Material de color blanco</li> <li>• Reblandece a los 80°C y se descompone a los 140°C</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varían de acuerdo con la forma de obtención y al tipo de utilización.</li> <li>• Transparente, blanco u opaco.</li> <li>• Compacto o espumado</li> <li>• Alto valor energético</li> <li>• Buen aislante eléctrico</li> <li>• Flexible y moldeado a temperaturas no muy altas.</li> <li>• Casi nula inflamabilidad</li> <li>• Alta resistencia y durabilidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificación y construcción duradera</li> <li>• Revestimientos y ventanas</li> <li>• Cubierta y recubrimiento de cables</li> <li>• Tuberías de agua</li> <li>• Envasado de productos alimenticios</li> <li>• Cuidado de la salud (dispensación de medicamentos): bolsas intravenosas, instrumental médico.</li> <li>• Productos para el hogar: cortinas, botas, etc.</li> </ul> |

| Tipo de plástico          | Descripción                                                    | Tipos                                                                                                                                                   | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Propiedades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Usos y aplicaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Polipropileno (PP)</b> | Es un termoplástico obtenido por polimerización del propileno. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP homopolímero</li> <li>• PP copolímero</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plástico rígido y de parcialmente cristalino.</li> <li>• Elevada resistencia química y mecánica.</li> <li>• Fácil de moldear y colorear.</li> <li>• Termoplástico de más baja densidad.</li> <li>• No afecta el medio ambiente.</li> <li>• Es barato</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevado punto de fusión comparado con los demás termoplásticos.</li> <li>• Buen comportamiento a los estiramientos y tensiones.</li> <li>• Gran resistencia contra varios solventes químicos.</li> <li>• Alta flexibilidad.</li> <li>• Gran resistencia a la intemperie.</li> <li>• Fácil reparación de averías</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeringas descartables</li> <li>• Tapas para cualquier envase</li> <li>• Tapicería de vehículos</li> <li>• Juguetes</li> <li>• Vasos de plástico</li> <li>• Electrodomésticos</li> <li>• Bolsas y bolsos</li> <li>• Sistema modular de construcción</li> </ul>                                                                                                                                             |
| <b>Poliestireno (PS)</b>  | Termoplástico obtenido de la polimerización del estireno.      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PS cristal</li> <li>• PS de alto impacto</li> <li>• PS expandido (EPS)</li> <li>• PS extruido (XPS)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Color transparente o blanco</li> <li>• Muy ligero y resistente</li> <li>• No es nada dúctil</li> </ul>                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta dureza</li> <li>• Baja resistencia a la temperatura</li> <li>• Muy baja conductividad térmica</li> <li>• Moldeable por calentamiento</li> <li>• Aislante térmico</li> <li>• Altas prestaciones mecánicas</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricación de objetos: carcasas de equipos eléctricos y electrónicos y electrodomésticos</li> <li>• Fabricación de autopartes: paneles de instrumentos, perillas, asientos.</li> <li>• Máquinas de afeitar descartables.</li> <li>• Puertas e interiores de frigoríficos.</li> <li>• El EPS se usa como aislante térmico y acústico</li> <li>• El XPS se usa como aislante térmico en suelos.</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia basado en [Diseño de una planta productora de adoquines a base de cemento y plástico](#). (Pastor Castillo, 2016)

### 2.1.3. Clasificación

Los plásticos se pueden clasificar de distintas maneras ya sea por su estructura química, según la columna del polímero y sus cadenas. También según su calidad para la elaboración o

diseño del producto, donde se tienen a los termoplásticos, termoestables elastómeros, etc. Donde se diferencian por su densidad, resistencia a productos químicos, resistencia a tensiones, etc. (Pastor Castillo, 2016)

### 2.1.3.1. Termoplásticos

Es un tipo de plástico hecho con un polímero que se convierte en un líquido homogéneo cuando se calienta a temperaturas muy altas, es un material duro en un estado de transición vítrea cuando se enfría y es frágil cuando se congela. Estas características son reversibles, lo que permite que los termoplásticos se puedan calentar y enfriar repetidamente sin que se pierdan estas cualidades lo que hace de los plásticos un material fácilmente reciclable. (Pastor Castillo, 2016) La razón de esto es porque las cadenas moleculares no están unidas entre sí y cuando se calienta el material pueden deslizarse unas respecto a las otras tomando nuevas posiciones es así como todo el grupo de moléculas puede adquirir una nueva forma, la cual se mantiene al estar en estado sólido. (Pastor Castillo, 2016). En la Tabla 7 se muestra algunas de las aplicaciones de los termoplásticos.

Tabla 7. Aplicaciones de los plásticos termoplásticos.

| Tipo                        |                      | Aplicaciones                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Policloruro de vinilo (PVC) |                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos.</li> <li>• Cables.</li> <li>• Puertas.</li> <li>• Ventanas.</li> </ul>                                                                            |
| Poliestireno (PS)           | Duro                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juguetes.</li> <li>• Maquinillas de afeitar desechables.</li> <li>• Chalecos salvavidas.</li> <li>• Cascos de ciclismo.</li> </ul>                       |
|                             | Expandido (porexpan) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislamiento térmico y acústico.</li> <li>• Vasos térmicos.</li> <li>• Embalaje ("corcho blanco").</li> <li>• Cajas para productos congelados.</li> </ul> |

| Tipo                    |               | Aplicaciones                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Polietileno (PE)        | Alta densidad | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utensilios domésticos (cubos, juguetes).</li> <li>• Contenedores industriales.</li> <li>• Macetas.</li> <li>• Bidones.</li> <li>• Envases soplados.</li> <li>• Caños.</li> </ul>          |
|                         | Baja densidad | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Depósitos.</li> <li>• Tubos y pomos.</li> <li>• Bolsas de uso general.</li> <li>• Cables eléctricos (aislantes).</li> </ul>                                                               |
| Metacrilato(plexiglás)  |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faros.</li> <li>• Lentes de contacto.</li> <li>• Carteles luminosos.</li> <li>• Gafas de protección.</li> <li>• Prótesis de odontología.</li> </ul>                                       |
| Teflón(flourocarbonato) |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utensilios de cocina (sartenes, paletas, etc.).</li> <li>• Revestimiento de aviones, cohetes y naves espaciales.</li> <li>• Revestimiento de cables.</li> <li>• Refrigerantes.</li> </ul> |
| Nailon (PA poliamida)   |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hilo de pescar.</li> <li>• Levas.</li> <li>• Engranajes.</li> <li>• Tejidos.</li> <li>• Medias</li> </ul>                                                                                 |
| Celofán                 |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Embalaje.</li> <li>• Envasado.</li> <li>• Empaquetado.</li> </ul>                                                                                                                         |
| Polipropileno (PP)      |               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapas de envases.</li> <li>• Bolsas.</li> <li>• Carcasas.</li> </ul>                                                                                                                      |

| Tipo            | Aplicaciones                                                                                                                         |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Poliéster (PET) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellas de agua.</li> <li>• Envases champú.</li> <li>• Productos Farmacéuticos.</li> </ul> |

**Fuente:** Tomado de Diseño de una planta productora de adoquines a base de cemento y plástico (Pastor Castillo, 2016)

### 2.1.3.2. Termoeestables

Es producto de dos resinas liquidas, se da la reacción de entrelazamiento de las cadenas al ser mezcladas (catalizador y acelerante). “La reacción de curado o entrecruzamiento de resinas no es reversible, por lo tanto, el plástico resultante no puede ser reciclado, si se incrementa la temperatura el polímero no funde, y se degrada” (Pastor Castillo, 2016, pág. 12). Los materiales termoeestables tienen enlaces químicos, que les permite adquirir una estructura polimérica altamente reticulada, que en consecuencia brinda altas resistencias mecánicas y físicas (esfuerzos o cargas, temperatura, etc.) (Pastor Castillo, 2016). En la tabla 8 se muestran algunas aplicaciones de los termoeestables.

Tabla 8. Aplicaciones de los plásticos termoeestables.

| Tipo                               | Aplicaciones                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Poliuretano (PUR)                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espuma para colchones.</li> <li>• Aislamiento térmicos y acústicos.</li> <li>• Correas de transmisión de movimientos.</li> <li>• Ruedas de fricción.</li> <li>• Pegamentos.</li> <li>• Barnices.</li> </ul>                                |
| Resinas fenólicas (PH): Baquelitas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mangos y asas de utensilios de cocina.</li> <li>• Ruedas dentadas.</li> <li>• Carcasas de electrodomésticos.</li> <li>• Aspiradores.</li> <li>• Aparatos de teléfonos.</li> <li>• Enchufes interruptores.</li> <li>• Ceniceros.</li> </ul> |

| Tipo     | Aplicaciones                                                                                                                                                                                                    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Melamina | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesorios eléctricos.</li> <li>• Aislantes térmicos y acústicos.</li> <li>• Encimeras de cocina.</li> <li>• Vajillas.</li> <li>• Recipientes de alimentos.</li> </ul> |

**Fuente:** Tomado de Diseño de una planta productora de adoquines a base de cemento y plástico (Pastor Castillo, 2016, pág. 12)

La estructura altamente reticulada da poca elasticidad y brinda a dichos materiales su característica fragilidad. No pueden ser disueltos ni diluidos y no se hinchan cuando están en contacto con ciertos solventes. No tienen capacidad de reciclaje, puesto que, una vez que se solidifican, es imposible conseguir que el material obtenga una fase líquida. Los termoestables no se funden o deforman en presencia de calor, es por ello por lo que antes de pasar a un estado líquido pasan a estado gaseoso. (Pastor Castillo, 2016)

### 2.1.3.3.Elastómeros

Son polímeros que tienen un comportamiento elástico. Éstos suelen ser normalmente termoestables, pero pueden ser también termoplásticos. Elastómero, es un término que proviene de polímero elástico, también es conocido con el término goma, que es más adecuado para referirse a materiales vulcanizados. (Pastor Castillo, 2016)

Son usados para cierres herméticos, adhesivos y partes flexibles. Su cualidad elástica proviene de la habilidad que tienen las cadenas para cambiar su posición por sí mismas y así distribuir ciertas tensiones que se apliquen. El enlace covalente garantiza que el elastómero vuelve a su posición original cuando se deja de aplicar una tensión. Estos materiales pueden extender su tamaño de un 5% a un 700%, dependiendo del material. Si no se contaran con los enlaces cualquier tensión que se aplique, provocaría una deformación permanente. (Pastor Castillo, 2016). En la Tabla 9 se muestran algunas aplicaciones de los plásticos elastómeros.

Tabla 9. Aplicaciones de los plásticos elastómeros.

| Tipo             | Aplicaciones                                                                                                                                                                                              |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caucho natural   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislamiento Térmico y eléctrico.</li> <li>• Colchones.</li> <li>• Neumáticos.</li> </ul>                                                                         |
| Caucho sintético | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neumáticos.</li> <li>• Volantes.</li> <li>• Parachoques.</li> <li>• Pavimentos.</li> <li>• Tuberías.</li> <li>• Esponjas de baño.</li> <li>• Guantes.</li> </ul> |
| Neopreno         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trajes de inmersión.</li> <li>• Mangueras.</li> <li>• Guantes.</li> </ul>                                                                                        |

Fuente: Tomado de Diseño de una planta productora de adoquines a base de cemento y plástico (Pastor Castillo, 2016, pág. 13)

## 2.2. Reciclaje de plástico

### 2.2.1. Reciclaje

Lund (1996) menciona que el reciclaje es una estrategia de gestión de los residuos sólidos y es un método para la gestión de los residuos sólidos igual de útil que el vertido o la incineración, pero ambientalmente, más deseable

La cadena de reciclado consta de varias etapas:

- Recuperación o recogida
- Plantas de transferencia
- Plantas de clasificación (o separación)
- Reciclador final (o planta de valoración)

Según Rivera (2004) el reciclado de los plásticos es aplicable tan solo cuando el coste energético del proceso de reciclado es inferior al de producción de nuevos materiales. Sin embargo, esto no debe llevarnos a reacciones precipitadas. (pág. 29)

### 2.2.2. Marco legal

Para el desarrollo del marco legal se ha tomado como referencia las investigaciones realizadas en la tesis “Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura” (Rivera, 2004) y el Trabajo de investigación “Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado” (Pastor A. S., 2016).

#### 2.2.2.1. A nivel mundial

Según Pastor et al. (2016) la constitución de Estados Unidos no aborda directamente la protección ambiental ni menciona la autoridad gubernamental para proteger el entorno ambiental ni el derecho a los ciudadanos a un ambiente sano. Sin embargo, en el 2007, cinco estados aprueban leyes que exigen que los artículos electrónicos se reciclen. San Francisco sería la primera ciudad en prohibir la distribución de bolsas plásticas en los supermercados. (pág. 14 y 15)

Pastor et al. (2016) también mencionan que a principios de abril en Chile, la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Cámara de Diputados aprobó la Ley de Fomento al Reciclaje y de Responsabilidad Extendida al Productor, que busca fijar metas de recolección y valorización a los fabricantes e importadores, y que los productores sean responsables de lo que ocurre al final de la vida útil de sus productos, los desincentiva de generar bienes de corta vida útil. (pág. 15)

Finalmente, según Rivera (2004) Japón cuenta desde abril de 1997 con la Ley de Reciclado de Envases. Esta ley promueve el reciclado de envases y embalajes provenientes de los residuos domésticos. Esta ley se ha aplicado paulatinamente, comenzó con botellas de PET, de vidrio y envases de papel. Desde abril del 2000 se viene recuperando el resto de los materiales plásticos y otros materiales. (pág. 24)

#### 2.2.2.2. A nivel nacional

##### **a) Ley 27314: Ley de Gestión integral de Residuos Sólidos**

En su artículo 2 nos dice que dentro de sus objetivos busca “minimizar la generación de residuos sólidos en el origen (viviendas, empresas, industrias, comercios, entre otros), así como promover su recuperación y valorización a través de procesos como el reciclaje de plásticos, metales, vidrios y otros”. (Congreso de la República del Perú, 2016)

En su artículo 14 nos dice que se “pueden celebrar convenios de colaboración con las municipalidades o Empresas Operadoras de Residuos Sólidos, destinados a la segregación en la fuente, a la recolección selectiva, al establecimiento y/u operación de instalaciones de

recepción y almacenamiento de residuos priorizados”. (Congreso de la República del Perú, 2016)

En su artículo 16 nos dice que “el OEFA<sup>1</sup> es competente para supervisar, fiscalizar y sancionar el manejo de residuos sólidos que realicen los titulares de infraestructura, sean estas municipalidades provinciales y/o distritales de acuerdo con sus competencias o Empresas Operadoras de Residuos Sólidos”. (Congreso de la República del Perú, 2016)

En su artículo 21 nos dice que los gobiernos regionales promueven la adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción y son competentes para:

a) “Elaborar y poner en marcha programas de inversión pública, mixta o privada, para la implementación de infraestructura de residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, en coordinación con las municipalidades provinciales correspondientes”. (Congreso de la República del Perú, 2016)

b) “Aprobar los proyectos y los Instrumentos de Gestión Ambiental de proyectos de inversión pública y privada de proyectos de infraestructura de residuos de gestión municipal si el servicio que prestarán se brinde a dos o más provincias de la región”. (Congreso de la República del Perú, 2016).

**b) Ley 30884:** Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables.

En su artículo 10 nos dice que “Los fabricantes de botellas de PET para bebidas de consumo humano, aseo personal y otras similares deben obligatoriamente incluir en la cadena productiva material PET reciclado posconsumo en al menos quince por ciento (15%) de su composición” (Congreso de la República del Perú, 2016).

**c) Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM:** Reglamento de la Ley N.º 29419. Ley que regula la actividad de los recicladores.

Esta ley tiene como objetivo “coadyuvar a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral de los trabajadores del reciclaje, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo adecuado para el reaprovechamiento de los residuos sólidos en el país” (Congreso de la República del Perú, 2010).

---

<sup>1</sup> Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

**d) Ley N° 23853:** La Ley Orgánica de Municipalidades

Establece que corresponderá a las municipalidades normar y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental, ejecutar el servicio de limpieza pública por sí mismas o a través de concesiones, y ubicar las áreas para la acumulación de basura y/o el aprovechamiento industrial de residuos. Esta disposición se complementa con el Reglamento de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (DS N.º 007-85-VC) que señala que los municipios harán cumplir las normas e impondrán sanciones cuando se disponga inadecuadamente de los residuos sólidos. (Rivera, 2004)

**2.2.2.3. A nivel local**

Rivera (2004) menciona que las autoridades municipales, provinciales y distritales son responsables de la gestión y manejo de los residuos de origen domiciliario, comercial y de las actividades que generen residuos similares, correspondiéndoles:

- a) Regular y fiscalizar el manejo y la prestación de los servicios de los residuos sólidos de su jurisdicción.
- b) Adoptar medidas que conduzcan a promover la constitución de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos, así como incentivar y priorizar la prestación privada de los servicios.
- c) Promover y garantizar servicios de residuos sólidos administrados bajo principios, criterios y contabilidad de costos de carácter empresarial y,
- d) Autorizar y fiscalizar el transporte de residuos peligrosos en su jurisdicción, con excepción del que se realiza en las vías nacionales y regionales. (pág. 28)

**2.2.3. Tipos de reciclaje**

Se dará detalles de los 2 tipos de reciclaje que existen, las condiciones que deben cumplir, sus etapas, su clasificación y métodos de estos.

**2.2.3.1. Reciclaje mecánico**

Es un procedimiento que consiste en recoger, limpiar y moler o trocear el plástico. El material es introducido a una extrusora, como resultado de ello, se obtiene grana reciclada. El objetivo es conseguir otros productos iguales o distintos a los iniciales.

Existen ciertos criterios que se deben cumplir en el reciclaje mecánico: Los plásticos no deben estar muy degradados, se debe hacer una separación por tipos y se debe quitar todos los residuos no plásticos. (Ministerio de Fomento de España, 2013).

El plástico tiende a perder entre el 5% y 10% de sus propiedades mecánicas, tales como, elongación, tenacidad y resistencia al impacto. Por tal motivo, deben restituirse estas propiedades con ayuda de aditivos, como modificadores de impacto, estabilizadores al calor, absorbedores de luz ultravioleta y cargas (Rivera Távara, 2004).

El proceso de reciclaje inicia con la limpieza, que consiste en eliminar residuos tales como arena, tierra, etc. y culmina con la transformación en otros materiales.

### **Tipos de reciclaje mecánico**

Este proceso puede realizarse de 2 maneras, manual o mecanizado.

- a) **Proceso manual:** Realizado por personas comunes, llamados recicladores, personas que se dedican exclusivamente a seleccionar y clasificar los residuos plásticos. Es fundamental el uso de implementos de seguridad para garantizar la no afectación de forma negativa la salud de las personas.
- b) **Proceso mecánico:** Ocurre en países industrializados, los residuos plásticos son clasificados automáticamente, mediante bandas transportadoras y dispositivos con sensores.

Según Rivera (2004) La clasificación de los residuos plásticos se hace de acuerdo con ciertos parámetros, tales como:

- a) **Según tipo de polímero:** De acuerdo con la clasificación de la Sociedad de Industria del Plástico (SPI).
- b) **Por el proceso de manufactura:** Separación del plástico de acuerdo con el proceso de fabricación inicial, soplado o inyección. La identificación es visual y se busca conservar las propiedades, sin incurrir en mezclas que dañen sus propiedades.
- c) **Por colores:** Usualmente, se clasifican por tonalidades. El objetivo es no tener solo colores opacos o oscuros, pues, se busca diversidad y armonía para tener productos mejores demandados y/o cotizados.

### **Otras formas de clasificación**

- a) **Por rasgado:** Realizado normalmente con las uñas de la mano, permite reconocer con este sencillo método la dureza o fragilidad de los plásticos.
- b) **Por calentamiento:** Técnica que consiste en calentar un alambre hasta que esté al rojo vivo para luego ponerlo en contacto con el plástico, si el alambre traspasa el plástico, se estaría hablando de un termoplástico, de lo contrario de un termoestable.

Los procesos antes mencionados son comunes en las pequeñas empresas de los países subdesarrollados o en vías de desarrollo.

### 2.2.3.2. Reciclaje químico

Es un proceso de descomposición del polímero con el fin de obtener los componentes que lo conforman (monómeros). A partir de estas moléculas y después de un nuevo proceso de polimerización, se obtienen otros materiales.

Este método puede ser utilizado para mezcla de varios polímeros, así como también para polímeros termoestables.

#### Métodos de reciclaje químico:

- a) **Despolimerización térmica:** Proceso que consiste en la transformación de los polímeros en monómeros a través de la adición de calor. No se utilizan químicos para la rotura de las cadenas de moléculas.
- b) **Disolución:** Este procedimiento permite recuperar los polímeros al eliminar todas impurezas. En este proceso no ocurre modificación química de las moléculas de los polímeros.
- c) **Solvólisis:** Es un proceso en el que el producto disolvente se comporta como reactivo. Según el tipo del disolvente, se distinguen distintos tipos de solvólisis como la quimiólisis, en la que se usan también fluidos supercríticos.

### 2.2.4. Propiedades del plástico reciclado

Según un estudio realizado en Argentina, la calidad de los polímeros disminuye después de someterlos a un proceso de reciclado. Para ello, se estudió la densidad (ver tabla 10) y el índice de fluencia (MFI) (ver tabla 11).

Tabla 10. Densidad de algunos tipos de plástico.

| Polímero | Densidad promedio<br>del material virgen<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Densidad promedio<br>del material<br>procesado (g/cm <sup>3</sup> ) | Densidad promedio<br>del material<br>reprocesado<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|----------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| LDPE     | 0.923                                                            | 0.913                                                               | 0.906                                                                    |
| LLDPE    | 0.926                                                            | 0.917                                                               | 0.913                                                                    |
| DDPE     | 0.954                                                            | 0.951                                                               | 0.937                                                                    |
| PP       | 0.904                                                            | 0.884                                                               | 0.875                                                                    |

Fuente: (Rivera Távara, 2004).

Tabla 11. índices de fluencia de algunos tipos de plástico

| Polímero | MFI del material virgen (g/10 min) | MFI del material procesado (g/10 min) | MFI del material reprocesado (g/10 min) |
|----------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| LDPE     | 0.96                               | 1.00                                  | 1.03                                    |
| LLDPE    | 12.00                              | 12.36                                 | 12.70                                   |
| DDPE     | 0.13                               | 0.231                                 | 0.239                                   |
| PP       | 1.80                               | 2.04                                  | 2.27                                    |

Fuente: (Rivera Távara, 2004).

Las propiedades analizadas influyen en otras propiedades del plástico, como se puede apreciar en la imagen.

| PROPIEDAD                    | DISMINUCION DE LA DENSIDAD | AUMENTO DEL MFI |
|------------------------------|----------------------------|-----------------|
| Elongación a la rotura       | Disminuye mucho            | Disminuye       |
| Modulo E                     | Disminuye mucho            | Disminuye       |
| Dureza                       | Disminuye                  | Disminuye poco  |
| Temperatura de fusión        | Disminuye                  | Casi no cambia  |
| Temperatura máxima de uso    | Disminuye                  | Disminuye poco  |
| Temperatura de fragilización | Aumenta                    | Aumenta         |
| Resistencia al impacto       | Disminuye                  | Disminuye mucho |
| Hinchamiento                 | Aumenta mucho              | Aumenta poco    |
| Permeabilidad                | Aumenta                    | Aumenta         |
| Tensofisuración              | Disminuye                  | Aumenta         |
| Transparencia                | Aumenta                    | No cambia       |
| Fluidez                      | Aumenta poco               | Aumenta mucho   |

Figura 6. Influencia de la densidad y el índice de fluencia.

Fuente: (Rivera Távara, 2004).

El posterior uso de los plásticos reciclados debe estar centrado en las nuevas propiedades que adquieren los polímeros una vez transformados. Otra opción, es combinar los plásticos reciclados con los plásticos vírgenes y así tener mejores propiedades (ver tabla 12).

Tabla 12. Descripción de las propiedades del plástico.

| Propiedades               | Descripción                                                                                        |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elongación a la rotura    | Máximo esfuerzo que un material puede soportar                                                     |
| Módulo E                  | Relación constante entre el esfuerzo y alargamiento, dentro del intervalo elástico de la sustancia |
| Dureza                    | Resistencia mecánica                                                                               |
| Temperatura de fusión     | Temperatura de transición de fase, del estado sólido al líquido                                    |
| Temperatura máxima de uso | Temperatura límite a la que puede ser sometido el plástico                                         |

|                              |                                                                                |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Temperatura de fragilización | Temperatura a la que ocurren cambios físicos o químicos                        |
| Resistencia al impacto       | Resistencia del material plástico a los fuertes golpes                         |
| Hinchamiento                 | Incremento del volumen debido al agua, vapor, calor, etc.                      |
| Permeabilidad                | Capacidad de permitir el paso a algún fluido sin alterar su estructura interna |
| Tensofisuración              | Agrietamiento por tensión                                                      |
| Transparencia                | Permite el paso de luz y es primordial en la aplicación                        |
| Fluidez                      | Relacionado con la viscosidad del material                                     |

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Bloques

Se definirán las características, requisitos del ladrillo según NTP E.070 y su composición.

#### 2.3.1. Características

Según Easy Brick (2019) nos dice que las características del ladrillo reciclado son los siguientes:

- a) **Liviano.** Los ladrillos tienen un bajo peso y alto comportamiento estructural. Esto los hace ideales para obras rápidas. Además, permite reducir costo de flete y manipulación en la obra.
- b) **Ecológico.** Fabricación únicamente con plástico reciclado.
- c) **Precisión.** Producto de estabilidad dimensional, debido a su proceso de fabricación.
- d) **Durabilidad.** La vida útil del polipropileno se estima en 100 años
- e) **Auto gestionable.** El sistema de encastré entre bloques es simple y garantiza que la construcción de las hiladas del muro, posean una escuadra y plomos perfectos.
- f) **Adaptabilidad.** El sistema del ladrillo es muy versátil, adaptable a proyectos de construcción seca y combinable a proyectos de construcción seca y combinable con la construcción tradicional. Aplicable a industrias, viviendas, ampliaciones, reformas, etc.
- g) **Impermeable.** Por su naturaleza plástica, el porcentaje de absorción de agua de los ladrillos es 0%.
- h) **Atérmico.** El PP tiene baja conductividad térmica, esta propiedad se ve potenciada por las 3 cámaras de aire que conforman el diseño del bloque.
- i) **Acústico.** Los bloques tienen 3 cámaras de aire que conforman un espectro acústico superior al de otros sistemas.

### 2.3.2. Requisitos del ladrillo según NTP E.070

La NTP E.070 es la Normativa Técnica Peruana de albañilería que especifica las características generales, su clasificación, limitaciones, pruebas y aceptación del ladrillo.

#### 2.3.2.1. Características generales

- Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. (PUCP, 2008)
- Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo con la NTP 399.602. (PUCP, 2008)

#### 2.3.2.2. Clasificación para fines estructurales

Para el diseño estructural, las unidades de albañilería que se deberán tener en cuenta con las que se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Clase de Unidad de Albañilería para fines estructurales.

| CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES |                                                      |              |               |                          |                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CLASE                                                   | VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN<br>(máxima en porcentajes) |              |               | ALABEO<br>(máximo en mm) | RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN<br>mínimo em MPA (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta |
|                                                         | Hasta 100 mm                                         | Hasta 150 mm | Más de 150 mm |                          |                                                                                                    |
| Ladrillo I                                              | ±8                                                   | ±6           | ±4            | 10                       | 4,9(50)                                                                                            |
| Ladrillo II                                             | ±7                                                   | ±6           | ±4            | 8                        | 6,9(70)                                                                                            |
| Ladrillo III                                            | ±5                                                   | ±4           | ±2            | 6                        | 9,3(95)                                                                                            |
| Ladrillo IV                                             | ±4                                                   | ±3           | ±2            | 4                        | 12,7(130)                                                                                          |
| Ladrillo V                                              | ±3                                                   | ±2           | ±1            | 2                        | 17,6(180)                                                                                          |
| Bloque P <sup>2</sup>                                   | ±4                                                   | ±3           | ±2            | 4                        | 4,9(50)                                                                                            |
| Bloque NP <sup>3</sup>                                  | ±7                                                   | ±6           | ±4            | 8                        | 2,0(20)                                                                                            |

Fuente: (PUCP, 2008)

<sup>2</sup> Bloque usado en la construcción de muros portantes.

