

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INVERSA APLICANDO LA METODOLOGÍA DESIGN THINKING PARA DESARROLLAR VENTAJA COMPETITIVA SOSTENIBLE EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA EN AREQUIPA AL 2021”

Tesis presentada por la bachiller:

Troncoso Dueñas Maria Fernanda

Para optar el Título profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Ing. Llaza Loayza Marco Antonio

Arequipa - Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA INDUSTRIAL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 01 de Agosto del 2021

Dictamen: 000782-C-EPII-2021

Visto el borrador del expediente 000782, presentado por:

2014170042 - TRONCOSO DUEÑAS MARIA FERNANDA

Titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INVERSA APLICANDO LA METODOLOGÍA
DESIGN THINKING PARA DESARROLLAR VENTAJA COMPETITIVA SOSTENIBLE EN
UNA EMPRESA EMBOTELLADORA EN AREQUIPA AL 2021**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1151 - LLAZA LOAYZA MARCO
ANTONIODICTAMINADOR**



**1341 - TICSE VILLANUEVA
EDWING JESUSDICTAMINADOR**



**2104 - MONTOYA DELGADO LUIS
AMADORDICTAMINADOR**



DEDICATORIA

A mi madre por ser mi soporte y motivación, y porque gracias a ella soy la persona que soy hoy en día.

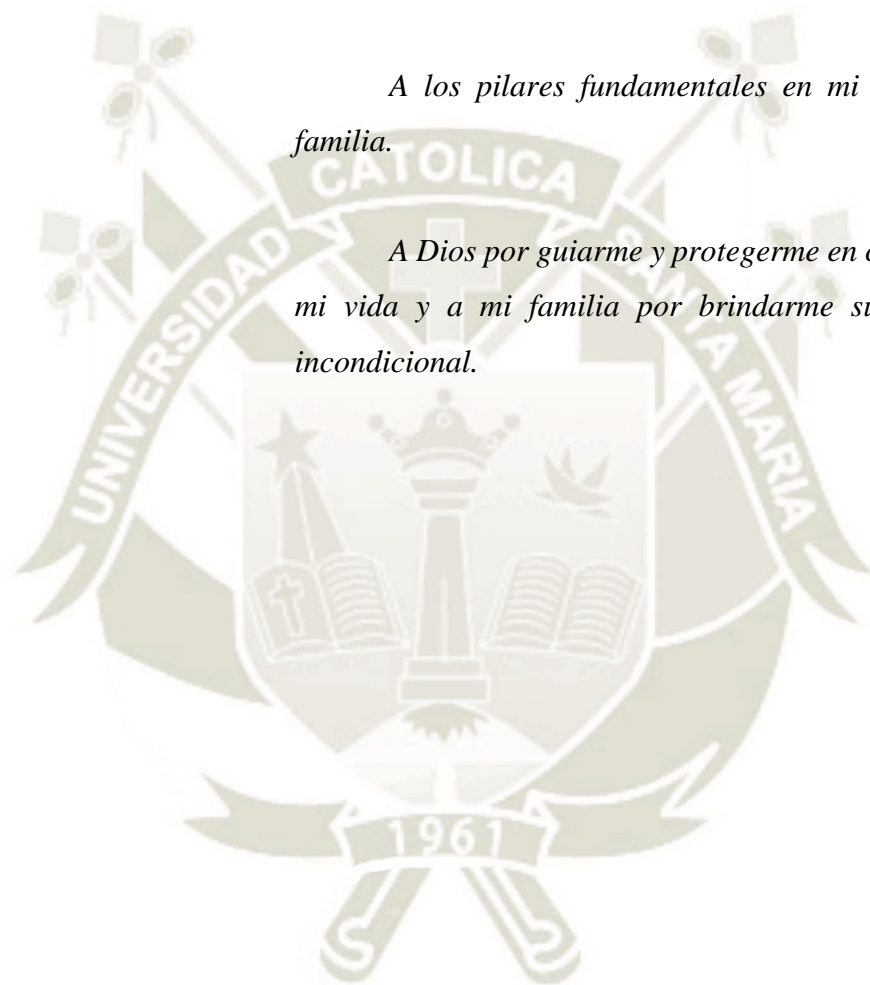
A mi padre por ser mi inspiración en ingenio, fuerza y valentía y por enseñarme a vivir cada aspecto de mi vida apasionadamente.

A mis abuelos por estar siempre presentes como mi fuente de paz, paciencia y sabiduría.

AGRADECIMIENTO

A los pilares fundamentales en mi vida, Dios y mi familia.

A Dios por guiarme y protegerme en cada momento de mi vida y a mi familia por brindarme su amor y apoyo incondicional.



RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar un sistema de logística inversa para desarrollar ventaja competitiva sostenible en una empresa embotelladora y de esta manera destacar tanto en el aspecto económico, ambiental y social frente a sus competidores. Para lo cual se utilizó la metodología Design thinking basada en cinco etapas: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar.

En la primera etapa se realizó un diagnóstico de los procesos relacionados a la logística inversa que se desarrollan actualmente en la empresa. Luego en la segunda etapa se identificó el manejo ineficiente de los residuos sólidos. A continuación, en la tercera etapa se desarrolló un Brainstorming junto con los trabajadores de la embotelladora para proporcionar ideas de solución al problema. De esta manera en la cuarta etapa se diseñó un sistema de logística inversa basado en la recuperación de botellas y tapas postconsumo. Para lo cual se propone la implementación de trece módulos de rejilla y dos máquinas expendedoras inversas localizadas estratégicamente según una ruta de acopio. Además de los residuos ya mencionados, el sistema también considera los residuos sólidos generados dentro de la empresa para su segregación, almacenamiento y posterior comercialización con una Empresa Operadora de Residuos Sólidos, la cual se encargará de la valorización de los residuos mediante el reciclaje.

Finalmente, en la quinta etapa los resultados obtenidos reflejaron el desarrollo de ventaja competitiva sostenible mediante la obtención de un ingreso mensual de S./1.297.44 por la comercialización de los residuos de plástico, los cuales representan un incremento del 80% en relación al ingreso actual. Asimismo, la evaluación ambiental refleja un 89.29% de impacto ambiental positivo, con un incremento del 60% de la cantidad de envases postconsumo recuperados, lo cual se evitará la emisión de gases de efecto invernadero en su degradación o la formación de microplásticos. Finalmente se genera un impacto social efectivo al promover un consumo responsable, en donde las máquinas expendedoras inversas juegan un rol importante al potenciar la predisposición por el reciclaje y por último la empresa transmite una buena imagen al actuar con Responsabilidad Social Empresarial.

Palabras clave: Logística inversa, ventaja competitiva, Design thinking, residuos sólidos, reciclaje.

ABSTRACT

The present research aims to design a reverse logistics system to develop sustainable competitive advantage in a bottling company and in this way stand out both in the economic, environmental and social aspects compared to its competitors. For which the Design thinking methodology based on five stages was used: empathize, define, devise, prototype and evaluate.

In the first stage, a diagnosis of the processes related to reverse logistics that are currently being developed in the company was carried out. Then, in the second stage, inefficient solid waste management was identified. Then, in the third stage, a Brainstorming was developed together with the bottling plant workers to provide ideas for solutions to the problem. In this way, in the fourth stage, a reverse logistics system was designed based on the recovery of post-consumer bottles and caps. For which the implementation of thirteen grid modules and two inverse vending machines strategically located according to a collection route is proposed. In addition to the aforementioned waste, the system also considers the solid waste generated within the company for its segregation, storage and subsequent commercialization with a Solid Waste Operating Company, which will be in charge of the recovery of the waste through recycling.

Finally, in the fifth stage, the results obtained reflected the development of a sustainable competitive advantage by obtaining a monthly income of S./1,297.44 from the commercialization of plastic waste, which represents an increase of 80% in relation to income current. Likewise, the environmental evaluation reflects an 89.29% positive environmental impact, with an increase of 60% in the amount of post-consumer packaging recovered, which will avoid the emission of greenhouse gases in their degradation or the formation of microplastics. Finally, an effective social impact is generated by promoting responsible consumption, where reverse vending machines play an important role by enhancing the predisposition for recycling and finally the company transmits a good image by acting with Corporate Social Responsibility.

Keywords: Reverse logistics, competitive advantage, Design thinking, solid waste, recycling.

INDICE GENERAL

RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. DEFINICIÓN DEL TRABAJO	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1. <i>Antecedentes del problema.....</i>	<i>1</i>
1.1.2. <i>Formulación del Problema.....</i>	<i>4</i>
1.1.3. <i>Sistematización del problema.....</i>	<i>4</i>
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	<i>4</i>
1.2.2. <i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>4</i>
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	5
1.3.1. <i>Justificación Teórica</i>	<i>5</i>
1.3.2. <i>Justificación Práctica.....</i>	<i>5</i>
1.3.3. <i>Justificación Social.....</i>	<i>6</i>
1.3.4. <i>Justificación Metodológica.....</i>	<i>7</i>
1.3.5. <i>Justificación personal.....</i>	<i>7</i>
1.4. HIPÓTESIS	7
1.5. VARIABLES E INDICADORES.....	7
1.5.1. <i>Variables.....</i>	<i>7</i>
1.5.2. <i>Operacionalización de variables.....</i>	<i>8</i>
1.6. DELIMITACIONES	9
1.7. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	9
1.7.1. <i>Enfoque y nivel de investigación</i>	<i>9</i>
1.7.2. <i>Diseño de investigación.....</i>	<i>9</i>
1.7.3. <i>Levantamiento de información</i>	<i>10</i>
2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	13
2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i>	<i>13</i>

2.1.2. Antecedentes Nacionales	14
2.1.3. Antecedentes Locales.....	15
2.2. ANTECEDENTES DE LA LOGÍSTICA INVERSA.....	15
2.3. LA LOGÍSTICA INVERSA.....	16
2.3.1. Objetivos de la aplicación de logística inversa.....	17
2.3.2. Ventajas de la logística inversa.....	18
2.3.3. Procesos de logística inversa	18
2.3.4. Las 10 R.....	20
2.3.5. Clasificación de los sistemas de logística inversa según la gestión desarrollada	22
2.3.6. Clasificación de los sistemas de logística inversa según quien lo desarrolla. 23	
2.3.7. Clasificación de los sistemas de logística inversa según la fase de vida útil del producto recuperado	26
2.3.8. Problemática en el diseño de un sistema de logística inversa	26
2.4. LA LOGÍSTICA INVERSA EN LA CADENA DE VALOR.....	29
2.5. LA LOGÍSTICA INVERSA Y LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL	30
2.5.1. Responsabilidad Extendida del Productor (REP).....	30
2.6. SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LOGÍSTICA INVERSA.....	31
2.7. ECONOMÍA CIRCULAR.....	32
2.8. VENTAJA COMPETITIVA A TRAVÉS DE LA LOGÍSTICA INVERSA	32
2.8.1. Variables causantes de la competitividad sostenible	33
2.9. DESIGN THINKING	35
2.9.1. Etapas de Design Thinking.....	35
2.9.2. Herramientas para el desarrollo de Design Thinking.....	37
2.10. MARCO LEGAL.....	40
2.10.1. Decreto legislativo N 1278, Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos .. 40	
2.11. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	43
2.11.1. Norma Técnica Peruana 900.058:2019	43
2.11.2. Aplicación del código de colores.....	44
3. METODOLOGÍA DESIGN THINKING	46
3.1. ETAPA 1: EMPATIZAR.....	46

3.1.1. <i>La empresa</i>	46
3.1.2. <i>Principales productos</i>	48
3.1.3. <i>Proveedores</i>	48
3.1.4. <i>Mapa de procesos</i>	49
3.1.5. <i>Procesos principales</i>	50
3.1.1. <i>Identificación del problema</i>	59
3.2. ETAPA 2: DEFINIR.....	61
3.2.1. <i>Análisis FODA</i>	61
3.2.2. <i>Árbol de Problemas</i>	63
3.3. ETAPA 3: IDEAR	67
3.3.1. <i>Brainstorming</i>	67
3.3.2. <i>Matriz Impacto vs Esfuerzo</i>	72
3.4. ETAPA 4: PROTOTIPAR.....	73
3.4.1. <i>Propuesta inicial para el Sistema de logística inversa</i>	73
3.4.2. <i>Segunda propuesta para el Sistema de logística inversa</i>	77
3.4.3. <i>Selección del Sistema de Logística Inversa</i>	79
3.4.4. <i>Diagrama de Análisis del Proceso</i>	80
3.4.5. <i>Selección de procesos alineados a la Logística Inversa</i>	82
3.4.6. <i>Estudio de Mercado</i>	83
3.4.7. <i>Recuperación objetivo</i>	88
3.4.8. <i>Módulos de acopio</i>	91
3.4.9. <i>Capacidad de carga para recolección</i>	97
3.4.10. <i>Factores de localización de puntos de acopio</i>	97
3.4.11. <i>Diseño de la red de acopio</i>	101
3.4.12. <i>Ubicación del almacén de residuos</i>	119
3.4.13. <i>Layout del almacén de residuos</i>	121
3.4.14. <i>Planificación de la propuesta</i>	123
3.5. ETAPA 5: EVALUAR	125
3.5.1. <i>Evaluación económica</i>	125
3.5.2. <i>Evaluación ambiental</i>	134
3.5.3. <i>Estrategia de diferenciación</i>	148
3.5.4. <i>Evaluación de la eficiencia en el manejo de residuos en el sistema actual y propuesto</i>	150

CONCLUSIONES	153
RECOMENDACIONES	155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variable independiente	8
Tabla 2 Operacionalización de variable dependiente	8
Tabla 3 Clasificación del sistema de logística inversa según quien lo desarrolla	25
Tabla 4 Ventaja competitiva de la logística inversa	33
Tabla 5 Herramientas a utilizar en el desarrollo de la metodología Design Thinking	37
Tabla 6 Obligaciones del generador no municipal según la Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos.....	41
Tabla 7 Recolección y transporte de Residuos Sólidos no municipales según la Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos	42
Tabla 8 Valorización de Residuos Sólidos no municipales según la Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos.....	42
Tabla 9 Código de colores para la segregación de residuos sólidos.....	45
Tabla 10 Recuperación objetivo mensual según el tipo de residuos sólidos.....	48
Tabla 11 Matriz FODA.....	62
Tabla 12 Resultados del Brainstorming.....	68
Tabla 13 Matriz Impacto vs Esfuerzo.....	72
Tabla 14 Empresas Operadoras de Residuos Sólidos.....	83
Tabla 15 Precio de comercialización de Residuos Sólidos	84
Tabla 16 Población en la ciudad de Arequipa	85
Tabla 17 Residuos domiciliarios de envases PET en Arequipa	87
Tabla 18 Compra de suministros del año 2018 al 2021.....	89
Tabla 19 Valor de adquisición de suministros del año 2018 al 2021	89
Tabla 20 Compra de suministros de plástico al 2021	90
Tabla 21 Porcentaje de recuperación según el tipo de residuos sólidos	90
Tabla 22 Recuperación objetivo según el tipo de residuos sólidos	91
Tabla 23 Volumen en los módulos de acopio en base a botellas PET de 1.5 L.	96
Tabla 24 Ubicaciones propuestas para los módulos de acopio.....	98
Tabla 25 Método de factores ponderados para la localización en Yanahuara.....	101
Tabla 26 Método de factores ponderados para la localización en Cayma.....	103
Tabla 27 Método de factores ponderados para la localización en Cerro Colorado	104
Tabla 28 Método de factores ponderados para la localización en Arequipa	106

Tabla 29 Método de factores ponderados para la localización en Paucarpata	107
Tabla 30 Método de factores ponderados para la localización en José Luis Bustamante y Rivero	108
Tabla 31 Método de factores ponderados para la localización en Jacobo Hunter.....	110
Tabla 32 Distribución de los módulos de acopio en la ciudad de Arequipa.....	111
Tabla 33 Distancia entre embotelladora y puntos de acopio	112
Tabla 34 Recorridos para la recuperación en puntos de acopio.	115
Tabla 35 Primer recorrido en la ruta de acopio	116
Tabla 36 Segundo recorrido en la ruta de acopio	118
Tabla 37 Costos para la implementación del Sistema de Logística Inversa.....	127
Tabla 38 Flujo del proyecto.....	129
Tabla 39 Flujo del proyecto en escenario optimista.....	131
Tabla 40 Flujo del proyecto en escenario pesimista.....	133
Tabla 41 Actividades de la propuesta del Sistema de Logística Inversa.....	135
Tabla 42 Componentes y factores ambientales	136
Tabla 43 Criterios para la Evaluación Ambiental.....	137
Tabla 44 Tipo de Impacto Ambiental.....	140
Tabla 45 Nivel de significancia para el tipo de impacto ambiental.....	140
Tabla 46 Matriz de calificación de tipo y significancia de los posibles impactos ambientales del Sistema de Logística Inversa	141
Tabla 47 Relación entre cantidad de residuos de plástico generados y recuperados.....	145
Tabla 48 Relación entre el tiempo de degradación y recuperación de los residuos de plástico	145
Tabla 49 Emisión de CO2 para la producción de suministros de plástico virgen	146
Tabla 50 Emisión de Kg de CO2 por el reciclaje de residuos de plástico.....	147
Tabla 51 Variación porcentual en la emisión de CO2 por reciclaje de residuos de plástico	147
Tabla 52 Puntaje para localización de puntos de acopio segun factores	149
Tabla 53 Costos de adquisición de suministros de plástico.....	150
Tabla 54 Ingresos provenientes de la comercialización actual de residuos de plástico	150
Tabla 55 Ingresos provenientes de la comercialización propuesta de residuos de plástico	151

Tabla 56 Variación porcentual de costo total anual de adquisición de suministros de plástico	151
Tabla 57 Variación porcentual en ingresos y cantidad.....	152
Tabla 58 Resumen de la Matriz de Vester.....	167
Tabla 59 Listado de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas en la ciudad de Arequipa	168
Tabla 60 Unidades por peso de preforma PET.....	174
Tabla 61 Peso total de PET.....	174
Tabla 62 Valor de PET en S/.....	175
Tabla 63 Unidades de tapas PP.....	175
Tabla 64 Peso total de PP	175
Tabla 65 Valor de tapas PP en S/.....	176
Tabla 66 Peso total de láminas termocontraíbles	176
Tabla 67 Valor de láminas termocontraíbles en S/.....	176
Tabla 68 Residuos de preformas	177
Tabla 69 Residuos de botellas	177
Tabla 70 Residuos de tapas	178
Tabla 71 Residuos de láminas termocontraíbles	178
Tabla 72 Primer recorrido de acopio	180
Tabla 73 Segundo recorrido de acopio	181
Tabla 74 Matriz de criterios de calificación para la Importancia y Magnitud de los posibles impactos ambientales del Sistema de Logística Inversa.....	189
Tabla 75 Matriz de criterios de calificación para la Importancia y Magnitud de los posibles impactos ambientales del Sistema de Logística Inversa.....	190
Tabla 76 Matriz de criterios de calificación para la Importancia y Magnitud de los posibles impactos ambientales del Sistema de Logística Inversa.....	191
Tabla 77 Matriz de importancia y magnitud de los posibles impactos ambientales del Sistema de Logística Inversa.....	192
Tabla 78 Control de residuos sólidos	199
Tabla 79 Registro de residuos de plástico generados en la empresa	200
Tabla 80 Registro de residuos de plástico recuperados	201
Tabla 81 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Yanahuara	202
Tabla 82 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Cayma	202

Tabla 83 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Cerro Colorado.....	202
Tabla 84 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en el distrito Arequipa.....	203
Tabla 85 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Paucarpata	203
Tabla 86 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Jose Luis Bustamante y Rivero	203
Tabla 87 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Hunter.....	204
Tabla 88 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Vivero municipal	205
Tabla 89 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en la Plaza de Armas de Arequipa	205
Tabla 90 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en la Biblioteca municipal	205
Tabla 91 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en la Municipalidad Provincial de Arequipa	206
Tabla 92 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Parque de Tingo.....	206
Tabla 93 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Palacio de Bellas Artes ..	206
Tabla 94 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en la Plaza 15 de agosto	207
Tabla 95 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Coliseo Arequipa	207
Tabla 96 Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Parque Libertad de Expresión	207
Tabla 97 Actividades para la campaña de reciclaje.....	208

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procesos de la logística inversa.....	20
Figura 2 Las 10 R	21
Figura 3 Representación del manejo de inventarios en la Logística Inversa.....	29
Figura 4 Organigrama.....	47
Figura 5 Mapa de procesos	49
Figura 6 Flujograma de la logística de entrada.....	52
Figura 7 Flujograma de la logística de salida	53
Figura 8 Almacenamiento de botellas	55
Figura 9 Ingreso manual de botellas al Triblock	56
Figura 10 Flujograma del proceso de producción y soplado.....	57
Figura 11 Flujograma del proceso de producción y soplado.....	58
Figura 12 Flujograma de las actividades relacionadas a la logística inversa	59
Figura 13 Almacenamiento de residuos de plástico	60
Figura 14 Árbol de problemas	65
Figura 15 Brainstorming para sistema de logística inversa.....	69
Figura 16 Reunión para el Brainstorming	71
Figura 17 Flujograma para reincorporación de envases provenientes de devoluciones al proceso productivo	76
Figura 18 Diagrama de Análisis del Proceso.....	81
Figura 19 Población por distrito de Arequipa.....	86
Figura 20 Residuos domiciliarios de plástico PET generado por distrito en Arequipa.....	88
Figura 21 Ingreso de botellas en la máquina expendedora inversa	92
Figura 22 Sistema de impresión de cupones en máquina expendedora inversa	93
Figura 23 Máquina expendedora inversa H-1	94
Figura 24 Módulo de acopio con rejillas	95
Figura 25 Distancia entre empresa Economax	102
Figura 26 Distancia entre empresa y Metro.....	102
Figura 27 Distancia entre empresa y Real Plaza	103
Figura 28 Distancia entre empresa y Mall Plaza	104
Figura 29 Distancia entre empresa y Mall Arequipa Center	105

Figura 30 Distancia entre empresa y Promart.....	105
Figura 31 Distancia entre empresa y Mercado San Camilo	106
Figura 32 Distancia entre empresa y Mall Parque Lambramani	107
Figura 33 Distancia entre empresa y Mall Aventura Plaza	108
Figura 34 Distancia entre empresa y la Plataforma Comercial Andrés Avelino Cáceres .	109
Figura 35 Distancia entre empresa y el Mega Centro Comercial Mi Mercado	109
Figura 36 Distancia entre empresa y el Terminal Terrestre	110
Figura 37 Distancia entre puntos de acopio.....	113
Figura 38 Tiempo entre puntos de acopio	113
Figura 39 Ahorro de distancia entre puntos de acopio	114
Figura 40 Primer recorrido para la recuperación en puntos de acopio	117
Figura 41 Segundo recorrido para la recuperación en puntos de acopio	118
Figura 42 Ubicación propuesta para el almacén de residuos sólidos	120
Figura 43 Layout del almacén de residuos sólidos.....	122
Figura 44 Diagrama de Gantt	123
Figura 45 Diagrama de Gantt	124
Figura 46 Tipo de impacto ambiental para la propuesta del Sistema de Logística Inversa	142
Figura 47 Matriz de Vester para la selección del sistema de logística inversa.....	166
Figura 48 Ahorros de mayor a menor.....	179
Figura 49 Recorrido de empresa a Mall Parque Lambramani	182
Figura 50 Recorrido de Mall Parque Lambramani y Mall Aventura Plaza	182
Figura 51 Recorrido de Mall Aventura Plaza a Plataforma Andres Avelino Caceres.....	183
Figura 52 Recorrido de Plataforma Andres Avelino Cáceres a Mega Centro Comercial Mi Mercado	183
Figura 53 Recorrido de Mega Centro Comercial Mi Mercado a Terminal Terrestre.....	184
Figura 54 Recorrido de Terminal Terrestre a Mercado San Camilo	184
Figura 55 Recorrido de Mercado San Camilo a empresa	185
Figura 56 Recorrido de la empresa a Metro de Yanahuara	185
Figura 57 Recorrido de Metro de Yanahuara a Mall Plaza Cayma	186
Figura 58 Recorrido de Mall Plaza Cayma a Real Plaza.....	186
Figura 59 Recorrido de Real Plaza a Economax	187
Figura 60 Recorrido de Economax a Promart	187

Figura 61 Recorrido de Promart a Arequipa Center..... 188
Figura 62 Recorrido de Arequipa Center a empresa 188



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos	162
Anexo 2 Matriz de Vester.....	166
Anexo 3 Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas en Arequipa	168
Anexo 4 Compra de suministros de plástico por año al 2021	174
Anexo 5 Generación de residuos de plástico.....	177
Anexo 6 Ahorros de distancia de mayor a menor.....	179
Anexo 7 Recorridos en ruta de acopio.....	180
Anexo 8 Recorrido entre puntos de acopio.....	182
Anexo 9 Cálculo de Importancia y Magnitud de los impactos ambientales.....	189
Anexo 10 Procedimiento para el manejo de residuos sólidos	193
Anexo 11 Formato para el registro de residuos sólidos.....	199
Anexo 12 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en la campaña de reciclaje propuesta.....	202
Anexo 13 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en la campaña "Reciclatón" ..	205
Anexo 14 Fases y actividades para la Campaña de reciclaje.....	208

INTRODUCCIÓN

Las consecuencias derivadas de la contaminación ambiental por plástico son una realidad alarmante, y que debido a que en los últimos 10 años su producción se ha incrementado, es indispensable enfatizar en la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) para el desarrollo sostenible en las empresas.

La RSE es un compromiso que las organizaciones asumen para beneficiar a su entorno por medio de sus operaciones, de esta manera nace la interrogante ¿De qué manera una empresa embotelladora puede actuar con RSE frente al problema de la contaminación? La respuesta es mediante la Logística Inversa ya que se encarga del retorno de sus productos al final de la cadena de abastecimiento para reutilizarlos, reciclarlos o eliminarlos de manera adecuada. Además, se encarga de la valorización de sus residuos mediante la comercialización con Empresas Operadoras de Residuos Sólidos.

Por lo tanto, se planteó un sistema de logística inversa para la empresa embotelladora, basado en la recuperación de botellas y tapas en módulos de acopio y la segregación de sus residuos sólidos en las instalaciones de la organización. Para lo cual la presente investigación está conformada por los siguientes capítulos:

Capítulo I: Definición del trabajo, el capítulo está conformado por los antecedentes del problema, la descripción y formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación, hipótesis, variables, delimitaciones del proyecto y el planteamiento metodológico.

Capítulo II: Marco teórico: Este capítulo está compuesto por antecedentes nacionales e internacionales y el marco teórico donde se desarrolló teóricamente conceptos de logística, cadena de suministro, logística inversa, cadena de valor, responsabilidad social empresarial, economía circular, ventaja competitiva, Design Thinking y el marco legal para residuos sólidos en el Perú.

Capítulo III: Metodología Design Thinking: Se desarrolló el diagnóstico de la situación actual en la etapa empatizar, asimismo se identificó el problema en la etapa de definir, se generó opciones de solución al problema en la etapa de idear y se diseñó prototipos de la propuesta del sistema de logística inversa, finalmente se evaluó la propuesta en el aspecto económico y ambiental.

Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones, alineadas con los objetivos del diseño del sistema de logística inversa para desarrollar ventaja competitiva



CAPÍTULO I

1. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Antecedentes del problema

Las organizaciones suelen pensar que la gestión de los residuos es un problema del cual deben encargarse terceros, y estas creencias no solo contribuyen a la contaminación, sino también son una barrera para convertir la gestión de residuos en una oportunidad para generar ventaja competitiva según (Porter y Van Der Linde, 1995).

La problemática actual para la recuperación del plástico en la logística inversa, se origina debido a que los residuos de plástico poseen un valor muy bajo en el mercado, a comparación de otros por ejemplo el papel, fierro, vidrio y aluminio. Por otro lado la informalidad de los recicladores y el hecho de que no puedan emitir facturas, es un impedimento para la venta de residuos a la empresa encargada de su tratamiento.

Asimismo la falta de conocimiento sobre los procesos de logística inversa, la dificultad para la recuperación de residuos postconsumo, la falta de tecnología, y otros factores, son algunos de los limitantes para la creación de alianzas entre los miembros involucrados en esta nueva cadena de suministro.

Cabe señalar que Radio Programas del Perú (RPP, 2020) refiere que según la ministra del Ambiente, Fabiola Muñoz, solo el 4% del total de toneladas de plástico son recicladas para producir envases nuevos, el resto suele terminar en rellenos sanitarios, lo cual es paradójico ya que el PET (polyethylene terephthalate), que es un plástico comúnmente usado para envases de bebidas, es la resina que posee las características precisas para ser reciclado.

Sin mencionar el hecho de que Semana Sostenible (2016) precisa que se requieren 24 millones de galones de petróleo para producir mil millones de

botellas el plástico, de manera que los recursos necesarios para su producción, la acelerada demanda del PET y el tiempo que requiere este para degradarse, enfatiza la importancia de su reciclaje para garantizar el desarrollo sostenible.

1.1.1.1. Descripción del Problema

A continuación, se contextualiza la organización en la cual se va desarrollar la presente investigación. Dicha empresa es una embotelladora que se dedica a la producción y comercialización de bebidas en todo el Perú.

Asimismo, la información obtenida sobre las características y procesos que se desarrollan en la embotelladora son de fuente primaria derivadas de la observación de la investigadora durante el periodo laborado, además se tuvo una reunión con el Jefe de logística quien señala que actualmente se cuenta con algunos procesos relacionados a la logística inversa, sin embargo no se encuentran estandarizados ni documentados y presentan las deficiencias detalladas a continuación:

Para empezar, debido al proceso de producción se generan diversos residuos, entre esos se encuentran las preformas, botellas, tapas, láminas termocontraíbles, etiquetas, cartón, pallets, entre otros.

Y debido que la empresa genera residuos principalmente de plástico, el análisis se basará en el PET de las botellas, el PP (Polipropileno) de las tapas y finalmente el PEBD (Polietileno de Baja Densidad) de las láminas termocontraíbles, ya que son los residuos que se generan en mayor proporción en el proceso de producción, es decir en el soplado, envasado y empaquetado.

De esta manera, las actividades relacionadas con la gestión de residuos, inician con la agrupación de preformas, botellas, tapas y láminas termocontraíbles que presentan fallas en el control de calidad correspondiente a cada proceso.

Por otro lado también se realiza la recuperación del producto que no logro ser comercializado en ciertos puntos de venta y en ocasiones la recuperación de tapas

por medio de campañas de fidelización con el cliente, sin embargo al presente no se efectúa la recuperación de botellas postconsumo.

Luego de la recuperación y agrupación de residuos, se realiza la clasificación y pesaje correspondiente según el tipo de plástico para su venta a recicladores informales.

Finalmente, después de que los residuos son recuperados, agrupados y clasificados, se trasladan al área de almacenamiento, ubicado en el cuarto piso, en donde al llegar a un volumen considerable se contacta con un reciclador informal, el cual no cuenta con la autorización para el transporte y comercialización de residuos.

Cabe mencionar que el material de embalaje de suministros, es desechado junto con otros residuos sólidos sin ningún tipo de segregación y en pocas ocasiones se devuelven a los proveedores, debido a que no se ha establecido una alianza clara en este aspecto.

Por otra parte, los productos derivados de devoluciones son considerados directamente un residuo, ya que no se realiza ningún proceso para su reincorporación al proceso de productivo.

En síntesis, continuar con la ausencia de un sistema de logística inversa en la embotelladora significaría operar sin un plan para desarrollar ventaja competitiva, de manera que los competidores podrían superar fácilmente a la empresa. Es por eso que el diseño un sistema de logística inversa es una buena alternativa para mejorar el desempeño económico, social y ambiental de la embotelladora, mediante el reaprovechamiento de los residuos para su correcta disposición.

En otras palabras, la logística inversa es la oportunidad para generar una buena imagen de la empresa, mediante el cumplimiento de la legislación ambiental que aplica a los residuos de plástico generados por sus actividades y la difusión de su compromiso por mitigar el impacto ambiental, y por consiguiente para fomentar la conciencia de desarrollo sostenible en sus proveedores y clientes.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Es posible generar ventaja competitiva sostenible mediante el diseño de un sistema de logística inversa aplicando la metodología Design Thinking en una empresa embotelladora en Arequipa al 2021?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cómo se presenta la situación actual de los procesos relacionados a un sistema de logística inversa en la embotelladora?
- ¿Cuál de los sistemas de logística inversa que existen se adecua a las necesidades de la empresa?
- ¿Cuáles son los procesos que se pueden proponer que promuevan el desarrollo económico, social y ambiental alineado a la logística inversa?
- ¿Cuál es la ventaja competitiva que desarrollará la empresa con el diseño de un sistema de logística inversa aplicando la metodología Design Thinking?
- ¿Cuál sería el impacto ambiental de la propuesta realizada?
- ¿El diseño de un sistema de logística inversa será rentable para la empresa?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de logística inversa aplicando la metodología Design Thinking para desarrollar ventaja competitiva sostenible en una empresa embotelladora en Arequipa al 2021.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico actual de los procesos relacionados a un sistema de logística inversa en la embotelladora.

- Determinar que tipo de sistema de logística inversa se adecua a las necesidades de la empresa.
- Proporcionar procesos que promuevan el desarrollo económico, social y ambiental alineados a la logística inversa.
- Establecer la ventaja competitiva que desarrollará la empresa con el diseño de un sistema de logística inversa aplicando la metodología Design Thinking.
- Efectuar una evaluación de impacto ambiental de la propuesta realizada.
- Efectuar una evaluación económica de la propuesta realizada.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.3.1. Justificación Teórica

Mediante la presente investigación se pretende, hacer notar la relevancia de la creación de procesos que fomenten el desarrollo económico, social y ambiental de la empresa, esta sustentabilidad es un aspecto que puede integrarse a la cadena de suministro, lo que se conoce como Sustainable Supply Chain Management (SSCM).

Así como Camacho, Gómez y Monroy (2012) mencionan debido a la globalización las empresas deben estar preparadas y ser más flexibles ante los cambios constantes del mercado, la tecnología y las leyes de protección ambiental.

Considerando lo antes mencionado, se considera importante dar a conocer algunos conceptos para que las empresas conozcan sobre la logística inversa y de esta forma transformen estos conocimientos en mejores prácticas para optimizar sus procesos y ser más competitivos en el mercado actual que demanda productos y procesos verdes.

1.3.2. Justificación Práctica

Mediante el diseño de un sistema de logística inversa la empresa tendrá las herramientas para realizar una retroalimentación de sus procesos y de esta manera

desarrollar una ventaja competitiva sostenible, por medio del consumo responsable de los clientes, la creación de conciencia ambiental en los trabajadores y proveedores y finalmente optimizando el desempeño económico de la empresa.

Además, poco a poco se promulgan nuevas leyes que promueven el desarrollo sostenible, por lo que la aplicación proactiva de prácticas alineadas a logística inversa significaría adelantarse a las exigencias legales futuras.

1.3.3. Justificación Social

El alcance social considera a todos los stakeholders involucrados en el impacto que genera la empresa, puesto que las exigencias externas comprometidas con el medio ambiente son cada vez mayores.

De ahí que el tema de la presente investigación posee gran relevancia en el aspecto social debido a los beneficios actuales y futuros que derivan de la aplicación de la logística inversa.

De esta forma la logística inversa establece una comunicación óptima con los clientes, debido a que se crean campañas de fidelización por medio diversas dinámicas para la recuperación de sus residuos. Además la logística inversa se convierte en estrategia para elaborar y fortalecer las relaciones con empresas relacionadas a la recuperación y transformación de estos residuos.

Por otro lado genera una buena imagen empresarial y de los productos demostrando su compromiso con el medio ambiente, lo cual es muy favorable ya que hoy en día los clientes prefieren productos eco amigables.

Por último las mejoras evidenciadas en el cumplimiento de los objetivos de la embotelladora, puede servir como referente para otras empresas que decidan aplicar benchmarking.

1.3.4. Justificación Metodológica

La utilidad de la presente investigación está presente en la propuesta de un sistema de logística inversa que podría adaptarse fácilmente a cualquier sector organizacional.

Esto se evidencia en la aplicación de este sistema en diversas empresas exitosas a nivel mundial, por lo que queda demostrado el alto valor que puede aportar en una organización dispuesta a incrementar su ventaja competitiva en el mercado, de la mano de un desarrollo sostenible.

1.3.5. Justificación personal

La presente investigación permitirá a la tesista poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial y finalmente obtener el título profesional.

1.4. HIPÓTESIS

El diseño de un sistema de logística inversa aplicando la metodología Design Thinking, permitirá desarrollar ventaja competitiva sostenible en la empresa embotelladora.

1.5. VARIABLES E INDICADORES

1.5.1. Variables

- Variable independiente: Sistema de logística inversa
- Variable dependiente: Ventaja competitiva sostenible

1.5.2. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	SUBINDICADORES
Sistema de logística inversa	Recuperación de residuos de plástico	Peso de botellas recuperadas Peso de tapas recuperadas
	Generación de residuos de plástico	Peso de residuos de PET generados Peso de residuos de PP generados Peso de residuos de PEBD generados
	Comercialización de residuos de plástico	Precio de compra por kg de cada tipo de residuo de plástico

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	SUBINDICADORES
Ventaja competitiva sostenible	Impacto ambiental/social	% de impacto ambiental/social positivo
		Relación entre cantidad de residuos generados y recuperados
		Tiempo de degradación y recuperación de residuos
	Rentabilidad	Kilogramos de CO2 emitido VAN, TIR, B/C
	Estrategia de diferenciación	Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en comparación con el "Reciclatón" Cantidad de módulos de acopio de rejilla en comparación con el "Reciclatón" Variedad y novedad en módulos de acopio propuestos

Fuente: Elaboración propia

1.6. DELIMITACIONES

Para la realización de la presente tesis la investigadora considera que la realidad que estamos enfrentando debido a la pandemia, genera algunas limitaciones en relación a la cantidad de personas que se pueden entrevistar en la empresa, por lo que se optó por consultar a la menor cantidad de personas que dispongan de mayor información.

Y finalmente la disponibilidad limitada de tiempo para permanecer dentro de la empresa en ciertos de los procesos, por factores externos como seguridad.

1.7. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.7.1. Enfoque y nivel de investigación

La presente investigación posee un enfoque cuantitativo ya que mediante la Metodología Design Thinking se desarrollará un diagnóstico de la información y procesos actuales de la empresa, para lo cual en base a la información obtenida y los indicadores cuantitativos de logística inversa y ventaja competitiva sostenible, se desarrollará un modelo de sistema de logística inversa de acuerdo de las necesidades de la empresa.

Asimismo, es de nivel descriptivo ya que se analizará y observará la realidad de la empresa, más no se intervendrá de manera directa.

1.7.2. Diseño de investigación

Esta investigación es del tipo no experimental, debido a que únicamente se pretende analizar la realidad actual de los procesos relacionados a la logística inversa que se desarrollan en la empresa embotelladora.

Además, es de corte transversal ya que la información se recopilará en un único periodo de tiempo, para posteriormente realizar el diseño del sistema de logística inversa para la empresa.

1.7.3. Levantamiento de información

1.7.3.1. Técnicas

Debido a que la presente investigación es de tipo Documental y de campo, se empleará técnicas de observación directa en los diferentes procesos relacionados a un sistema de logística inversa, además se realizarán reuniones con el personal y revisión de los documentos pertinentes para la recolección de datos.

1.7.3.2. Instrumentos

Se aplicó distintas herramientas según las etapas de la metodología Desing Thinking, como se muestra a continuación:

Para la etapa de empatizar se elaboró diagramas de flujo para comprender cuales eran los principales problemas de los procesos relacionados a la logística inversa:

- a) Diagrama de flujo del proceso de logística
- b) Diagrama de flujo del proceso de soplado y producción

Para la etapa de definir, los siguientes instrumentos ayudaron a delimitar el problema:

- a) Matriz FODA
- b) Árbol de problemas

Para la etapa de idear, se utilizó instrumentos para proponer diferentes soluciones al problema identificado, para esto se aplicó:

- a) Brainstorming
- b) Matriz Impacto vs. Esfuerzo

Asimismo para la etapa de prototipar, se aplicó los siguientes instrumentos:

- a) Diagrama de flujo
- b) Diagrama de Análisis del Proceso
- c) Método de localización por factores ponderados
- d) Método de ahorros
- e) Diagrama de Gantt

Finalmente, para la etapa de evaluar se aplicó:

- a) Matriz de Leopold y Conesa

1.7.3.3. Procesamiento de la información

Para empezar, se realizará un diagnóstico de los procesos relacionados a la logística inversa existentes en la empresa.