<sup>3</sup> Bloque usado en la construcción de muros no portantes.

### 2.3.2.3.Limitaciones de su aplicación

El uso de las unidades de albañilería está condicionado por las zonas sísmicas. Las limitaciones se pueden ver en la Tabla 14.

Tabla 14. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

| LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES |                                             |                                               |                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Tipo                                                                        | Zona Sísmica 2 y 3                          |                                               | Zona Sísmica 1                                |
|                                                                             | Muro portante en edificios de 4 pisos a más | Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos     | Muro portante en todo edificio                |
| Sólido Artesanal <sup>4</sup>                                               | No                                          | Si, hasta 2 pisos                             | Si                                            |
| Sólido Industrial                                                           | Si                                          | Si                                            | Si                                            |
| Alveolar                                                                    | Si<br>Celdas totalmente rellenas con grout  | Si,<br>Celdas parcialmente rellenas con grout | Si,<br>Celdas parcialmente rellenas con grout |
| Hueca                                                                       | No                                          | No                                            | Si                                            |
| Tubular                                                                     | No                                          | No                                            | Si, hasta 2 pisos                             |

Fuente: (PUCP, 2008)

### 2.3.2.4.Pruebas

- Resistencia a la compresión.** Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo con lo indicado en la Normas NTP 399.613 y 399.604. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.
- Variación dimensional.** Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.
- Alabeo.** Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.
- Absorción.** Los ensayos de absorción se harán de acuerdo con lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613. (PUCP, 2008).

<sup>4</sup> Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

### 2.3.2.5. Aceptación de la unidad

- a) La absorción de las unidades de arcilla y silico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase tendrá una absorción no mayor que 12 % de absorción. La absorción del bloque de concreto NP no será mayor que 15%.
- b) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25mm para el bloque clase P y 12 mm para el bloque clase NP.
- c) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- d) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia. (PUCP, 2008)

La información anteriormente detallada forma parte de la base de estudio para el diseño de nuestro producto a fabricar, lo que establece la NTP, para lo cual es necesario regirse.

- Cumplir con las características del ladrillo, principalmente su forma para tener la denominación de ladrillo.
- Variante de diseños de ladrillos a fabricar
- Regirse en base a la resistencia del ladrillo.
- Estabilidad volumétrica.

De la clasificación para fines estructurales, se toma en cuenta para el diseño y dimensionamiento del ladrillo a fabricar por nuestro equipo de proyecto.

Además, para el diseño de nuestro producto, se deberán considerar las limitaciones de uso que se tiene basándonos en la NTP.

### 2.3.3. Composición

EasyBrick es un ladrillo fabricado a base de residuo plástico reciclado, concretamente 330 tapones de gaseosa reciclados.

Estos ladrillos pesan cerca de 1 kg, entre 90gr y 1 kg. Por sus paredes conforman tres capas de aire, eso lo hace totalmente aislante térmico.

En el proceso de fabricación se le agrega un retardante de llama, lo que lo hace totalmente ignífugo. (EcoInventos, 2019)

La información complementaria de base para el desarrollo de nuestro proyecto esta recopilada de EasyBrick. Las características que se detallaron anteriormente poseen similitud con nuestro proyecto, la diferencia se establece en la composición del ladrillo a fabricar en nuestro proyecto se utilizara PET de la botella de plástico reciclado.

## Capítulo 3

### Metodología

En este capítulo se dará a conocer a cerca de las técnicas, herramientas y metodología empleada para cada uno de los diseños, además, se definirá el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación e hipótesis.

#### 3.1. Planteamiento del problema

El proyecto busca atacar directamente el problema del deficiente tratamiento de residuos plásticos, ya que este “es un residuo no biodegradable y que tiene un ritmo de degradación extremadamente lento, de más de 50 años en condiciones de vertedero” (Castells, 2012) o “puede tardar en degradarse hasta 1000 años si permanecen enterradas” (Reciclaje AVI, 1997). Estos residuos terminan incinerados o en botaderos municipales, ya que Piura aún no cuenta con un relleno sanitario, contribuyendo así a la contaminación.

Pero, ahora los residuos plásticos terminan en áreas no destinadas a botaderos municipales (solo basta con recorrer varios lugares de Piura para darnos cuenta de ello). Además, es un residuo de gran masa, que ocupa grandes áreas que pueden ser destinados para otros fines, como construcción de parques de recreación o áreas para construcción de viviendas.

“El inadecuado manejo de residuos plásticos constituye uno de los problemas ambientales que afectan a la gran mayoría de países del mundo, por la cantidad de recursos económicos y tecnológicos que es necesario invertir para su evacuación hacia lugares apropiados” (Pastor, Salazar, Seminario, & Tineo, 2016)

Los plásticos juegan un papel importante, se utilizan para la fabricación de productos de uso cotidiano. Representan más del 12%<sup>5</sup> de la cantidad de residuos sólidos urbanos.

En Piura existen centros de acopio<sup>6</sup> de residuos plásticos que venden este plástico a otras ciudades del país. En Lima se encuentra la planta más grande de reciclaje del país que está a

---

<sup>5</sup> Recuperado de <http://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/19233/Como-se-deben-reciclar-los-plasticos-medio-ambiente-medio-energias-renovables>

<sup>6</sup> Lugar donde los recicladores van a vender sus botellas que recogen.

cargo de la Municipalidad de Surco y la Planta San Miguel Industrias PET: única planta de reciclado de 'botella a botella'. Pero no existe una planta local que procese estos residuos y obtenga productos alternativos que puedan ser aprovechados en beneficio de la comunidad. Por eso se vio la oportunidad de fabricar ladrillos de plástico reciclado que puedan ser aprovechados en la construcción de viviendas, los cuales deberán cumplir con las normas establecidas (características y parámetros de calidad) para materiales de construcción según la NTP<sup>7</sup> de albañilería E070; además, cumplir con la conformidad que necesita el cliente para que sea aceptado.

### **3.2. Objetivos**

#### **3.2.1. Objetivo general**

Diseñar una planta de fabricación de ladrillos a partir de plástico reciclado en el parque industrial Piura Futura, en la ciudad de Piura, para su utilización en la construcción de casas para un público de bajo nivel económico en un plazo de 2 meses y medio y con un presupuesto no mayor a 1500 soles.

#### **3.2.2. Objetivos específicos**

- a) Realizar una investigación para determinar la situación actual de la disposición de los residuos sólidos (plásticos) en la ciudad de Piura, que será nuestra materia prima para fabricar nuestro producto, en un plazo máximo de 2 semanas.
- b) Realizar una investigación para determinar la situación actual del reciclaje de los residuos sólidos (plásticos) en la ciudad de Piura, en un plazo de 3 semanas.
- c) Determinar el tipo de reciclaje que se empleará en nuestro proyecto, basado en la tesis “PROPUESTA DE RECICLAJE MECÁNICO DE PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE PIURA” del Ing. Raúl Rivera Távara, en un plazo máximo de una semana.
- d) Diseñar una planta para la producción de ladrillos a partir de plástico reciclado, con su respectiva localización y distribución en planta; además, de establecer la maquinaria y el equipo necesario, en un plazo de un mes.
- e) Realizar un estudio experimental de la obtención de ladrillo a partir de plástico reciclado y su posterior uso en la construcción de viviendas, en un plazo 2 semanas.
- f) Determinar los procesos de producción con flujos de entrada y salida a partir de los cuales se evaluará la eficiencia y productividad. De esta manera se puede tener un seguimiento y control y tomar medidas correctivas, en un plazo de un mes.

---

<sup>7</sup> Norma Técnica Peruana.

- g) Diseñar y desarrollo un prototipo experimental (ladrillo), considerando ciertos estándares (peso, densidad, etc.) establecidos, según NTP de albañilería E.070, en un plazo de un mes.
- h) Realizar mediciones para comprobar que las variables como la resistencia, peso, tamaño y densidad garanticen la confiabilidad del prototipo comparándolo con el ladrillo convencional basándose en la NTP de albañilería E.070, en un plazo de 2 semanas.
- i) Realizar un análisis económico y financiero para un periodo de 5 años para evaluar la rentabilidad del proyecto y el tiempo en que se recuperará la inversión. Debe ser realizado en un periodo de 2 semanas.
- j) Realizar un análisis del tema legal, impacto ambiental y social del proyecto; de manera que sea viable en cada aspecto y asegure la factibilidad del proyecto. Debe ser realizado en un plazo de 2 semanas.
- k) Realizar una investigación de mercado que permita evaluar el % de aceptación del producto por parte de los clientes mediante encuestas y entrevistas, y así determinar el sector al que se debe ofrecer el producto. Dicho estudio debe mostrar un 80% de aceptación para poder estar seguros de que el proyecto tendrá éxito y debe lograrse en un plazo máximo de 1 mes.
- l) Realizar diversas variaciones en los variables (temperatura de fundición de la materia prima, tamaño, etc.) del proceso para encontrar la mejor alternativa de ladrillo. Debe ser realizado en un plazo de 2 semanas.
- m) Elaboración del MOF que servirá de guía para el personal de la empresa y el MAPRO que describirá los procedimientos que deben seguirse. Debe ser realizado en un plazo de 2 semanas.

### **3.3. Justificación**

Actualmente, es inmensa la cantidad de residuos plásticos en las grandes ciudades, especialmente por el consumo de productos con envases desechables después de un primer uso. La gran preocupación que surge es por el tiempo que demoraran en degradarse y el peligro para algunos animales, además de la contaminación que generan para el planeta. Por ello, se buscan nuevas formas de reutilizar los residuos plásticos de manera que después de su uso principal puedan servir para ser usados de una forma distinta o en otro proceso.

Se busca el desarrollo de una economía circular que permita aprovechar el máximo valor del plástico durante su primer uso y después de eso reciclarlo y elaborar otros productos. Dicha economía circular es muy importante para un mejor aprovechamiento de los recursos y una reducción de los desechos plásticos arrojados al medio ambiente.

De esta forma, el exceso de residuos plásticos pasa de ser un problema a ser una oportunidad de negocio para la producción de un producto distinto.

La idea es desarrollar un proyecto de investigación acerca del uso de los residuos plásticos de tipo Polipropileno (PP) procedentes de la ciudad de Piura, en busca del aprovechamiento de dichos residuos para producir ladrillos para la construcción de viviendas más económicas que las convencionales hechas de ladrillo y cemento. De la misma manera se logra reducir la cantidad de desechos plásticos y la contaminación de la ciudad.

La construcción de viviendas en la actualidad involucra un gran costo de materiales de construcción y de mano de obra especializada. además de ser una construcción permanente. Por otro lado, con el desarrollo de este proyecto, se busca una nueva forma de construcción que involucre menos costos, los materiales empleados sean ensamblados y desplazables en caso se requiera. Por ello no se requiere de mano de obra especializada ya que el producto viene listo para ser colocado en la construcción por cualquier persona.

El proyecto se enfoca en la producción de ladrillos a partir de plástico reciclado para ser puestos en venta a cualquier persona que requiera construir una vivienda, significando un gran ahorro y contribuyendo a la sostenibilidad del planeta. Asimismo, se busca generar un impacto social en la población de manera que personas de bajos recursos puedan construir una vivienda digna y segura a un bajo costo.

El producto final presenta características: durabilidad de 100 años en promedio, liviano, atómico, acústico, y sobre todo es adaptable a cualquier construcción. Existen factores que impulsan el proyecto y que garantizan que es una alternativa factible para poner en marcha inmediatamente:

- Mejora la economía del país al generar puestos de trabajo para la producción.
- Reduce el exceso de plástico.
- Aprovecha un residuo que causa contaminación y demora años en degradarse.
- Reduce costos de construcción de una vivienda.
- Utiliza una materia prima abundante y de fácil recuperación.
- Reduce la contaminación en el planeta.

Además, cabe destacar que el problema del plástico es muy mencionado hoy en día, ofreciendo una nueva línea de investigación para aprovechar el plástico usado, reciclarlo y

reutilizarlo. Esto permitirá crecer tanto en conocimientos como en economía sin mencionar el gran impacto ambiental positivo que significa para el medio ambiente.

La producción de ladrillos en base a plástico además contribuye a reducir el calentamiento del ambiente ya que no se necesita quemar el ladrillo como se hace con los convencionales.

Con dicha investigación, se busca detallar el objetivo del proyecto de producción de ladrillos a partir de plástico reciclado (PP) de la ciudad de Piura y mostrar el beneficio que trae para el desarrollo del país, además del enfoque ambiental y social. Se busca lograr una sostenibilidad que permita reducir la cantidad de residuos y conservar el medio en el que vivimos, para que las futuras generaciones no sean afectadas.

El proyecto involucra el ingreso de nuevas tecnologías para la producción lo que resulta beneficioso para el desarrollo del país; sin embargo, los requerimientos económicos son bajos en comparación a los beneficios que brinda el proyecto.

### **3.4. Hipótesis**

Se han definido 2 hipótesis, que se comprobarán al tener el prototipo fabricado.

H0: El diseño del prototipo no permite acoplar los ladrillos sin necesidad de añadir otro material (cemento).

H1: El diseño del prototipo permite acoplar los ladrillos sin necesidad de otro material (cemento).

H0: El prototipo (de polipropileno) no cumple con la Norma Técnica Peruana de Albañilería y construcción E.070.

H1: El prototipo (de polipropileno) cumple con la Norma Técnica Peruana de Albañilería y construcción E.070

### **3.5. Herramientas, técnicas y metodologías.**

Cada técnica o metodología está asociada al desarrollo de cada actividad, por el hecho de que mucha implica más que un análisis o una evaluación para quedar totalmente definidas.

#### **3.5.1. Investigación de mercado**

Mediante esta metodología se explicará cual es estado del sector industrial de ladrillos en el Perú y Piura relacionado al ladrillo convencional y principalmente al ladrillo de plástico. Para ello lo que se buscará es captar la información necesaria (mediante método de recopilación de datos-Encuestas) para poder realizar un análisis y estimación posteriormente de la cantidad de materia prima e insumos necesarios para la producción de ladrillo. Además, se verá cuál es el

porcentaje de aceptación del producto, que garantizará tener un negocio cuya propuesta de valor sea aceptada. La metodología por seguir es la siguiente:

- a) **Captación de datos:** recolección de información primaria para tener una base de análisis, esto se puede efectuar acudiendo a distintas fuentes tales como: encuestas propias, datos o estudios históricos, registros de empresas, cámaras de comercio, investigaciones de campo, historiales de compra venta.
- b) **Muestreo:** el método de investigación será la encuesta y se clasificará la información más importante que se ha obtenido de las fuentes primarias para analizarlo y generalizar los resultados; la idea es tener muestras suficientemente representativas para poder llegar a conclusiones que se aplique a toda la población objetivo. Esta muestra representativa se calcula con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e_{\max}^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde: n es la cantidad de encuestas a realizar, N es el tamaño de la población, Z es el nivel de confianza<sup>8</sup>, p es la probabilidad de éxito, q es la probabilidad de fracaso y  $e_{\max}$  es la precisión<sup>9</sup>.

- c) **Análisis del sector Industrial:** este análisis debe hacerse con mucho cuidado lo que implica tener en cuenta principalmente el entorno más cercano de la empresa, el cual tiene un impacto directo a la rentabilidad. Lo conlleva a efectuar un análisis con las 5 fuerzas de Porter, para definir de manera clara dicho entorno. (Campos, Delgado, Esquivel, Samamé, & Sirlupú, 2017)
- Competidores en el sector industrial. Consiste en determinar aquellas empresas que se dedican a la producción de ladrillo convencional a nivel nacional y regional y los distintos sectores de la región que abastecen.
  - Competidores potenciales. Esta fuerza ayudará a determinar aquellas empresas que aún no se dedican a la producción de ladrillo de plástico pero que podrían implementar nuevas líneas de producción de este tipo de producto. Es así como las grandes empresas o constructoras en Perú representan competidoras potenciales puesto que ya están familiarizados con la producción de productos para la construcción.

<sup>8</sup> Valor estándar de la distribución probabilística normal para el nivel de confianza establecido.

<sup>9</sup> Error máximo admisible en términos de proporción.

- Productos sustitutos. Consistirá en determinar y analizar cuáles son los productos que pueden remplazar al ladrillo de plástico actualmente, en un corto, mediano y largo plazo.
- Proveedores. Implica determinar aquellas personas u organizaciones que están dispuestas a vender la materia prima (botellas de plástico).
- Clientes. Los clientes podrían ser cualquier persona (especialmente los de bajo recursos) u organizaciones dispuestas hacer uso del producto.

#### **d) Investigación sobre la oferta de la materia prima**

Los principales centros de acopio de Piura destacan como principales proveedores de materia prima, a partir de la cantidad de proveedores se puede hacer una estimación de la cantidad de materia prima se dispone para la fabricación de ladrillo y por ello, implica tener una base para determinar la capacidad de la planta.

#### **e) Investigación sobre la demanda de ladrillo**

Se conoce que en el sector construcción es uno de los más grandes y con mayores crecimientos a nivel regional y nacional, pero a la vez brinda un producto convencional que no está al alcance de gran parte de la población, motivo que lleva a determinar como segmento de mercado los sectores más pobres tales como: asentamientos humanos, zonas rurales fuera de la ciudad de Piura, que en su mayoría tienen un nivel socioeconómico muy bajo.

### **3.5.2. Metodología para el diseño de la planta**

El objetivo principal es diseñar una planta para la producción de ladrillo. Por ello por las técnicas y/o herramientas que se utilizarán son la base de apoyo para que la disposición de dicha planta sea realizada con el fin de tener un buen funcionamiento de esta, y también servirá como base para determinar la ubicación de la maquinaria y equipo.

Se inicia con la identificación y dimensionamiento de la planta, la matriz de interrelaciones, el diagrama de interrelaciones, y finaliza con diagrama de espacios. (Campos, Delgado, Esquivel, Samamé, & Sirlupú, 2017)

#### **a) Identificación y dimensionamiento**

Consiste en definir las áreas de la empresa tales como: almacenes de materia prima (plástico reciclado) y producto final (ladrillo), Línea de producción (maquinaria, tecnologías, herramientas, etc.), Calidad, Administrativa, Comercial, Servicios higiénicos. Cada área llevara

asignada unas dimensiones en metros cuadrados, lo suficiente como para garantizar la comodidad, seguridad y el correcto traslado de los trabajadores.

### b) Matriz de interrelaciones

Una vez definidas las áreas con su respectiva medida, se pasará a determinar las relaciones de proximidad que puedan existir entre actividades, esto se representa mediante letras (A, E, I, O, U, X, Y) como se puede observar en la Tabla 15. (Campos, Delgado, Esquivel, Samamé, & Sirlupú, 2017)

Tabla 15. Relaciones de proximidad entre actividades.

| Código | Proximidad              | N° de líneas    |
|--------|-------------------------|-----------------|
| A      | Absolutamente necesario | 4 rectas        |
| E      | Especialmente necesario | 3 rectas        |
| I      | Importante              | 2 rectas        |
| O      | Normal                  | 1 recta         |
| U      | Sin importancia         |                 |
| X      | No deseable             | 1 línea curva   |
| Y      | Altamente no deseable   | 2 líneas curvas |

Fuente: (Campos, Delgado, Esquivel, Samamé, & Sirlupú, 2017)

Razones de la proximidad entre actividades, con su código correspondiente se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Razones de la proximidad entre actividades.

| Código | Razones                  |
|--------|--------------------------|
| 1      | Actividades consecutivas |
| 2      | Acceso común             |
| 3      | Necesidad frecuente      |
| 4      | Personal compartido      |
| 5      | Mal olor                 |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 6 | Ruido                 |
| 7 | Evitar Errores        |
| 8 | Actividades similares |
| 9 | Control de rutina     |

Fuente: (Campos, Delgado, Esquivel, Samamé, & Sirlupú, 2017)

Determinado tanto las áreas como las actividades que se desarrollan en ella, se proceden a realizar la matriz de interrelaciones teniendo en cuenta las dos tablas anteriores.

### c) Diagrama de interrelaciones

Para el diagrama de interrelaciones es necesario la matriz de interrelaciones, como se muestra en la Figura 7, para determinar los niveles de importancia o de proximidad de las actividades de dicho diagrama.

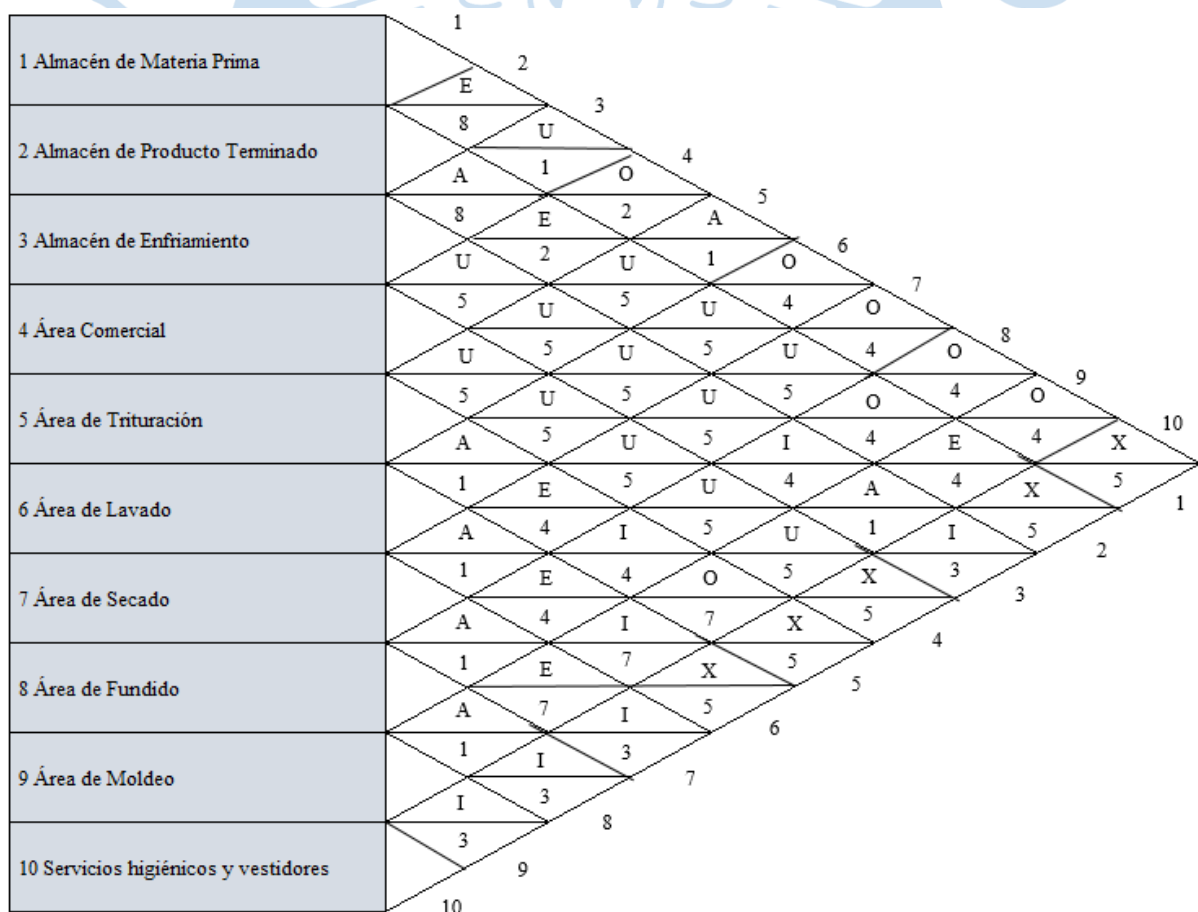


Figura 7. Matriz de interrelaciones.  
Fuente: Elaboración propia.

Además, se debe representar cada actividad siguiendo una simbología, mostrando lo que representa, un color y el área o departamento respectivo al que corresponde como se muestra en Figura 8.

| Departamento                  | Color                                                                               | Representación | Símbolo                                                                               |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Área de trituración           |    | Operación      |    |
| Área de lavado                |    | Operación      |    |
| Área de secado                |    | Operación      |    |
| Área de fundido               |    | Operación      |    |
| Área de moldeo                |  | Operación      |   |
| Almacén de materia prima      |  | Almacenamiento |  |
| Almacén de enfriamiento       |  | Almacenamiento |  |
| Almacén de producto terminado |  | Almacenamiento |  |
| Área comercial                |  | Servicio       |  |
| Servicios higiénicos          |  | Servicio       |  |

Figura 8. Simbología de cada actividad.

Fuente: (Campos, Delgado, Esquivel, Samamé, & Sirlupú, 2017)

#### d) Diagrama de espacio

Definidos las áreas de cada departamento con su proximidad correspondiente se representa la empresa con sus respectivas dimensiones. (Campos, Delgado, Esquivel, Samamé, & Sirlupú, 2017)

#### 3.5.3. Metodologías para el desarrollo del MOF y MAPRO

Tanto para la determinación del MOF Y MAPRO se realizan Flujogramas que se originan a partir de la definición de cada proceso involucrado (Recepción de materia prima, trituración de plástico reciclado, lavado de plástico, secado, Fundido y Moldeado, Comercialización) tanto en la gestión y fabricación del prototipo hasta el momento que éste se comercialice y llegue al cliente final.

Los flujogramas de información y diagramas de flujo se han realizado utilizando la simbología ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares). Es una organización que promueve el uso de estándares estadounidenses a nivel internacional. ANSI forma parte de la ISO y de la IEC. (ANSI, 2019) en la Figura 9 se muestra la simbología de esta metodología.

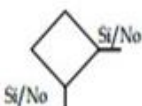
| Símbolo                                                                             | Significado                     | ¿Para que se utiliza?                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Inicio / Fin</b>             | Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.                                                       |
|  | <b>Operación / Actividad</b>    | Símbolo de proceso, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento. |
|  | <b>Documento</b>                | Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.       |
|  | <b>Datos</b>                    | Indica la salida y entrada de datos.                                                                     |
|  | <b>Almacenamiento / Archivo</b> | Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.                        |
|  | <b>Decisión</b>                 | Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.                        |

Figura 9. Simbología basada en la metodología ANSI.

Fuente: [ANSI: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares](#) (ANSI, 2019)

Para la elaboración del mapa global, mapa de ámbito y flujogramas de información se utilizará el programa Visio, herramienta útil para la diagramación de procesos

### 3.5.4. Procedimiento para la fabricación del prototipo

Consiste en aplicar los siguientes procesos con el uso correspondiente de la maquinaria: Trituración (Trituradora), Lavado (Lavadora), Secadora (Secadora de tolva centrífuga), Fundido (Máquina fundidora) y Moldeado (Molde).

### 3.5.5. Métodos para el análisis ambiental

Identificación de impacto ambiental generado por ruidos y vibraciones esto mediante la aplicación de indicador “importancia del impacto”. Debido a que el funcionamiento de la planta va a generar ruido y ciertas vibraciones es por ello por lo que la Importancia del impacto va a estar en función de las variables de la Tabla 17.