Posteriormente se hará un análisis de la información recolectada para proceder con el diseño del sistema de logística inversa de acuerdo a las necesidades de la empresa y utilizando diferentes herramientas de ingeniería.

Asimismo, se determinará cuál de estos procesos serán lo que generen ventaja competitiva para la embotelladora.

Finalmente se realizará una evaluación económica para determinar la rentabilidad de la propuesta.

1.7.3.4. Población

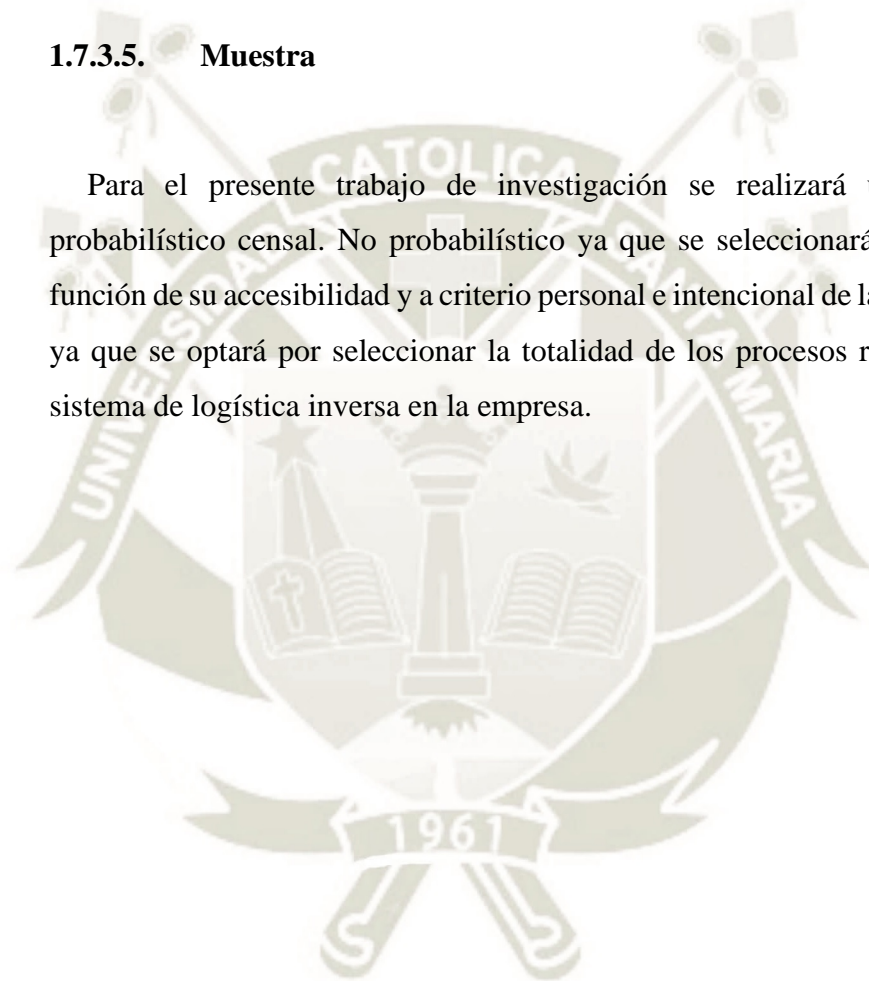
En la presente investigación la población comprende la recopilación de datos en base a los procesos relacionados a la logística inversa desarrollados por la embotelladora.

A continuación, cada uno de los procesos:

- Recuperación y agrupación.
- Clasificación.
- Almacenamiento.
- Comercialización.

1.7.3.5. Muestra

Para el presente trabajo de investigación se realizará un muestreo no probabilístico censal. No probabilístico ya que se seleccionará los procesos en función de su accesibilidad y a criterio personal e intencional de la tesista. Y censal ya que se optará por seleccionar la totalidad de los procesos relacionados a un sistema de logística inversa en la empresa.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Kagar, Pourmehdi y Paydar (2020), *Reverse logistics network design for medical waste management in the epidemic outbreak of the novel coronavirus (COVID-19)*, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran.

Desarrollaron un modelo de red logística inversa para la minimización de costos y riesgos de transporte de residuos médicos infectados provenientes de los servicios de la salud y equipos de protección personal, para controlar la expansión del COVID-19. De esta manera la investigación se basó en un modelo de programación lineal que resolvió el problema, generando un equilibrio entre las variables mencionadas, mediante la instalación de dos centros de tratamiento y la recolección de residuos no recuperados. Asimismo, presentaron información para los directivos de instituciones de la salud para el correcto manejo de residuos médicos infectados.

Arroyo, Gaytán y García (2014), *Simulación de la tasa de reciclaje de productos electrónicos. Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logística inversa*, Tecnológico de Monterrey, Toluca.

Realizaron una investigación para simular la variación de la tasa de devoluciones de equipos electrónicos y la cantidad de recuperaciones de computadoras, varían según los factores a los que están sujetos como: fase en el ciclo de vida del producto, nivel de concientización sobre la importancia del reciclaje en los clientes, aspecto legal basado en residuos electrónicos y marketing para la recuperación de productos fuera de uso. En donde los resultados de la simulación fueron básicos para determinar el factor que favorecería para recuperar

mayor cantidad de computadoras, lo cual ayudaría a reducir los residuos electrónicos, como un modelo rentable para ser aplicado por las organizaciones.

Williams (2013), *Propuesta para el uso de la logística inversa como nueva área de negocios para las empresas envasadoras de plástico en Panamá*, Universidad del Istmo, Panamá.

Propuso la logística inversa en el proceso de reciclaje de las botellas de plástico, debido a que estas son muy resistentes a diversas condiciones ambientales antes de su degradación. Comprobando que la logística inversa sería la mejor alternativa para gestionar de manera adecuada los residuos de plásticos. Además planteo la manera de financiamiento para llevar a cabo este plan, que incluye a las empresas, sociedad y el Estado para uso adecuado de los recursos y la protección del medio ambiente.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Castillo (2017), *Mejora de la gestión de logística inversa en envases de vidrio para reducción de compra de envases nuevos*, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima- Perú.

Evaluó una propuesta de mejora basada en la logística inversa, para la recuperación de botellas de gaseosas retornables de 250 ml, donde identifiqué cuatro puntos críticos para esta investigación: almacenamiento de botellas, gestión de retorno de botellas, compra de nuevas botellas e influencia de la decisión de compra de envases nuevos. Los resultados demostraron que hubo una mejora del 11 al 93% en la pérdida de envases a lo largo del periodo de estudio, además mejora en 7% de retorno de envases mensuales, se redujo la inversión en compra de envases nuevos y se encontró un 84% de envases óptimos en una evaluación de calidad. Por último se encontró una rentabilidad más alta lo que hizo a este plan altamente rentable.

Martínez y Yong (2012), *Propuesta e implementación de un sistema de trazabilidad en los procesos logísticos de un operador para mejorar el nivel de servicio en la logística inversa*, Universidad de Piura, Lima- Perú.

Realizaron una propuesta para optimizar el servicio en la empresa HIGIENC S.A. por medio de la logística inversa, utilizando como indicador a la cantidad de devoluciones presentados por el cliente con respecto a los productos farmacéuticos/cosméticos que presentan alguna falla. Para lo cual implementaron un sistema de trazabilidad que facilitó la identificación de la fase del proceso logístico donde se originó la falla, para que finalmente el encargado del área donde se origina el problema pueda solucionarlo para garantizar un buen servicio al cliente.

2.1.3. Antecedentes Locales

Castillo (2018), *Efecto de la implementación de la gestión de logística inversa en los resultados económicos y medioambientales de la empresa industrial reyemsa periodo 2017*, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa-Perú.

Quien realizó esta investigación basándose en la aplicación de la Gestión de Logística Inversa en la empresa REYEMSA, consistió en la recuperación de productos que no estaban en uso para introducirlos nuevamente como materia prima en el proceso de producción, con el objetivo de ser una empresa responsable con el medio ambiente y además lograr ventaja competitiva frente a otras empresas. Por medio de este proyecto se prueba que existen beneficios económicos para la empresa además de cumplir con la responsabilidad social que trae diversos beneficios para la sociedad.

2.2. ANTECEDENTES DE LA LOGÍSTICA INVERSA

Los antecedentes de la logística inversa van desde el inicio del desarrollo de la vida del ser humano en la tierra, ya que desde esa época el ser humano ha desarrollado actividades para satisfacer sus necesidades. Así como Valdivia (2018) refiere, la obtención de productos desechados para elaborar otros nuevos, ha sido una técnica utilizada desde

la Edad de Piedra, donde el humano utilizó las esquirlas generadas en la manufactura de sus herramientas como puntas para sus flechas.

Antes de la revolución industrial, la industria no consideraba el factor de deterioro ambiental de sus actividades. Sin embargo, poco a poco la calidad de vida ha ido mejorando y el consumo para la satisfacción de necesidades también ha evolucionado.

Y los últimos años el concepto de la logística ha desarrollado un enfoque de ventaja competitiva sostenible, lo que se traduce en el reaprovechamiento de los productos después de la satisfacción del cliente, denominado logística inversa.

En otras palabras, Vellojin, Meza y Amaya (2006) refieren que en la actualidad la logística inversa presenta la oportunidad de aprovechar económicamente aquellos productos que ya han satisfecho las necesidades de los clientes o el su defecto no han podido hacerlo; por medio de la recuperación de materiales y producto.

2.3. LA LOGÍSTICA INVERSA

El crecimiento económico e industrial de los últimos años, ha requerido que las normas ambientales regulen un desarrollo sostenible, donde las empresas no solo se encarguen de hacer llegar de manera eficiente el producto al cliente final, si no también de hacerse responsables de los productos después de su consumo para mantener sus beneficios económicos sin olvidarse de la protección del medio ambiente y la sociedad. Además de que esta es una forma de darle un valor agregado al producto lo que se ve reflejado en la inclinación de los consumidores por los productos de empresas con conciencia ambiental, indicó Rodrigo (2012).

Según Cabeza (2012) la logística inversa es una herramienta que engloba las actividades logísticas de recuperación, desmontaje y segregamiento de productos postconsumo, para de esta forma aprovechar hasta la última instancia su valor para su posterior destrucción.

De esta forma esta herramienta resuelve muchos otros problemas como por ejemplo la insatisfacción de los clientes, ya que es necesario hacer un análisis de las causas que

llevaron a que el producto no cumpla con los requerimientos de manufactura o comercialización.

Además mediante la aplicación de la logística inversa es posible reducir los costos de producción, inventario y de transporte, por medio de la recuperación de los productos para ser nuevamente introducidos en el proceso de manufactura o por defecto reciclados, lo que genera la disminución de la cantidad de materia prima utilizada.

2.3.1. Objetivos de la aplicación de logística inversa

La logística inversa enfoca sus objetivos en la recuperación óptima de los productos o materiales. A continuación, se presentan los objetivos de la logística inversa mencionados por Gómez (2010):

- Ejecutar la planificación, implementación y control de los procesos involucrados en la logística inversa enfocados en la reducción de costos y creación de valor.
- Gestionar la disposición adecuada de los productos, para mitigar su impacto ambiental y maximizar rentabilidad de la empresa.
- Aprovechar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para relacionar los procesos de la logística inversa con la logística tradicional y la cadena de suministro, con el fin de disponer eficientemente de los recursos y disminuir los costos operativos.
- Incluir sistemas de control de calidad para reducir el porcentaje de productos a recuperar y elaborar alianzas con los demás integrantes de la cadena de suministro responsables del retorno de producto.

De esta forma se puede deducir que la logística inversa se encarga de gestionar los productos desde el punto de consumo a su lugar inicial para maximizar su valor y aportar beneficios económicos a la empresa, de la mano de la responsabilidad social y con el medio ambiente.

2.3.2. Ventajas de la logística inversa

A pesar de que la legislación ambiental vigente es el principal motivo para implementar la logística inversa en las empresas, según refieren Mihi, Arias, y García (2012), los directivos deberían considerar las importantes ventajas que conlleva la gestión adecuada de materiales, productos y desechos. A continuación, se menciona algunos de estos beneficios:

- Oportunidad de abarcar otros mercados mediante la integración de materiales que son recuperados en la cadena de suministros de otro producto.
- Mejora la imagen de la empresa ante los consumidores, lo cual incrementa su confianza al tomar la decisión de comprar el producto.
- Permite hacer un análisis del motivo de devolución, lo que optimiza el control de productos retornados por el cliente.
- Permite el reaprovechamiento máximo del valor de los materiales, productos y residuos.
- Cumple con la legislación ambiental y de esta forma con la Responsabilidad Social.
- Disminuye los costos de producción y genera ahorro en la compra de materia prima.
- Incrementa la satisfacción del cliente y su posibilidad de fidelización.
- Genera ventaja competitiva.

2.3.3. Procesos de logística inversa

La logística inversa según menciona Gómez (2010) está conformada por la unión de procesos basados en el uso eficaz y eficiente de los recursos presentes en su cadena de suministro. A continuación, se hará mención de cada uno de dichos procesos y sus características:

- a) **Recolección:** Se inicia con el recojo de los productos o residuos desde su punto de consumo, se debe tener la cuenta el tipo de material a recolectar y los medios para su transporte.

- b) Inspección, selección y clasificación: A continuación, se inspecciona para determinar el tipo de productos o material, la cantidad, lugar de procedencia y causas de devolución. Posteriormente se selecciona de acuerdo a su calidad y posibles usos. Después se clasifica según características para su posible disposición.
- c) Recuperación directa del producto: En este caso el producto recuperado se gestiona con facilidad para volver a la venta o al proceso de producción, debido a su buena calidad o por una inconformidad del cliente.
- d) Tratamiento y disposición final: Luego se realiza el tratamiento de los productos o residuos recuperados, para ser reutilizados, re incluidos en el proceso de producción o desechados correctamente.
- e) Transporte: Después de determinar su disposición se realiza su traslado entre los puntos de origen o transformación.
- f) Almacenamiento: Por último, el almacenamiento se da después de la recolección, entre puntos de transporte de origen al destino o antes de su disposición final.

Sin embargo, los procesos mencionados anteriormente se dividen en procesos de creación de valor y de soporte. Donde el almacenamiento, transporte y tecnologías de la información y comunicación (TIC), son procesos de apoyo en la logística inversa, ya que no intervienen directamente en la transformación de los productos materiales, pero son importantes para un sistema eficiente.

Por otro lado, Cabeza (2012) agrupa los procesos más importantes de la logística inversa en tres fases:

Figura 1

Procesos de la logística inversa



Fuente: Elaboración propia.

En la primera fase se encuentra la interacción con el consumidor, en donde se realiza la localización de los residuos que serán recuperados, para lo cual se debe considerar las características del producto que se va recuperar.

En la fase de transporte y almacenamiento, una vez que los productos han sido recuperados, se trasladan a un centro de acopio donde serán inspeccionados y segregados según sus características.

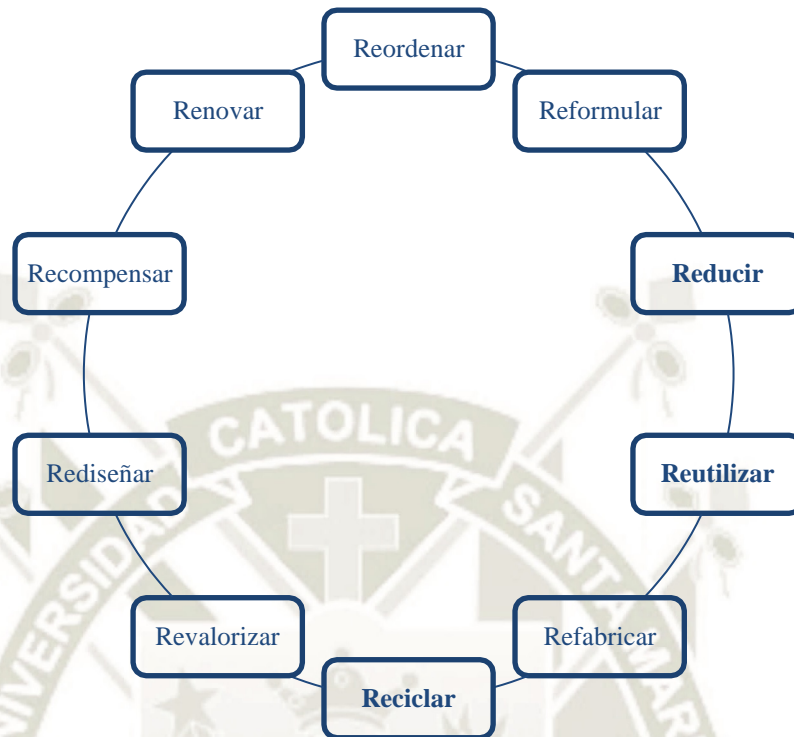
Finalmente, en la última fase se realiza la gestión de residuos, es decir a que proceso de valorización estarán sujetos los residuos o por último se realiza su disposición final adecuada.

2.3.4. Las 10 R

Pardavé (2007) detalla en su libro “Estrategias ambientales: de las 3R a las 10 R”, que no solo basta con Reducir, Reutilizar y Reciclar, además existen otras formas de las empresas se desarrollen de manera sostenible, las cuales se añaden a las 3 R y son denominadas las 10 R.

Figura 2

Las 10 R



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver, se destaca las 3 R, sin embargo para la aplicación de las 10 R se aplica el siguiente orden:

- a) **Reordenar:** Todos los que integran la cadena de suministro deben estar comprometidos a hacerse responsables de las consecuencias de contaminación ambiental.
- b) **Reformular:** Modificar el diseño de producto con características reciclables y biodegradables.
- c) **Reducir:** Tal como su nombre lo dice, reducir en consumo de materias primas y energía, asimismo buscar fuentes renovables y disminuir los residuos de los productos.
- d) **Reutilizar:** La reutilización de productos, envases y embalajes favorece a la disminución del consumo de productos con materiales vírgenes.

- e) Refabricar: El proceso para la refabricación de productos pueden convertirse en acciones con menor impacto ambiental negativo.
- f) Reciclar: La recuperación del valor de un residuo por medio del reciclaje depende de las características del material del que este hecho, asimismo del costo para reciclarlo y finalmente de su función como producto reciclado.
- g) Revalorizar: Valorizar los residuos o productos que representen un valor energético más alto para remplazarlos por los recursos energéticos no renovables.
- h) Rediseñar: Incorporar prácticas y procesos en favor del medio ambiente en los procesos de producción, asimismo al final del ciclo de vida del producto, facilitar su recuperación para que vuelvan al ciclo productivo.
- i) Recompensar: Otorgar beneficios o reconocimiento a las organizaciones que actúan con responsabilidad ambiental.
- j) Renovar: Renovación de recursos para evitar evitar de recursos no renovables.

2.3.5. Clasificación de los sistemas de logística inversa según la gestión desarrollada

Debido a que el estudio de la logística inversa involucra a todas las actividades que se desarrollan para la recuperación del producto una vez que este haya cumplido con las necesidades del cliente o en su defecto ya no sea útil, es necesario realizar un análisis para el proceso de recuperación.

Según Fleischmann et al. (1997) refieren que existen tres procesos para la gestión de los Productos Fuera de Uso (PFU):

a) Reutilización:

En este proceso el producto conserva su identidad y recupera su valor en su totalidad, de modo que se lo puede reincorporar a la cadena de suministro después de una limpieza o mantenimiento según sea el caso. Así mismo es necesario recalcar que se realiza un aprovechamiento integral del PFU, ya que sus características son iguales a un producto original.

b) Re fabricación:

Este proceso se caracteriza por la recuperación de algunos componentes del PFU para fabricar otros nuevos. De esta manera la selección se hace teniendo en cuenta la calidad que poseen para formar parte de los suministros secundarios.

c) Reciclaje:

En este punto el producto ya no posee su identidad original, es por eso que el proceso de recuperación del PFU se realiza con la intención de utilizar la materia prima con que el fue producido. Generalmente el costo de su transformación es un factor para aplicarlo dentro de una organización. Por otro lado, cabe recalcar que la calidad de productos manufacturados con materiales reciclados puede ser equivalente a un producto elaborado materiales de primera.