Tabla 17. Importancia de impacto.

|                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>NATURALEZA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto beneficioso +</li> <li>- Impacto perjudicial -</li> </ul>                                                                                       | <p><b>INTENSIDAD(I)</b><br/>(Grado de Destrucción)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja<br/>1</li> <li>- Media<br/>2</li> <li>- Alta<br/>4</li> <li>- Muy Alta<br/>8</li> <li>- Total<br/>12</li> </ul> |
| <p><b>EXTENSIÓN(EX)</b><br/>(Área de influencia)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puntual<br/>1</li> <li>- Parcial<br/>2</li> <li>- Extenso<br/>4</li> <li>- Total<br/>8</li> <li>- Crítica<br/>+4</li> </ul> | <p><b>MOMENTO(MO)</b><br/>(Plazo de manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Largo plazo<br/>1</li> <li>- Medio plazo<br/>2</li> <li>- Inmediato<br/>4</li> <li>- Crítico<br/>+4</li> </ul>       |
| <p><b>PERSISTENCIA(PE)</b><br/>(Permanencia del efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fugaz<br/>1</li> <li>- Temporal<br/>2</li> </ul>                                                                     | <p><b>REVERSIBILIDAD(RV)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corto plazo<br/>1</li> <li>- Mediano plazo<br/>2</li> </ul>                                                                                |

|                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Permanente<br>4                                                                                                                                                          | - Irreversible<br>4                                                                                                     |
| SINERGIA(SI)<br>(Regularidad de la manifestación)<br><br>- Sin sinergismo (simple) 1<br>- Sinérgico 2<br>- Muy sinérgico 4                                                 | ACUMULACIÓN(AC)<br>(Incremento progresivo)<br><br>- Simple 1<br>- Acumulativo 4                                         |
| EFEECTO(EF)<br>(Relación causa-efecto)<br><br>- Indirecto(secundario) 1<br>- Directo 4                                                                                     | PERIODICIDAD(PR)<br>(incremento acumulativo)<br>- Irregular aperiódico y discontinuo 1<br>- Periódico 2<br>- Continuo 4 |
| RECUPERABILIDAD(MC)<br>(Reconstrucción por medios humanos)<br>- Recuperable de manera inmediata 1<br>- Recuperable a mediano plazo 2<br>- Mitigable 4<br>- Irrecuperable 8 | IMPORTANCIA (I)<br><br>$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$                                   |

Fuente: (Arteaga Núñez, 2017)

### 3.5.6. Análisis económico

Consiste en el análisis de los beneficios tangible e intangibles que tendrán los interesados del proyecto durante el ciclo de vida del proyecto.

### 3.5.7. Análisis financiero

La importancia de este punto está en una evaluación que consiste determinar si el proyecto es sostenible en el mediano y largo plazo y si representa una oportunidad de negocio. Por ello, el método empleado para este análisis consiste en el siguiente procedimiento:

- Determinación de los flujos de caja: implica hacer un informe financiero que determina a detalle los flujos de ingresos y egreso del proyecto.

- Determinación de los indicadores VAN Y TIR: consiste en dos indicadores financieros, empleados para el análisis del retorno de la inversión y que determinan que tan oportuno es el proyecto.

El VAN (Valor Actual Neto) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión (Gallo, 2018) para determinar cuál es la ganancia o pérdida con dicha inversión y se determina por la siguiente expresión:

$$VAN(i) = \sum_0^n FE_n(1+i)^{-n}$$

Donde:

n: periodo.

i: tasa de interés.

FEn: Flujo de caja correspondiente al periodo n.

La TIR (Tasa de rentabilidad) es la rentabilidad anual de un proyecto cuando el Valor Actual Neto es cero; se determina por la siguiente expresión:

$$0 = \sum_0^n FE_n(1+TIR)^{-n}$$

Donde:

n: periodo.

i: tasa de interés.

FEn: Flujo de caja correspondiente al periodo n.

Si el  $VAN > 0$ ; Significa que se recupera la inversión, la tasa de interés el costo de oportunidad y además hay un valor extra que inversionista ya puede gastar.

Además, si este fuera el caso el proyecto tiene una Rentabilidad (TIR) mayor que la tasa i, usada para calcular el  $VAN(i)$ .

Si el  $VAN = 0$ ; Se recupera la inversión y exactamente la tasa de interés.

Si el  $VAN < 0$ ; No se recupera la inversión ni la tasa de interés utilizada para el calcula o determinación del VAN. (Gallo, 2018)

### 3.6. Metodología

#### 3.6.1. Metodología para el estudio de mercado

Para el adecuado estudio de mercado, se tiene que analizar el entorno del proyecto. Y por ello el entorno está dividido por microentorno y macroentorno.

**Microentorno:** Está constituido por las fuerzas internas al proyecto, que influyen en la capacidad de satisfacer a los interesados, el mismo que debe estar bien definido y determinado correctamente.

- Proveedores
- Clientes
- Competidores
- Grupos de intereses

**Macroentorno:** Se hace referencia al entorno demográfico, que se refiere a la población y sus características como crecimiento, distribución y edades; económico, referido a los precios y sus variaciones, la inflación; medioambiental, que se tendrá en consideración el impacto del proyecto para evitar su afectación negativa; tecnológico, donde se hace mención al uso de la tecnología en el desarrollo del proyecto y legal, que tiene que ver con aspectos legales que tiene que seguir nuestro proyecto. (Academia, 2019)

Además del macroentorno esta la viabilidad de nuestro producto, el que deberá ser cumplido para el éxito de nuestro proyecto.

Otra de las consideraciones importantes para el estudio de mercado es la segmentación: se debe realizar una investigación, para conocer bien el mercado al cual está dirigido nuestro proyecto: Diseño de una planta de fabricación de ladrillo de plástico.

Para un análisis adecuado es necesario recurrir a algunas técnicas de estudio de mercado referidas a la aceptación de un producto nuevo, que se mencionaran a continuación:

- Entrevista: esta técnica se realizó a los interesados del proyecto, en este caso fue el Ing. Jorge Yaksetig. En dicha entrevista se le consulto respecto a la fabricación del producto a fabricar y como se realizará el proceso.
  - Preguntas técnicas sobre fundición, material a usar en molde etc.
  - Las entrevistas están planteadas con un tiempo de 30 minutos.

- Encuestas: esta es una técnica que se aplicará a una muestra representativa previamente seleccionada, a las cuales se les formulara preguntas de respuesta rápida, con el objetivo de conocer si tiene conocimiento o noción de este producto nuevo, así mismo si está dispuesto a adquirirlo. (Academia, 2019)
  - Los encuestados serán personas de zonas rurales.
  - La encuesta está estimada a realizarse en 3 minutos por persona.
  - Las preguntas serán categorizadas por conocimiento del reciclaje, presentación del proyecto, opinión y calificación.
  - El número de encuestas será calculado con la fórmula de muestreo.

**Razones para aplicar dicho instrumento:**

- Permite obtener información indiferente de la muestra del público, considerándose la edad del participante.
- Permitirá la estandarización y recopilación de datos, para su posterior tratamiento.

**Inconvenientes Existentes:**

- Factores de contexto y distorsión de análisis.
- Bajo número de preguntas al entrevistado, para su comodidad y evitar su aburrimiento.
- Bajo nivel de complejidad de las preguntas.(Academia, 2019)

**3.6.2. Metodología de Investigación**

Según Alejandro (2001) la metodología sigue los siguientes pasos:

**3.6.2.1. Captación de datos**

Información primaria que es base de análisis, existen diferentes tipos de fuente, en nuestro proyecto será mediante encuestas propias.

**3.6.2.2. Muestreo**

Se captura los datos provenientes de las encuestas para analizarlos y generalizarlos a la población de la cual fueron extraídos.

**3.6.2.3. Experimentación**

Se realizará variaciones respecto una variable del mercado al cual está enfocado nuestro proyecto, con la intención de generar datos acerca de la reacción del mercado. Permitiendo identificar los impactos del comportamiento del mercado.

#### **3.6.2.4. Análisis de comportamiento**

Este factor es aspecto psicológico y de conducta por lo cual, no está estará inmerso a desarrollarse en nuestro proyecto.

#### **3.6.2.5. Análisis de Regresión**

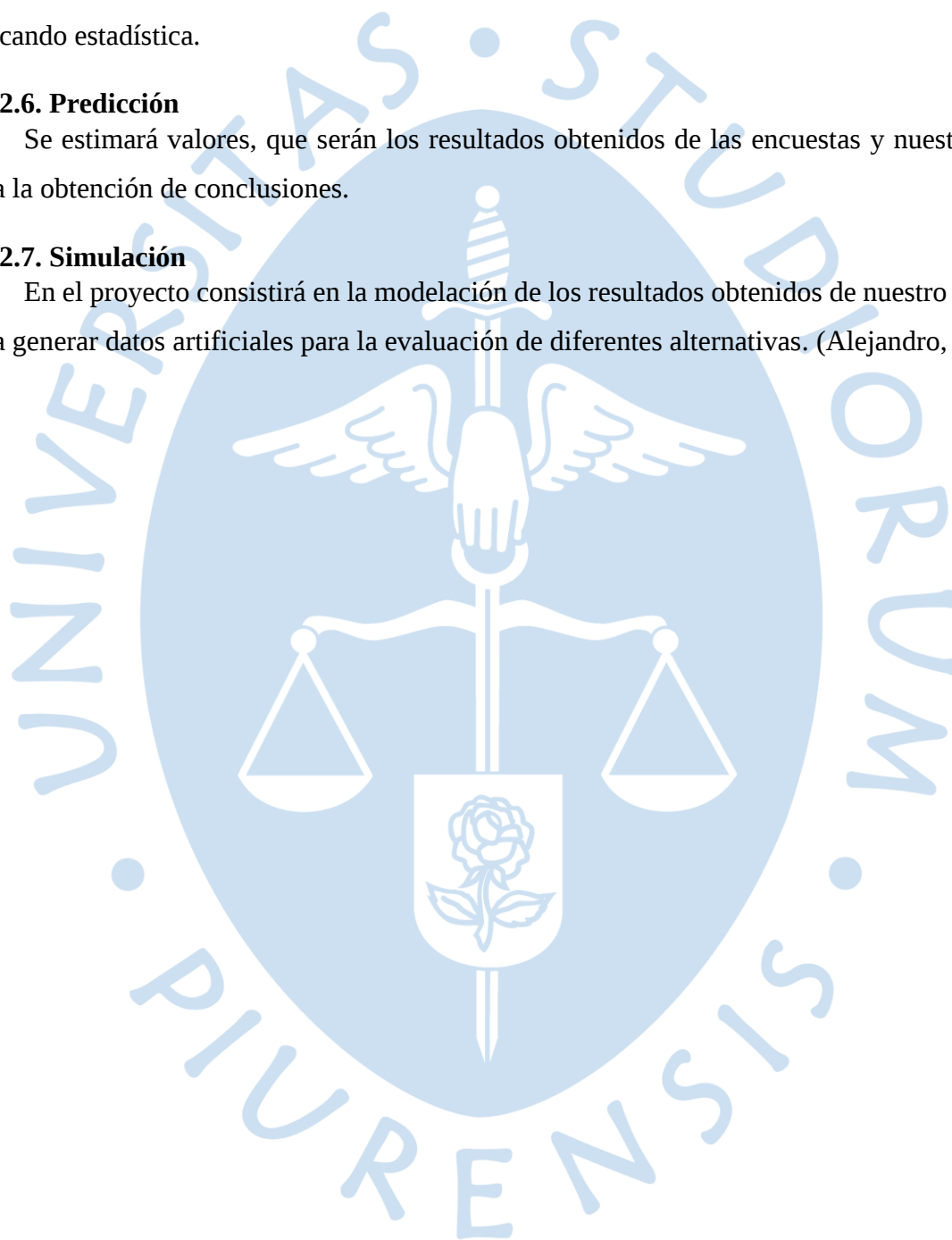
Se estima las relaciones existentes basándose en los datos obtenidos de las encuestas, aplicando estadística.

#### **3.6.2.6. Predicción**

Se estimará valores, que serán los resultados obtenidos de las encuestas y nuestra base para la obtención de conclusiones.

#### **3.6.2.7. Simulación**

En el proyecto consistirá en la modelación de los resultados obtenidos de nuestro estudio para generar datos artificiales para la evaluación de diferentes alternativas. (Alejandro, 2001)





## Capítulo 4

### Estudio de mercado

En este capítulo se darán detalles respecto al estudio de mercado que se realizó para conocer el % de aceptación del producto. Se mencionarán las técnicas de estudio de mercado empleadas para la investigación. Se presentará el diseño de la investigación y finalmente se mostrarán los resultados del estudio.

#### 4.1. Técnicas de estudio de mercado

La encuesta ha sido la técnica de estudio de mercado más empleada (92 encuestas) para conocer el % de aceptación del producto por parte del público objetivo (familias de bajos recursos económicos que tienen su vivienda de un material diferente al ladrillo o bloque de cemento), esta ha sido realizada en diferentes lugares de la ciudad de Piura, como AA.HH. y urbanizaciones.

La entrevista a expertos fue la técnica de estudio de mercado menos empleada (5 entrevistas), ya que fue respecto a la parte técnica del producto. Esta fue dirigida a ingenieros civiles de la Universidad de Piura, quienes se les visitó en sus oficinas.

#### 4.2. Diseño de la investigación

Antes de aplicar las encuestas a las familias de la ciudad de Piura, se debía elegir la muestra, es decir, la cantidad de encuestas a realizar para que la información obtenida sea confiable y represente al público objetivo al cual está dirigido. Para ello se utilizó la fórmula ya definida en el capítulo 3 de esta investigación, respecto a la metodología a utilizar en la investigación de mercado:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e_{\max}^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

El valor que deberá tomar cada variable se detalla a continuación:

Tamaño de la población (N): La población serán las personas (familias) que no cuenten con una vivienda construida con paredes exteriores de ladrillo o bloque de cemento en la ciudad de Piura y según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017, pág. 103) en su Compendio Estadístico Piura 2017 señala que en el 2016 el porcentaje de este total de viviendas fue 52.5%, por lo que se deduce que el 47.5% son viviendas de otro material. También, según las tablas 4.19 y 4.20 del mismo Compendio Estadístico se puede conocer que para el 2016 existían 45 481 lotes construidos, entonces se deduce que aproximadamente 21 604 viviendas eran de otro material diferente al ladrillo o bloque de cemento. Con la oferta considerada en el proyecto se pretende abarcar el 10%<sup>10</sup> de ese mercado, es decir, 2 160 viviendas. Por lo tanto, el valor de N sería 2 160.

El valor de las demás variables se resume en la Tabla 18:

Tabla 18. Valor para las variables del muestreo.

| Variable         | Valor |
|------------------|-------|
| Z (95%)          | 1.96  |
| P                | 0.5   |
| Q                | 0.5   |
| E <sub>máx</sub> | 0.1   |

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de la cantidad de encuestas a realizar (n) sale 92. Esta sería la cantidad de encuestas a realizar y se utilizó la tecnología de Microsoft Forms para diseñar la encuesta. Esta se estructuró de manera que permita obtener en cada sección unos resultados claros y precisos.

En la primera sección (Figura 10) se le pide datos personales como nombres y apellidos, edad, esto con el objetivo de darle confiabilidad a la encuesta. Además, se puso una pregunta respecto a la ubicación del encuestado, para que así se pueda saber en qué partes de Piura se ha realizado la encuesta.

---

<sup>10</sup> Va dirigido a personas de bajos recursos económicos, se definió este porcentaje de acuerdo con la oferta de ladrillos de 150 millares al mes.



# ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO

PROYECTO:  
DISEÑO DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE LADRILLO DE PLÁSTICO EN LA ZONA INDUSTRIAL PIURA FUTURA

## INFORMACIÓN DE ENCUESTADO

1

NOMBRES Y APELLIDOS

Escriba su respuesta

2

Edad

El valor debe ser un número.

3

UBICACIÓN

Escriba su respuesta

Figura 10. Sección 1 de la encuesta.  
Fuente: Elaboración propia.

En la segunda sección (Figura 11) se le hace dos preguntas clave respecto a los residuos plásticos, esto con la finalidad de saber si es que se tiene una cultura de reciclaje o simplemente no le interesa reciclar o no sabe que se puede reciclar este tipo de residuos.

INFORMACIÓN

Información del problema de plásticos

4

¿Qué hace usted con el plástico que genera?

☒ Recicla

☐ Bota con los demás residuos

5

¿Dónde cree usted que van a parar los residuos plasticos que se generan?

☐ Vertedero municipal

☐ Al reciclaje

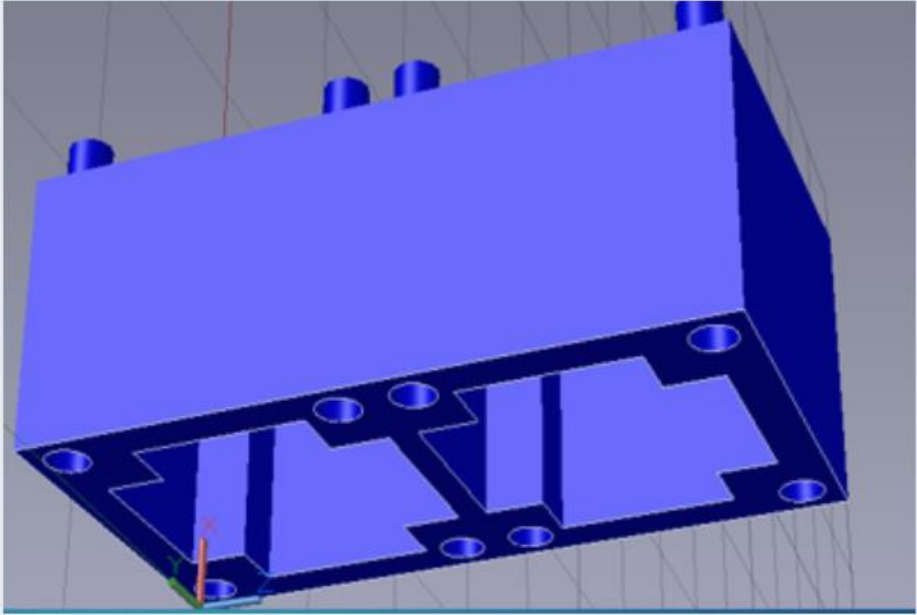
☐ No sabe

Figura 11. Sección 2 de la encuesta.  
Fuente: Elaboración propia.

En la tercera sección (Figura 12) primero se le menciona que el ladrillo de plástico cumple con la NTP E.070 y qué si puede ser usado en construcción de casas. Luego, se le hacen preguntas respecto a si estaría interesado en utilizar el producto en la construcción de su vivienda y las características<sup>11</sup> del ladrillo que le daría más prioridad, todo esto con la finalidad de saber si las características generales del ladrillo son apreciadas por las personas.

<sup>11</sup> No son características técnicas del ladrillo, sino tiene que ver con características básicas que puede tener en cuenta cualquier persona al comprar un producto.

Detalles del Producto



**6**

Luego de haberte presentado el producto ¿Usted estaría interesado en usar este diseño de ladrillo para construir tu casa?

☒ Si  
☐ No  
☐ Tal vez

**7**

¿Qué característica de este ladrillo le darías mas prioridad?

*Puede elegir más de uno*

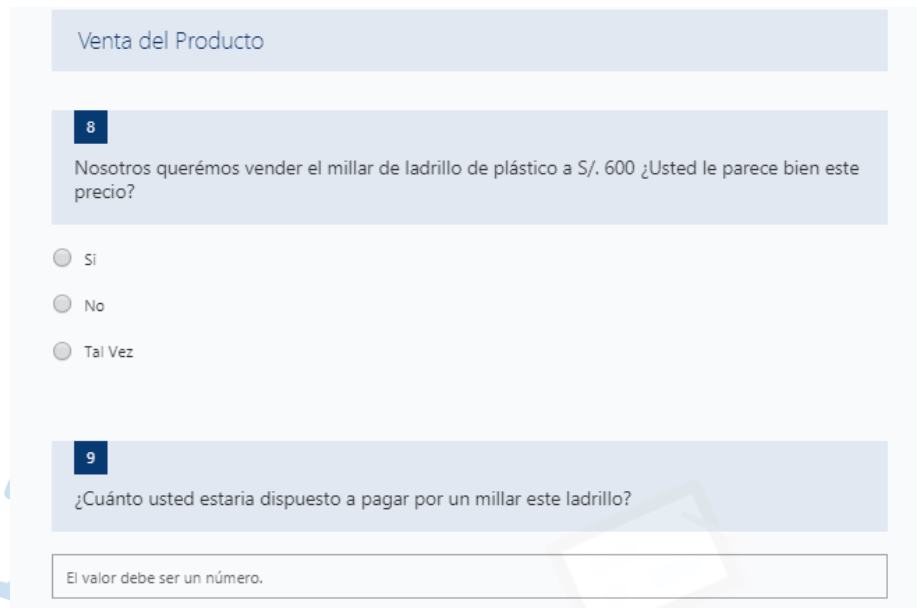
☐ Confiable  
☐ De calidad  
☒ Barato  
☐ Resistente  
☐ Durabilidad  
☐ Otras

Figura 12. Sección 3 de la encuesta.  
Fuente: Elaboración propia.

En la cuarta sección (Figura 13) se quiere conocer su opinión respecto al precio planteado<sup>12</sup> para nuestro producto y el precio que estaría dispuesto a pagar realmente, esto con

<sup>12</sup> Precio que se ha designado teniendo en cuenta las características del ladrillo y precios de otros ladrillos.

el objetivo de realizar nuestro análisis financiero con ese precio y poder obtener la rentabilidad del proyecto.



Venta del Producto

8

Nosotros queremos vender el millar de ladrillo de plástico a S/. 600 ¿Usted le parece bien este precio?

☐ Si

☐ No

☐ Tal Vez

9

¿Cuánto usted estaría dispuesto a pagar por un millar este ladrillo?

El valor debe ser un número.

Figura 13. Sección 6 de la encuesta.  
Fuente: Elaboración propia.

En la última sección (Figura 14) se le hacen preguntas respecto a si cree que nuestro producto solo sería para personas de bajos recursos (como se ha planteado) o si cree que va dirigido a otro tipo de personas, o va a las personas en general, esto con el objetivo de saber si podría ampliarse el público objetivo al cual va dirigido. Finalmente, se le pidió que ponga una calificación al proyecto con el objetivo de saber que tan apreciado es el proyecto.

**Enfoque y Mercado**

**10**

Aque personas considera usted que se sera de más importante nuestro producto

☒ Con bajos recursos

☐ Con recursos equilibrado

☐ Con Altos recursos

☐ Todas las personas

**11**

¿Cuál sería tu calificación para nuestro proyecto?

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

Figura 14. Sección 5 de la encuesta.  
Fuente 1. Elaboración propia.

#### 4.3. Resultados de la Investigación

La encuesta se realizó a 92<sup>13</sup> personas (una persona de una familia). Los resultados obtenidos fueron los siguiente:

- Un 53.33% manifestó que bota los residuos plásticos junto a los demás residuos y un 47% manifestó que lo entrega a unos recicladores que pasan cada dos días por sus casas, es decir, ellos reciclan los residuos plásticos.
- Un 26.67% no sabe dónde va a parar sus residuos plásticos, manifiestan que solo entregan su basura al carro recolector y después de eso no saben que tratamiento se les da a estos residuos.
- Un 93.33% no conoce si la municipalidad de Piura tiene implementado algún proyecto de reciclaje de plásticos.
- Un 86.67% opina que es una buena idea fabricar ladrillos para la construcción de viviendas con los residuos plásticos y el 13.33% no sabe o no tiene conocimiento de que eso sea posible.
- Un 40% si quiere utilizar este ladrillo para construir su vivienda y el 60% tiene dudas respecto a su uso.

<sup>13</sup> El tamaño de la muestra calculado.

- f) El 66.67% si cree que está bien que el ladrillo tenga acoples para que se unan fácilmente y así evitar gastar más en complementos para unirlos y un 20% cree que no es seguro.
- g) Después de haberle mostrado el diseño del ladrillo, el 73.33% si usase el ladrillo de plástico reciclado para construir su vivienda y un 26.67% aún sigue con dudas respecto a usarlo o no.
- h) Un 66.67% cree que la característica más importante para el ladrillo de plástico reciclado es que debe ser resistente y deja el precio como una característica no importante.
- i) Un 73.33% opina que el precio de 300 soles por millar de ladrillos está bien, que sí pagarían esa cantidad dependiendo que el ladrillo sea resistente.
- j) Un 46.67% estaría dispuesto a pagar solo 250 por el millar de ladrillos y un 26.67% pagaría hasta 350 soles por millar.
- k) Un 60% opina que nuestro ladrillo de plástico reciclado está dirigido a todas las personas sin condición económica, ya que es un proyecto bueno y que puede ayudar a reducir la contaminación.
- l) Respecto a la calificación de nuestro proyecto las personas lo califican con un promedio de 8/10, manifestando que sí es buen proyecto de reciclaje.

Con esta encuesta se llegó al resultado que el 73.33% si usase este ladrillo de plástico y este mismo porcentaje si estuviese dispuesto a pagar los 300 soles por millar de ladrillos. Con estos resultados si se estuviese cumpliendo con el criterio de aceptación definido en el proyecto, que es mínimo un 70%.

## **Capítulo 5**

### **Diseño de la planta**

Los aspectos más importantes en esta parte del proyecto es la determinación de la localización, de la maquinaria necesaria para cada proceso de producción de ladrillo y el diseño de la planta que es producto de un análisis que sigue los siguientes pasos: Identificación y dimensionamiento de las áreas o departamentos de la planta, Matriz de interrelaciones, Diagrama de interrelaciones y Diagrama de espacios.

#### **5.1. Localización de planta**

La ubicación de la planta se ha definido teniendo en cuenta factores como las elevadas ventas en el sector de Piura Futura, los permisos correspondientes por parte de la municipalidad y principalmente porque esta zona se adecua a las procesos que implica la planta, es decir ; es decir por existir en dicho lugar un número de personas menor respecto de los demás lugares( por ejemplo la Zona Industrial-Real Plaza), que podrían sentirse incómodos por factores propios de los procesos tales como el sonido , las vibraciones, etc.

#### **5.2. Determinación de la maquinaria**

Se necesita de maquinaria que permita realizar un proceso estandarizado y aumente la productividad y eficiencia de la planta; por lo tanto, la maquinaria necesaria es la siguiente:

- a) Trituradora industrial para plástico: máquina utilizada para triturar el plástico PP, de manera que se obtenga plástico de menor tamaño para que al momento de la fundición se obtenga una masa homogénea.
  - a. Características:
    - Dimensiones (L\*W\*H): 1050\*900\*1430 mm
    - Funcionamiento eléctrico
    - Potencia: 7.5 kw

- Capacidad: 800 kg/h
- Material: acero
- Dimensiones del tamiz: 6-12 mm

b) Máquina fundidora: máquina empleada para fundir el plástico triturado, se añadirá el retardante de llama y la pintura para un acabado adecuado.

Características:

- Material: acero
- Funcionamiento eléctrico
- Temperatura de trabajo: 200-250°C
- Capacidad: 800 kg por hora
- Dimensiones (L\*W\*H): 1500\*1200\*1980mm
- Potencia: 7.5 kw

c) Máquina bloquetera: máquina utilizada para moldear y compactar la masa fundida. Permitirá darle la forma del ladrillo y expulsarlo para ser enfriado.

Características:

- Capacidad para 20 ladrillos cada 1.5 minutos.
- Permite un cambio de diseño del molde.
- Será accionada por un operario.
- Dimensiones (L\*W\*H): 1500\*600\*1400mm
- Material: acero

d) Lavadora industrial: máquina empleada para lavar el plástico triturado, de manera que pueda quedar libre de polvo y suciedad y permita obtener un producto con una calidad consistente.

Características:

- Material: acero
- Funcionamiento eléctrico
- Potencia: 7.5 kw
- Dimensiones (L\*W\*H): 2300\*1400\*1850mm

e) Secador de tolva centrífuga: máquina empleada para quitar las partículas de agua contenidas en el plástico luego de la operación de lavado.

Características:

- Funcionamiento eléctrico
- Potencia: 7.5 kw

- Dimensiones (L\*W\*H): 1350\*800\*1400mm
- f) Faja transportadora: Cinta que permite transportar de forma continua y automática los materiales de un proceso a otro.
- g) Pallets: equipo necesario para transportar el ladrillo prensado y caliente al área de enfriado.

### 5.3. Distribución de la planta

#### 5.3.1. Identificación y dimensionamiento de planta

Consiste en definir las áreas de la empresa tales como: El almacén de materia prima, Avance de enfriado, Almacén de producto, Área de Trituración, Área de Lavado, Área de Secado, Área de Fundido, Área de Moldeo, Área comercial y Servicios higiénicos y vestidores. Cada área llega asignada unas dimensiones en metros cuadrados, lo que es suficiente para garantizar la comodidad, seguridad y correcto traslado de los trabajadores. En la Tabla 19 se muestra las dimensiones de cada área.

Tabla 19. Identificación de las áreas para los departamentos de la planta con sus reactivas dimensiones.

| Áreas de la planta             | Dimensión (m2) |
|--------------------------------|----------------|
| Almacén de materia prima.      | 15             |
| Almacén de enfriado.           | 25             |
| Almacén de producto terminado. | 25             |
| Área de trituración            | 25             |
| Área de lavado                 | 7              |
| Área de secado                 | 7              |
| Área de fundido                | 7              |
| Área de moldeo                 | 7              |
| Área comercial.                | 6              |
| Servicios higiénicos.          | 6              |

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.3.2. Matriz de interrelaciones

Una vez definidas cada área con su medida respectiva, se proseguirá con la determinación de las relaciones de proximidad que pueden existir entre las actividades que se desarrollan dentro de la planta, es por ello por lo que dicha proximidad estará definida por un código

determinado por letras (A, E, I, O, U, X, Y) y un número de líneas que indican la importancia de la cercanía entre áreas como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Relaciones de proximidad que puede existir en cada actividad.

| Código | Proximidad               | Nº de líneas |
|--------|--------------------------|--------------|
| A      | Absolutamente necesario. | 4            |
| E      | Especialmente necesario. | 3            |
| I      | Importante.              | 2            |
| O      | Normal.                  | 1            |
| U      | Sin importancia.         |              |
| X      | No deseable.             | 1            |
| Y      | Altamente no deseable.   | 2            |

Fuente: Elaboración propia.

Además, cada letra lleva un asociado un valor que representa el peso de la relación que hay entre actividades que permitirá determinar el TCR (Relación de Cercanía Total) como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Peso del grado de vinculación de la actividad.

| Código | Peso de cada Relación |
|--------|-----------------------|
| A      | 7                     |
| E      | 6                     |
| I      | 5                     |
| O      | 4                     |
| U      | 3                     |
| X      | 2                     |
| Y      | 1                     |

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definida las relaciones de proximidad que hay entre las actividades y por ende la cercanía que hay entre las áreas correspondientes a las mismas, se definen las razones por las cuales hay dicho acercamiento; éstas suelen representar a distintos factores que influyen dentro de la planta tales como la secuencia de actividades, dependencias de un área con la otra,

relaciones entre el personal, rutinas, entre otros. En la Tabla 22 se muestran los motivos de las proximidades entre actividades.

Tabla 22. Motivos de la proximidad entre actividades áreas.

| <b>Código</b> | <b>Razones</b>             |
|---------------|----------------------------|
| 1             | Actividades consecutivas.  |
| 2             | Acceso común.              |
| 3             | Necesidades frecuentes.    |
| 4             | Personal compartido.       |
| 5             | Necesidades no frecuentes. |
| 6             | Ruido.                     |
| 7             | Evitar errores.            |
| 8             | Actividades familiares.    |
| 9             | Control de rutina.         |
| 10            | Peligro de accidentes.     |

Fuente: Elaboración propia.

Determinado tanto las relaciones de proximidad y las razones o motivos de cercanía la matriz de interrelaciones (Figura 15) se define de la siguiente manera:

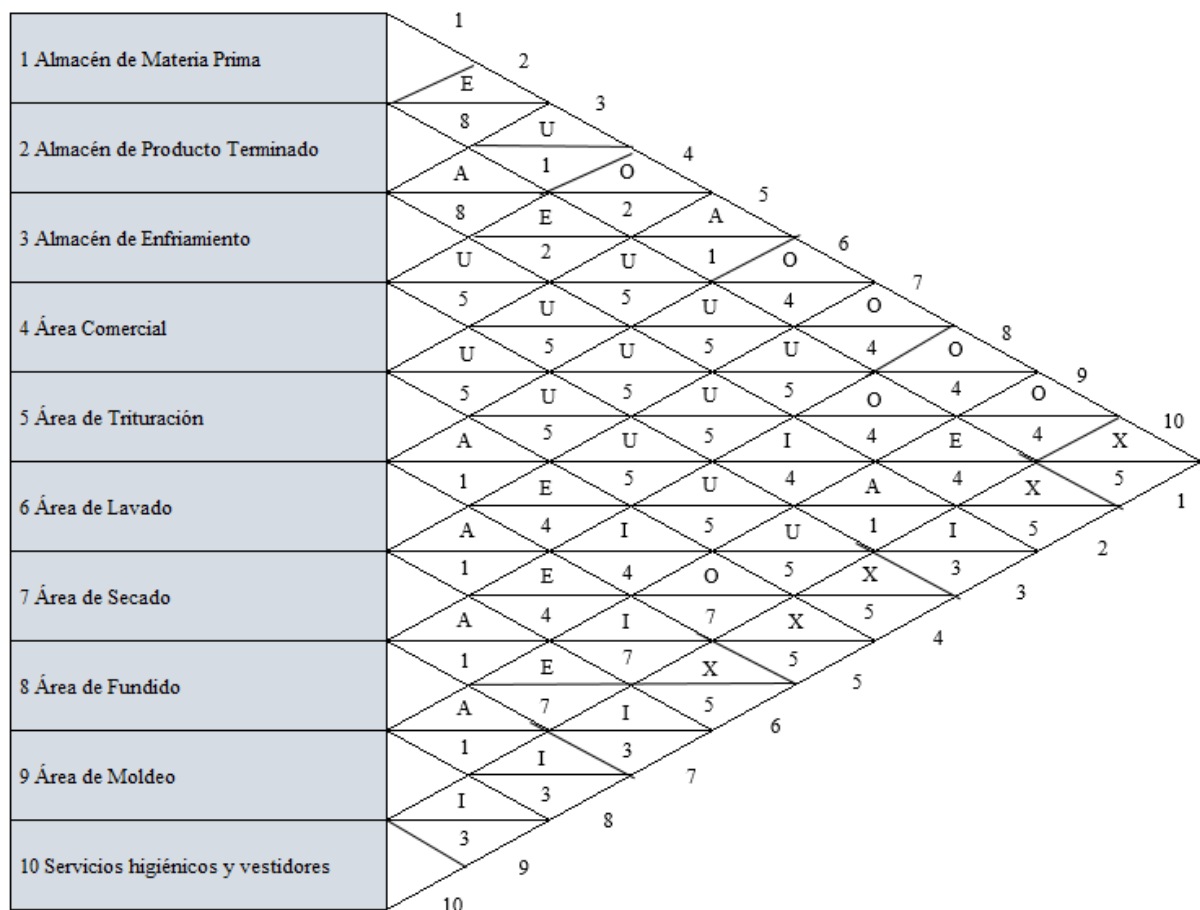


Figura 15. Matriz de interrelaciones.  
Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.3. Diagrama de interrelaciones.

La matriz de interrelación es la base directa que permite definir el diagrama de interrelaciones, en donde se refleja el nivel de importancia de las actividades que se realizan dentro de cada área, previo a su desarrollo se le asigna una simbología a cada área para su posterior representación en el Diagrama tal como se muestra en la Figura 16.

| Departamento                  | Color                                                                               | Representación | Símbolo                                                                               |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Área de trituración           |    | Operación      |    |
| Área de lavado                |    | Operación      |    |
| Área de secado                |    | Operación      |    |
| Área de fundido               |    | Operación      |    |
| Área de moldeo                |    | Operación      |    |
| Almacén de materia prima      |  | Almacenamiento |  |
| Almacén de enfriamiento       |  | Almacenamiento |  |
| Almacén de producto terminado |  | Almacenamiento |  |
| Área comercial                |  | Servicio       |  |
| Servicios higiénicos          |  | Servicio       |  |

Figura 16. Departamentos de la planta con su respectiva simbología.

Fuente: Elaboración propia.

Es así como la distribución física de la planta que cumple con todas las restricciones de proximidad mostradas anteriormente queda de la siguiente manera como se muestra en la Figura 17.

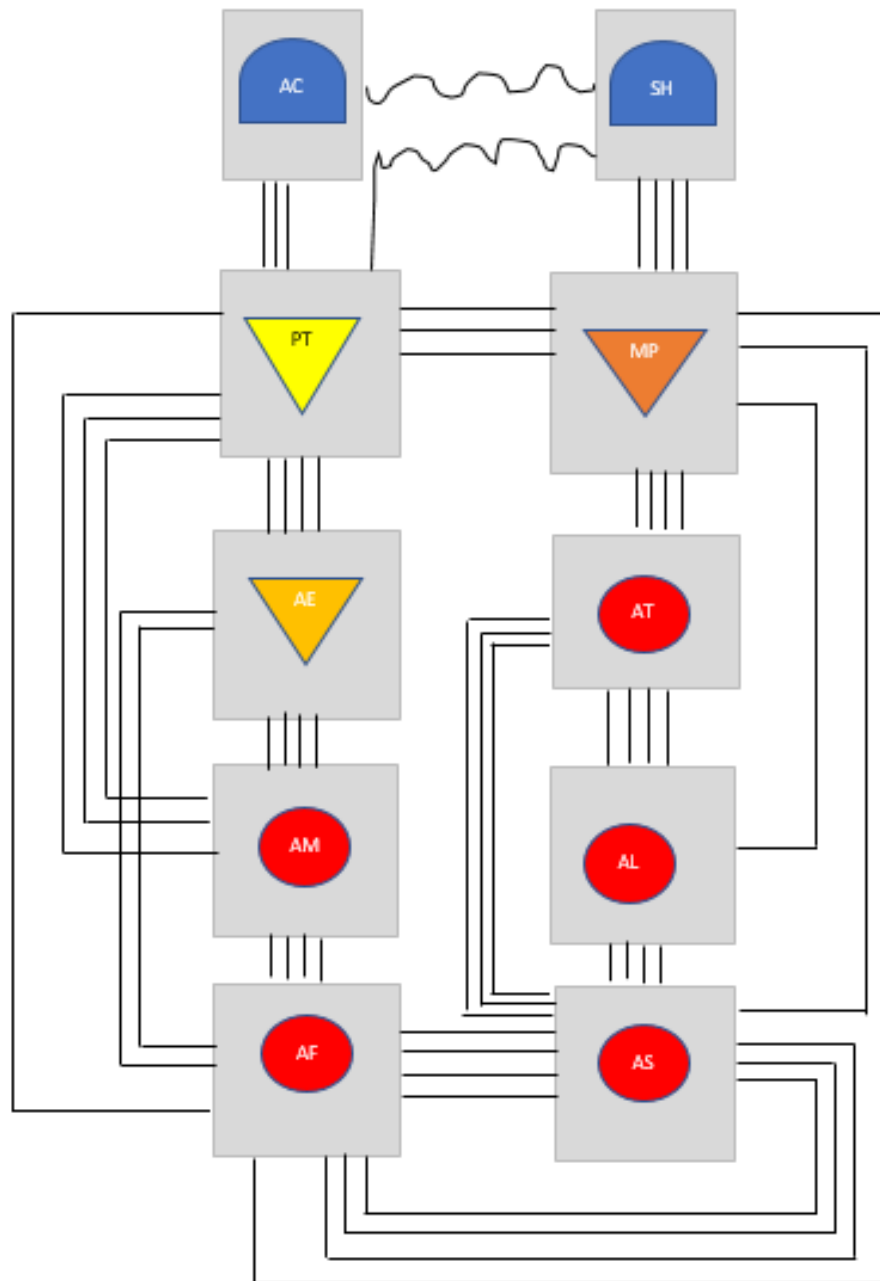


Figura 17. Distribución física de la actividad que se desarrolla en cada área o departamento.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 5.3.4. Relación de cercanía total TCR

El cálculo del TCR se origina a partir de la hoja de trabajo para el diagrama de interrelaciones, donde se muestra la relación que hay entre las distintas áreas, donde cada relación que hay entre departamentos está organizada por el grado de vinculación de estos denotado por A, E, I, O, U, X, Y como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Hoja de trabajo para el diagrama de interrelaciones.

| Área de actividad                      | Grado de vinculación |       |           |         |             |           |     |
|----------------------------------------|----------------------|-------|-----------|---------|-------------|-----------|-----|
|                                        | A                    | E     | I         | O       | U           | X         | Y   |
| 1.- Almacén de Materia Prima           | 5                    | 2     | ...       | 6,7,8,9 | 3           | 10        | ... |
| 2.- Área de Producto Terminado         | 3                    | 4,9,1 | ...       | 8       | 5,6,7       | 10        | ... |
| 3.-Almacén de Enfriamiento             | 9                    | ...   | 8, 10     | ...     | 1,4,5,6,7   | ...       | ... |
| 4.-Área Comercial                      | ...                  | 2,9   | ...       | ...     | 3,5,6,7,8,9 | 10        | ... |
| 5.-Área de Trituración                 | 6, 1                 | 7     | 8         | 9       | 2,3,4       | 10        | ... |
| 6.-Área de Lavado                      | 5,7                  | 8     | 2, 9      | 1       | 4,3,2       | 10        | ... |
| 7.-Área de Secado                      | 6,8                  | 5,9   | 10        | 1       | 4,3,2       | ...       | ... |
| 8.- Área de Fundido                    | 7,9                  | 6     | 5, 3      | 1,2     | 4           | ...       | ... |
| 9.- Área de Moldeo                     | 8,3                  | 7,2   | 6         | 5,1     | 4           | ...       | ... |
| 10.- Servicios higiénicos y vestidores | ...                  | ...   | 9, 8, 7,3 | ...     | ...         | 6,5,4,2,1 | ... |

Fuente: Elaboración propia.

Además, se resalta el número de relaciones que hay por departamento y por grado de vinculación para que a partir de esto se determine el TCR de cada departamento obsérvese en la Tabla 24.

Tabla 24. Número de relaciones por departamento y por Grado de vinculación.

| Área                                 | A | E | I | O | U | X | Y | TCR<br>(Peso)<br>X<br>(Núm |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------|
| 1 almacén de Materia Prima           | 1 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 34                         |
| 2 área de Producto Terminado         | 1 | 3 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 40                         |
| 3 almacén de Enfriamiento            | 1 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 32                         |
| 4 área Comercial                     | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 26                         |
| 5 área de Trituración                | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 40                         |
| 6 área de Lavado                     | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 40                         |
| 7 área de Secado                     | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 44                         |
| 8 área de Fundido                    | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 41                         |
| 9 área de Moldeo                     | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 42                         |
| 10 servicios higiénicos y vestidores | 0 | 4 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 30                         |
| <b>Peso</b>                          | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |                            |

Fuente: Elaboración propia.

Además, se considera un peso para cada relación de proximidad para posterior, como se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25. Orden de ingreso de los departamentos.

| Orden de entrada | Departamento        | TCR |
|------------------|---------------------|-----|
| primero          | Secado              | 44  |
| segundo          | Moldeo              | 42  |
| tercero          | Fundido             | 41  |
| cuarto           | Lavado              | 40  |
| quinto           | Triturado           | 40  |
| sexto            | Producto Terminado  | 40  |
| Sétimo           | Materia Prima       | 34  |
| octavo           | Enfriado            | 32  |
| noveno           | Servicio Higiénicos | 30  |
| decimo           | Área comercial      | 26  |

Fuente: Elaboración propia

## Layout

Se debe considerar el grado de vinculación (A) como prioridad con su respectivo peso asignado para poder desarrollar el layout. En este caso el departamento en ingresar primero es el de mayor TCR, es decir el área de Secado; que en sus lados totalmente adyacentes llevara el valor correspondiente al grado de vinculación en este caso  $A=7$  y en los cuatro extremos parcialmente adyacentes ese valor se le multiplica por un factor  $\alpha=0.5$  que representa las localidades que pierden la mitad de su peso, es decir son los lugares en los que se ubicarán los departamentos con actividades de importancia menor respecto de los lados totalmente adyacentes. En la Tabla 26 se puede observar la primera área en introducirse en algún punto del espacio disponible.

Tabla 26. Ingreso al área de Secado

|     |        |     |
|-----|--------|-----|
| 3.5 | 7      | 3.5 |
| 7   | Secado | 7   |
| 3.5 | 7      | 3.5 |

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente departamento para ingresar debe tener una relación del tipo A con el primero (Área de Secado) y se ubicará en el lado adyacente con mayor valor y en sentido horario, como

se puede observar en la Tabla 27. Para la asignación de valores en las localidades adyacentes al departamento de Fundido se aplica el mismo procedimiento del caso anterior, considerando su grado de vinculación  $A=7$  el cual será sumado en las localidades compartidas con el departamento. En la Tabla 27 se puede observar la ubicación del área de Fundido.

Tabla 27. Ingreso al área de Fundido

|     |         |        |     |
|-----|---------|--------|-----|
| 3.5 | 10.5    | 10.5   | 3.5 |
| 7   | Fundido | Secado | 7   |
| 3.5 | 10.5    | 10.5   | 3.5 |

Fuente: Elaboración propia.

Para la siguiente ubicación se ha considera la localidad cuyo valor es igual a 10.5. Existen dos localidades con el mismo valor y le corresponde ingresar al departamento que tenga relación del tipo A con el Área de Secado, por lo que le corresponde al Área de Lavado. Si existieran dos departamentos que tienen la misma relación (A, E u otra) con el departamento que ya está ubicado, la manera de elegir es considerando al que tiene mayor TCR. En la Tabla 28 se puede observar la ubicación del área de Lavado.

Tabla 28. Ingreso al área de Lavado

|     |         |        |      |
|-----|---------|--------|------|
|     | 3.5     | 7      | 3.5  |
| 0   | 17.5    | Lavado | 10.5 |
| 3.5 | Fundido | Secado | 10.5 |
| 0   | 7       | 7      | 0    |

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo el mismo procedimiento para la ubicación de los departamentos anteriores se ha obtenido las siguientes distribuciones hasta completar el Layout. En la Tabla 29 se puede observar la ubicación del área de Moldeo.

Tabla 29. Ingreso al área de Moldeo

|     |         |        |   |
|-----|---------|--------|---|
| 3.5 | 10.5    | 10.5   | 0 |
| 7   | Moldeo  | Lavado | 7 |
| 7   | Fundido | Secado | 7 |
| 0   | 3.5     | 3.5    | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

La ubicación del área de Enfriado se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30. Ingreso al área de Enfriado

|      |          |        |     |
|------|----------|--------|-----|
| 3.5  | 7        | 3.5    |     |
| 10.5 | Enfriado |        | 0   |
| 10.5 | Moldeo   | Lavado | 3.5 |
| 3.5  | Fundido  | Secado | 3.5 |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|

Fuente: Elaboración propia.

La ubicación del área de Trituración se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31. Ingreso al área de Trituración

|   |          |             |     |
|---|----------|-------------|-----|
| 0 | 10.5     | 10.5        | 3.5 |
| 7 | Enfriado | Trituración | 7   |
| 7 | Moldeo   | Lavado      | 7   |
| 0 | Fundido  | Secado      | 0   |
| 0 | 0        | 0           | 0   |

Fuente: Elaboración propia.

La ubicación del área de Materia Prima se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Ingreso al área de Materia Prima

|     |          |               |      |
|-----|----------|---------------|------|
|     | 3.5      | 7             | 3.5  |
| 0   | 17.5     | Materia Prima | 10.5 |
| 3.5 | Enfriado | Trituración   | 10.5 |
| 3.5 | Moldeo   | Lavado        | 3.5  |
| 0   | Fundido  | Secado        | 0    |
| 0   | 0        | 0             | 0    |

Fuente: Elaboración propia.

La ubicación del área de Producto Terminado se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33. Ingreso al área de Producto Terminado

|     |                    |               |     |
|-----|--------------------|---------------|-----|
| 3.5 | 10.5               | 10.5          | 3.5 |
| 7   | Producto Terminado | Materia Prima | 7   |
| 7   | Enfriado           | Trituración   | 7   |
| 0   | Moldeo             | Lavado        | 0   |
| 0   | Fundido            | Secado        | 0   |
| 0   | 0                  | 0             | 0   |

Fuente: Elaboración propia.

La ubicación del área Comercial se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Ingreso al área Comercial

|      |                    |               |   |
|------|--------------------|---------------|---|
| 3    | 6                  | 3             |   |
| 9.5  | Área comercial     | 16.5          | 0 |
| 10.5 | Producto Terminado | Materia Prima | 3 |
| 3.5  | Enfriado           | Trituración   | 3 |
| 0    | Moldeo             | Lavado        | 0 |
| 0    | Fundido            | Secado        | 0 |
| 0    | 0                  | 0             | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

El layout completado queda de la siguiente manera con la ubicación del área de Servicios higiénicos como se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35. Ingreso al área de Servicios Higiénicos

|      |                    |                      |   |
|------|--------------------|----------------------|---|
| 3    | 6                  | 3                    |   |
| 9.5  | Área comercial     | Servicios higiénicos | 0 |
| 10.5 | Producto Terminado | Materia Prima        | 3 |
| 3.5  | Enfriado           | Trituración          | 3 |
| 0    | Moldeo             | Lavado               | 0 |
| 0    | Fundido            | Secado               | 0 |
| 0    | 0                  | 0                    | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

### Distribución de áreas de la empresa

A partir de las relaciones de proximidad, de la simbología y representación respectiva definidas anteriormente para cada área, la ubicación de estas quedará definido como se muestra en la Figura 18.

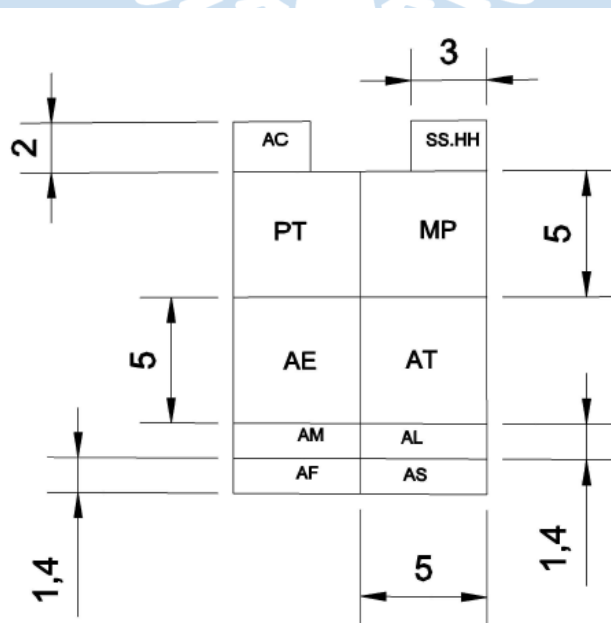


Figura 18. Distribución física de los departamentos de la planta  
Fuente: Elaboración propia



## **Capítulo 6**

### **Diseño del Proceso Productivo**

En este capítulo se detallará el proceso de producción requerido para la fabricación del ladrillo a partir del plástico reciclado de tipo PP, además se mostrará el diagrama de flujo del proceso desde el ingreso de la materia prima hasta la obtención del producto terminado. Se desarrollará el Manual de Organización y Funciones y el Manual de Procedimientos de la empresa.

#### **6.1. Diseño del Proceso**

Para la fabricación del producto se requiere seguir un proceso detallado y controlado que permita obtener un producto de calidad consistente y cumpla con las especificaciones y requerimientos del cliente.

##### **6.1.1. Procesos de fabricación**

Para la obtención del ladrillo de plástico se necesita diversos procesos que permitan acondicionar la materia prima y procesarla hasta obtener el producto terminado. Los procesos y operaciones realizadas son los siguientes:

- a) Triturado
- b) Lavado
- c) Secado
- d) Fundido
- e) Vertido en el molde
- f) Enfriado

### 6.1.2. Diagrama de flujo de los procesos

Representa de manera gráfica todas las actividades necesarias para obtener el producto final; por lo tanto, el proceso se mantiene para todas las repeticiones realizadas. Esto se muestra en la Figura 19.

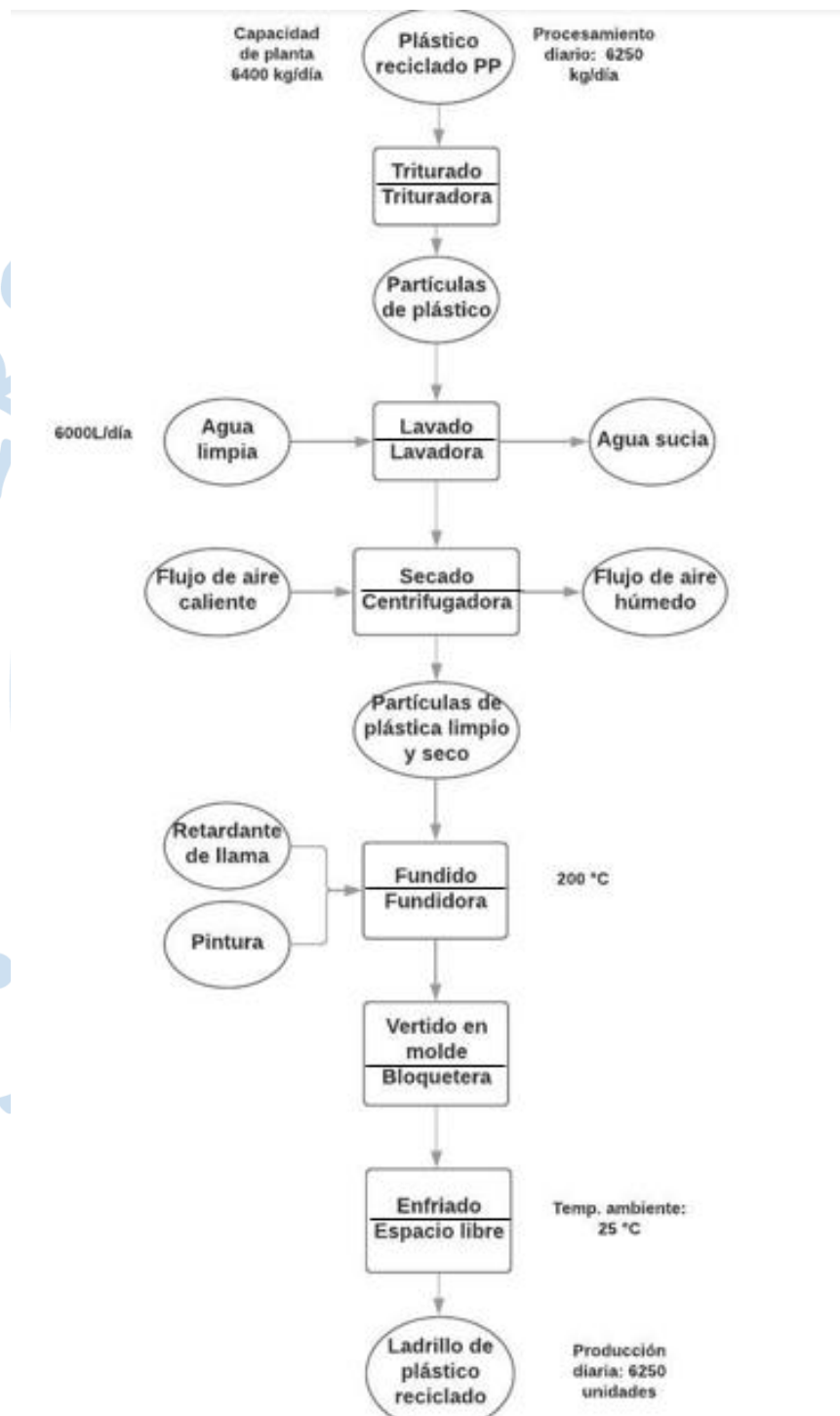


Figura 19. Diagrama de flujo de los procesos  
Fuente: Elaboración propia

### 6.1.2.1. Eficiencia del proceso de producción

Durante el proceso de triturado se tiene pérdidas del 1% de la masa total que ingresa por día, debido a que algunas partículas son expulsadas fuera de la trituradora. Al pasar al lavado se tienen pérdidas del 2% debido a que algunas partículas son llevadas por la corriente de agua y otras se quedan en la máquina lavadora.