2.3.6. Clasificación de los sistemas de logística inversa según quien lo desarrolla

Por otro lado, según Rubio (2003) se puede desarrollar un sistema de logística inversa ya sea con medios propios o ajenos a la organización, de esta forma el criterio para esta clasificación es la entidad que gestiona el sistema.

2.3.6.1. Sistema Propio

Se encargan del diseño del modelo de logística inversa, además de su implementación y control. Las organizaciones que gestionan su propio sistema de logística inversa, son generalmente son las que producen bienes con estructura

compleja, alta tecnología y por lo tanto gran valor unitario, de esta forma se recupera un porcentaje del producto fuera de uso para aplicar la gestión más conveniente para este.

Además, es necesario recalcar que el proceso para su recuperación es complicado, ya que se tiene que efectuar diversas actividades para reincorporar estos productos en el proceso productivo.

2.3.6.2. Sistemas Ajenos

La recuperación del producto fuera de uso es realizada mayormente por terceros, de esta forma se puede contratar a una empresa encargada de este servicio o en su defecto aplicar un Sistema Integrado de Gestión.

a) Profesionales de la Logística Inversa:

En este caso existen empresas que brindan el servicio para el diseño de un sistema de logística inversa, básicamente para cumplir con la legislación ambiental y la gestión de las devoluciones y recuperaciones.

b) Afiliación a un Sistema Integrado de Gestión:

En este caso una empresa encargada de la disposición de estos productos fuera de uso, es la que gestiona su recuperación y tratamiento o eliminación. Las empresas que optan por esta opción, suelen producir bienes con estructura sencilla, poca tecnología y un valor unitario mínimo, debido a estas características el reciclaje es la disposición adecuada para el material de dichos productos fuera de uso. Cabe señalar que el producto recuperado no siempre vuelve a la cadena de suministro inicial.

Tabla 3

Clasificación del sistema de logística inversa según quien lo desarrolla

	SISTEMA PROPIO	SISTEMA AJENO	
		Sistema Integrado de Gestión (SIG)	Profesionales de la Logística
EMPRESA	-Líder de mercado -Estrategia medio ambiental definida -Posición dominante en la cadena de suministro	-PYME Desarrollo SLI por motivos legales -Necesidad de agruparse con otros miembros de la cadena de suministro	-Flujo directo logístico subcontratado -Desarrollo de SLI por sistemas operativos: devoluciones o residuos sólidos
PRODUCTO	-Muy diferenciado -Alto valor añadido -Tecnología avanzada -Estructura completa	-Poco diferenciado -Escaso valor añadido y residual -Escasa tecnología -Diseño para el reciclaje	-Diversidad de productos -Obsoletos con fallos de calidad, dañados, tóxicos o peligrosos
PROCESO	-Múltiples tareas -Intensivo en mano de obra -Transporte muy relevante	-Proceso complejo -Tecnología avanzada -Alta inversión inicial	-Proceso simple -Pocas tareas -Intensivo en mano de obra
MERCADO PARA LOS PRODUCTOS RECUPERADOS	Mismo mercado que los originales	Mercado distinto que los originales	-Comparten mercado en Reutilización -Distinto mercado en Devoluciones
DISEÑAR DE LA RED	-Posibilidad de integrar flujo directo e inverso -Descentralizada -Completa -Cadena cerrada -Subcontratación de algunas actividades	-Cadena abierta -Centralizada -Simple con pocos niveles -Transporte significativo	-Cadena abierto en devoluciones y cadena cerrada en reutilización -Simple y descentralizada -Transporte significativo
OBJETIVO DEL SLI	Recuperar elementos de alto valor añadido	Cumplimiento de la normativa sobre residuos	Cumplimiento de la normativa sobre residuos y garantías al consumo
OPCIONES DE GESTIÓN DE 3-R	REFABRICACIÓN	RECICLAJE	REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE
EJEMPLOS	-Xerox -IBM -Hewlett-Packard	-Ecovidrio -Ecopilas	-Ecoembes -Genco -UPS

Fuente: Adaptado de “El sistema de logística inversa en la empresa: Análisis y aplicaciones” por S. Rubio, 2003, p. 69.

En síntesis, la clasificación mencionada anteriormente sirve como modelo de referencia para diseñar el sistema de logística inversa en una empresa, no obstante, se puede combinar los modelos según las necesidades de la organización o en el caso que se precise de la tercerización de ciertas actividades en el proceso.

2.3.7. Clasificación de los sistemas de logística inversa según la fase de vida útil del producto recuperado

Dicha clasificación se basa en la fase en la que se encuentra la vida útil del producto, para lo cual se clasifica en logística inversa de devolución y logística inversa de recuperación.

a) Logística inversa de devolución:

Se da por las devoluciones que no cumplieron con los requerimientos de los consumidores, para lo cual la función de un sistema de logística inversa en estos casos consiste en la recuperación de algunos materiales del producto para reutilizarlos en el proceso productivo, redistribuirlos o encargarse de su disposición final.

b) Logística inversa de recuperación:

Se da por medio de la recuperación de Productos Fuera de Uso, que ya han sido utilizados por los consumidores, para la gestión adecuada de los residuos, ya sea por medio del reciclaje, re fabricación, reutilización de materias primas o su disposición final.

2.3.8. Problemática en el diseño de un sistema de logística inversa

2.3.8.1. Incertidumbre en los sistemas de logística inversa

De acuerdo a las condiciones en las que se presenta la oferta de los productos fuera de uso, existe cierta incertidumbre en algunos aspectos del producto a recuperar. A continuación se menciona los tipos de incertidumbre que se debe

tomar en cuenta para diseñar un modelo realista de logística inversa según Fleischmann (2001).

a) Incertidumbre Cuantitativa:

Está relacionada a la cantidad de productos fuera de uso que se va obtener. La incertidumbre de la oferta disminuye dependiendo de las características del producto, ya que algunos son elaborados mediante procesos complejos que utiliza tecnología avanzada, lo que requiere que el mismo encargado de su manufactura gestione su recuperación para reincorporarlo en la cadena logística inicial.

Asimismo, algunas actividades de fidelización con el cliente para fomentar la devolución de los productos fuera de uso por medio de bonificaciones, reduce el grado de incertidumbre y por el contrario asegura la recuperación.

b) Incertidumbre Cualitativa:

Está relacionada a la falta de conocimiento sobre las características y calidad del material del producto fuera de uso, lo que es indispensable para determinar la opción de recuperación más propicia. Sin duda un diseño óptimo del producto en base a la calidad de los materiales y su proceso de descomposición disminuye en gran medida esta incertidumbre.

c) Incertidumbre Temporal:

Está relacionada al periodo de recuperación de los productos fuera de uso, que podría verse reducida al compensar al cliente a cambio de realizar la oferta de los productos en tiempos establecidos por el fabricante.

d) Incertidumbre de Localización:

Está relacionada al espacio donde se realizará la recuperación del producto fuera de uso, sin embargo esta incertidumbre no es realmente relevante ya que la localización de los puntos de recojo está determinado en el modelo de logística inversa, en donde además se considera su capacidad de acopio.

En síntesis, el desempeño del modelo del sistema de logística inversa está determinado por la participación y compromiso de todos los integrantes de la cadena de suministro, además del desarrollo de distintos escenarios que consideren la incertidumbre cuantitativa, cualitativa, temporal y localización para garantizar el funcionamiento del modelo de recuperación frente a posibles variaciones en un contexto real.

2.3.8.2. Sistema de logística inversa en contexto dinámico

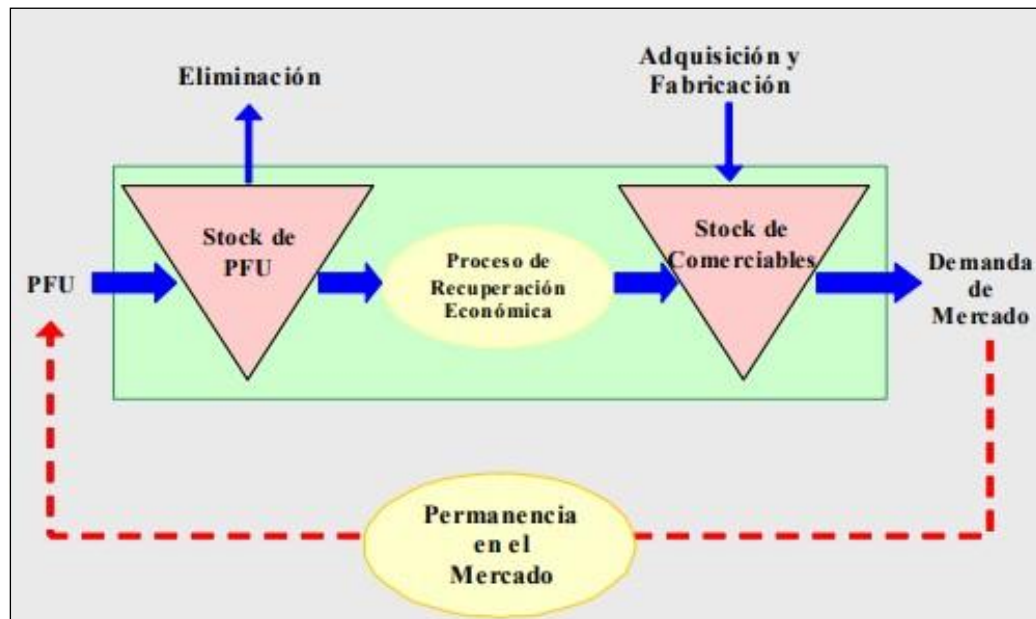
Generalmente los modelos de logística inversa son diseñados en un escenario estático, debido a que resulta menos complicado que el diseño en escenarios dinámicos, pero al mismo tiempo esto lo aleja de la realidad ya que los inventarios son una parte fundamental en el sistema inverso.

Estos inventarios se generan en varios puntos del sistema, desde los puntos de recojo, y lugares de clasificación, hasta los centros donde se desarrolla la opción de recuperación elegida para el producto fuera de uso.

Asimismo, como se muestra en la figura 3 Fleischmann (2001) divide estos inventarios en dos grupos, conformados por el stock de productos recuperados y por otro lado el stock de productos originales junto con los que han sido tratados para ser reincorporados en el proceso productivo.

Figura 3

Representación del manejo de inventarios en la Logística Inversa



Fuente: Adaptado de “Modelos cuantitativos para logística inversa” por M. Fleischmann, 2001, p. 104.

El objetivo de la gestión de inventarios en el sistema inverso está enfocado en controlar el stock obtenido en la recuperación de los PFU, para satisfacer la demanda del mercado optimizando los costos de los requerimientos de materia prima.

2.4. LA LOGÍSTICA INVERSA EN LA CADENA DE VALOR

La cadena de valor es el conjunto de todas las actividades realizadas por la empresa, que aportan valor mediante alguna estrategia para obtener ventaja competitiva.

Asimismo Barrientos (2014) refiere que es un modelo que clasifica y organiza los procesos de una empresa con la finalidad de generar mejoras en los métodos.

Por otro lado según Cabeza (2012) la logística inversa en la cadena de valor permite la generación de valor económico para las organizaciones, asimismo la generación de impactos positivos en la sociedad y medio ambiente.

De esta manera la implementación de un sistema de logística inversa trae consigo diferentes ventajas competitivas mediante una cadena de ciclo cerrado, en donde los productos o residuos se valorizan mediante procesos como: la reparación, reutilización, reciclaje, o rediseño sus distintas fases de vida útil, entre otros.

2.5. LA LOGÍSTICA INVERSA Y LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL

Debido a las exigencias del entorno y la legislación ambiental, la Responsabilidad Social Empresarial se ha transformado en un aspecto esencial para las organizaciones y su cadena de suministro.

La cual según Gómez (2012) busca desarrollar prácticas que generan beneficios sociales ambientales y económicos con un impacto en el personal de la propia empresa, sus clientes, proveedores y comunidad.

Además, funciona como un factor para el desarrollo de ventaja competitiva, ya que influye directamente en la imagen de la empresa en la sociedad y la huella de sus actividades en el medio ambiente.

2.5.1. Responsabilidad Extendida del Productor (REP)

La responsabilidad extendida del productor promueve la gestión de los productos fabricados en sus distintas fases de vida útil, mediante su recuperación, valorización y disposición final. De esta manera la REP tiene dos objetivos:

- Mejorar el diseño del producto y sus procesos de producción
- Recuperar y reutilizar productos y residuos su reutilización o reciclaje.

Las ventajas de otorgar responsabilidad al productor son las siguientes:

- Un contexto donde las organizaciones se hacen responsables de sus actividades productivas.

- Mejora en el diseño del producto, ya que el productor sabe que será responsable de gestionar su recuperación y disposición final.
- Mejora la relación con el consumidor.

Para lo cual según Tojo (2004) se puede distinguir diferentes tipos de responsabilidad al productor:

- El productor asume la responsabilidad económica cuando hace el pago por la gestión de sus residuos.
- El productor asume la responsabilidad física cuando se hace cargo de la recuperación de sus productos postconsumo.
- El productor asume la responsabilidad de informar a los consumidores sobre la recuperación de los productos postconsumo, asimismo informar sobre los procesos de manufactura, la logística y la gestión de los residuos.

2.6. SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LOGÍSTICA INVERSA

La función de la sostenibilidad en función a un sistema de logística inversa consiste en fomentar el desarrollo económico, social y ambiental de los integrantes de la cadena de suministro inversa.

Por lo que en el año 1992 en la “Cumbre de la Tierra” y en el año 2012 en la “Cumbre RIO+20”, se establecieron las siguientes bases para el desarrollo sostenible:

- Examinar las relaciones entre el desarrollo de la economía, sociedad y medio ambiente mediante y actuar en ese sentido.
- Crear conciencia en los consumidores para la preferencia por productos o servicios sostenibles.
- Incorporar costos socio-ambientales para el diseño de productos o servicios y medir el avance del desarrollo sostenible.
- Fortalecimiento de las entidades encargadas de toma de decisiones relacionadas al desarrollo sostenible.

En este sentido las organizaciones a nivel mundial deben incorporar actividades para desarrollarse en un contexto sostenible, asimismo deben crear un plan para medir su desempeño mediante indicadores.

2.7. ECONOMÍA CIRCULAR

Debido al crecimiento exponencial y constante de la población, se incrementa de la misma manera el consumo de recursos como alimentos, energía y agua, para lo cual el sistema económico actual, no considera los límites de la naturaleza y esto deriva en la problemática del cambio climático.

En este sentido la gestión de residuos debe abarcar más que solo su disposición final, considerando diversas opciones para la reutilización de estos residuos como nuevos recursos.

La economía circular hace posible que los productos, componentes y materiales conserven su valor al máximo, para lo cual un residuo pasa a ser materia prima secundaria, y además permite el ahorro de recursos para productores y consumidores.

2.8. VENTAJA COMPETITIVA A TRAVÉS DE LA LOGÍSTICA INVERSA

La ventaja competitiva determina el éxito o fracaso de las empresas hoy en día, según Gutierrez (2014) la competitividad de una organización es la capacidad que posee esta para diferenciarse de sus competidores con un producto o servicio de calidad. De esta manera los clientes pueden elegir lo que perciben como el mejor producto para satisfacer sus necesidades.

Y debido a que un sistema de logística inversa supone el cumplimiento de actividades que generan ventaja competitiva sostenible, las organizaciones deben tener un plan estratégico para la planificación, ejecución y control de dicho sistema.

De esta manera la generación de ventaja competitiva a través de la logística inversa, depende de los procesos de valorización de las devoluciones del producto y

recuperaciones del producto postconsumo del que es responsable el productor, para la obtención de beneficios económicos, sociales y ambientales.

La ventaja competitiva que se puede desarrollar, según Niño (2012), se divide en tangible e intangible, como se muestra a continuación:

Tabla 4

Ventaja competitiva de la logística inversa

TANGIBLE	INTANGIBLE
La valorización de los productos fuera de uso proporciona retorno a la inversión.	Capacidad para analizar la información obtenida mediante el flujo de retorno de producto.
La valorización de los productos fuera de uso reduce costos de almacenamiento o distribución.	
Mejora la relación con los consumidores que tienen preferencias por productos ecológicos.	Mejora la imagen de la empresa.
Promueve la creación de conciencia ambiental en el personal de la empresa.	Cumplimiento de la normativa ambiental y las 3-R.
Gestión adecuada para las devoluciones.	Oportunidad para analizar los motivos de devolución para mejorar la calidad del producto.
Infraestructura y tecnologías para la recuperación de productos fuera de uso.	Cultura organizacional comprometida en el cumplimiento de las 3-R.

Fuente: Adaptación de Niño Villamizar (2012, p.13).

2.8.1. Variables causantes de la competitividad sostenible

La adaptación de las empresas a los cambios que se van presentando en la actualidad, depende de la estrategia que poseen para generar valor, de los recursos para desarrollar esta estrategia, de su agilidad de respuesta y de su capacidad de innovación.

Por lo tanto, Gutierrez (2014) sugiere que existen siete inductores de competitividad:

- a) Liderazgo: La presencia del liderazgo se ve reflejada en el desarrollo de acciones para cumplir con la misión de la organización, así como para la percepción del cambio y oportunidades de crecimiento.
- b) Clientes: La organización debe mantener el enfoque en el cliente, para cumplir con sus necesidades, y lograr su fidelización mediante la diferenciación del producto en el mercado.
- c) Planeación: La organización analiza el entorno para conocer los desafíos a los que debe enfrentarse y en base a esto desarrolla una estrategia para cumplir con sus objetivos, alineando sus recursos y capacidades, para llevarlos a cabo y finalmente evaluar los resultados.
- d) Procesos: La empresa debe contar con procesos que dispongan de los recursos de manera eficiente para optimizar la productividad y calidad.
- e) Personal: El factor humano es clave ya que influye directamente en la productividad y calidad del producto o servicio, por este motivo debe garantizarse un ambiente interno adecuado en la empresa.
- f) Información y conocimiento: Relaciona los procesos, conocimientos y sistema de información para el desarrollo del capital intelectual enfocado en la innovación y mejora continua.
- g) Responsabilidad social: Se trata del desarrollo sostenible, es decir crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y el desarrollo social, reflejado en la búsqueda del bienestar de su personal, respuesta a las necesidades de la comunidad y la reducción de la huella de carbono.

2.9. DESIGN THINKING

En los últimos años Design Thinking ha sido utilizado para enfrentar situaciones problemáticas en diversos sectores como negocios, educación, tecnologías de información y medicina. Además, esta metodología se puede aplicar ya sea en la creación de productos o servicios, o en la mejora de procesos o modelos de negocio.

El proceso de innovación para la resolución de problemas suele ser una tarea trabajosa, en donde se busca comprender las necesidades del cliente, teniendo en cuenta las exigencias del mercado, para elaborar una estrategia de diferenciación y ventaja competitiva. Es por eso que grandes empresas en el mundo como Apple, Google o Zara ya aplican esta metodología.

Castillo, Alvarez y Cabana (2014) refieren que Design Thinking es una metodología que busca satisfacer las necesidades de los usuarios de una manera innovadora por medio de una estrategia de negocio que genere valor para el cliente y logre competitividad en el mercado.

Asimismo, crea un equilibrio entre el pensamiento analítico, es decir el análisis e investigación, y el pensamiento intuitivo, es decir reconocer patrones, elaborar ideas sin razonamiento con valor emocional y funcional.

La esencia del proceso de Design Thinking se basa en la comprensión de las necesidades del cliente, para generar una lluvia de ideas que permitan el desarrollo de distintos prototipos que sean una posible solución al problema. En definitiva, se debe tener una visión total del proyecto y no descartar ninguna idea.

2.9.1. Etapas de Design Thinking

Como ya se mencionó cuando se trata de buscar una solución a un problema, no solo se requiere de razonamiento y análisis, sino también de creatividad e intuición paralelamente.

Es por eso que de acuerdo con Castillo et al. (2014) la metodología de Design Thinking cuenta con cinco etapas, a continuación, se detalla cada una:

- 1) Empatizar: Es el proceso de comprensión de los usuarios teniendo en cuenta su entorno, conocer su percepción de la circunstancia o problema. Se puede llevar a cabo por medio de la observación, la inmersión o por medio de un Customer Journey Map. La importancia en esta etapa radica en ponerse en la posición del usuario, para generar una solución de acuerdo a la realidad.
- 2) Definir: Consiste en elaborar un filtro de la información recolectada para definir el problema para el que se va a diseñar una solución. La identificación del problema es clave para la generación de una solución innovadora.
- 3) Idear: Esta etapa tiene como objetivo la creación de todas las soluciones posibles, sin restricciones, debido a que muchas veces las ideas poco comunes resultan ser las más visionarias.
- 4) Prototipar: Consiste en construir modelos tangibles de las ideas más competentes, es decir elaborar prototipos que permitan visualizar las posibles soluciones, para poder notar los elementos que se deben mejorar para lograr el resultado esperado.
- 5) Evaluar: Durante esta etapa se realiza la prueba de los prototipos para obtener una retroalimentación y luego incorporar las observaciones para mejorar el diseño. Es una parte importante en este proceso de diseño ya que permite identificar los fallos y de esta manera se puede generar las mejoras necesarias para encontrar la mejor solución.

Es importante recalcar que este proceso es iterativo y no lineal, para lo cual cada etapa debe realizarse al menos una vez, y se puede regresar a la etapa necesaria hacia atrás o adelante con el fin de optimizar el diseño.

En síntesis, esta herramienta crea diseños innovadores, centrándose en las necesidades de los usuarios, es por eso que la primera etapa consiste en empatizar con el usuario para desarrollar un diseño tecnológicamente factible con una estrategia competitiva en el mercado.

2.9.2. Herramientas para el desarrollo de Design Thinking

Según Castillo et al., (2014) algunas de las herramientas que se pueden utilizar para la aplicación de esta metodología teniendo en cuenta cada etapa del proceso son las siguientes:

Tabla 5

Herramientas a utilizar en el desarrollo de la metodología Design Thinking

ETAPA	HERRAMIENTA
Empatizar	Entrevista Focus Group Shadowing Mapa de Empatía Storyboards Mapa del Viaje del Cliente Mapa de Actores Matriz FODA
Definir	Arbol de Problemas Curvas de Valor Mapa de Contexto
Idear	Brainstorming Cardsorting Matriz de impacto y esfuerzo
Prototipar	Prototipo Mockup Modelo Canvas
Evaluar	Testeo de Prototipo Testeo de Usabilidad de beta en Entorno Real Mapa del sistema

Fuente: Elaboración propia.

Para tener una mayor comprensión de las herramientas mencionadas por Design Thinking (2019), se detalla a continuación el significado de cada una de ellas:

- 1) Entrevistas: Es una técnica de recolección de información muy básica pero a la vez muy importante, se deben preguntar cosas específicas, sin sugerir alguna respuesta, además se debe prestar atención al lenguaje corporal.
- 2) Focus Group: Esta herramienta permite comprender la forma de pensar de los usuarios, por medio de una reunión de individuos que poseen características determinadas, para analizar sus creencias con respecto a un tema.
- 3) Shadowing: Este método se basa en la observación de una situación específica en un tiempo definido, para identificar las características en el comportamiento de los usuarios en el desarrollo de sus actividades.
- 4) Mapa de empatía: Consiste en un método para comprender la experiencia que busca experimentar un cliente ideal. Se realiza mediante el análisis de seis aspectos que ayudaran a caracterizar al usuario.
- 5) Storyboards: Esta técnica facilita la evaluación de prototipos, ya que se representan por medio de gráficos o dibujos en una secuencia que permite realizar un análisis paso a paso.
- 6) Mapa del viaje del cliente: Esta herramienta permite comprender la percepción que posee el cliente con respecto a lo que ocurre en tu entorno. Es una representación de la experiencia del usuario con la empresa.
- 7) Mapa de Actores: consiste en identificar a los distintos usuarios que se desarrollan en un escenario. Este mapa es una herramienta gráfica que permite visualizar a los stakeholders que intervienen en un proceso para poder definir las funciones de cada uno en la solución al problema.
- 8) Matriz FODA: Esta herramienta permite realizar un análisis del estado actual de un sistema, proyecto o empresa. Donde se identifican las

Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en una matriz, para posteriormente proponer soluciones a los puntos negativos y enfatizar las características positivas.

- 9) **Árbol de problemas:** Esta herramienta se aplica para la identificación de las causas y efectos de un problema específico.
- 10) **Curvas de valor:** Es una representación gráfica de la percepción del valor que posee el cliente con respecto a los diversos competidores del mercado. Esta técnica ayuda a entender la dinámica competitiva, para saber que decisiones tomar y como diferenciarse del resto.
- 11) **Mapa de contexto:** Esta herramienta sirve para definir el contexto que envuelve el problema al que se le está buscando una solución. Básicamente se precisan los factores políticos, económicos, tecnológicos, sociales y las tendencias del entorno.
- 12) **Brainstorming:** También conocida como lluvia de ideas, esta técnica se basa en la interacción de un grupo de integrantes para generar una gran cantidad de ideas sobre un tema específico. Su importancia radica en la facilidad para resolver un problema de una manera innovadora debido al potencial de creatividad de los integrantes.
- 13) **Cardsorting:** Esta técnica se basa en la clasificación de tarjetas, asimismo en la observación del comportamiento de los usuarios al momento de organizar el contenido, generalmente se realiza en una web o también de manera física. La finalidad de esta técnica consiste en analizar los resultados para generar el árbol de contenido con la mejor estructura.
- 14) **Matriz de impacto y esfuerzo:** Consiste en una matriz que define una acción según el impacto que genera vs. esfuerzo que requiere, de esta manera se puede analizar el nivel de conveniencia para la toma de decisiones y facilita el descarte de ciertas opciones que no generan ganancias y además demandan mucho esfuerzo.

- 15) Prototipo: Es la implementación parcial pero definida de un sistema que se desea evaluar, para lograr su mejora hasta alcanzar el resultado esperado. Este es un elemento fundamental en el proceso de diseño. Además ayuda a probar el producto, servicio, sistema, etc todas las veces que sea necesario para probar que el diseño es factible y funcional. Se puede decir que son herramientas que ayudan a satisfacer las especificaciones de los usuarios en su totalidad.
- 16) Mockup: Es la representación del modelo diseñado a escala para evaluar su funcionamiento y de esta manera asegurar la calidad y satisfacción del usuario. Existen diversos software que facilitan la simulación del diseño.
- 17) Modelo Canvas: Esta herramienta se utiliza para transformar la idea en un proyecto, facilita en análisis estratégico, ayuda a tener diversas perspectivas del proyecto y mejora su comprensión mediante el pensamiento creativo de los diseñadores.
- 18) Mapa del sistema: Es la representación de todo lo que compone a una idea y su diseño final. Permite identificar los factores que podrían influir entre las relaciones de los elementos que conforman el sistema.
- 19) Testeo de prototipo: Después del desarrollo de un prototipo se procede a testear. Esta técnica clasifica el prototipo funcional y no funcional, donde este último requiere una retroalimentación a diferencia del funcional que asegura un diseño funcional.
- 20) Testeo de usabilidad beta en entorno real: Es un proceso que permite probar un producto software cuando este se encuentra en su etapa de desarrollo o ya esté terminado.

2.10. MARCO LEGAL

2.10.1. Decreto legislativo N 1278, Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos publicada en el diario El Peruano (2020) detalla las obligaciones de los generadores de residuos no municipales, asimismo

aspectos relacionados a la recolección, transporte y valorización de los residuos sólidos, lo cual se detalla en el Anexo 1.

Tabla 6

Obligaciones del generador no municipal según la Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos

ASPECTOS GENERALES Y OBLIGACIONES DEL GENERADOR NO MUNICIPAL	
<i>Artículo 46.- Aspectos Generales</i>	Las empresas generadoras de residuos deben preparar un Plan de Minimización y Manejo de Residuos sólidos No Municipales.
<i>Artículo 47.- Residuos no municipales similares a los municipales</i>	Los residuos sólidos parecidos a los municipales, los cuales pueden ser recogidos por el servicio de recolección de residuos de la municipalidad.
<i>Artículo 48.- Obligaciones del generador no municipal</i>	Las empresas generadoras de residuos sólidos deben contar con un registro generación y gestión de residuos sólidos, una EO-RS e implementar acciones para la valorización de sus residuos.
<i>Artículo 50.- Reporte en caso de evento asociado a residuos sólidos</i>	Las empresas generadoras de residuos deben contar con medidas de contingencia.
<i>Artículo 54.- Almacenamiento central de residuos sólidos peligrosos</i>	La ley especifica ciertas condiciones para el el almacenamiento de los residuos peligrosos.

Fuente: Adaptación de Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos – MINAM

Tabla 7

Recolección y transporte de Residuos Sólidos no municipales según la Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS NO MUNICIPALES	
<i>Artículo 56.- Manifiesto de Residuos Sólidos Peligrosos</i>	Las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos deben informar y guardar el Manifiesto de Residuos Sólidos Peligrosos (MRSP).
<i>Artículo 59.- Transporte de residuos sólidos peligrosos no municipales</i>	Las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos son las autorizadas para el transporte de residuos sólidos peligrosos.
<i>Artículo 62.- Procesos, métodos o técnicas de tratamiento de residuos sólidos</i>	El tratamiento de residuos sólidos se realiza mediante diversas técnicas en infraestructuras especializadas para su valorización o disposición final.
<i>Artículo 64.- Productos adulterados o vencidos</i>	Los productos vencidos también se consideran residuos sólidos para lo cual los productores deben encargarse de su disposición final.

Fuente: Adaptación de Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos - MINAM

Tabla 8

Valorización de Residuos Sólidos no municipales según la Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS NO MUNICIPALES	
<i>Artículo 65.- Disposiciones generales</i>	Antes de la disposición final de los residuos sólidos debe considerarse las opciones de valorización como reciclaje, compostaje, reutilización, entre otros.
<i>Artículo 66.- Actividades de acondicionamiento de residuos sólidos no municipales</i>	El acondicionamiento y valorización de residuos puede realizarse en plantas de valorización y en las instalaciones de las empresas generadoras de residuos.

Fuente: Adaptación de Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos – MINAM

2.11. GESTIÓN DE RESIDUOS

Según el Instituto Nacional de Calidad - INACAL (2019) la gestión de residuos establecida en la NTP 900.058:2019 tiene alcance para los residuos municipales y no municipales generados. Sin embargo, no aplica para residuos radioactivos, residuos provenientes de actividades en defensa del país, residuos líquidos y emisiones de gases y material particulado.

Por otro lado, la norma establece que no existe un contenedor para el almacenamiento de residuos específico, ya que esto depende del tipo de residuo, sus características físicas químicas y biológicas.

2.11.1. Norma Técnica Peruana 900.058:2019

A continuación, algunas definiciones de conceptos utilizados en la Norma Técnica Peruana:

- a) Almacenamiento: acopio de residuos en condiciones salubres, previo a su valorización o disposición final.
- b) Aprovechamiento: obtener el beneficio de un artículo o residuo, mediante el reciclaje, reutilización o recuperación.
- c) Generador: persona u organización generadora de residuos derivadas de sus actividades.
- d) Reciclaje: proceso por el cual se reaprovecha un artículo o residuo, para convertirlo en materia prima.
- e) Residuos municipales: lo conforman los residuos domiciliarios y residuos de espacios públicos.
- f) Residuos no municipales: provenientes de actividades extractivas, productivas y generadoras de servicios por parte de organizaciones.

- g) Residuo sólido no aprovechable: residuos que no poseen ningún valor, por lo que no pueden ser aprovechados y solo queda su disposición final.
- h) Residuos sólidos: cualquier elemento derivado del consumo de un bien o servicio, que puede ser valorizado o en su defecto gestionado para su disposición final. Cabe resaltar que los residuos pueden encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso.
- i) Residuos peligrosos: son residuos considerados un riesgo para la salud o ambiente en el que se encuentran, por lo que deben ser tratados de forma diferenciada de acuerdo a la normativa vigente.
- j) Segregación: separación según sus características determinadas para el acopio de residuos.
- k) Transporte: traslado de residuos sólidos efectuado por Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) o municipalidades, hacia instalaciones de valorización o disposición final.
- l) Valorización: actividades desarrolladas para el reaprovechamiento de los residuos sólidos para cumplir una función útil antes de su disposición final.

2.11.2. Aplicación del código de colores

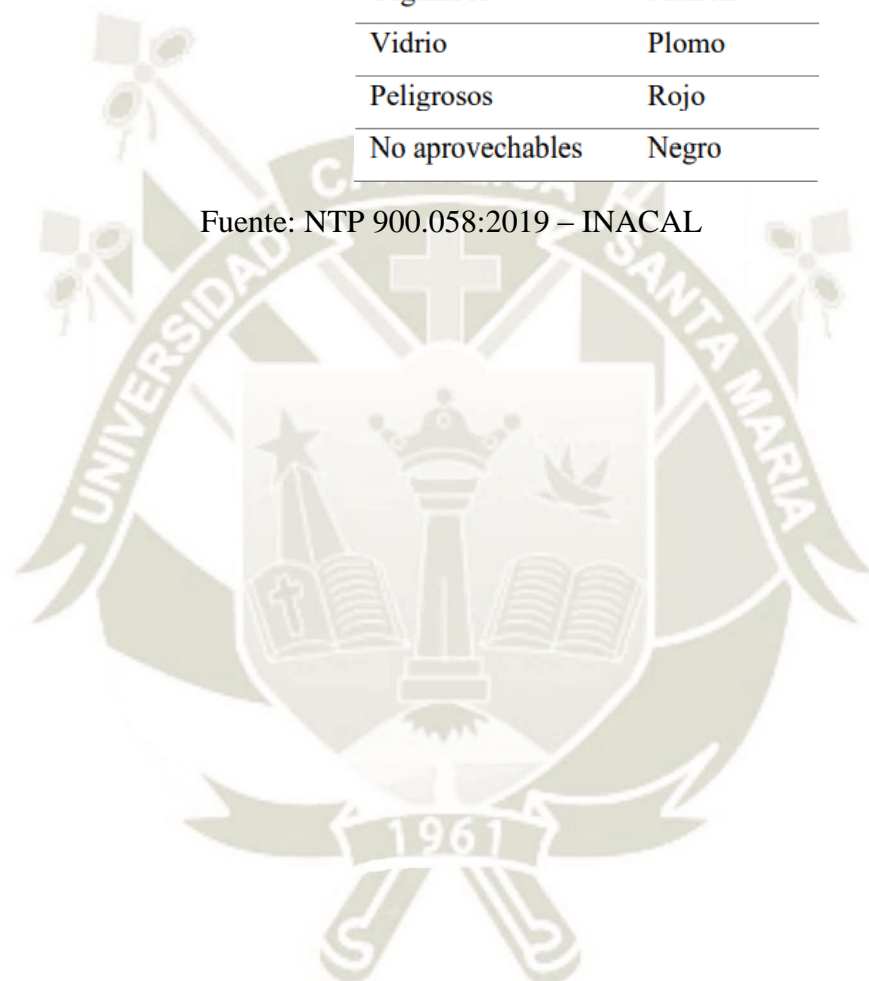
Debido a que los residuos deben ser segregados de acuerdo a sus características en las instalaciones del generador, este deberá definir los tipos de residuos derivados de sus actividades, para lo cual la aplicación del código de colores deberá ser empleada en los contenedores para el almacenamiento de residuos generados. A continuación se muestra el código de colores para identificar los residuos no municipales:

Tabla 9

Código de colores para la segregación de residuos sólidos

Tipo de residuo	Color
Papel y cartón	Azul
Plástico	Blanco
Metales	Amarillo
Orgánicos	Marrón
Vidrio	Plomo
Peligrosos	Rojo
No aprovechables	Negro

Fuente: NTP 900.058:2019 – INACAL



CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DESIGN THINKING

3.1. ETAPA 1: EMPATIZAR

3.1.1. La empresa

3.1.1.1. Historia

La empresa en la cual se desarrollará la investigación, es una embotelladora dedicada a la producción y comercialización de agua embotellada y bebidas saborizadas. Inicio su producción en junio del año 2000 en Majes con la intención de ofrecer al público bebidas con alto contenido nutricional, posteriormente la planta se traslado a la ciudad de Arequipa.

Actualmente la empresa se ha consolidado como una de las embotelladoras más importantes de la región sur del país, ya que ha evolucionado tanto en la variedad de sabores, así como en la calidad de manufactura e innovación en la presentación del producto.

3.1.1.2. Misión

Ser reconocida por la elaboración de bebidas, garantizando la calidad para nuestros clientes y consumidores a través de procesos y actividades óptimas.

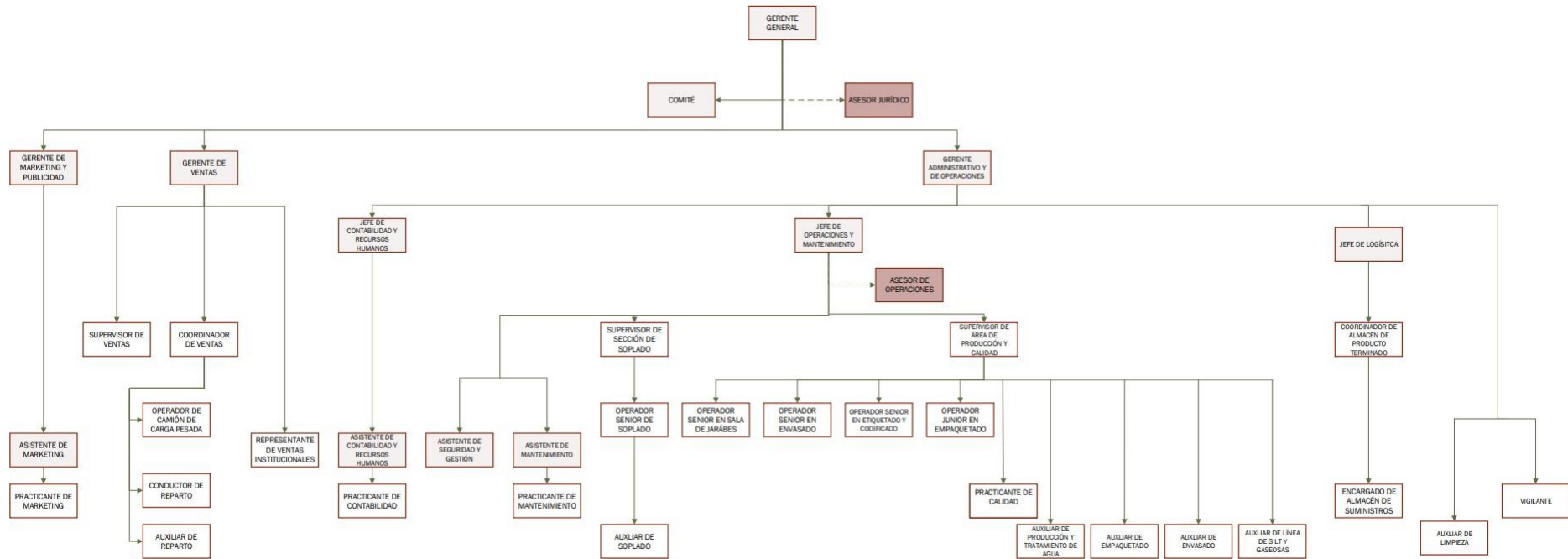
3.1.1.3. Visión

Ser una de las mejores empresas embotelladoras del Perú con plantas productivas descentralizadas, organización ligera, sólida y comprometida, ofreciendo productos de valor a los consumidores.