Durante el proceso de fundición se tienen pérdidas del 6.6% por adherencia a las paredes de la máquina fundidora al momento de vaciar al molde. Luego ya el proceso no presenta más pérdidas.

Todas estas pérdidas se muestran en el diagrama mostrado en la Figura 20.

Por lo tanto, la eficiencia total del proceso es la siguiente:

$$\eta = \frac{5650}{6250} * 100 = 90.4\%$$

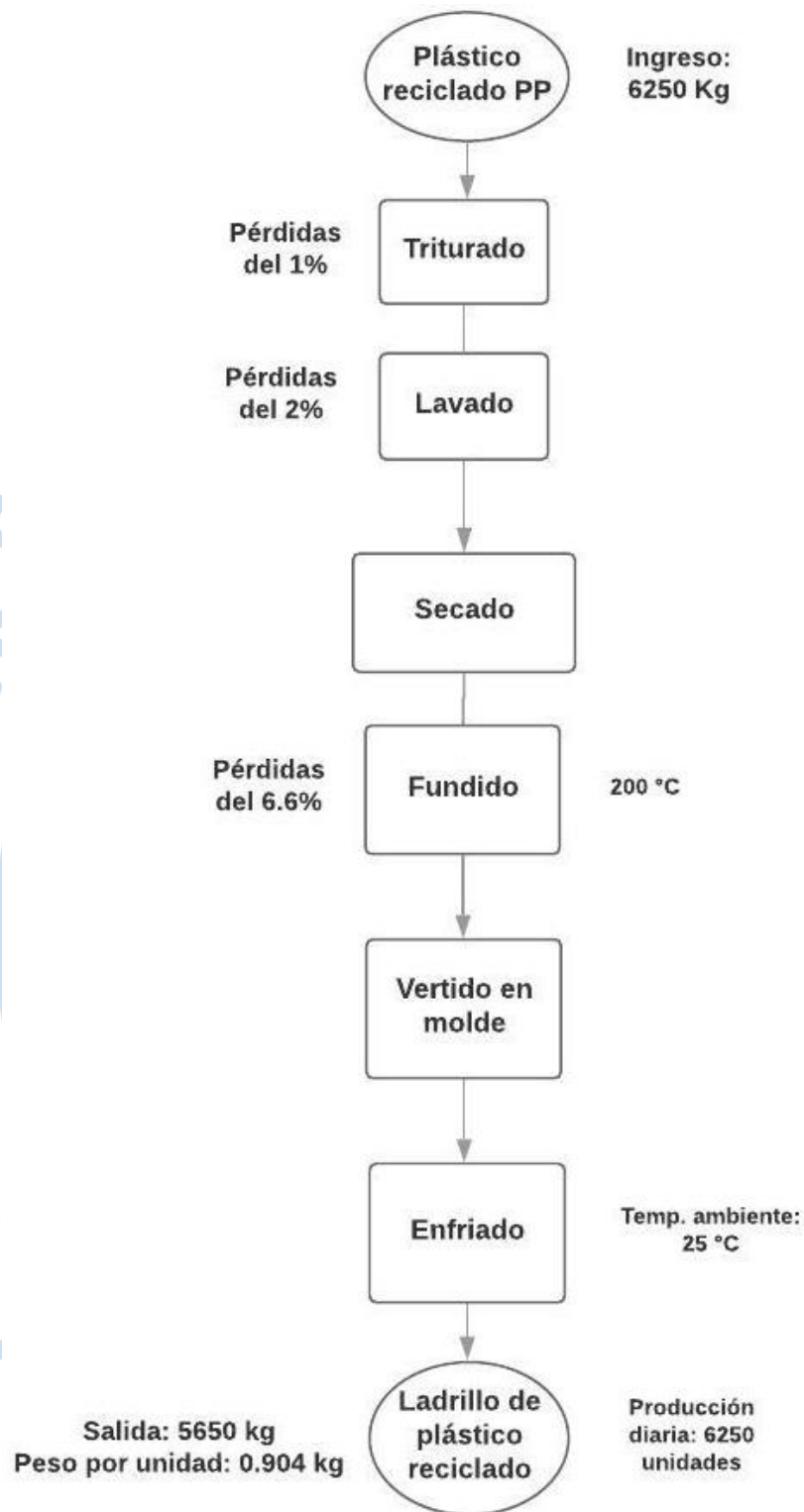


Figura 20. Pérdidas del proceso de producción  
Fuente: Elaboración propia

### 6.1.3. Descripción de los procesos

En este acápite se describirá todos los procesos para la elaboración del producto final, los mismos que necesitan de maquinaria y equipo que permita un proceso estandarizado y mucho más eficiente.

- a) Triturado: consiste en reducir el tamaño de la materia prima (plástico PP) a un tamaño que permita ser fundido de forma homogénea y contenga las mismas características. Se realiza en una trituradora que lo corta en trozos pequeños mediante unas cuchillas.
- b) Lavado: Consiste en retirar todas las partículas de polvo y suciedad contenidas en la materia prima de manera que quede totalmente limpia y no afecte en la composición y homogeneidad del producto final. Se realiza en una lavadora industrial en la que la materia flota debido a su menor densidad.
- c) Secado: Consiste en quitar la humedad para que durante la fundición se demore mucho menos al evitar evaporar el agua contenida en la materia prima. Se realiza en un secador de tolva centrífuga que mediante un movimiento de rotación quita el agua contenida en el plástico triturado.
- d) Fundido: consiste en derretir el plástico hasta que se vuelva totalmente líquido y pueda ser vertido en el molde. La temperatura necesaria para este proceso está entre 200°C-250°C. No se debe sobrepasar dicha temperatura para poder conservar las características del termoplástico y tampoco se logra derretirlo si la temperatura es inferior a 200°C.
- e) Vertido en el molde: Luego de ser fundido el plástico derretido es vertido en un molde para que pueda adquirir la forma del ladrillo. Se realiza en una máquina bloquetera con el molde de las dimensiones y forma de un ladrillo, dicha molde está hecho de metal para que resista la temperatura del plástico fundido.
- f) Secado: consiste en dejar el ladrillo al aire libre para que enfrié totalmente y adquiera las características de resistencia necesarias para desempeñar la función de un ladrillo convencional.

## 6.2. Organización y funciones

Se detalla el organigrama y las funciones de cada uno de los puestos.

### 6.2.1. Criterios de diseño

Se presentan los criterios que se han considerado para la elaboración del prototipo.

#### 6.2.1.1.Eficacia y eficiencia

Eficacia de los miembros de la organización para alcanzar las metas trazadas. Por ello, las funciones deben ser distribuidas adecuadamente, evitando excesos de trabajo o exceso de personal. La eficiencia para alcanzar el máximo resultado con igual o menos recursos, se busca eliminar la duplicidad o superposición de funciones entre el personal de las diversas áreas organizacionales.

#### 6.2.1.2.Racionalidad

Las funciones se han diseñado para alcanzar la eficiencia y eficacia con el menor costo posible para tener una mayor rentabilidad. Es conveniente aumentar las áreas funcionales y el personal a medida que el negocio crece. En un principio solo se considerará el área de producción y el área comercial, como se detallan más adelante.

#### 6.2.1.3.Autoridad y responsabilidad

Las responsabilidades funcionales estarán claramente definidas, así como también, los niveles de mando de modo que se puedan delegar responsabilidades de ser necesario.

#### 6.2.2. Estructura organizacional de la empresa

En la Figura 21 se puede apreciar el organigrama funcional de la organización.

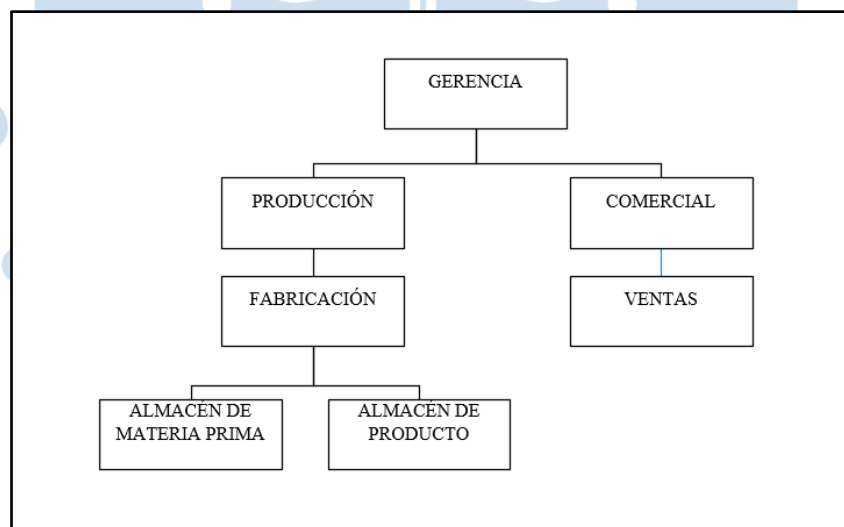


Figura 21. Organigrama de la organización  
Fuente: Elaboración propia.

#### 6.2.3. Manual de organización y funciones

En la Tabla 36 se describen las funciones del gerente general.

Tabla 36. Funciones del gerente general

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |       |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Manual de organización y funciones | Fecha | 13/11/19 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    | Id    | 001-MLP  |
| Área: Gerencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |       |          |
| Cargo: Gerente general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |       |          |
| <div><div>1. Función elemental</div><div>Ser el representante legal, ser el líder y portavoz de la organización.</div><div>2. Relaciones del puesto</div><div><div>✓ Relaciones internas</div><div>De autoridad: ejercerá autoridad sobre todo el personal de la organización.</div><div>De coordinación: con el personal de las áreas de producción y comercial</div><div>✓ Relaciones externas: proveedores, inversionistas, etc.</div></div><div>3. Atribuciones</div><div>Representar a Ladriplast dentro y fuera de la empresa.</div><div>Asumir las funciones del jefe de producción o de jefe comercial en su ausencia.</div><div>4. Funciones específicas</div><div><div>4.1 Dirigir el funcionamiento de la organización.</div><div>4.2 Coordinar, supervisar y evaluar la ejecución de proyectos.</div><div>4.3 Suscribir contratos en dependencias internas y externas.</div><div>4.4 Evaluar el logro de objetivos y metas trazadas.</div><div>4.5 Idear las políticas y aprobar documentos de gestión.</div><div>4.6 Aprobar mediante documentos formales actos propios de la administración y documentos de gestión.</div><div>4.7 Cumplir y hacer cumplir las normas y reglamentos vigentes en la organización.</div></div><div>5. Requisitos</div><div><div>✓ Estudios</div><div><div>Egresado universitario con título profesional.</div><div>Colegiatura y habilitación por el Colegio de Ingenieros.</div><div>Experiencia en la dirección de equipos.</div></div><div>✓ Experiencia</div><div><div>Experiencia mínima de 2 años en el sector público o privado, de preferencia, haber ocupado un puesto como líder de alguna área de trabajo.</div></div><div>✓ Aptitudes</div></div></div> |                                    |       |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    |       |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                     | Manual de organización y funciones | Fecha | 13/11/19 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    | Id    | 001-MLP  |
| Área: Gerencia                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                    |       |          |
| Cargo: Gerente general                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |       |          |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Liderazgo.</li><li>• Capacidad para dirigir equipos.</li><li>• Capacidad de análisis.</li><li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li><li>• Capacidad de resolución de conflictos.</li><li>• Habilidad para el dominio de herramientas tecnológicas.</li></ul> |                                    |       |          |
| Elaborado por                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Camilo Jiménez Chuquihuanga        |       |          |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37 se describen las funciones del jefe de producción.

Tabla 37. Funciones del jefe de producción

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |       |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Manual de organización y funciones | Fecha | 13/11/19 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    | Id    | 002-MLP  |
| Área: Producción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |       |          |
| Cargo: Jefe de producción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |       |          |
| <p><b>6. Función elemental</b></p> <p>Diseñar, ejecutar y supervisar los planes de producción.</p> <p><b>7. Relaciones del puesto</b></p> <p>✓ <b>Relaciones internas</b></p> <p><b>De dependencia:</b> estará bajo la autoridad del gerente general.</p> <p><b>De autoridad:</b> ejercerá autoridad sobre todo el personal del área de producción.</p> <p><b>De coordinación:</b> con el gerente general, jefes de almacén y jefe de ventas.</p> <p>✓ <b>Relaciones externas:</b> proveedores.</p> <p><b>8. Atribuciones</b></p> <p>Representar a Ladriplast en ausencia del gerente general.</p> <p>Asumir las funciones del gerente general y jefe de almacén en caso de ausencia.</p> <p>Representar a la organización en asuntos de su competencia.</p> |                                    |       |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                             |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Manual de organización y funciones | Fecha                       | 13/11/19 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    | Id                          | 002-MLP  |
| Área: Producción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |                             |          |
| Cargo: Jefe de producción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    |                             |          |
| <p><b>9. Funciones específicas</b></p> <p>9.1 Planificar y controlar la producción o fabricación del ladrillo.</p> <p>9.2 Gestionar y coordinar con los responsables de almacenes.</p> <p>9.3 Proponer proyectos de innovación y diseño de nuevos productos.</p> <p>9.4 Ser el gestor en la implementación de nuevas tecnologías para estar a la vanguardia con la competencia.</p> <p><b>10. Requisitos</b></p> <p>✓ <b>Estudios</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Egresado universitario con título profesional.</li><li>• Experiencia en la dirección de equipos.</li></ul> <p>✓ <b>Experiencia</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Experiencia de al menos 1 año en la dirección de equipos de trabajo relacionados con la producción o manufactura.</li></ul> <p>✓ <b>Aptitudes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad analítica.</li><li>• Liderazgo.</li><li>• Capacidad de trabajo en equipo.</li><li>• Habilidad para el dominio de herramientas tecnológicas.</li></ul> |                                    |                             |          |
| Elaborado por                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    | Camilo Jiménez Chuquihuanga |          |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 38 se describen las funciones del jefe de ventas.

Tabla 38. Funciones del jefe de ventas

|                                                                                     |                                    |       |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|----------|
| Tabla 56: Funciones del jefe de ventas                                              |                                    |       |          |
|  | Manual de organización y funciones | Fecha | 13/11/19 |
|                                                                                     |                                    | Id    | 003-MLP  |
| Área: Comercial                                                                     |                                    |       |          |
| Cargo: Jefe de ventas                                                               |                                    |       |          |
| 11. Función elemental                                                               |                                    |       |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |       |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Manual de organización y funciones | Fecha | 13/11/19 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    | Id    | 003-MLP  |
| Área: Comercial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |       |          |
| Cargo: Jefe de ventas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |       |          |
| <p>Preparar planes y presupuestos de ventas.</p> <p><b>12. Relaciones del puesto</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <b>Relaciones internas</b><br/><b>De dependencia:</b> estará bajo la autoridad del gerente general.<br/><b>De autoridad:</b> ejercerá autoridad sobre todo el personal del área de producción.<br/><b>De coordinación:</b> con el gerente general y jefe de ventas.</li><li>✓ <b>Relaciones externas:</b> clientes y socios estratégicos.</li></ul> <p><b>13. Atribuciones</b></p> <p>Establecer relaciones comerciales con clientes o potenciales clientes.<br/>Representar a la organización en asuntos de su competencia.</p> <p><b>14. Funciones específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>14.1 Gestionar las ventas del producto terminado.</li><li>14.2 Establecer metas y objetivos de ventas.</li><li>14.3 Pronosticar demandas y ventas.</li><li>14.4 Promover la capacitación constante de los vendedores.</li><li>14.5 Responsable de recepción, almacenamiento y control de materia prima e insumos.</li><li>14.6 Verificar el estado de la materia prima y entrega al área de producción para la transformación.</li><li>14.7 Supervisar la llegada de la materia prima e insumos.</li><li>14.8 Hacer pedidos a los proveedores</li></ul> <p><b>15. Requisitos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <b>Estudios</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Título profesional universitario en administración, economía o ingeniería industrial.</li><li>• Experiencia dirigiendo equipos.</li></ul></li><li>✓ <b>Experiencia</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Experiencia de al menos 1 año liderando equipos relacionados con la producción o manufactura.</li></ul></li></ul> |                                    |       |          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |              |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Manual de organización y funciones</b> | <b>Fecha</b> | <b>13/11/19</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           | <b>Id</b>    | <b>003-MLP</b>  |
| <b>Área: Comercial</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |              |                 |
| <b>Cargo: Jefe de ventas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |              |                 |
| <div>✓ <b>Aptitudes</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad analítica.</li><li>• Liderazgo.</li><li>• Capacidad para trabajar en equipo.</li><li>• Habilidad en el dominio de herramientas tecnológicas.</li><li>• Capacidad de comunicación interpersonal.</li><li>• Capacidad de empatizar.</li><li>• Ser proactivo.</li></ul></div> |                                           |              |                 |
| <b>Elaborado por</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Camilo Jiménez Chuquihuanga</b>        |              |                 |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 39 se describen las funciones del encargado de almacén de producto.

Tabla 39. Funciones del encargado de almacén de producto

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           |              |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Manual de organización y funciones</b> | <b>Fecha</b> | <b>13/11/19</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           | <b>Id</b>    | <b>005-MLP</b>  |
| <b>Área: Almacén de producto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           |              |                 |
| <b>Cargo: Encargado de producto en curso</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |              |                 |
| <b>16. Función elemental</b><br>Control de stock e inventarios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           |              |                 |
| <b>17. Relaciones del puesto</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <b>Relaciones internas</b><br/><b>De dependencia:</b> estará bajo la autoridad inmediata del jefe de producción.<br/><b>De autoridad:</b> ejercerá autoridad sobre los trabajadores del almacén.<br/><b>De coordinación:</b> con el jefe de producción y con el supervisor de producto.</li><li>✓ <b>Relaciones externas:</b> clientes.</li></ul> |                                           |              |                 |
| <b>18. Atribuciones</b><br>Representar a la organización en asuntos de su competencia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |              |                 |

|                                                                                                                      |                                    |                             |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------|
|                                     | Manual de organización y funciones | Fecha                       | 13/11/19 |
|                                                                                                                      |                                    | Id                          | 005-MLP  |
| Área: Almacén de producto                                                                                            |                                    |                             |          |
| Cargo: Encargado de producto en curso                                                                                |                                    |                             |          |
| <b>19. Funciones específicas</b>                                                                                     |                                    |                             |          |
| 19.1 Responsable de recepción, almacenamiento y control de productos.                                                |                                    |                             |          |
| 19.2 Verificar el mantenimiento de productos y entrega según las fechas establecidas por el jefe del área comercial. |                                    |                             |          |
| 19.3 Supervisar el cumplimiento de las tareas por parte de los operarios.                                            |                                    |                             |          |
| 19.4 Revisar los reclamos de los clientes.                                                                           |                                    |                             |          |
| <b>20. Requisitos</b>                                                                                                |                                    |                             |          |
| ✓ <b>Estudios</b>                                                                                                    |                                    |                             |          |
| • Bachiller en ingeniería industrial, de procesos técnico industrial o afines.                                       |                                    |                             |          |
| ✓ <b>Experiencia</b>                                                                                                 |                                    |                             |          |
| • Experiencia de al menos 6 meses en el manejo y control de almacenes.                                               |                                    |                             |          |
| ✓ <b>Aptitudes</b>                                                                                                   |                                    |                             |          |
| • Conocimiento en almacenamiento de productos.                                                                       |                                    |                             |          |
| • Dominio de ERP.                                                                                                    |                                    |                             |          |
| • Dominio de Excel a nivel intermedio.                                                                               |                                    |                             |          |
| Elaborado por                                                                                                        |                                    | Camilo Jiménez Chuquihuanga |          |

Fuente: Elaboración propia

### 6.3. Manuales de procedimientos (MAPRO)

En los mapas de procesos se describe con detalle los principales procesos que involucrarán al personal.

#### 6.3.1. Mapa global de procesos

El mapa global de procesos permite tener una visión general de los procesos de la organización. Se dividen en procesos estratégicos (desarrollan e implantan las políticas), procesos fundamentales (claves, razón de ser de la organización) y procesos de apoyo (dan soporte a los procesos clave). Esto se muestra en la Figura 22.

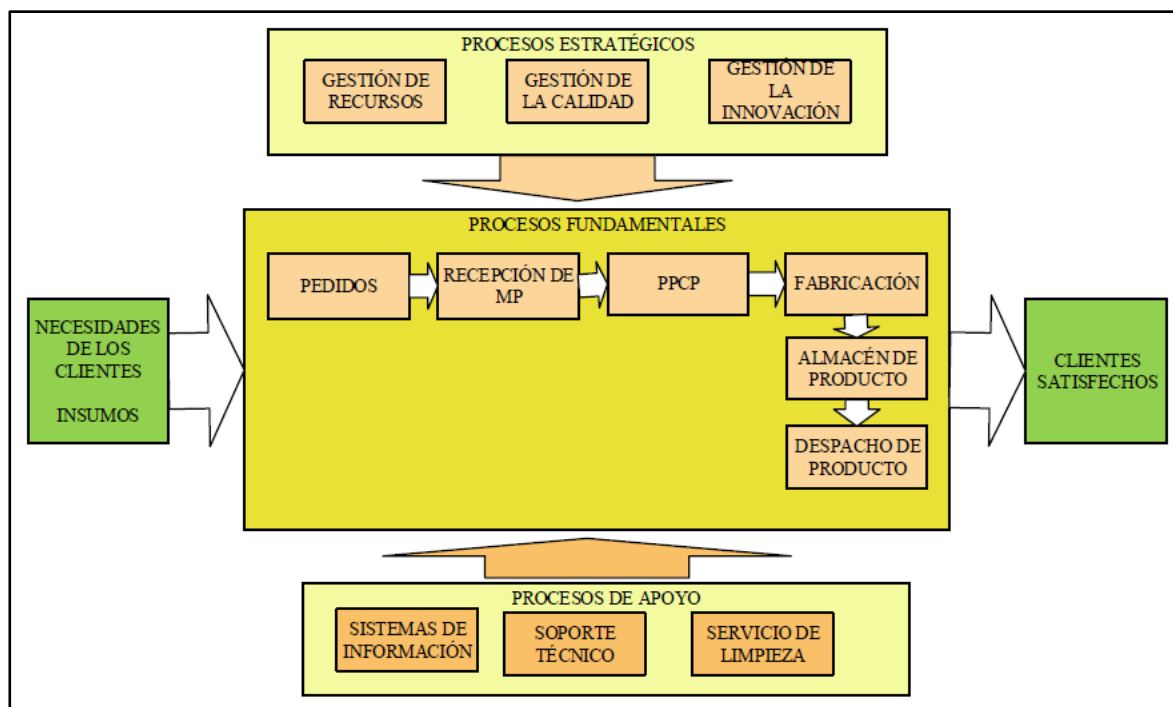


Figura 22. Mapa global de procesos

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.2. Mapa de ámbito

De los procesos antes descritos en el mapa global, se priorizará el proceso de fabricación, el cual se dividirá en subprocessos. Esto se muestra en la Figura 23.

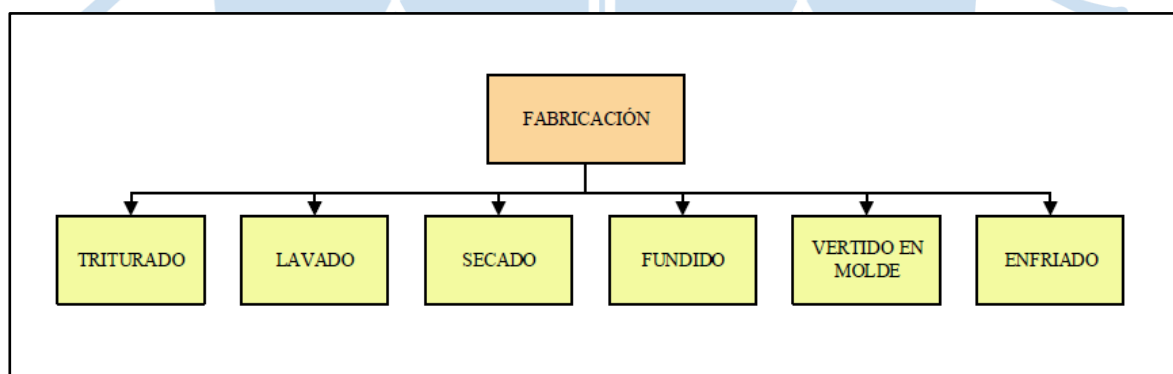


Figura 23. Mapa de ámbito

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.3. Diagramas y descripción de los procesos

En la Tabla 40 se muestra el inventario de los procesos fundamentales que formarán parte del proyecto.

Tabla 40. Inventario de procesos

| N.º<br>Orden | Id de proceso | Nombre del<br>proceso | Resultado/Producto | Usuarios |
|--------------|---------------|-----------------------|--------------------|----------|
|--------------|---------------|-----------------------|--------------------|----------|

|   |        |                                                                    |                                       |                 |
|---|--------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 001-LP | Proceso de abastecimiento de materia prima                         | Materia prima en almacén de fábrica   | Usuario interno |
| 2 | 002-LP | Proceso de planificación, programación y control de la producción. | Control de la producción              | Usuario interno |
| 3 | 003-LP | Proceso de fabricación                                             | Ladrillo de plástico                  | Usuario interno |
| 4 | 004-LP | Proceso de almacenamiento de producto                              | Producto terminado                    | Usuario interno |
| 5 | 005-LP | Proceso de despacho de producto                                    | Venta del producto/cliente satisfecho | Usuario externo |

Fuente: Elaboración propia

#### 6.3.3.1. Proceso de abastecimiento de materia prima

En la Tabla 41 se detalla la descripción del proceso de pedir materia prima.

Tabla 41. Proceso de abastecimiento de materia prima

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             |        |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|------------|
| Nombre del proceso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Pedido de materia prima     | Fecha  | 13/11/2019 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             | Código | 001-LP     |
| Descripción del proceso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                             |        |            |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. El jefe de producción planifica la cantidad de materia prima requerida, luego autoriza la compra de la MP.</li><li>2. El encargado de almacén agenda pedido, llama a proveedor y solicita la MP necesaria.</li><li>3. El proveedor ordena, planifica la fecha de entrega. Luego entrega la MP en planta.</li><li>4. El encargado de almacén revisa la MP.</li><li>5. Si hay disconformidad, se prepara un documento con lista de defectos y se informa a proveedores, quienes tomarán acciones correctivas.</li><li>6. Si no hay disconformidad, se firma la guía de remisión. Luego, deriva la MP a almacén o producción.</li></ol> |                             |        |            |
| Elaborado por                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Camilo Jiménez Chuquihuanga |        |            |

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 24 se puede ver el flujograma de información del proceso de abastecimiento de materia prima.