3.1.1.4. Organigrama

A continuación, en la Figura 4 se muestra la estructura actual de la empresa:

Figura 4
Organigrama



Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.1.2. Principales productos

La empresa cuenta con una amplia carta de bebidas libres de octógonos, en presentaciones de 450 ml , 2 L y 3 L, a continuación algunas de ellas:

- Agua de mesa
- Chicha Morada
- Limonada frozen
- Bebida de durazno
- Bebida de fresa
- Bebida de manzana
- Bebida de granadilla
- bebida de maracuya
- Bebida Citrus Punch
- Soda Morada

3.1.3. Proveedores

Asimismo, la empresa cuenta con los siguientes proveedores de suministros de plástico:

Tabla 10

Recuperación objetivo mensual según el tipo de residuos sólidos

SUMINISTROS	PROVEEDOR PRINCIPAL	PROVEEDOR SECUNDARIO
Preformas	San Miguel Industrias	Amcor
Etiquetas	Plásticos Perú Alfa	Unionplast, Polybags Perú
Tapas	Alusud	Latinoamericana
Láminas termo contraíbles	LyB	-
Bolsas	Plásticos Continental	-

Fuente: Elaboración propia

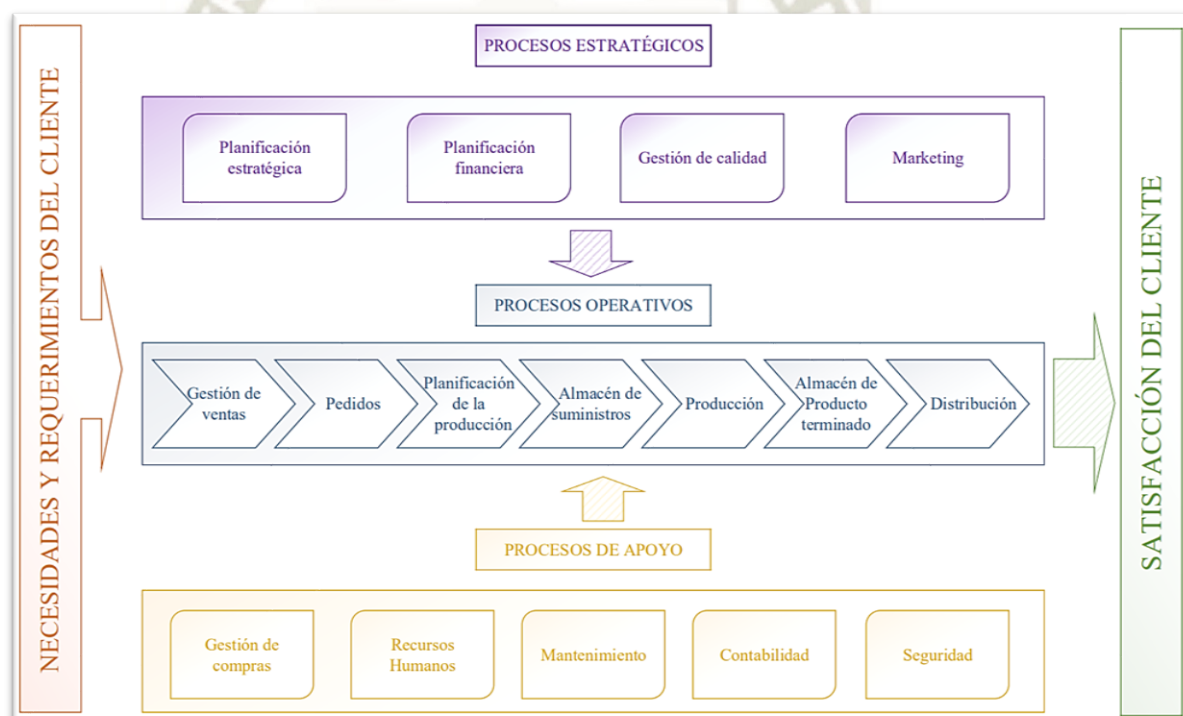
De los cuales únicamente LyB, Plásticos Continental y Latinoamericana se encuentran en la ciudad de Arequipa.

3.1.4. Mapa de procesos

A continuación, se muestra el mapa de procesos de la empresa donde se refleja el desarrollo de bebidas embotelladas con un enfoque en las necesidades y requerimientos del cliente.

Por otro lado, la gestión de la calidad en toda la cadena de suministro junto con el marketing y la planificación estratégica y financiera son los los procesos estratégicos que permiten la satisfacción del cliente mediante un producto de calidad.

Figura 5
Mapa de procesos



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.1.5. Procesos principales

3.1.5.1. Ventas

Esta área gestiona un plan de ventas para la creación de una estrategia en base a auditorias que se realizan al mercado para poder cumplir las metas de ventas mensuales, trimestrales y anuales según el plan.

Este proceso inicia con la coordinación de los supervisores de ventas y los distribuidores ubicados en las distintas regiones del país, para lo cual cada uno tiene en conocimiento la meta que se debe cumplir.

Para esto se controla el avance de ventas por cada distribuidor, en lo que se refiere a cobertura, problemas, devoluciones y se verifica la distribución mediante viajes de control y un cuadro de ventas.

Asimismo, se realiza un análisis del avance de los productos en las diferentes zonas de venta, para mejorar la estrategia de ventas en el mercado.

Finalmente se presenta el lanzamiento de promociones, descuentos y bonificaciones.

De esta manera el canal de distribución que presenta la empresa se divide en canal de distribución indirecto largo cuando el producto se envía a un distribuidor mayorista en las otras ciudades, el cual se encarga de la distribución al comercio minorista.

Por otro lado, el canal de distribución indirecto corto se da cuando la empresa distribuye directamente al comercio minorista, es decir puntos de venta como bodegas, hoteles, restaurantes, quioscos, instituciones de Arequipa, los que se encargan de la venta directa al consumidor.

3.1.5.2. Logística

El área de logística está conformada por el Jefe de Logística, el Coordinador de Almacén de Producto Terminado y el Encargado del Almacén de Suministros.

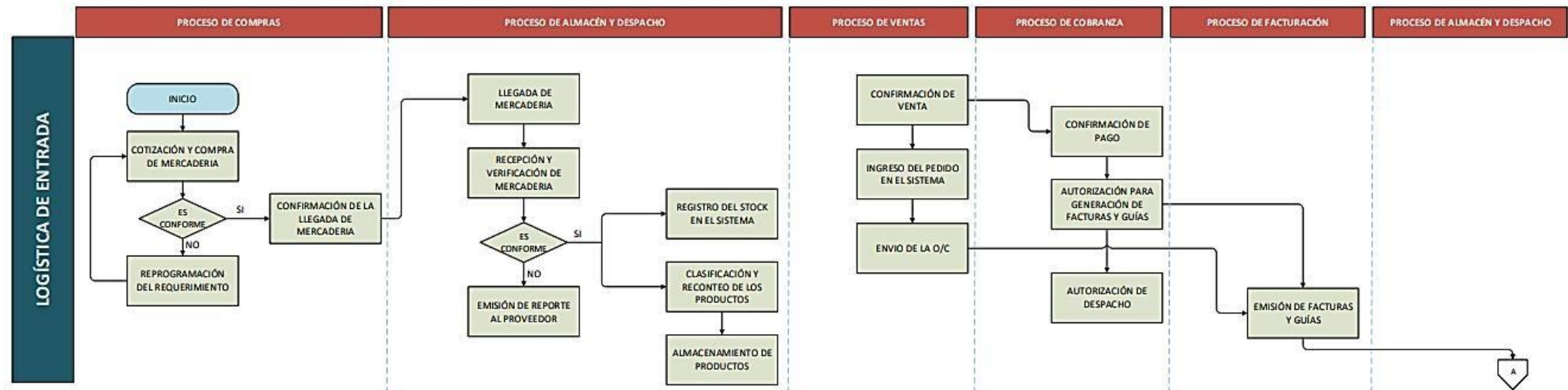
En esta área el proceso inicia con la emisión de órdenes de compra según los requerimientos de suministros para garantizar la producción. Asimismo, se realiza el seguimiento de los pedidos y en la recepción se verifica las características con las guías de remisión correspondientes.

A continuación, se registra el ingreso de suministros y se realiza su entrega al área oportuna. Al finalizar la jornada laboral se recepciona los informes del área de producción en la sección de envasado, etiquetado y empaquetado y del área de soplado para cumplir con el inventario de materiales.

Asimismo, se traslada el producto al almacén de producto terminado y se lleva un control del registro correspondiente, gestionando la rotación de los stocks por medio de PEPS. Finalmente se hace el despacho de los pedidos por medio de los camiones encargados de la distribución.

Figura 6

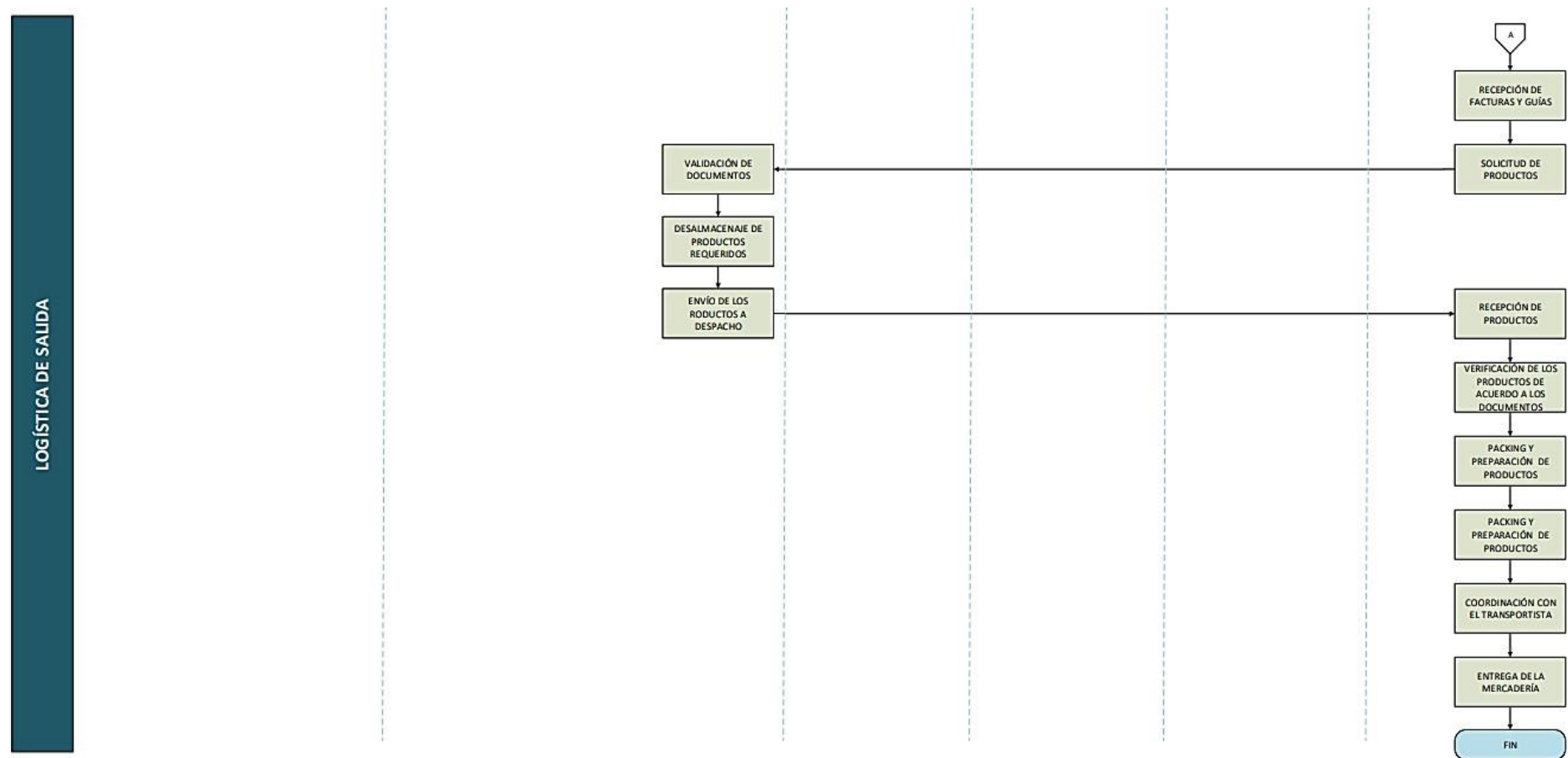
Flujograma de la logística de entrada



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

Figura 7

Flujograma de la logística de salida



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.1.5.3. Marketing

En dicho proceso se ejecuta el plan de marketing, en donde se diseña y actualiza piezas gráficas, etiquetas publicitarias, contenido en redes sociales, catálogos de productos, entre otros para promocionar la marca y productos de la empresa.

Además, se desarrolla conferencias de prensa, campañas, activaciones, participaciones en eventos y en ferias del sector para impulsar a la marca, y posteriormente se realiza reportes de estos eventos.

Al mismo tiempo se realiza estudios de mercado para analizar a los competidores y el comportamiento general del mercado y así identificar oportunidades de mejora. Finalmente se implementa indicadores de gestión para medir los resultados de las estrategias ejecutadas.

3.1.5.4. Producción

El proceso de soplado comienza con la verificación de la tonalidad y parámetros de las preformas, para descartar las que no cumplen con dichos requerimientos.

Posteriormente se alimenta la tolva de la máquina de soplado con las preformas que pasaron el control de calidad. Una vez que fueron sopladas se verifica el estado de las botellas para separar las defectuosas y se coloca las botellas correctas en una bolsa que después será etiquetada según sus características (gramaje, cantidad, turno de producción, número de bolsa) para llevar un control de inventarios. Por otro lado, se realiza un control sobre la cantidad de producto defectuoso para luego registrarlo en el “Reporte de Soplado”.

Para terminar, se realiza el traslado de las botellas al área de almacenamiento, como se observa en la Figura 9 hasta que se las solicite en el proceso de producción.

Figura 8

Almacenamiento de botellas

Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

Paralelamente el proceso productivo inicia con el tratamiento de agua para el llenado de botellas, asimismo la verificación de los insumos, en base a las especificaciones técnicas requeridas (características físicas, calidad, peso y vigencia).

A continuación, se adiciona los insumos y estabilizantes del producto en la sala de jarabes, comprobando la óptima disolución, mezcla, temperatura y tiempo de batido, de acuerdo con los indicadores especificados. Así mismo se registra los indicadores de producción: tiempos, brix, pH y ρ para cada producción y de esta forma se da la disposición de envío de bebida a la sección de envasado.

Posteriormente los operarios colocan las botellas en la máquina Triblock, que se encarga del llenado, inyección de nitrógeno y tapado de estas, como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 9

Ingreso manual de botellas al Triblock



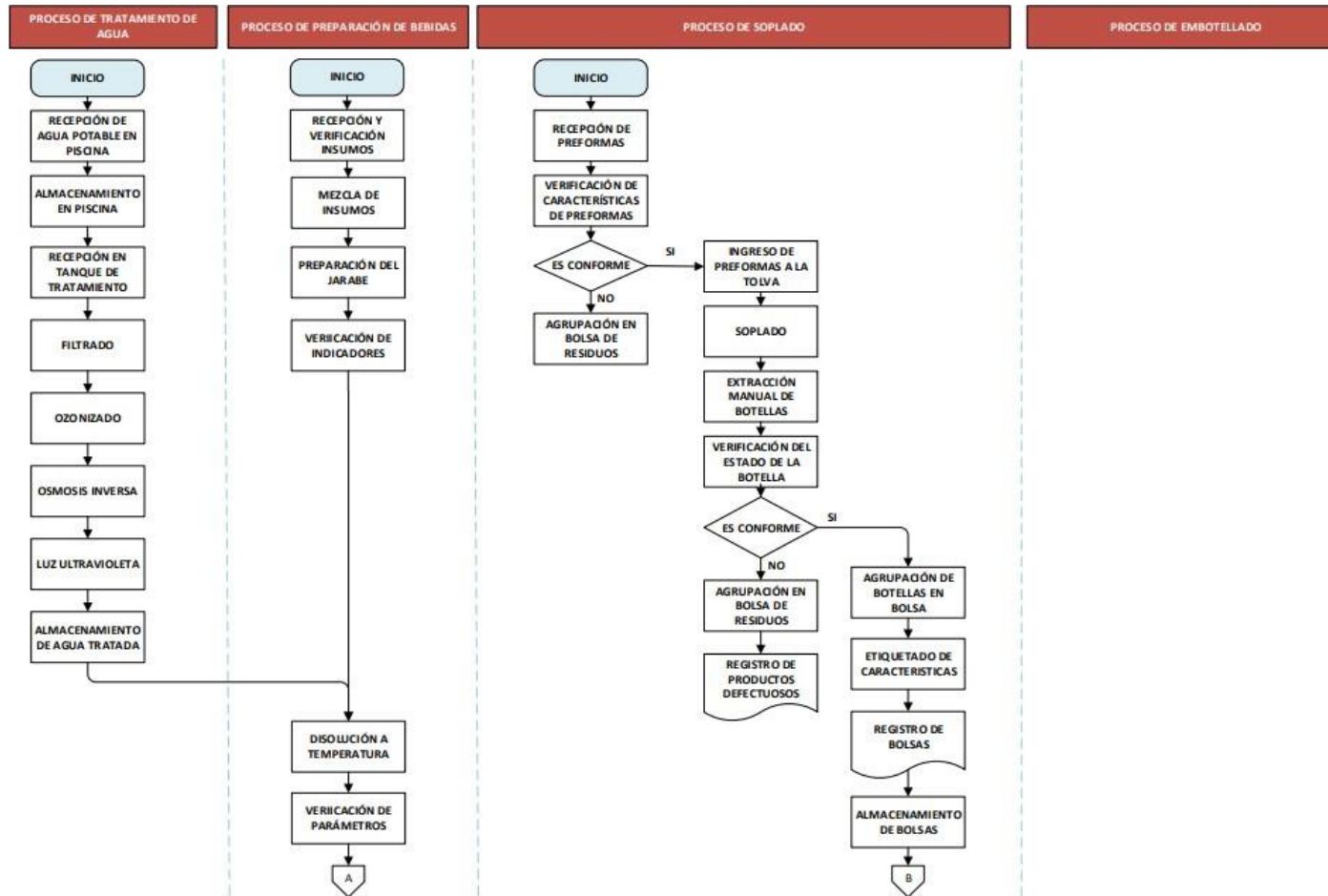
Fuente:. Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

Inmediatamente las botellas llenas pasan por un control de calidad, donde se separa las defectuosas y las que están en óptimas condiciones se dirijan a la máquina de etiquetado y empaquetado.

Al finalizar la producción se emiten informes diarios brindados por cada sección de producción para registrar los resultados.

Figura 10

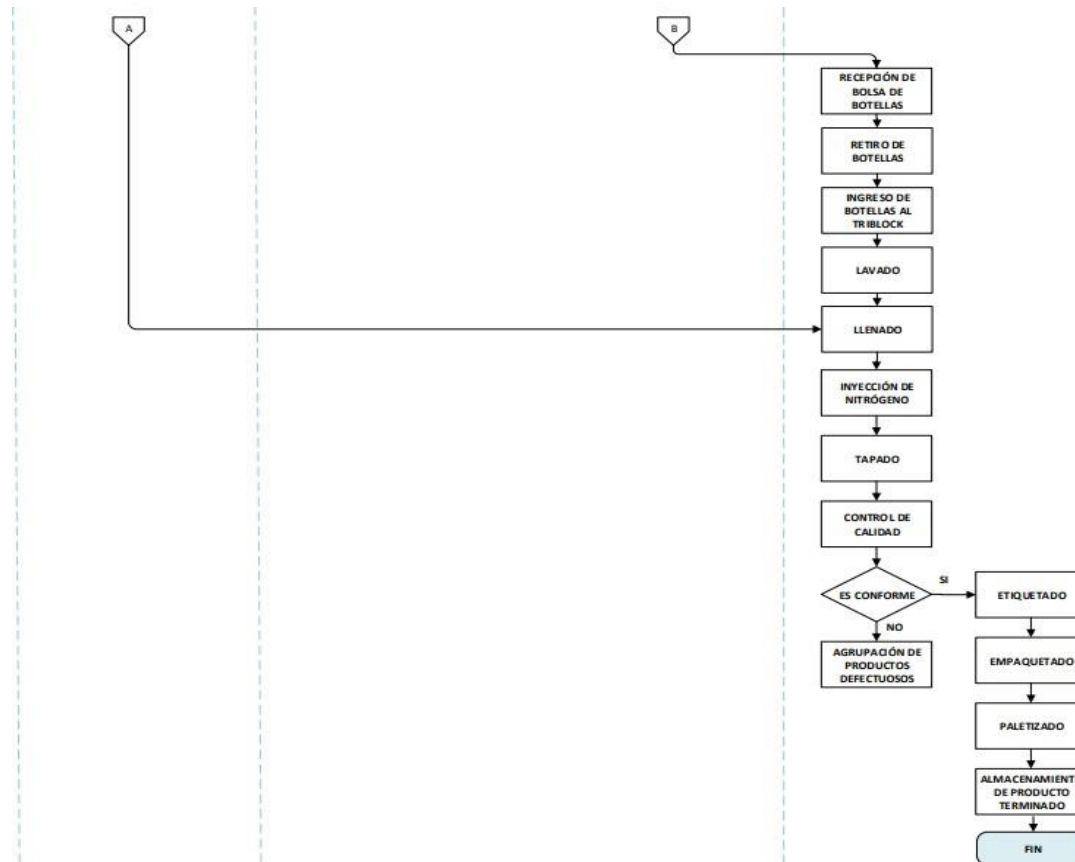
Flujograma del proceso de producción y soplado



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

Figura 11

Flujograma del proceso de producción y soplado



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.1.1. Identificación del problema

Como ya se mencionó en el planteamiento del problema, la empresa no cuenta con un sistema de logística inversa establecido, sin embargo, se realizan ciertas actividades relacionadas a la logística inversa, tal como se ve en la figura 7.

Figura 12

Flujograma de las actividades relacionadas a la logística inversa



Fuente: Adaptación propia en base a la información recolectada en la empresa al 2021.

A continuación, se describen las actividades mencionadas que se desarrollan actualmente en la embotelladora:

Para empezar, se realiza la recolección de residuos originados en los procesos críticos del sistema de producción, es decir preformas, botellas, tapas y laminas termocontraíbles defectuosas. Además, se realiza la recolección de productos provenientes de devoluciones y en ciertas ocasiones se efectúa la recuperación de tapas postconsumo, por medio de campañas para la fidelización con el cliente.

Cabe resaltar que las botellas en buen estado provenientes de devoluciones no siguen ningún tratamiento para ser reutilizadas en el proceso de producción.

Una vez que se efectúa la recolección, se selecciona y clasifica los residuos según el material y color que poseen, de acuerdo a los requerimientos de los recicladores.

Figura 13

Almacenamiento de residuos de plástico



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

Finalmente, los residuos se trasladan al área de almacenamiento, ubicada actualmente en el cuarto piso de la empresa, en donde al llegar a cierto volumen se contacta con un reciclador informal, con el cual se coordina el día y hora para el recojo. El día indicado se traslada los residuos desde el área de almacenamiento hacia el camión en donde se realiza una estimación del valor de los residuos para hacer el pago correspondiente por la venta.

Para finalizar el almacén de residuos actual no es el apropiado ya que como se indicó, se encuentra en el cuarto piso, lo que dificulta su traslado por las gradas, por esta razón el día del recojo, las bolsas de residuos de plástico se arrojan hasta el primer piso en presencia del Asistente de Seguridad.

Por otro lado, no se cuenta con un Encargado para la gestión de los residuos y tampoco existe un procedimiento para su segregación dentro de la empresa, solo se posee un contenedor donde se desechan todos los residuos sin ningún tipo de segregación.

Finalmente, no existe una Política ambiental donde se refleje los propósitos medioambientales de la empresa hacia los trabajadores, clientes y proveedores. Asimismo, el personal de la embotelladora no está capacitado en lo que se refiere a la gestión de Residuos Sólidos.

3.2. ETAPA 2: DEFINIR

3.2.1. Análisis FODA

Como se mencionó el análisis FODA es una de las herramientas que se utiliza en la etapa de empatizar para el desarrollo de un diseño por medio del Design Thinking, dicha herramienta permite examinar la situación actual de una empresa tanto en el aspecto interno como externo.

De esta forma se analizan las Fortalezas y Debilidades para el aspecto interno, además de las Oportunidades y Amenazas en el aspecto externo de la empresa.

Para la aplicación de esta herramienta se indagó el contexto en el que se desenvuelve la embotelladora respecto a las actividades relacionadas a la logística inversa que se desarrollan actualmente junto a las actividades que generan o podrían incrementar la ventaja competitiva en el aspecto social, económico y ambiental.

Tabla 11

Matriz FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> -Empresa de productos de primera necesidad. -Cuenta con terreno propio de 2280 m2 y un área construida de 2200 m2. -Buena imagen y prestigio de la organización. -Marca establecida en el mercado. -Cuenta con participación de mercado todas las regiones del Perú. -Cuenta con una red de ventas y canales de distribución sólida. -Precio de producto competitivo. -Bajo volúmen de devoluciones. -Sistema automatizado de llenado y empaquetado de botellas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Mejora de la reputación de la empresa. -Mejora de la relación con el cliente y fidelización. -Promover el consumo responsable en proveedores, trabajadores y clientes. -Preferencia por el consumo de productos eco amigables por parte de los clientes. -Diferenciación de la empresa por medio de la Responsabilidad Social. -Recuperación del valor de productos postconsumo y residuos. -Reducción en costos de compra de materiales para la producción. -Generación de valor agregado del producto.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> -No cuenta con un proceso establecido de gestión de residuos sólidos. -Falta de alianzas con los proveedores para la devolución de empaque y embalaje de sus productos. -Ausencia del uso de siministros con composición reciclada. -Baja implementación de benchmarking. -Alta rotación de personal en el área de producción y soplado. -Ausencia de conciencia ambiental por parte del personal. -Desconocimiento sobre logística inversa. -Almacenamiento ineficiente de botellas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Alta competitividad en el sector de producción de bebidas. -La contención de costes en tiempos de crisis. -Legislación para la protección ambiental vigente. -Sanciones por no cumplir la normativa.

Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.2.1.1. Hallazgos FODA

- No se realiza la devolución de los empaques y embalajes de los productos a sus correspondientes proveedores.
- No se considera el requerimiento de suministros que poseen características recicladas.
- No se cuenta con un procedimiento para la identificación, selección y disposición para los residuos.
- Las áreas de producción y soplado son críticas ya que la rotación de personal es alta, lo cual influye en la productividad del personal y por lo tanto del producto.
- Los trabajadores no están comprometidos con el crecimiento económico, medio ambiental y social.
- Los trabajadores desconocen las características y beneficios de un sistema de logística inversa.
- No se utiliza el benchmarking como herramienta para la mejorar de procesos.
- La contención de costes en tiempos de crisis es uno de los factores que influyen en el diseño de logística inversa.
- El motivo actual para cumplir con la legislación ambiental vigente no es lograr un desarrollo sostenible, si no evitar sanciones.
- La inestabilidad política podría afectar en los ingresos de la empresa y por lo tanto en los gastos para seguir la propuesta de un modelo de logística inversa.
- Existen empresas del sector bebidas que ya actúan con Responsabilidad Social Empresarial.

3.2.2. Árbol de Problemas

Asimismo, el Árbol de Problemas es una de las herramientas que se utiliza para la segunda etapa del diseño de la metodología del Design Thinking, es decir definir.

De manera que permite hacer un análisis y definición de la problemática de la empresa mediante un diagrama que posee tres partes. Un tronco, el cual representa el problema principal, las raíces, que representan las causas que originan el problema y las ramas, que representan los efectos del problema.

Se optó por esta herramienta ya que favorece a la capacidad de análisis y comprensión del problema, mediante segregación de las causas y consecuencias. Por lo cual se siguió los siguientes pasos:

Para empezar, se ejecutó la observación directa de los procesos actuales desarrollados por la embotelladora, además de la revisión de los documentos pertinentes para entender el problema y sus posibles causas y efectos. Asimismo, se realizó una entrevista al jefe de logística y al personal relacionado a esta área para comprender su punto de vista, necesidades e inquietudes respecto a la problemática.

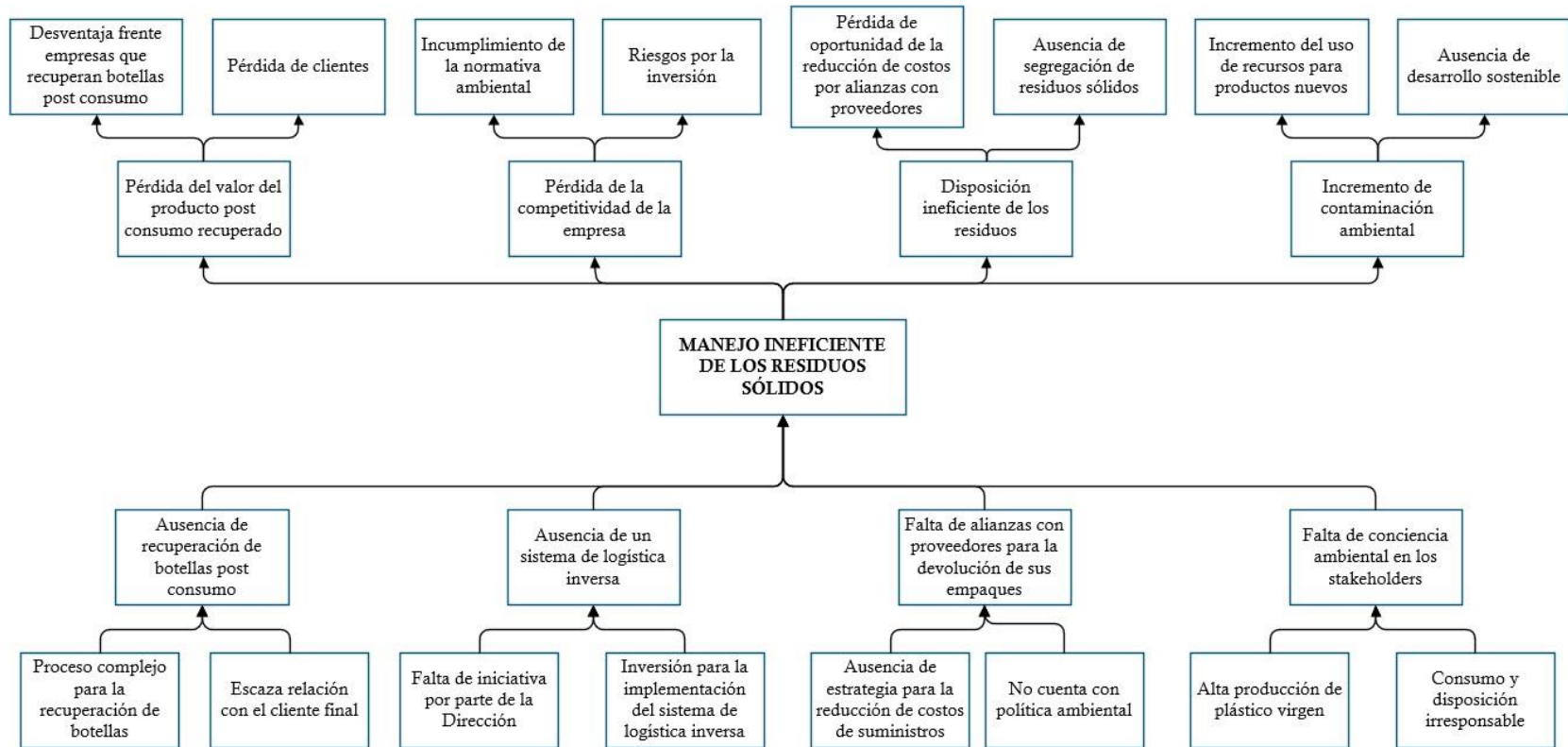
Después se identificó los problemas más importantes para seleccionar el problema principal, teniendo en cuenta al que afecta de manera significativa a la empresa.

A continuación, se identificó las causas y efectos de este problema. Para lo cual se consideró una causa para su correspondiente efecto, y para un segundo nivel de la misma manera.

Y por último se realizó el diagrama del Árbol en base al análisis realizado como se muestra a continuación:

Figura 14

Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.2.2.1. Hallazgos en el Árbol de problemas

- Las devoluciones de botellas por producto vencido o en mal estado son directamente desechadas, sin una previa selección y posterior acondicionamiento para reincorporarlas al proceso de producción.
- No se realiza campañas de fidelización con el cliente para fomentar el consumo responsable y de esta forma recuperar las botellas postconsumo en puntos de acopio estratégicos.
- No se cuenta con contenedores para la segregación adecuada de los residuos sólidos.
- No existe una alianza entre la embotelladora y una Empresa Operadora de Residuos Sólidos.
- El lugar de almacenamiento actual de residuos plásticos es inadecuado, ya que para su traslado se debe arrojar estos desde el cuarto piso al primero.
- No se cuenta con proveedores de suministros reciclados.
- No se realiza la devolución de empaques y embalajes a sus correspondientes proveedores.

3.3. ETAPA 3: IDEAR

3.3.1. Brainstorming

3.3.1.1. Descripción de la actividad:

Para el desarrollo de la herramienta se realizó una actividad grupal donde se generará la mayor cantidad de ideas sobre los aspectos más importantes de la logística inversa.

3.3.1.2. Participantes:

Se realizó el 6 de marzo del 2020 por la mañana antes de comenzar la producción del día, con una cantidad de 17 personas, dado que es el momento donde la mayoría contaba con disponibilidad de tiempo.

3.3.1.3. Resultados:

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de la aplicación del Brainstorming:

Tabla 12

Resultados del Brainstorming

Devoluciones de producto	Recuperación de botellas	Reciclaje de residuos	Almacenamiento de residuos	Producto eco amigable
Elaborar una Política de Devoluciones y procedimiento con su correspondiente capacitación.	Colocar puntos específicos para el acopio de botellas postconsumo.	Selección de una Empresa Operadora de Residuos para la disposición de residuos.	Designar un lugar apropiado para el almacenamiento de los residuos.	Contactar con proveedores que brinden preformas con algún porcentaje de resina reciclada.
Designar personal para la selección de botellas que serán reincorporadas en el proceso productivo.	Designar periodos para el recojo de residuos en los puntos de acopio.	Colocar contenedores para segregar correctamente los residuos.	Implementar el almacén de residuos.	Devolver material de empaque y embalaje a los proveedores.
Capacitar al personal encargado de la manipulación y transporte de devoluciones para evitar daños en las botellas.	Idear una ruta eficiente para el recojo de botellas.	Designar un Encargado de Residuos.	Elaborar un procedimiento para el Manejo de Residuos.	Elaborar una Política Ambiental.

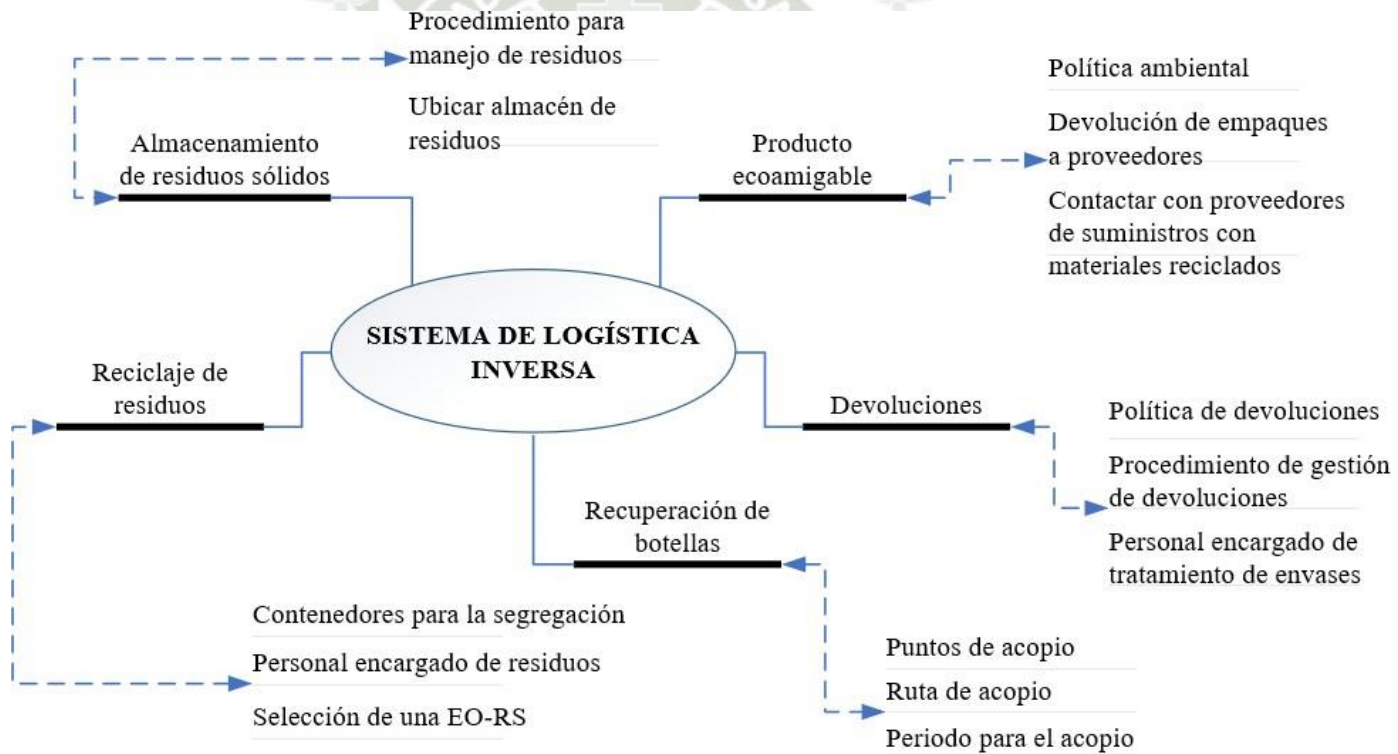
Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.3.1.4. Interpretación de resultados

En base a los resultados del Brainstorming aplicado, se obtuvo algunas ideas para el diseño del sistema de logística inversa.

Figura 15

Brainstorming para sistema de logística inversa



Fuente : Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

En la figura 15 se menciona los puntos más relevantes para el diseño del Sistema de Logística Inversa, los cuales se detallarán a continuación:

- a) Para las devoluciones de los clientes se concluyó que se debe seleccionar y capacitar a un personal encargado de la selección y acondicionamiento de las botellas que pueden ser reincorporadas en el proceso productivo. Además de capacitar al personal encargado del transporte y manipulación de estas botellas para evitar dañar la superficie de estas y de esta forma garantizar que puedan ser incluidas nuevamente en el proceso. Además de establecer una Política y Procedimiento de devoluciones.
- b) Para la recuperación de botellas se concluyó que se debe colocar puntos de acopio señalizados donde los clientes puedan dejar los PFU. Donde el recojo de estas botellas se efectúe en un periodo determinado en coordinación con las personas encargadas. Además, para facilitar esta recuperación se debe realizar campañas de fidelización con los clientes para fomentar una cultura de reciclaje.
- c) Para la disposición de los residuos se debe seleccionar un Encargado de Residuos que a la vez contacte a una empresa autorizada para su transporte y tratamiento, además de la colocación de contenedores para facilitar la segregación según el tipo de residuo.
- d) Para el almacenamiento de residuos, se debe encontrar un lugar adecuado ya que el lugar actual no es el más óptimo debido al volumen de las bolsas. Además, se debe implementar dicho almacén y elaborar un Procedimiento para el Manejo de Residuos.
- e) Para obtener un producto eco amigable se debe contactar con un proveedor de preformas que posean un porcentaje de resina reciclada. Asimismo, se debe elaborar alianzas con los proveedores para la devolución de sus empaques y embalajes para que sean reaprovechados

por ellos. Y finalmente elaborar una Política Ambiental y compartirla con los interesados.

3.3.1.5. Evidencias

A continuación se muestra la evidencia de la reunión para el Brainstorming realizado.

Figura 16

Reunión para el Brainstorming



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.3.2. Matriz Impacto vs Esfuerzo

Como se mencionó anteriormente la matriz impacto esfuerzo es una herramienta que facilita la toma de decisiones, identificando su potencial para tener un impacto alto o bajo según su nivel de esfuerzo.

A continuación de desarrollo esta herramienta con la ayuda del Jefe de Logística de la empresa.