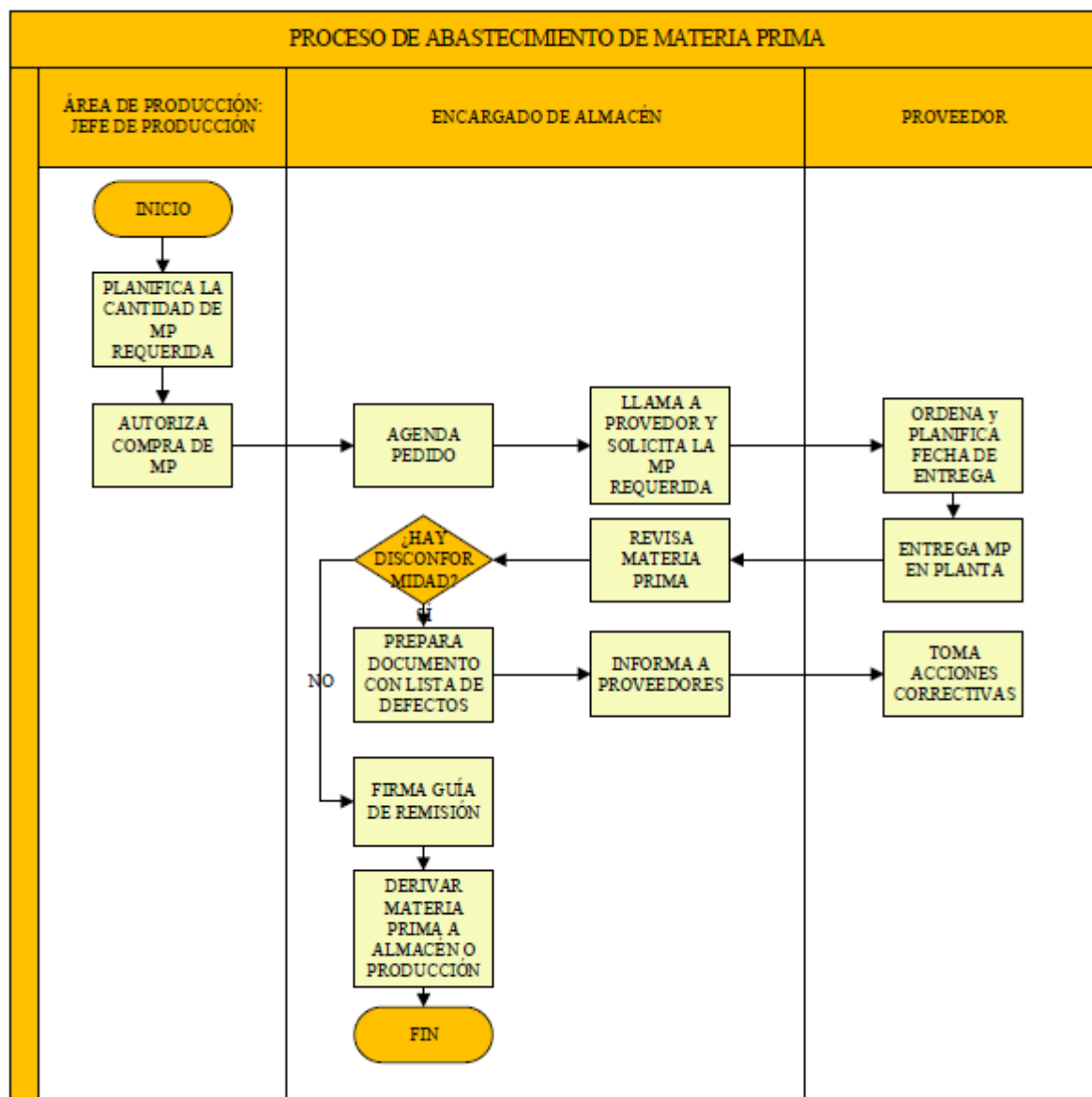


Figura 24. Proceso de abastecimiento de materia prima  
Fuente: Elaboración propia

### 6.3.3.2. Proceso de planificación, programación y control de la producción

En la Tabla 42 se detalla la descripción del proceso de planificación, programación y control de la producción.

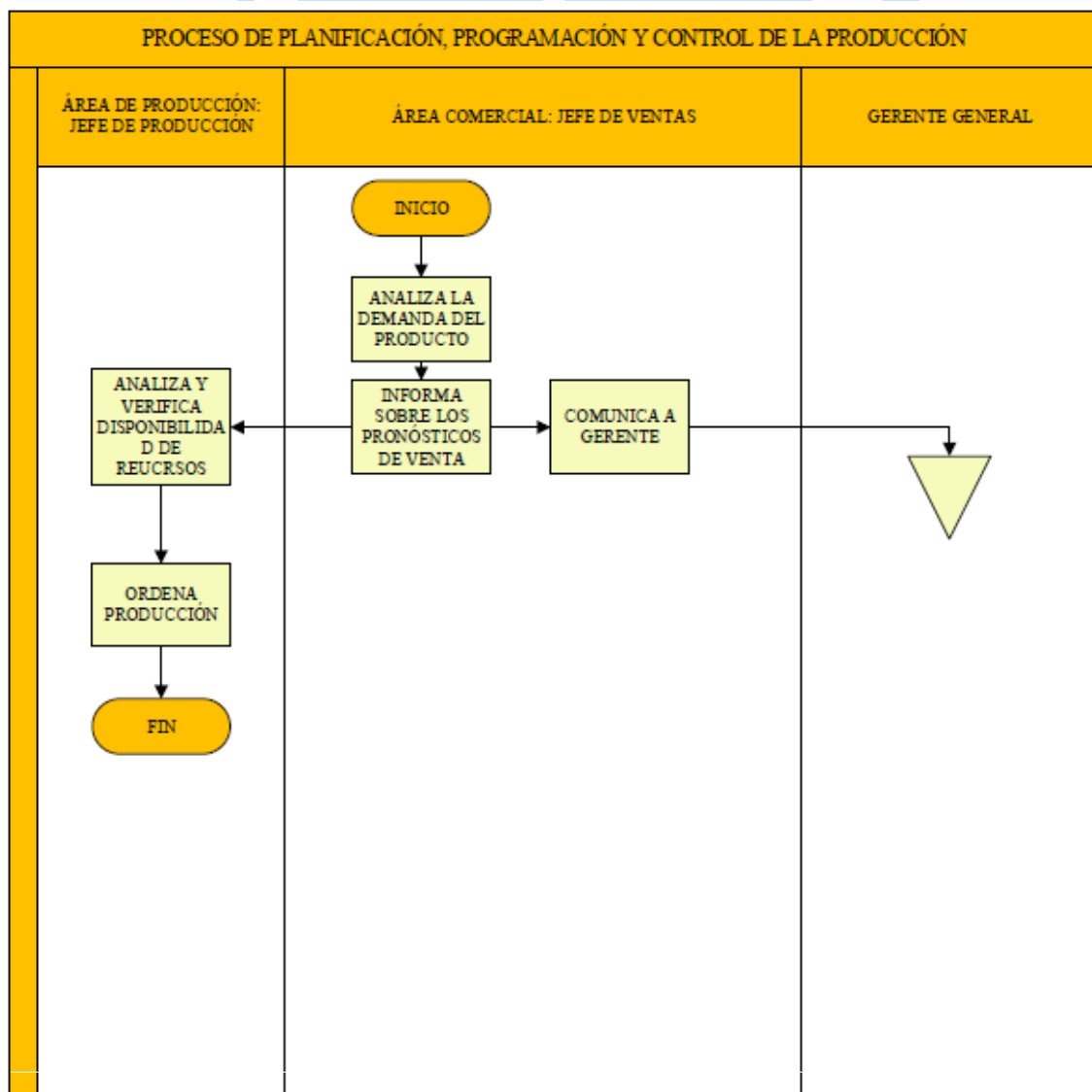
Tabla 42. Proceso de PPCP.

|                    |                                                                   |        |            |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|------------|
| Nombre del proceso | Proceso de planificación, programación y control de la producción | Fecha  | 13/11/2019 |
|                    |                                                                   | Código | 002-LP     |

| DESCRIPCIÓN DEL PROCESO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El jefe de ventas analiza la demanda del producto.</li> <li>2. El jefe de ventas informa sobre los pronósticos de venta.</li> <li>3. El jefe de producción analiza, verifica la disponibilidad de recursos.</li> <li>4. Finalmente, el jefe de producción ordena la producción considerando los pronósticos y evaluaciones correspondientes.</li> </ol> |                             |
| Elaborado por                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Camilo Jiménez Chuquihuanga |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 25 se puede apreciar el flujograma de información sobre el proceso de planificación, programación y control de producción.



### 6.3.3.3. Proceso de fabricación de ladrillos de plástico reciclado

En la tabla 43 se describe el proceso de fabricación de ladrillos.

Tabla 43. Proceso de fabricación de ladrillo.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |        |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------|------------|
| Nombre del proceso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Proceso de fabricación de ladrillos | Fecha  | 13/11/2019 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     | Código | 003-LP     |
| Descripción del proceso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |        |            |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. El jefe de producción autoriza el inicio de las operaciones para la fabricación de ladrillos de plástico.</li><li>2. El operario del área de producción ingresa MP a la máquina trituradora. A medida que va transformando la materia prima, hace inspecciones en el lavado y fundición.</li><li>3. El operario inspecciona los ladrillos que salen de la máquina bloquetera.</li><li>4. El encargado de almacén deposita los ladrillos en almacén para iniciar con el enfriamiento.</li><li>5. Analiza y separa ladrillos defectuosos.</li><li>6. Informa al jefe de producción sobre información.</li><li>7. Informa al jefe de producción sobre los defectos encontrados.</li></ol> |                                     |        |            |
| Elaborado por                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Camilo Jiménez Chuquihuanga         |        |            |

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 26 se muestra el Proceso de fabricación de ladrillo.

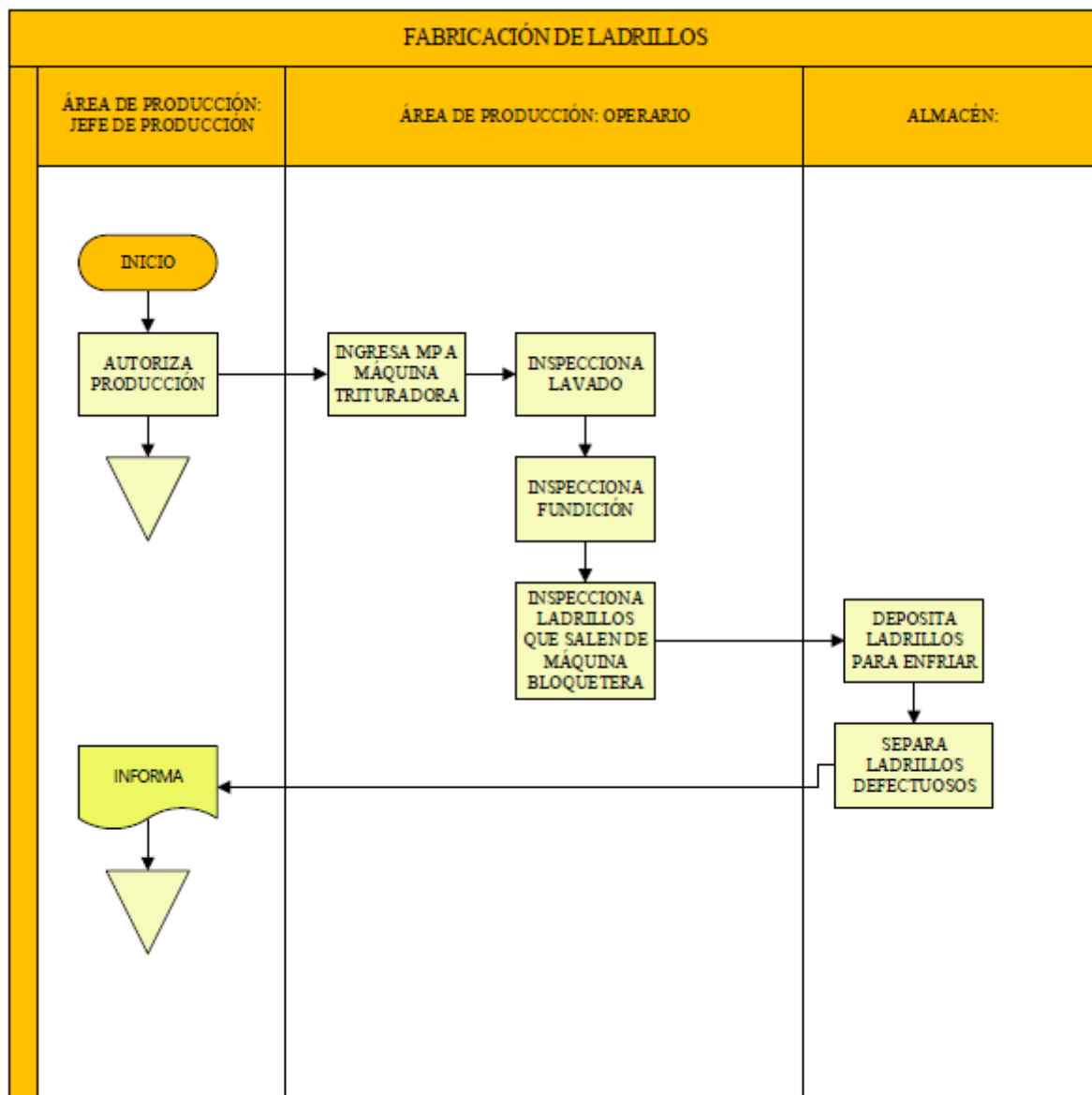


Figura 26: Proceso de fabricación de ladrillos

Fuente: Elaboración propia

#### 6.3.3.4. Proceso de almacenamiento de producto

En la Tabla 44 se describe el proceso de almacenar el producto.

Tabla 44. Proceso de almacenamiento de producto.

|                                                                     |                                       |        |            |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|------------|
| Nombre del proceso                                                  | Proceso de almacenamiento de producto | Fecha  | 13/11/2019 |
|                                                                     |                                       | Código | 004-LP     |
| Descripción del proceso                                             |                                       |        |            |
| 1. Operario de producción inspecciona el estado de ladrillos.       |                                       |        |            |
| 2. El operario de almacén traslada el producto terminado a almacén. |                                       |        |            |

|                                                                                                                                                                                                                      |                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <p>3. El operario inspecciona el secado del ladrillo, separa el producto defectuoso e informa al área de producción.</p> <p>4. Informa a producción a la cantidad de ladrillos necesarios que se deben producir.</p> |                             |
| <b>Elaborado por</b>                                                                                                                                                                                                 | Camilo Jiménez Chuquihuanga |

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27 se puede apreciar el proceso de almacenamiento del producto terminado.

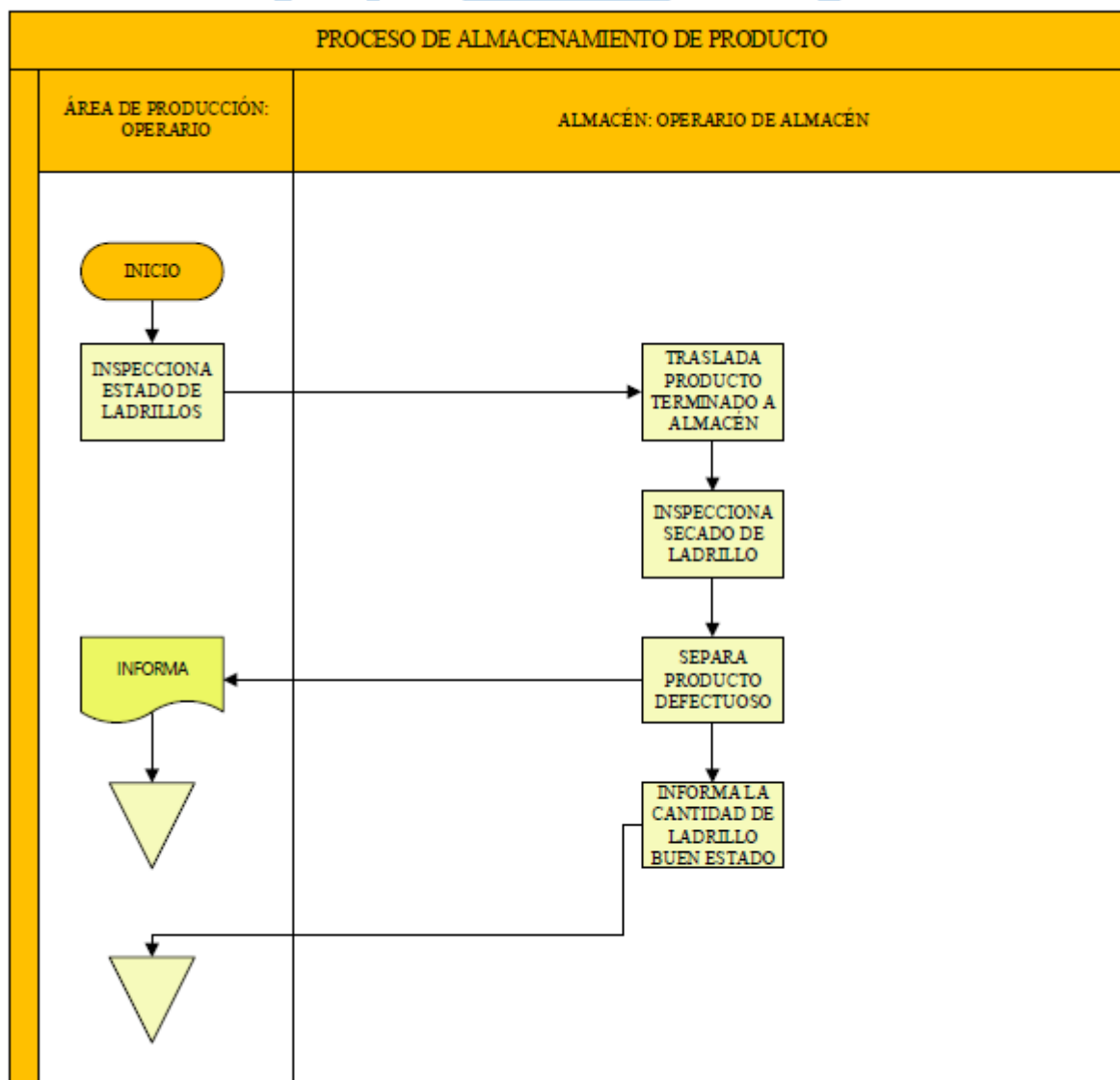


Figura 27: Proceso de almacenamiento de producto

Fuente: Elaboración propia

#### 6.3.3.5. Proceso de despacho(venta) del producto

En la Tabla 45 se describe el proceso de vender el producto.

Tabla 45. Proceso de venta de producto.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              |        |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|------------|
| Nombre del proceso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Proceso de venta de producto | Fecha  | 13/11/2019 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              | Código | 005-LP     |
| Descripción del proceso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                              |        |            |
| <div>1. El cliente solicita un producto.</div> <div>2. El jefe de ventas verifica existencias y aprueba ventas.</div> <div>3. Realiza la venta y expide una factura al cliente y una copia de dicha factura se queda como comprobante para la empresa.</div> <div>4. El jefe de ventas registra la operación en el sistema informático.</div> |                              |        |            |
| Elaborado por                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Camilo Jiménez Chuquihuanga  |        |            |

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 28 se muestra el flujograma de información del proceso de vender el producto.

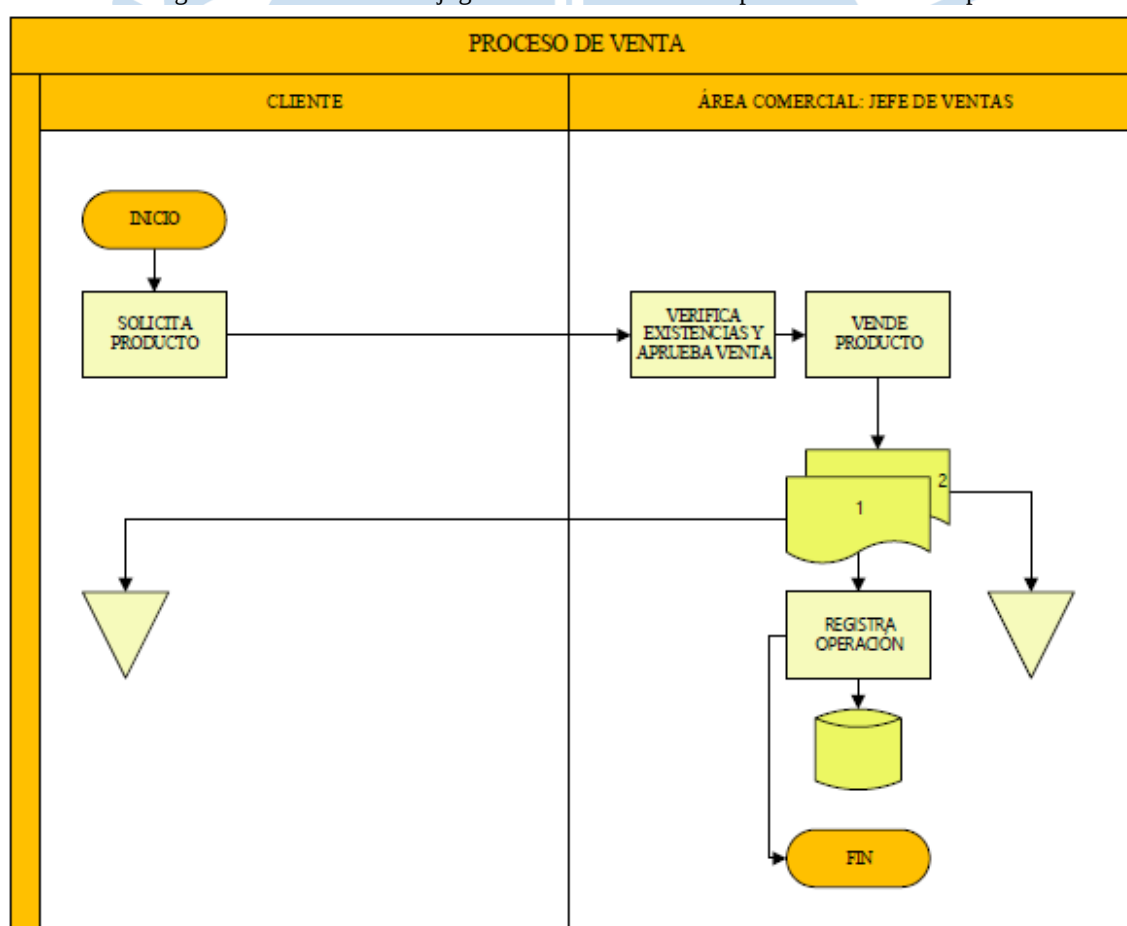


Figura 28. Proceso de venta.

Fuente: Elaboración propia.

## **Capítulo 7**

### **Prototipo**

En este capítulo se mencionará el desarrollo de diseño, fabricación y análisis del prototipo, para la validación técnica del producto.

#### **7.1. Diseño del prototipo**

El desarrollo del diseño del prototipo se desarrolló tomando en cuenta las consideraciones de la NTP E070. La cual establece que un bloque para ser denominado ladrillo tiene que poder sujetarse con una sola mano.

##### **7.1.1. Diseño y selección del prototipo**

El diseño del prototipo se desarrolló con el software AutoCAD, por tanto, se desarrollaron diversos diseños.

###### **7.1.1.1. Diseño A**

Dimensiones base:

Largo: 24 cm

Ancho: 13 cm

Alto: 9 cm

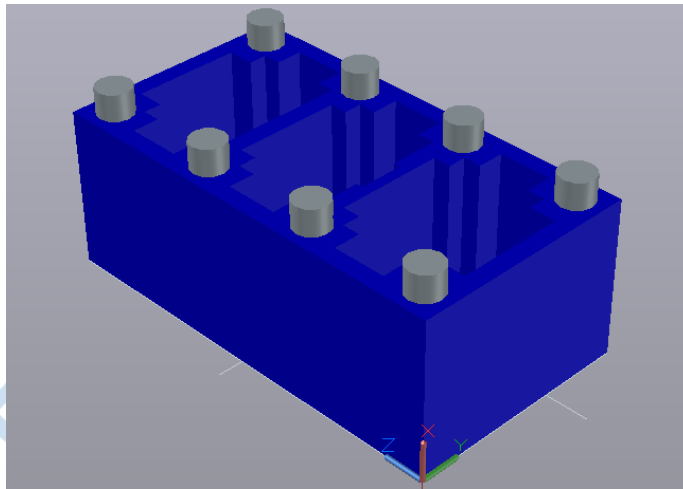


Figura 29. Diseño A.  
Fuente: Elaboración propia.

Este diseño (Figura 29), es acoplable lo que permite y no se necesitaría, cemento o algún adhesivo para la construcción de vivienda.

La dificultad presente en este diseño se basa en que, al realizar el acople con otro ladrillo, se evidenciaría un espacio entre ladrillo y ladrillo por tanto no sería adecuado.

El diseño cumple la norma técnica peruana E070, para denominarse ladrillo, ya que se puede manipular con una mano.

#### 7.1.1.2. Diseño B

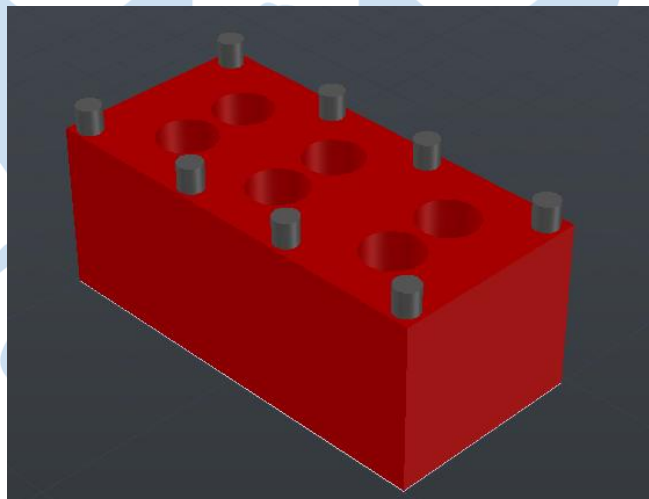


Figura 30: Diseño B  
Fuente: Elaboración propia.

Este diseño (Figura 30) de ladrillo adaptable y acoplable se cumple con NTP E070, debido que, al ser manipulable con una mano, obtiene la denominación de ladrillo.

El acople entre ladrillos evidenciara un vacío entre ladrillos, por lo que no sería un diseño adecuado para su fabricación y se tendría dificultad la su usabilidad.

El diseño no es factible por tema del peso que llegaría a tener el ladrillo, Masa estimada: 2,45 kg, lo que va en contra de ser un ladrillo, dinámico y liviano

#### 7.1.1.3. Diseño C

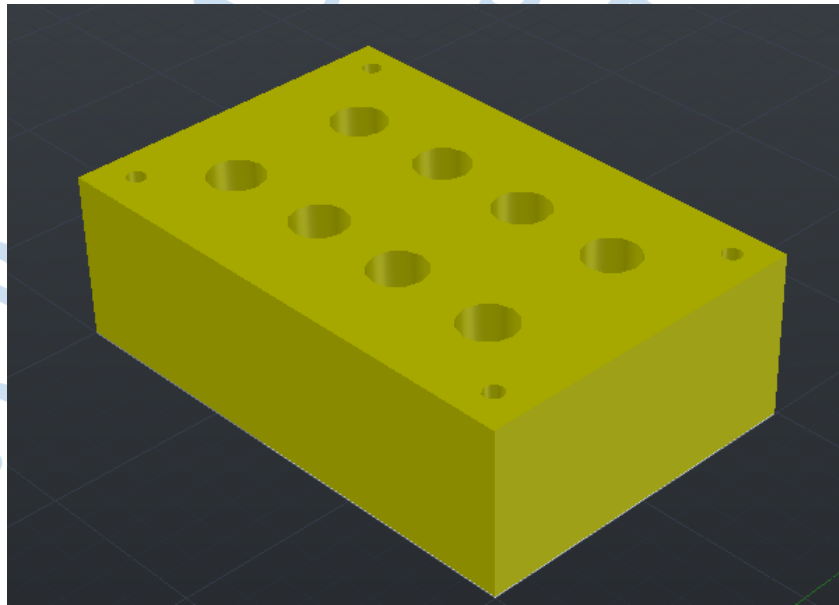


Figura 31. Diseño C  
Fuente 10: Elaboración propia

El diseño C (Figura 31) presenta agujeros que reducen la masa del ladrillo, y cumple con NTP E070, al poder ser manipulado con una sola mano, pero su masa es mayor de 2,50 kg.

El diseño no permite acoplarse con otros ladrillos, por lo que se necesitaría herramientas y/o adhesivos para su unión.

#### Reelaboración del prototipo

Luego de realizar el diseño del prototipo del ladrillo, se concluye que ninguno de los diseños elaborados es el adecuado para la fabricación del prototipo del ladrillo.

Criterios señalados para un prototipo idóneo, acoplable y de fácil uso en un futuro.

- Cumplir con la norma técnica peruana E070, ser manipulable con una sola mano, para ser denominado ladrillo.
- Tener acoples en la parte superior y agujeros en la parte inferior.
- Cuando se acople no deberá tener vacío entre ladrillo y ladrillo.

- La masa del prototipo debe ser máximo 1.0 kg.
- Diseño debe permitir la instalación/conexiones en su interior

#### 7.1.1.4. Diseño del prototipo a fabricar

El diseño del prototipo a fabricar es el que se muestra en la Figura 32 y la vista superior e inferior son las que se muestran en la Figura 33 y Figura 34, respectivamente.

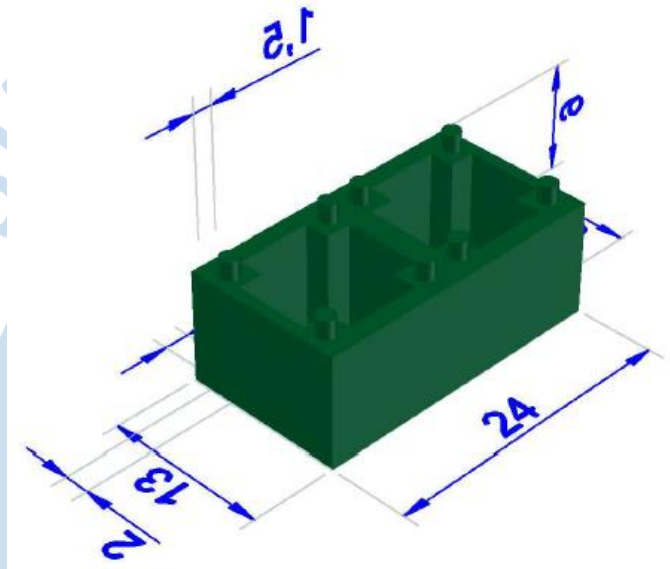


Figura 32: Prototipo final  
Fuente: Elaboración propia

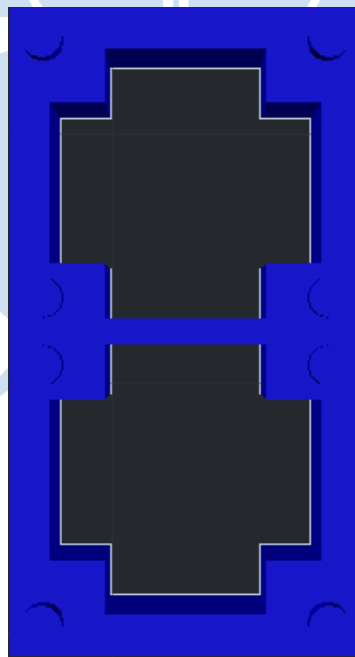


Figura 33: Vista superior de prototipo diseñado.

Fuente: Elaboración propia.

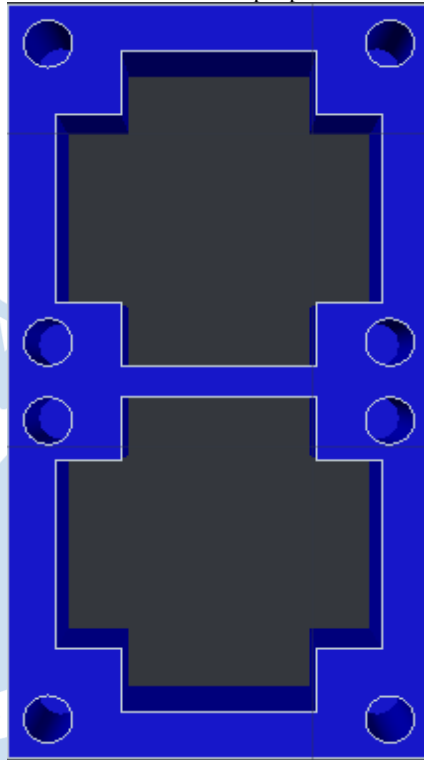


Figura 34: Vista inferior de prototipo diseñado.

Fuente: Elaboración propia

Vacíos Internos (forma cruz): 6 cm

Esquinas: 2 cm

Masa estimada: aprox. 1.60 kg de plástico requerido para fabricar un ladrillo.

#### **Análisis del diseño del prototipo**

- Unión de ladrillos no tendrá vacío entre ladrillos lo que facilitará la construcción.
- Diseño acoplable
- Masa optima (máximo 1 kg)
- Cumple con NTP E070
- Diseño adaptable (para instalaciones).

#### **7.2. Insumos**

- Pintura ininflamable
- Retardante de llama

Retardante de llama: Permitirá, que el ladrillo a fabricar sea seguro y se retarde su consumo frente a un incendio.

Pintura ininflamable: Permitirá uniformidad entre los ladrillos, que sea ininflamable ayudará a evitar que el ladrillo de plástico se incendie con facilidad.

### Precios

- Pintura ininflamable: s/. 50/galón
- Retardante de llama: s/. 50/ galón

### 7.3. Fabricación del prototipo

La fabricación del prototipo se desarrollará basándose en el diseño realizado anteriormente. Para la fabricación del prototipo, se necesita contar con un molde el mismo que facilitara la producción de ladrillos uniformes.

El molde (Figura 35) se fabricó en un taller metálico, tomándose como base el diseño del prototipo realizado en AutoCAD.

Tiempo de fabricación del molde: 1. 5 semanas

Costo de fabricación: s/. 180.00

Material: Fierro

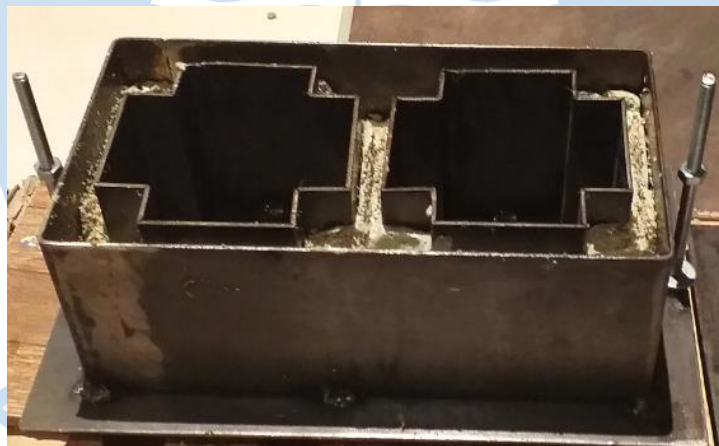


Figura 35: Molde del ladrillo de plástico  
Fuente: Elaboración propia

Método de fabricación: Fundición

Temperatura: 200 °C

Lugar: Hornilla

La materia prima fue el polipropileno, que para el prototipo se utilizó tapas de botellas plásticas, como se muestra en la Figura 36.



Figura 36: Materia prima (Polipropileno).  
Fuente: Elaboración propia.

El proceso de fabricación del prototipo se puede ver en las Figuras 37, Figura 38 y Figura 39.



Figura 37: Tapas de botellas en fundición  
Fuente: Elaboración propia



Figura 38: Plástico PP fundido vertido en molde.  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 39: Prototipo obtenido.  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 40: Ladrillos fabricados acoplados.  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 40, se puede ver los ladrillos acoplados, que son los prototipos para realizar las pruebas de resistencia.

### Resultados

- Prototipo consistente, completo y resistente.
- El prototipo se extrajo del molde con poca dificultad.
- Plástico fundido pastoso.
- Tiempo de fundición 120 minutos

## Aprendizaje

- Temperatura de fundición deberá ser mayor de 200 °C
- La fundición deberá ser hasta que la masa de plástico sea pastosa.
- La masa en fundición debe moverse frecuente ente para una fundición uniforme.
- El enfriamiento del plástico fundido en el molde a temperatura ambiente
- Se tiene que aplicar un lubricante al molde, antes de realizar el vaciado de la masa pastosa en el molde.

### 7.4. Ensayos de laboratorio

Para realizar las pruebas en el laboratorio de estudio de materiales, los prototipos fabricados necesitan tener una superficie estable, por tanto, se necesita quitar los acoples y agujeros del prototipo.

Para dicho propósito se torneó los prototipos (Figura 41) en el laboratorio de mecánica, en el torno manual, en colaboración con el Ing. Jorge Yaksetig, el torneado de las piezas duraron un tiempo de 70 minutos.

Para las pruebas de resistencia del ladrillo, se realizaron en la prensa del laboratorio de estudio de materiales-UDEP, donde se requirieron 3 ladrillos para una correcta medición, dentro de las cuales existió un ladrillo con presencia de rajaduras, el cual significara un dato atípico desde antes de su medición.

Para las pruebas de peso, se realizaron la balanza del laboratorio de estudio de materiales-UDEP.



Figura 41: Ladrillo torneado  
Fuente: Elaboración propia

## 7.5. Mediciones de parámetros

En la Tabla 46, se pueden ver los resultados de las mediciones de los parámetros para los 3 prototipos y en Tabla 47, los resultados finales.

Tabla 46. resultados de las mediciones de los parámetros.

| Resultados         |                          |                          |                          |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                    | Ladrillo 1(verde)        | Ladrillo 2(Blanco)       | Ladrillo 3 (verde)       |
| <b>Peso</b>        | 929 g                    | 870 g                    | 914 g                    |
| <b>Resistencia</b> | 141 kg-f/cm <sup>2</sup> | 90 kg-f/cm <sup>2</sup>  | 136kgf/cm <sup>2</sup>   |
| <b>Medidas</b>     | 24x13x9 cm               | 24x13x9 cm               | 24x13x9 cm               |
| <b>Densidad</b>    | 0,7168 g/cm <sup>3</sup> | 0,6713 g/cm <sup>3</sup> | 0,6978 g/cm <sup>3</sup> |

Fuente: Elaboración propia

## Resultados finales

Tabla 47. Resultados Finales de la medición de parámetros.

| Densidad                 | Resistencia                | Medidas    | Peso  |
|--------------------------|----------------------------|------------|-------|
| 0,6977 g/cm <sup>3</sup> | 138,5 kg-f/cm <sup>2</sup> | 24x13x9 cm | 904 g |

Fuente: Elaboración propia

## 7.6. Análisis de resultados

Realizando comparación (Tabla 48) con la NTP E070. Podemos clasificar al ladrillo realizado como un ladrillo.

Tabla 48. Comparación con el ladrillo tradicional.

|                   | Denominación de ladrillo | Forma         | Clase       | Resistencia a compresión Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|--------------------------|---------------|-------------|----------------------------------------------------|
| Ladrillo fabrica  | X                        | Hueca/tubular | Ladrillo IV | 12,7(130)                                          |
| Ladrillo plástico | X                        | Hueca         | Ladrillo IV | 13,53(141)                                         |

Fuente: Elaboración propia

El ladrillo de plástico obtenido mediante fundición y a base de polipropileno, posee las siguientes características comparativas.

Resistencia: 38.5% más resistente del ladrillo tradicional

Forma: Ladrillo hueco

Humedad: 0%

Peso: 67,7% menor del ladrillo tradicional (2,8 kg respecto a 0,904 kg)

Unión: Se une mediante acoples, no se necesita adhesivo.

## Capítulo 8

### Análisis de factores

#### 8.1. Análisis legal

Leyes vigentes para llevar a cabo el proyecto:

- **Ley 27314**: Ley de Gestión integral de Residuos Sólidos

Esta ley favorece al proyecto ya que el principal objetivo de nuestro proyecto es la recuperación y valorización del plástico.

En su artículo 14 favorece respecto a la recolección selectiva ya que permite tener acceso a los residuos priorizados para nuestro proyecto, como lo son los residuos PET<sup>14</sup>

En su artículo 16 se podríamos tener sanciones de la OEFA a lo largo de nuestro proyecto ya que nos puede sancionar si es que el manejo de los residuos sólidos no es el adecuado.

Beneficia al proyecto ya que con esta ley se podrá participar en algún programa de inversión pública para la implementación de infraestructura, en la que el gobierno regional se encargará de aprobar este tipo de proyectos, como el nuestro.

- **Ley 30884**: Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables.

En su artículo 10 podría generar que el PP que se necesita para el proceso de reciclaje disminuya, aunque será mínimo ya que de igual manera aumentará la producción de estos plásticos.

---

<sup>14</sup> Tereftalato de polietileno. Polímero termoplástico caracterizado por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, con importantes aplicaciones industriales.

- **Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM**: Reglamento de la Ley N.º 29419. Ley que regula la actividad de los recicladores.

Es una ley que controlará respecto a los recicladores con los que se decida trabajar, ya que velará porque se cumplan todas las condiciones que en esta ley se estipula como el perfil del reciclador, su capacitación, etc.

De acuerdo con la investigación legal, se puede llegar a la conclusión de que el proyecto es viable legalmente, ya que se tiene el respaldo principal de la Ley de Gestión integral de residuos sólidos que busca la recuperación y valorización del plástico, que es la finalidad del proyecto; la Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables, no afecta considerablemente respecto a la disminución de PET reciclado y todo lo demás son procesos burocráticos que no traen tanta complicación.

## 8.2. Análisis ambiental

El proyecto tiene como un objetivo específico contribuir a disminuir los niveles de contaminación por plástico desechado, principalmente reutilizar el plástico generado de la industria de bebidas azucaradas y agua embotellada para fabricar ladrillos de este plástico reciclado.

|                    |                              | Acciones del proyecto                                     |                             |                               |                          |                             |                      |                      |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
|                    |                              | Fase de construcción                                      |                             | Fase de operación             |                          |                             |                      |                      |
|                    |                              | Acondicionamiento del terreno y construcción de la planta | infraestructura y servicios | recepcion y acopio de materia | Tratamiento del plastico | transformación del plastico | ruidos y vibraciones | Averias y accidentes |
| Factores del medio | Composición atmosférica      | ●                                                         |                             |                               |                          |                             | ●                    |                      |
|                    | calidad del agua subterránea |                                                           |                             |                               |                          |                             |                      |                      |
|                    | calidad del agua superficial |                                                           |                             |                               |                          |                             |                      |                      |
|                    | Características del suelo    | ●                                                         |                             |                               |                          |                             |                      |                      |
|                    | Erosión                      | ●                                                         |                             |                               |                          |                             |                      |                      |
|                    | Vegetación                   |                                                           |                             |                               |                          |                             |                      |                      |
|                    | Fauna                        | ●                                                         |                             |                               |                          |                             | ●                    |                      |
|                    | Población                    |                                                           |                             |                               |                          |                             |                      |                      |
|                    | Economía local               | ●                                                         | ●                           | ●                             | ●                        | ●                           |                      | ●                    |
|                    | usos del suelo               | ●                                                         | ●                           |                               |                          |                             |                      |                      |
|                    | paisaje                      | ●                                                         | ●                           |                               |                          |                             |                      |                      |

Figura 42: Matriz de identificación

Fuente Elaboración propia. Basada en separata” identificación de impactos” del curso de IGA-UDEP

En la Figura 42 se muestra la Matriz de Identificación para el proyecto. A continuación, se detalla cada fase.

**Acondicionamiento del terreno y construcción de la planta:** la atmosfera se verá influenciada por los movimientos de tierra requeridos para la construcción de la planta de fabricación, provocando la incorporación de sólidos en suspensión, caso similar para la recepción de materiales de construcción y en la ejecución de la obra.

La maquinaria y transporte del material de construcción son los que incorporan contaminantes a la atmosfera a causa de la combustión, además del nivel de ruido en la zona aumentará en esta fase, por lo que influirá negativamente en el entorno.

En resumen, los impactos producidos en esta fase son producidos por la emisión de partículas pulverulentas a la atmosfera, por lo que este impacto se calificara de negativo, temporal, parcial, reversible, admisible y de escasa entidad.

- Signo: Negativo. Es perjudicial. (-)
- Intensidad: Baja. Valor 1.
- Extensión: Parcial. valor 2.
- Momento: Inmediato. Valor 4.
- Persistencia: Temporal. Valor 2.
- Reversibilidad: Medio plazo. Valor 2.
- Efecto: Directo. Valor 4.
- Recuperabilidad: Valor 1.

**Importancia: -20**

**Ruido y vibraciones:** el efecto sobre la atmosfera se origina en el funcionamiento de la planta, debido a la puesta en marcha de las máquinas, se produce ruidos y vibraciones, el impacto será:

- Signo: Negativa. (-).
- Intensidad: Baja. Valor 1.
- Extensión: Puntual. Valor 2.
- Momento: Inmediato. Valor 4.
- Persistencia: Permanente. Valor 4.
- Reversibilidad: mientras la fábrica funcione el efecto será irreversible. Valor 2.
- Efecto: Directo. Valor 4.
- Recuperabilidad: El ruido se puede mitigar tomando medidas correctoras. Valor 4.

**Importancia: -25**

La matriz de valoración es la que se detalla en la figura 43.

|                    |                              | Acciones del proyecto                                     |                             |                                     |                          |                             |                      |                      |                      |                      |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                    |                              | Fase de construcción                                      |                             | Fase de operación                   |                          |                             |                      |                      | Importancias         |                      |
|                    |                              | Acondicionamiento del terreno y construcción de la planta | infraestructura y servicios | recepcion y acopio de materia prima | Tratamiento del plastico | transformación del plastico | ruidos y vibraciones | Averías y accidentes | Importancia relativa | Importancia absoluta |
| Factores del medio | Composición atmosférica      | -20                                                       |                             |                                     |                          |                             | -25                  |                      | -45                  | 91                   |
|                    | calidad del agua subterránea |                                                           |                             |                                     |                          |                             |                      |                      |                      |                      |
|                    | calidad del agua superficial |                                                           |                             |                                     |                          |                             |                      |                      |                      |                      |
|                    | Características del suelo    |                                                           |                             |                                     |                          |                             |                      |                      |                      |                      |
|                    | Erosión                      |                                                           |                             |                                     |                          |                             |                      |                      |                      |                      |
|                    | Vegetación                   | -21                                                       |                             |                                     |                          |                             |                      |                      | -21                  |                      |
|                    | Fauna                        | -25                                                       |                             |                                     |                          |                             |                      |                      | -25                  |                      |
|                    | Población                    |                                                           |                             |                                     |                          |                             |                      |                      |                      | -116                 |
|                    | Economía local               | 20                                                        |                             |                                     |                          |                             | -15                  |                      | 5                    |                      |
|                    | usos del suelo               |                                                           |                             |                                     |                          |                             |                      |                      |                      |                      |
|                    | paisaje                      | -28                                                       | -26                         | -18                                 | -12                      | -16                         |                      | -21                  | -121                 |                      |
| Importancias       | Importancia relativa         | -74                                                       | -26                         | -18                                 | -12                      | -16                         | -40                  | -21                  |                      |                      |
|                    | Importancia absoluta         | -100                                                      |                             | -107                                |                          |                             |                      |                      |                      |                      |

Figura 43: Matriz de valoración

Fuente: Elaboración propia. Basado en separata "Identificación de impactos" del curso de IGA-UDEP



### **Categorización de los impactos:**

Acondicionamiento del terreno y construcción de la planta. **I. Severo**

Infraestructura y servicios. **I. Moderado**

Recepción y acopio de materia prima. **I. Irrelevante**

Tratamiento de plásticos. **I. Irrelevantes**

Transformación del plástico. **I. Irrelevante**

Ruidos y vibraciones. **I. Moderado**

Averías y accidentes. **I. Irrelevante**

Se tiene que poner énfasis en lograr controlar y minimizar el impacto de los factores de impacto moderado y severo como:

- Acondicionamiento del terreno y construcción de la planta.
- Infraestructura y servicios.
- Ruidos y vibraciones.

La producción de ladrillo convencional tiene efecto negativo en el medio ambiente debido a las siguientes razones:

- Afectación (desnivel) de terrenos agrícolas para la extracción de barro.
- Emisión de CO<sub>2</sub> por quemado de cascara de arroz para horneado del ladrillo.
- Desertificación del terreno agrícola.

La fabricación del ladrillo de plástico reciclado no genera emisiones de CO<sub>2</sub> debido a que el proceso de fundición se realizara con una maquina especializada, además que no se requiere extraer material de zonas agrícolas y de esta manera evitamos la desertificación de estos terrenos.

Al utilizar al plástico reciclado como materia prima reducimos su nivel contaminante, lo que favorece a reducir su efecto negativo en la flora y fauna de nuestra ciudad de Piura.

### **Mediciones**

- Variación del porcentaje de plástico reciclado respecto al reutilizado. Evaluación Bimestral.

### **Medida Preventiva**

- Plan de recolección de plástico en la ciudad de Piura, con beneficio para las zonas involucradas. Evaluación Bimestral.

### **Análisis de fabricación del prototipo**

La fabricación del prototipo se realizó la fundición del plástico, por lo cual se evalúa la emisión de gases durante dicha actividad.

Al realizarse en una hornilla y a campo abierto, la fundición del plástico produjo estos gases:

- Monóxido de carbono
- Dioxinas
- Furanos

### **Efectos**

Estudios médicos, manifiestan un vínculo de las dioxinas y furanos a cáncer y enfermedades respiratorias, afectando principalmente a niños y a mujeres embarazadas.

Además, los investigadores han señalado que la quema de plástico al aire libre a generado la alteración en los caracteres sexuales de las aves, dicha situación podría afectar del mismo modo a las personas.

### **Medidas preventivas**

- Realizar la fundición del plástico en un ambiente ventilado.
- La herramienta de fundición debe ser cerrada.
- La temperatura de fundición debe mantenerse constante.
- Los encargados de fundición deberán usar EPP.
- La planta de producción de ladrillos de plásticos debe implementar:
  - Extractor de humos
  - Filtro de gases generados por fundición.
  - Ambiente de fabricación ventilado.
  - Uso de máquinas especializadas para fundición donde reduzca al mínimo de la persona

### 8.3. Análisis social

Los futuros consumidores o usuarios del producto serán:

- Personas de bajos recursos.

El producto tendrá un impacto positivo principalmente para las personas de bajos recursos económicos (poblaciones vulnerables), ya que nuestro público objetivo es este. Los principales impactos que tendrá son:

a) Ahorro de costos en mano de obra

Debido a que no requiere mano de obra especializada para su montaje y la rapidez de obra que te da.

b) Ahorro en materiales de construcción

Debido a que no necesita ningún aditivo para que este se mantenga fijo, no gastará en producir concreto para unir los ladrillos.

c) Contribución a la reducción de la contaminación

Los consumidores están aportando a reducir la contaminación, ya que los ladrillos están hechos 100% de plástico reciclado.

- Gobierno central

El producto podrá usarse para programas sociales, como techo propio. Los principales impactos que tendrá son:

a) Ahorro en costos de materia prima (ladrillo de plástico reciclado)

Debido a que el costo (200 nuevos soles) será mucho menor que el ladrillo tradicional.

b) Mayor número de beneficiarios que tengan acceso a este programa social

Debido a que el costo de MP es más barato se puede construir muchas más casas, con el presupuesto asignado para este programa social.

- ONG

Las ONG que ayudan a albergues, especialmente en la construcción de sus hogares de refugios, pueden ser buenos consumidores. Los principales impactos que tendrán son:

a) Lograr más construcciones de hogares de refugio.

Debido a que el costo de materias primas es mucho menor, y con un mismo presupuesto pueden construir muchos más hogares.

b) Generar un impacto a los que ayudan a estas ONGs.

Debido a que verán que su apoyo no solo ayuda a gente vulnerable, sino que también contribuye a la disminución de la contaminación.

Con esta evaluación social podemos llegar a la conclusión de que nuestro proyecto es viable, ya que genera impactos positivos, ya descritos, a nuestros usuarios del producto.

#### **8.4. Análisis económico**

Este proyecto significa la mejora de las condiciones económicas de los clientes, debido a que el producto final, satisface las necesidades de la población de Piura, principalmente a la de bajos recursos, brindándoles un producto más accesible acorde a sus recursos económicos. Además, significa una oportunidad de trabajo para los centros de acopio de reciclaje y lograr tener beneficios.

##### **8.4.1. Beneficios tangibles**

Como beneficios tangibles para el equipo del proyecto y dueños de la empresa, cuyo diseño es parte del proyecto, son las utilidades que se generarán a partir de la venta del producto terminado.

Como beneficios tangibles tenemos que mediante el proyecto se impulsa a la producción de un producto totalmente nuevo, buscando el desarrollo sostenible, lo que hará que la empresa tenga gran aceptación el mercado e impulsará a la Municipalidad de Piura a subsidiar, para la construcción de algunas viviendas mediante algún programa social.

El proyecto mediante su diseño de planta contribuye en el sector de construcción, siendo un modelo base para la expansión de las líneas de producción de empresas del mismo rubro (quienes también serían parte de los Stakeholders), ayudando así a masificar sus ventas con un producto adicional al tradicional.

#### **8.4.2. Beneficios intangibles**

Para los grupos ambientalistas, quienes serían uno de los grupos más interesados en el proyecto, debido al gran impacto social ambiental económico y financiero que este supone.

Por otra parte, este proyecto es de interés para el profesor del curso quien sería el Sponsor de este, quien, de acuerdo con los resultados del proyecto, podrá hacer un análisis que ayude a la mejora del curso de Proyectos para los años posteriores. Tener un medio ambiente más limpio, que descarta el riesgo de daños contra la salud, que puedan ocasionar los contaminantes.

Los estudiantes y profesores de la Universidad de Piura serían parte de los Stakeholders beneficiados, ya que este proyecto serviría como punto de partida para otros proyectos similares.

#### **8.5. Análisis financiero**

En este apartado se detallará la inversión necesaria, los costos incurridos en la producción, los ingresos de las ventas realizadas y el punto de equilibrio de la producción. Además, se detallará las fuentes de financiamiento y el flujo económico durante los primeros 5 años después de la puesta en marcha de la empresa. Su respectivo análisis del VAN y la TIR permitirá conocer la rentabilidad del proyecto.

El proyecto necesita de una fuerte inversión al inicio para la construcción de la planta de producción y la instalación de los equipos, esta inversión debe ser recuperada en los primeros años para que se asegure la rentabilidad del proyecto a largo plazo. La planta se ubicará en el parque industrial Piura Futura, y constará de 148 m<sup>2</sup> a un precio de 660 soles por cada m<sup>2</sup>. Los equipos necesarios para la producción serán adquiridos por medio del portal de venta por internet Alibaba, por lo tanto, se cuenta con cuatro meses para su llegada e instalación. Se inicia la producción en el mes de enero del 2020.

Asimismo, será necesario capital de trabajo para poder llevar a cabo la producción durante el primer año, esto es igual a la suma de los costos requeridos para un año de producción, los mismos que incluyen materia prima e insumos y mano de obra.

Será necesario contratar un servicio de publicidad inicial para dar a conocer el producto a los potenciales clientes. De igual manera se necesita obtener una licencia de funcionamiento otorgada por la Municipalidad de Piura, la misma que tiene un costo de 320 soles actualmente. Toda la inversión necesaria para poner en marcha la planta de fabricación es la que se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49. Presupuestos de inversión.

| Rubro                                          | Precio unitario | Unidades totales | Total (soles) |
|------------------------------------------------|-----------------|------------------|---------------|
| <b>Activos tangibles</b>                       |                 |                  |               |
| Terreno (m2)                                   | 660             | 148              | 97680         |
| Trituradora industrial de plástico             | 7414            | 1                | 7414          |
| Máquina bloquetera                             | 3400            | 1                | 3400          |
| Faja transportadora                            | 8000            | 1                | 8000          |
| Secador de tolva centrífuga                    | 2020            | 1                | 2020          |
| Máquina fundidora                              | 10000           | 1                | 10000         |
| Lavadora industrial                            | 3300            | 1                | 3300          |
| Pallets                                        | 40              | 20               | 800           |
| Muebles y enceres                              | 5000            | 1                | 5000          |
| Área de calidad                                | 3300            | 1                | 3300          |
| <b>Activos intangibles</b>                     |                 |                  |               |
| Estudio de prefactibilidad                     | 2000            | 1                | 2000          |
| Construcción e instalación                     | 15000           | 1                | 15000         |
| Transporte de equipos y máquinas               | 1000            | 1                | 1000          |
| Gastos de constitución                         | 600             | 1                | 600           |
| Licencia de funcionamiento                     | 320             | 1                | 320           |
| Capacitación                                   | 200             | 4                | 800           |
| Publicidad inicial                             | 1000            | 1                | 1000          |
| <b>Capital de trabajo</b>                      |                 |                  | 937596        |
| <b>Imprevistos (1% del capital de trabajo)</b> |                 |                  | 9376          |
|                                                |                 |                  |               |
| <b>Total (soles)</b>                           |                 |                  | 1108606       |

Fuente: Elaboración propia.

#### a) Presupuesto de Ingresos y Egresos

- **Presupuesto de ingresos (ventas)**

La demanda de ladrillos de plástico va a ser baja debido a que es un producto nuevo en el mercado y pocas personas conocen su utilidad y la confiabilidad que ofrece. En el año 2012 la producción de ladrillos tradicionales fue de 7294.36 millares mensuales en solo cuatro

provincias (Piura, Sullana, Paita y Morropón) de la región Piura; actualmente el consumo es mucho mayor, pero nos basaremos en estos datos. (Giraldo, 2019)

Se considera un consumo de ladrillos de plástico del 2.5% en comparación a la cantidad demandada de ladrillos tradicionales durante el primer año y un aumento del 10% en las ventas del año siguiente. Esto resulta un consumo de aproximadamente 150 millares mensuales de ladrillos de plástico, vendidos a un precio de 700 soles por millar ligeramente por encima del precio del ladrillo convencional sin embargo resulta un ahorro del 25% aproximadamente debido a que no necesita de aglutinantes durante la construcción. Los ingresos obtenidos de las ventas son los mostrados en la Tabla 50.

Tabla 50. Resumen del presupuesto de ingresos anuales.

|                            | <b>Mensual</b> | <b>Meses</b> | <b>Precio por millar</b> | <b>Total, anual (soles)</b> |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|
| <b>Cantidad (millares)</b> | 150            | 12           | 700                      | 1260000                     |

Fuente: Elaboración propia.

- **Presupuesto de egresos (costos)**

Dentro de estos costos se encuentra la materia prima, insumos, mano de obra directa y la depreciación de la materia prima. La mano de obra necesaria para la producción es la que se muestra en la Tabla 51.

Tabla 51. Costo de mano de obra.

| <b>Mano de obra</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Horas</b> | <b>Días por mes</b> | <b>Costo mensual</b> | <b>Total, anual</b> |
|---------------------|-----------------|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Jefe de producción  | 1               | 8 horas/día  | 24                  | 1200                 | 14400               |
| Operarios           | 2               | 8 horas/día  | 24                  | 1000                 | 24000               |
| <b>Total</b>        |                 |              |                     |                      | 38400               |

Fuente: Elaboración propia.

Para la fabricación del ladrillo se necesita plástico tipo PP (Polipropileno), retardante de llama y pintura para un color uniforme. (Trabajo, 2017)

La materia prima será adquirida a un precio de 0.45 soles por kilogramo de los centros de acopio de los cuales se consumirá 1 kg para producir un ladrillo. Los costos directos de la empresa se detallan en la Tabla 52.

Tabla 52. Costos directos.

| Costos directos(soles/mes) |       | Total(año) |
|----------------------------|-------|------------|
| Materia prima              | 67500 | 810000     |
| MOD                        | 3200  | 38400      |
| <b>Insumos</b>             |       |            |
| Retardante de llama        | 1000  | 12000      |
| Pintura                    | 500   | 6000       |
| Energía                    | 3483  | 41796      |
| Agua                       | 1000  | 12000      |
| Total                      | 76683 | 920196     |

Fuente: Elaboración propia.

La producción de ladrillo involucra costos indirectos para la venta de este, los mismo que son detallados en la Tabla 53.

Tabla 53. Costos indirectos.

| Costos indirectos (soles/mes) |      | Total (año) |
|-------------------------------|------|-------------|
| Gerente/vendedor              | 1200 |             |
| Mantenimiento                 | 200  |             |
| Servicios de luz y agua       | 50   |             |
| Total                         | 1450 | 17400       |

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, los costos totales durante el año se detallan en la Tabla 54

Tabla 54. Costos totales.

| Costos            |        |
|-------------------|--------|
| Costos directos   | 920196 |
| Costos indirectos | 17400  |
| Costo total       | 937596 |

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los costos totales podemos calcular el costo unitario; este resulta 520.89 soles por cada millar de ladrillos, es decir 0.5209 soles por ladrillo.

La vida útil de la maquinaria y equipo es de 5 años por ello se considera una depreciación de 20% anual, la misma que se muestra en la Tabla 55; por lo tanto, al final del periodo de la evaluación el equipo ya no tendrá valor.

Tabla 55. Depreciación anual de maquinaria y equipo.

| Equipo                          | Cantidad | Precio unitario | Vida útil | Valor total |
|---------------------------------|----------|-----------------|-----------|-------------|
| Trituradora industrial          | 1        | 7414            | 5         | 1482.8      |
| Máquina bloquera                | 1        | 3400            | 5         | 680         |
| Secador de tolva centrifugadora | 1        | 2020            | 5         | 404         |
| Máquina fundidora               | 1        | 10000           | 5         | 2000        |
| Lavadora industrial             | 1        | 3300            | 5         | 660         |
| Total, anual                    |          |                 |           | 5226.8      |

Fuente: Elaboración propia

La producción de la máquina bloquera permite obtener 20 ladrillos cada 1.5 minutos. Esto resulta una producción de 6400 ladrillos por día como máximo; sin embargo, la producción planeada será de 6250 unidades diarias.

Será necesario una financiación por parte de un banco por lo que se tiene opciones de los bancos con TEA más baja, dichas opciones se muestran en la Tabla 56. Esto significa que se solicitará un préstamo en el Banco de Comercio ya que tiene la tasa más baja, con los datos del año 2019.

Tabla 56. Fuentes de financiamiento.

| Institución Bancaria       | BanBif | BCP    | Banco de comercio | Scotiabank |
|----------------------------|--------|--------|-------------------|------------|
| <b>Monto</b>               | 600000 | 600000 | 600000            | 600000     |
| <b>Plazo máximo (años)</b> | 20     | 20     | 20                | 20         |

|                    |                  |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>TEA</b>         | 30%              | 37.36%           | 29.9%            | 41.49%           |
| <b>Condiciones</b> | 12 cuotas al año | 12 cuotas al año | 12 cuotas al año | 12 cuotas al año |

Fuente: (Publimetro, 2019)

Se utilizará el financiamiento del Banco de Comercio para un periodo de 5 años con una tasa efectiva anual de 29.9%. El endeudamiento será de 600000 soles y los dueños del proyecto aportarán el restante.

### **Análisis del punto de equilibrio**

$$\text{Punto de equilibrio(unidades)} = \frac{\text{Costos y gastos fijos}}{\text{Margen de contribucion unitaria}}$$

Donde:

El número de unidades producidas por mes es 150000.

La empresa incurre en gastos variables durante el mes para el área comercial y los servicios higiénicos, áreas que no tienen relación con la producción. Estos se detallan en la Tabla 57.

Tabla 57. Gastos variables.

| <b>Gastos variables</b> |    |
|-------------------------|----|
| Servicios de luz y agua | 50 |
| <b>Total</b>            | 50 |

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, la empresa tiene costos fijos necesarios para la producción mensual tales como la mano de obra y la depreciación de la maquinaria y equipo, los cuales se detallan en la Tabla 58. Pero además tiene gastos fijos para el área comercial como la mano de obra indirecta y depreciación de la construcción, los cuales se muestran en la Tabla 59.

Tabla 58. Costos fijos.

| <b>Costos fijos</b> |            |
|---------------------|------------|
| MOD                 | 3200       |
| Depreciación lineal | 435.566667 |
| <b>Total</b>        | 3635.5667  |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59. Gastos fijos.

| Gastos fijos                    |      |
|---------------------------------|------|
| Gerente/Vendedor                | 1200 |
| Depreciación de la construcción | 1250 |
| Total                           | 2450 |

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Costos y gastos fijos totales} = 6085.57$$

El margen de contribución unitario resulta de restar el costo y gasto variable unitario al valor venta, este se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60. Cálculo del margen de contribución.

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Valor venta Unitario            | 0.7    |
| (Costo variable unitario)       | 0.5209 |
| (Gasto variable unitario)       | 0.0003 |
| Margen de contribución unitario | 0.1788 |

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{6085.57}{0.1788} = 34035.62 \text{ unidades}$$

El punto de equilibrio es la unidad a partir de la cual se recuperan todos los costos y gastos fijos, en este caso se recupera a partir de la unidad 34035.62

### 8.5.1. Flujos de caja

Los flujos de caja indican la entrada y salida neta de dinero en un periodo establecido. Para la empresa ha sido establecido un periodo de evaluación de 5 años; por lo tanto, los flujos de caja serán los que se muestran en la Tabla.

El flujo durante los primeros 5 años de producción se muestra en la Tabla 61.

Tabla 61. Flujo de caja del proyecto.

| Rubro                         | Año 0      | Año 1      | Año 2      | Año 3      | Año 4      | Año 5      |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| (Inversión)                   | -1108606   |            |            |            |            |            |
| Ingresos                      |            | 1260000    | 1386000    | 1524600    | 1677060    | 1844766    |
| (Costos directos)             |            | -920196    | -938599.9  | -957371.9  | -976519.4  | -996049.7  |
| (Costos indirectos)           |            | -17400     | -17748     | -18103.0   | -18465.0   | -18834.3   |
| <b>Utilidad Bruta</b>         |            | 322404     | 429652     | 549125     | 682076     | 829882     |
| (Depreciación)                |            | -5227      | -5227      | -5227      | -5227      | -5227      |
| <b>UdD</b>                    |            | 317177     | 424425     | 543898     | 676849     | 824655     |
| (Impuesto a la Renta (29.5%)) |            | -93567.3   | -125205.5  | -160450.0  | -199670.4  | -243273.3  |
| <b>UdDdI</b>                  |            | 223609.926 | 299219.822 | 383448.317 | 477178.421 | 581381.871 |
| Depreciación                  |            | 5227       | 5227       | 5227       | 5227       | 5227       |
| <b>Flujo económico</b>        | -1108606.0 | 228836.7   | 304446.6   | 388675.1   | 482405.2   | 586608.7   |

Fuente: Elaboración propia

Luego del primer año se considera un aumento del 10% anual de las ventas ya que el producto será más conocido y tendrá una mayor aceptación por parte de los consumidores. Pero además se ha considerado una inflación del 2% anual para los costos.

Además, al finalizar el quinto año el valor de los equipos es cero debido a la depreciación por ello, pero además por el uso continuo durante todos los meses ya no se podrá vender, solo servirá para chatarra.

### 8.5.2. Indicadores de rentabilidad VAN y TIR

Los indicadores VAN y TIR permiten evaluar la rentabilidad de un proyecto antes de llevarlo a la práctica; por lo tanto, mientras más altos sean estos indicadores el proyecto resulta más rentable.

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Tasa de descuento | 15%       |
| VAN (15)          | 143613.02 |
| TIR               | 20%       |

**Valor Actual Neto**

$$VAN = -I + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

F<sub>j</sub>: Flujo neto en el periodo j

I<sub>0</sub>: Inversión en el periodo 0

i: Tasa de descuento

n: Horizonte de evaluación

Al ser el VAN mayor a 0 se puede concluir que el proyecto es rentable por lo tanto es viable financieramente.

### **Tasa Interna de Retorno**

$$TIR = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j} = 0$$

F<sub>j</sub>: Flujo neto en el periodo j

I<sub>0</sub>: Inversión en el periodo 0

i: Tasa de descuento

n: Horizonte de evaluación

La TIR es del 20%, esto significa que el inversionista puede obtener 20% más del capital que invirtió inicialmente.

### **8.5.3. Análisis de Resultados**

Luego de calcular el VAN y observar que resulta positivo se asegura un proyecto rentable para ponerlo en marcha. Del mismo modo, la TIR es del 20% y al ser comparado con el 15% ofrecido en otras opciones de ahorro le permite tener una ganancia al inversionista.

Por ello el proyecto es rentable en el tema financiero



## **Capítulo 9**

### **Conclusiones**

- El proceso de elaboración es bastante sencillo y se puede realizar con métodos y equipos caseros; sin embargo, para llevar a cabo una producción en gran cantidad se requiere de maquinaria industrial especializada que permita realizar un proceso estandarizado y en parte automatizado. De esta manera se puede aumentar la eficiencia y productividad, y al mismo tiempo mantener un proceso controlado.
- El diseño de planta permite ofrecer abastecer la demanda de Piura y aprovecha casi todo el plástico de tipo polipropileno reciclado de la ciudad, lo que la convierte en una ciudad más industrializada y con mayor empleo para la población.
- La ciudad de Piura es muy atractiva para colocar una planta de producción, debido a que cuenta con una zona industrial y la materia prima suficiente para empezar a producir. Además, según el estudio de mercado muestra un porcentaje de aceptación del 93% lo que indica que, si se implementa la planta de producción, las personas están dispuestas a comprar el producto.
- El diseño de prototipo se realizó en función de NTP E070 lo que permite obtener un análisis comparativo.
- El proceso de fundición es lento y es por lo que se necesita mantener la temperatura uniforme para obtener la masa pastosa uniforme, para el adecuado proceso de vertido en el molde.
- El proceso de vertido de la masa fundida se requiere aplicar presión conforme se llena el molde, para obtener una estructura uniforme y compacta.
- Utilizar en el proceso de fundición al polipropileno permite, obtener un prototipo resistente y compacto, lo que permite un buen producto para construcción.

- El prototipo de ladrillo obtenido permite realizar una construcción fácil y de menor costo, debido a su sistema de acople bien distribuido.
- El proceso de extracción del ladrillo luego de haber sido vertido, se facilitad utiliza un lubricante y así se evitará una extracción brusca y deformación del molde.
- El molde se tuvo que hacer desmontable para facilitar el proceso de extracción, lo que permite una reducción en los tiempos de extracción por bloque.
- La fundición del polipropileno se tuvo que realizaren un espacio ventilado para evitar la acumulación de gases producidos por la misma.
- Es necesario en la fundición de un extractor de humos y filtros, para evitar perjudicar a vecinos y proteger el medio ambiente.
- El ladrillo obtenido posee una resistencia mayor a 30% respecto al ladrillo tradicional lo que le da una ventaja comparativa aun siendo de distinto materiales su fabricación, lo que brinda mayor confianza del público objetivo.
- Al ser un producto de menor peso al del mercado, nos facilitad su traslado y su manejo en la construcción como lo explica la NTP E070.
- Existe la aceptación del producto(ladrillo) por ser un proyecto de enfoque ambiental y que mejora las características del ladrillo tradicional, siendo una importante alternativa en la construcción de viviendas.
- En el Perú, hasta el presente, no se ha desarrollado ningún proyecto relacionado con la fabricación de ladrillo de Polipropileno. Al no existir ladrillos de ese tipo, no existen normas o estándares que regulen a dicho producto.
- Los mapas globales permiten tener una visión general de los procesos en la organización y permiten conocer los procesos estratégicos, fundamentales y de soporte. Los Mapas de ámbito permiten conocer a detalle los procesos más importantes o aquellos que son la razón de ser en la empresa. Teniendo los procesos definidos se pueden establecer mejoras o proponer cambios para mejorar la productividad.
- Los MAPRO permiten que la organización tenga todos sus procesos estandarizados, de tal modo, que puedan facilitar el trabajo entre el personal.
- Tener definido el MOF es primordial en una organización, permite que todo el personal conozca sus funciones, responsabilidades y nivel de autoridad.

### Referencias

- Academia. (Octubre de 2019). *Academia* . Obtenido de [http://www.unicauca.edu.co/innovaccioncauca/sites/default/files/documentos\\_oferta\\_conocimientos\\_capacidades/2.7.1%20Metodolog%C3%ADa%20de%20investigaci%C3%B3n%20de%20mercados.pdf](http://www.unicauca.edu.co/innovaccioncauca/sites/default/files/documentos_oferta_conocimientos_capacidades/2.7.1%20Metodolog%C3%ADa%20de%20investigaci%C3%B3n%20de%20mercados.pdf)
- Alejandro, J. (18 de Noviembre de 2001). *GestioPolis*. Obtenido de Recuperado de <https://www.gestipolis.com/7-elementos-metodologia-investigacion-mercados/>
- andina. (19 de Septiembre de 2019). *andina*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-al-termino-este-ano-19-regiones-contaran-48-rellenos-sanitarios-767162.aspx>
- ANSI. (2019). *ANSI*. Obtenido de [https://www.ansi.org/about\\_ansi/introduction/introduction?menuid=1](https://www.ansi.org/about_ansi/introduction/introduction?menuid=1)
- Arteaga Núñez, F. (2017). *Métodos de valoración cualitativa y cuantitativa*. Piura.
- Campos, C., Delgado, H., Esquivel, J., Samamé, J., & Sirlupú, J. (2017). *Diseño de la linea de produccion para la elaboracion de biodiesel a partir de aceite residual recolectado de la industria chiflera piurana*. Piura.
- Carranza, E. (2011). Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos domiciliarios mediante un modelo de mejora continua en el distrito de Quiruvilca. Quiruvilca, Trujillo, Perú. Recuperado el 12 de Septiembre de 2019, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5151/Tesis%20Doctorado%20-%20Ezaine%20Carranza%20Rengifo.pdf?sequence=1>
- Castells, X. &. (2012). *Los plásticos residuales y sus posibilidades de valoración: Reciclaje de residuos industriales*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Castillo, S. S. (14 de noviembre de 2015). *Pirhua*. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2343/5.%20PYT%2C%20Informe%20Final%2C%20Cemento%20y%20PI%2C%20A1stico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Conceptos Plásticos. (s.f.). *Conceptos plásticos*. Obtenido de <http://conceptosplasticos.com/conceptos-social.html>
- Congreso de la República del Perú. (3 de Junio de 2010). Reglamento de la Ley N° 29419. Ley que regula la actividad de los recicladores. *Diario El Peruano*.

- Congreso de la República del Perú. (22 de Diciembre de 2016). Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *Diario El Peruano*.
- Congreso de la República del Perú. (18 de Diciembre de 2016). Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. *Diario El Peruano*.
- Coppini, M. (2017). *Geo Innova*. Obtenido de <https://geoinnova.org/blog-territorio/medioambiente-uso-de-plastico/>
- Diario El Tiempo. (2019). No mas basura:Municipalidad promueve reciclaje en Piura. Obtenido de <https://eltiempo.pe/no-mas-basura-municipalidad-promueve-reciclaje-en-piura-rv/>
- Díaz, L. (4 de octubre de 2018). *La República*. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/1331326-lambayeque-alumnos-universidad-nacional-pedro-ruiz-gallo-crean-prototipo-gorra-cargar-celular-luz-solar-proyecto-energia-solar-gor-volste-unprg/>
- Easybrick. (2019). *Easybrick*. Obtenido de <http://easy-brick.com/#caracteristicas>
- EasyBrick. (s.f.). *EasyBrick*. Obtenido de <http://easy-brick.com/>
- EcoInventos. (8 de Octubre de 2018). *EcoInventos*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/easy-brick-ladrillos/>
- EcoInventos. (2019). *EcoInventos*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/easy-brick-ladrillos/>
- EcoInventos. (2019). *EcoInventos*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/easy-brick-ladrillos/>
- Española, R. A. (2018). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/srv/fetch?id=TLksLOy>
- Fredy, R., & Ana, F. (2008). *Ebook*. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JyvOW6kl7DAC&oi=fnd&pg=PA9&dq=antecedentes+del+uso+del+pl%C3%A1stico&ots=A2-PGIuaqC&sig=AOAL3cBwMs7hQpnzKWNlWsAYuiY#v=onepage&q=antecedentes%20del%20uso%20del%20pl%C3%A1stico&f=false>
- Gallo, H. (2018). *Análisis de inversiones*. Piura.
- Giraldo, C. S. (20 de 08 de 2019). *Red de Ladrilleras*. Obtenido de <http://www.redladrilleras.net/assets/files/08f34d2be1d32a80a13a48f2633dd73c.pdf>
- Hernández, F., & Pratt, L. (Octubre de 1998). Manejo de Desechos Sólidos en Dos Ciudades Centroamericanas: Soluciones del sector de la pequeña y mediana empresa. Guatemala. Recuperado el Septiembre de 2019, de <https://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen709.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Piura Compendio Estadístico 2017*. Lima: INEI. Recuperado el 11 de Octubre de 2019, de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1505/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1505/libro.pdf)

- James Instrumens. (2019). *NDT*. Obtenido de <https://espanol.ndtjames.com/Ensayo-de-Resistencia-s/3.htm>
- Jiménez, N. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes*, 29-56. Recuperado el Septiembre de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5444145>
- Ladriplast. (5 de julio de 2012). *Ladriplast*. Obtenido de <http://ladriplast.blogspot.com/>
- locales, G. d. (17 de Mayo de 2019). *Municipalidad de Castilla*. Obtenido de <http://municastilla.gob.pe/resoluciones2019/2019-272.pdf>
- Lund, H. F. (1996). *Manual Mc Graw Hill de Reciclaje* (Segunda ed.). Madrid: McGraw Hill.
- Martínez, Á. (21 de agosto de 2018). *El País*. Obtenido de [https://elpais.com/internacional/2018/08/20/mundo\\_global/1534759053\\_986259.html](https://elpais.com/internacional/2018/08/20/mundo_global/1534759053_986259.html)
- Ministerio de Fomento de España. (Diciembre de 2013). *Reciclaje mecánico*. Obtenido de <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/37/residuos-plasticos/gestion-del-residuo/valorizacion-material/249/reciclaje-mecanico.html>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Agosto de 2014). Marco de gestión ambiental y social. Colombia. Recuperado el 13 de Septiembre de 2019
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- Ministerio del Ambiente. (05 de Mayo de 2018). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>
- Ministerio del Ambiente de Perú. (Diciembre de 2013). Estudio de caracterización física de residuos sólidos municipales en la ciudad de Piura. Perú. Recuperado el Septiembre 12 de 2019, de [https://www.nefco.org/sites/nefco.org/files/pdf-files/1a\\_estudio\\_de\\_caracterizacion\\_fisica\\_de\\_residuos\\_solidos\\_municipales\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_piura.pdf](https://www.nefco.org/sites/nefco.org/files/pdf-files/1a_estudio_de_caracterizacion_fisica_de_residuos_solidos_municipales_en_la_ciudad_de_piura.pdf)
- Ministerio del Ambiente de Perú. (2016). Plan Nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016 - 2024. Recuperado el 14 de Septiembre de 2019, de <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/49287>
- Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Ministerio del ambiente*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- Ministerio del Ambiente Perú. (09 de Agosto de 2019). *Plataforma digital Única del Estado Peruano*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/279709-listado-de-rellenos-sanitarios-a-nivel-nacional>
- Ministerio del Ambiente. (01 de Mayo de 2018). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>
- Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. (1998). *Política para la Gestión Integral de Residuos*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

- Municipalidad Provincial de Piura. (Julio de 2014). Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la provincia de Piura. Perú. Recuperado el Septiembre de 2017, de <http://www2.munipiura.gob.pe/transparencia/ordenanzas/om164-00.pdf>
- Nuño, P. (09 de Agosto de 2019). *emprendepyme.net*. Recuperado el 15 de Octubre de 2019, de Técnicas de investigación de mercado.: <https://www.emprendepyme.net/tecnicas-de-investigacion-de-mercado.html>
- Paico, J. (2012). Tapas Solidarias. *Udep(hoy)*. Obtenido de <http://udep.edu.pe/hoy/2012/tapas-solidarias/>
- Pastor Castillo, A. S. (13 de Junio de 2016). *Diseño de una planta productora de adoquines a base de cemento y plástico*. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2343>
- Pastor Castillo, A. S. (13 de Junio de 2016). *Diseño de una planta productora de adoquines a base de cemento y plástico*. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2343>
- Pastor, A. S. (13 de Junio de 2016). *Diseño de una planta productora de adoquines a base de cemento y plástico*. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2343>
- Pastor, A., Salazar, J., Seminario, R., & Tineo, A. &. (13 de Junio de 2016). *Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado*. Piura: Universidad de Piura. Obtenido de Pirhua.
- PCE Instruments. (2019). *PCE*. Obtenido de [https://www.pce-instruments.com/peru/instrumento-medida/medidor/medidor-de-dureza-kat\\_70053.htm](https://www.pce-instruments.com/peru/instrumento-medida/medidor/medidor-de-dureza-kat_70053.htm)
- proyecto, E. t. (Julio de 2011). *Municipalidad de Castilla*. Obtenido de <http://municastilla.gob.pe/resoluciones2019>
- Publimetro. (13 de Junio de 2019). *Publimetro*. Obtenido de <https://publimetro.pe/actualidad/economia/estos-son-bancos-peru-que-cobran-mas-y-menos-intereses-tarjetas-credito-113483-noticia/>
- PUCP. (2008). *BLOG PUCP*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>
- PUCP. (2008). *BLOG PUCP*. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/Norma-E-070-MV-2006.pdf>
- Rateau, M. (2017). Conflictos de apropiación de residuos reciclables e innovaciones sociointitucionales en Lima. *Territorios*,(37), 61-80. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-84182017000200061&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-84182017000200061&lang=es)
- Reciclaje AVI. (1997). *Reciclaje AVI*. Obtenido de <http://reciclajesavi.es>
- Residuos Profesional. (13 de Mayo de 2016). *Residuos Profesional*. Obtenido de <https://www.residuosprofesional.com/asfaltos-reciclados-mejores-practicas/>

- Rivera Távara, R. (23 de 12 de 2004). *propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura*. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1180/ING\\_418.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1180/ING_418.pdf?sequence=1)
- Rivera, R. (24 de Diciembre de 2004). *Pirhua*. Obtenido de Propuesta de Reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura.: <https://hdl.handle.net/11042/1180>
- Rojas, G. (28 de Abril de 2014). Noticias Microjuris. Recuperado el 11 de Septiembre de 2019, de <https://noticiasmicrojuris.files.wordpress.com/2014/06/grojaschavezsituacionambbasura.doc>
- Seminario, R., & Tineo, A. (2018). Gestión de residuos solidos de un hipermercado local. *Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas*. Piura, Piura, Perú: Universidad de Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/3819>
- SUNARP. (4 de Agosto de 2018). *Post: Superintendencia Nacional de los Registros Públicos*. Obtenido de Superintendencia Nacional de los Registros Públicos: <https://www.sunarp.gob.pe/PRENSA/inicio/post/2018/08/03/constituye-tu-empresa-en-seis-pasos>
- Telemetro.com. (26 de Marzo de 2019). *Telemetro.com*. Obtenido de <https://www.telemetro.com/nacionales/2019/03/26/uso-plastico-reciclable-asfalticas-aprobado/1044756.html>
- Trabajo, M. d. (02 de Noviembre de 2017). *Ministerio de Producción y Trabajo*. Obtenido de <http://easy-brick.com/>