Tabla 13

Matriz Impacto vs Esfuerzo

	ESFUERZO ALTO	ESFUERZO BAJO
IMPACTO ALTO	Compra de equipos y tecnología para el reciclaje de residuos.	Colocar contenedores para segregar los residuos, con sus respectivas etiquetas.
	Recuperación de botellas en puntos de acopio.	Elaborar un Procedimiento para el Manejo de Residuos y capacitar al personal.
	Conseguir un proveedor de preformas que utilice un porcentaje de resina reciclada.	Seleccionar una Empresa Operadora de Residuos Sólidos para que se encargue de su disposición final.
	Diseño de producto que reduzca en impacto ambiental.	Designar a un Encargado de residuos y capacitarlo.
IMPACTO BAJO	Reacondicionamiento de devoluciones de botellas para reutilizarlas.	Elaborar una Política Ambiental y compartirla con los stakeholders.
	Designar un espacio adecuado para el almacenamiento de los residuos.	Selección de personal para la segregación de residuos y botellas postconsumo.
	Campañas para la concientización ambiental de los consumidores.	Reutilización de residuos como papel en áreas administrativas.

Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.3.2.1. Resultados de Matriz Impacto vs. Esfuerzo

Según la matriz de Impacto vs. Esfuerzo existen estrategias de bajo esfuerzo que generan un gran impacto, las cuales no se debería dudar en implementar al sistema de logística inversa:

- Colocar contenedores para la segregación de residuos.
- Designar un personal encargado de residuos.
- Designar un lugar adecuado para el almacenamiento de residuos.
- Seleccionar una Empresa Operadora de Residuos Sólidos para que se encargue de su disposición final.
- Elaborar una Política Ambiental y compartirla a los stakeholders.

Por otro lado, existen alternativas que implican gran esfuerzo y a la vez gran impacto, entre las cuales habría que decidir cuál sería la más beneficiosa para la empresa, entre estas se encuentran:

- Fomentar el consumo responsable de los clientes mediante campañas.
- Contactar con proveedores de preformas que posean algún porcentaje de resina reciclada.
- Recuperación botellas postconsumo en puntos de acopio.
- Reacondicionar botellas devueltas para reutilizarlas en el proceso productivo.

3.4. ETAPA 4: PROTOTIPAR

3.4.1. Propuesta inicial para el Sistema de logística inversa

La propuesta inicial para el diseño del sistema logística inversa en la empresa embotelladora consiste en la recuperación de las devoluciones de producto terminado, que posee alguna no conformidad para el cliente para que posteriormente sean tratadas y reincorporadas en el proceso productivo.

Para este proceso las botellas provenientes de devoluciones ingresan a la empresa hacia el área de almacenamiento de residuos, donde una vez al mes el Encargado de dicho almacén retira el líquido de la botella y la inspecciona visualmente para determinar si presenta algún tipo de contaminante.

Si el contaminante no se puede remover se envía a reciclaje y en el caso que si se puede remover se separa la tapa de la botella, para enviar la tapa a reciclaje.

A continuación, la botella se introduce en la máquina Phandom para la detección de químicos y metales, en donde en caso de dar positivo se determina si se pueden retirar con el lavado, caso contrario se envía a reciclaje.

Por otro lado, si la botella no posee químicos ni metales, se la prepara para el proceso de lavado y después de esto se la inspecciona en una cámara para el control de calidad, en donde se determina la presencia de hongos.

Si la botella tiene presencia de hongos se envía a reciclaje, caso contrario se determina visualmente alguna deformidad en el envase, para lo cual en caso de ser positivo se la envía a reciclaje.

Finalmente, en caso de que el envase no presente ninguna deformidad se lo deposita en una bolsa para el acopio, una vez que la bolsa está llena se realiza el pesado en la balanza electrónica, el registro en el formato de Envases tratados y posteriormente se traslada al almacén de botellas recuperadas a la espera de su reutilización en el proceso de producción.

Por otro lado, el sistema considera la segregación de residuos en contenedores de colores, para lo cual estos se clasifican en residuos de papel y cartón, residuos de plástico, residuos de vidrio, residuos peligrosos y residuos orgánicos.

De manera que el contenedor azul está destinado para el almacenamiento de papel y cartón, el contenedor blanco para plásticos y el contenedor plomo para vidrios. Paralelamente los residuos peligrosos como envases de refrigerantes,

pegamentos, aceites, pilas, RAEE, etc., se almacenarán en un contenedor rojo, y los residuos orgánicos en un contenedor marrón.

Así el personal de limpieza será el encargado de supervisar el volumen de las bolsas de residuos en cada uno de los contenedores hasta alcanzar el 80% de su capacidad. Una vez alcanzada dicha capacidad debe retirar la bolsa, pesarla en la balanza electrónica y comunicar al Asistente de seguridad para que realice el registro en el Control de residuos sólidos.

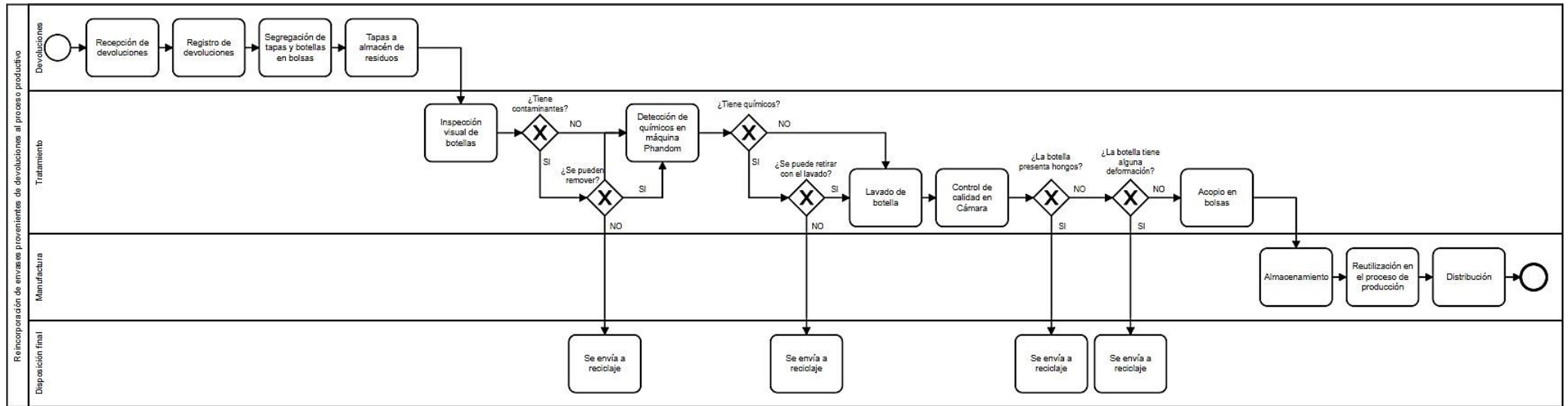
A continuación, el personal de limpieza debe trasladar la bolsa al Almacén de residuos y colocarla en el área destinada para cada uno de los residuos, cabe destacar que el área designada para el almacenamiento de residuos peligrosos se encontrará techada tal como lo indica la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

En consecuencia, tanto para los residuos de papel, cartón, plástico, vidrio, como para los residuos peligrosos, el Asistente de Seguridad se encargará de contactar una vez al mes a una Empresa Operadora de Residuos Sólidos para que se encargue de su disposición. Sin embargo, para la disposición de los residuos orgánicos se contactará a la municipalidad.

Finalmente se debe capacitar al personal en una Política de Devoluciones y un Procedimiento de manejo de residuos sólidos, asimismo se debe capacitar al Encargado de residuos para las funciones que desempeñará.

Figura 17

Flujograma para reincorporación de envases provenientes de devoluciones al proceso productivo



Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de la empresa al 2021.

3.4.2. Segunda propuesta para el Sistema de logística inversa

Para la segunda propuesta del sistema de logística inversa se basa en la recuperación de botellas postconsumo, por medio de la ubicación de distintos módulos de acopio en puntos estratégicos como por ejemplo centros comerciales, universidades, colegios, parques, tiendas, etc.

Dicha recuperación se llevará a cabo por medio de un camión de la empresa que estará destinado para este fin, además se contará con un encargado para el recojo, transporte y segregación de residuos recuperados, denominado Encargado de residuos, el cual será una persona externa a la empresa que desarrollará estas funciones una vez al mes.

Por lo tanto el proceso de recuperación inicia cuando el Encargado de residuos se prepara con los EPPs necesarios y bolsas Big Bags para el acopio de botellas recolectadas, a continuación solicita al Asistente de seguridad el formato de Registro de residuos de plástico recuperados, donde registra la fecha y su hora de salida en el Registro de residuos de plástico recuperados.

Luego se dirige en el camión hacia cada uno de los puntos de acopio para efectuar el recojo y traslado de botellas. Posteriormente retorna a la empresa donde registra la hora de llegada en el formato mencionado anteriormente y realiza la descarga y segregación en bolsas en el almacén de residuos. Para terminar coloca las bolsas en el área designada para residuos de plástico recuperados y entrega el formato al Asistente de seguridad.

Cabe mencionar que la Empresa Operadora de Residuos Sólidos designada, se encarga del pesaje de residuos recuperados para la emisión de la factura por comercialización de residuos sólidos, seguidamente el Asistente de seguridad efectúa el Registro de residuos de plástico recuperados en dicho formato.

Por otro lado, el sistema de logística inversa también considera los residuos generados en las áreas críticas del proceso de producción. Para lo cual, en el caso de los residuos derivada del área de soplado, es decir preformas y botellas

defectuosas, se colocan en bolsas al terminar la producción. A continuación, se realiza el pesado de bolsas en la balanza electrónica y el registro de fecha, número de bolsas, peso en Kg en el formato de Registro de residuos de plástico generados. De esta manera al finalizar su turno, el jefe de soplado, traslada las bolsas al almacén de residuos y las coloca en el área destinada para su almacenamiento.

En el caso de las tapas y botellas defectuosas provenientes del área de producción, el encargado de dicha área retira el líquido de los envases defectuosos y realiza la segregación de botellas y tapas en bolsas, para que de la misma manera se realice el pesado de bolsas en la balanza electrónica y registro fecha, número de bolsas y peso en Kg de botellas y tapas respectivamente en el formato de Registro de residuos de plástico generados. De igual forma el encargado del área de producción traslada las bolsas al almacén de residuos y las coloca en la zona correspondiente.

Paralelamente, así como en la propuesta inicial, el sistema considera la segregación de residuos en contenedores de colores, para lo cual estos se clasifican en residuos de papel y cartón, residuos de plástico, residuos de vidrio, residuos peligrosos y residuos orgánicos.

De manera que el contenedor azul está destinado para el almacenamiento de papel y cartón, el contenedor blanco para plásticos y el contenedor plomo para vidrios. Paralelamente los residuos peligrosos como envases de refrigerantes, pegamentos, aceites, pilas, RAEE, etc., se almacenarán en un contenedor rojo, y los residuos orgánicos en un contenedor marrón.

Así el personal de limpieza será el encargado de supervisar el volumen de las bolsas de residuos en cada uno de los contenedores hasta alcanzar el 80% de su capacidad. Una vez alcanzada dicha capacidad debe retirar la bolsa, trasladarla a la balanza electrónica para pesarla y comunicar al Asistente de seguridad para que realice el registro en el Control de residuos sólidos.

A continuación, el personal de limpieza debe trasladar la bolsa al Almacén de residuos y colocarla en el área destinada para cada uno de los residuos, cabe

destacar que el área designada para el almacenamiento de residuos peligrosos se encontrará techada tal como lo indica la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

En consecuencia, tanto para los residuos de papel, cartón, plástico, vidrio, como para los residuos peligrosos generados el Asistente de Seguridad se encargará de contactar una vez al mes a una Empresa Operadora de Residuos Sólidos para que se encargue de su disposición. Sin embargo, para la disposición de los residuos orgánicos se contactará a la municipalidad.

Por su puesto la embotelladora también debe contar con una Política ambiental y un Procedimiento de manejo de residuos sólidos y en ambos casos capacitar al personal. Además, se debe capacitar de manera especial al Encargado de residuos para las funciones que va desempeñar.

Finalmente, todos los registros de residuos deben ser agrupados en el registro Control de residuos sólidos (Ver Anexo 5), así como lo requiere la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Para la cual el encargado de documentar dicho registro será el Asistente de Seguridad.

3.4.3. Selección del Sistema de Logística Inversa

Para seleccionar el tipo de sistema de logística inversa que se adecua a las necesidades de la empresa, se consideró la clasificación de los sistemas de logística inversa, los cuales se dividen en:

- Logística Inversa de devolución
- Logística Inversa de recuperación

Para lo cual la Logística Inversa de devolución se refleja en la primera propuesta, ya que esta considera las botellas provenientes de devoluciones para ser tratadas y reincorporadas al proceso productivo.

Por otro lado la Logística Inversa de recuperación se refleja en la segunda propuesta, ya que esta considera la recuperación de botellas postconsumo para venderlas a una Empresa Operadora de Residuos sólidos.

De ahí que después de una reunión con el Jefe de Logística, este explicó que el porcentaje de devoluciones era bajo y poco frecuente, lo cual no compensaría la adquisición de maquinaria.

Por otro lado, se elaboró una Matriz de Vester en base a los problemas que podrían ser solucionados por ambos sistemas de logística inversa, en donde el resultado demuestra que la ausencia de la recuperación de botellas postconsumo y de la misma forma la ausencia de una cultura de reciclaje son los problemas que tienen mayor impacto (Ver Anexo 2), cabe resaltar que dicha matriz fue revisada y validada por el Jefe de Logística. Por esta razón se optó por seleccionar la Logística Inversa de recuperación, ya que de esta manera se podrá dar solución a dichos problemas mediante la recuperación de botellas, lo que permitirá mayor recuperación económica e impacto social y ambiental positivo.

Además a partir de la clasificación del sistema de logística inversa según quien lo desarrolla, como se detalla en el marco teórico, el sistema de logística inversa propuesto cumple con las características de un sistema ajeno.

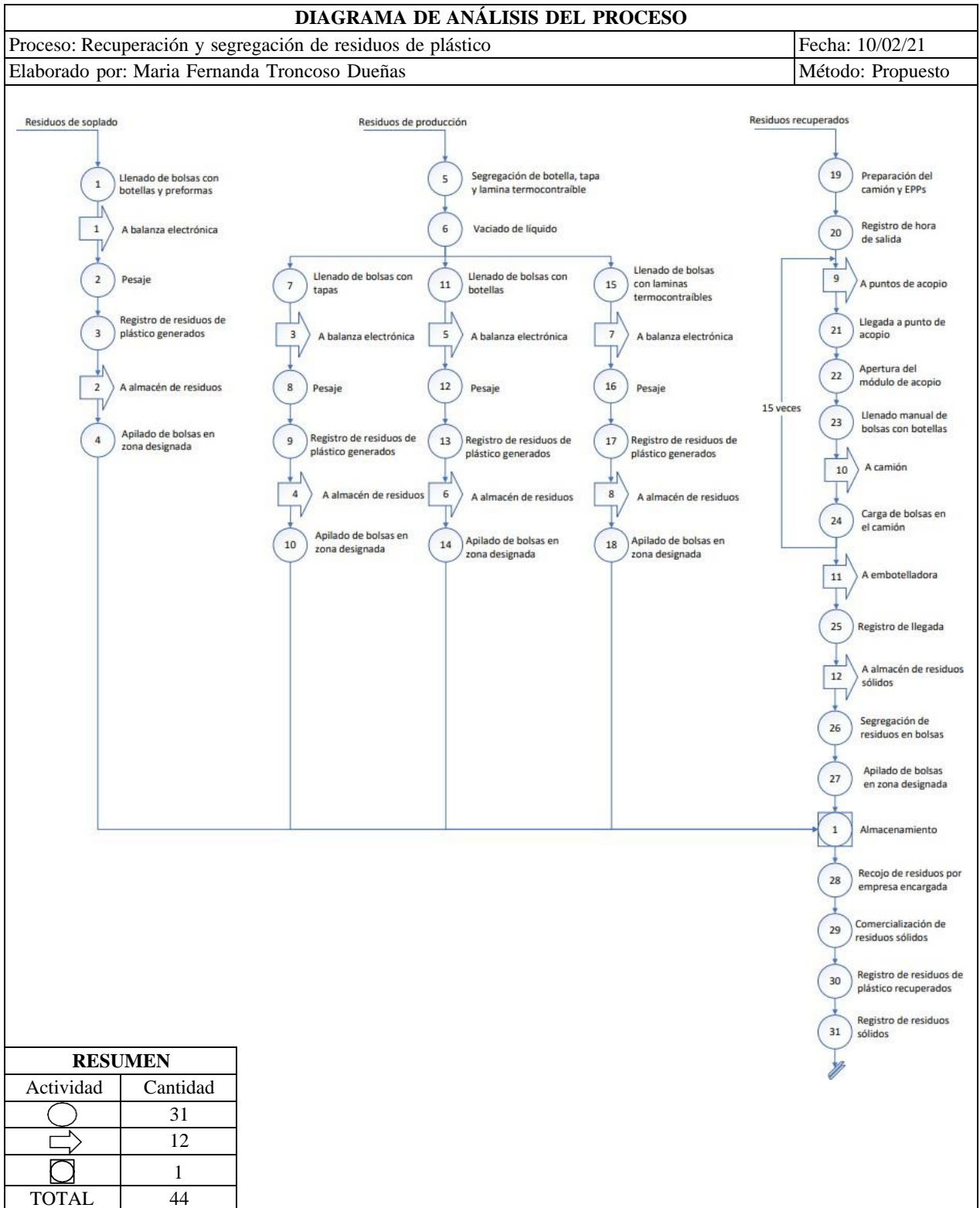
3.4.4. Diagrama de Análisis del Proceso

De esta manera se diseñó el Diagrama de Análisis del Proceso para la recuperación de residuos de plástico en el proceso productivo, en el área de soplado y producción o envasado específicamente, asimismo para el proceso de recuperación de botellas y tapas postconsumo en los módulos de acopio.

Para los cual en todos los casos se realiza la segregación y el pesaje de los residuos, posteriormente el registro en el formato correspondiente y finalmente el almacenamiento en el almacén de residuos sólidos previo a su entrega a una Empresa Operadora de Residuos Sólidos.

Figura 18

Diagrama de Análisis del Proceso



Fuente: Elaboración propia.

3.4.5. Selección de procesos alineados a la Logística Inversa

Para el diseño del sistema de logística inversa de recuperación, se proporcionará procesos que promuevan el desarrollo económico, social y ambiental.

De esta manera los procesos propios de la Logística inversa que cumplirán este fin son los siguientes:

a) *Interacción con los consumidores:*

Para lo cual se realizará la recolección de las botellas y tapas postconsumo ubicadas en los puntos de acopio localizados. Además, se realizará una campaña para concientizar a los consumidores sobre la importancia del reciclaje y la promoción de los módulos de acopio.

b) *Transporte, segregación y almacenamiento:*

El transporte de los residuos se efectuará por medio de un camión de la empresa, para lo cual se diseñará la ruta de acopio, donde al finalizar se realizará la recepción, segregación y almacenamiento de los productos fuera de uso en el almacén de residuos.

c) *Recuperación del valor:*

Para lo cual se efectuará la comercialización de residuos con una Empresa Operadora de Residuos Sólidos autorizada, que se encargará de la gestión de los residuos por medio del reciclaje.

3.4.6. Estudio de Mercado

3.4.6.1. Demanda de botellas PET para reciclaje

Según datos otorgados por el MINAM (2020), son un total de 53 las empresas inscritas en el Registro Autoritativo de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos en la ciudad de Arequipa (Ver Anexo 1), dichas empresas están autorizadas para la recolección y transporte de diferentes tipos de residuos sólidos, entre ellos las botellas PET. Por lo tanto, se filtró a las que se encuentran ubicadas en el distrito de Cerro Colorado al igual que la empresa embotelladora, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14

Empresas Operadoras de Residuos Sólidos

Nº	FINES	RAZÓN SOCIAL	OPERACIONES AUTORIZADAS
1	PS/C	INVERSIONES MERMA S.A.C.	Recolección y transporte
2	PS/C	COREPA SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA-COREPA S.R.L.	Recolección y transporte
3	PS/C	J.R.A. SERVICIOS AMBIENTALES E.I.R.L.	Recolección y transporte
4	PS/C	REMEDIACIÓN AMBIENTAL SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA-REMEDIACIÓN AMBIENTAL S.A.C.	Recolección y transporte
5	PS/C	SERVICIO Y COMERCIALIZACIÓN DE MATERIAL RECICLADO S.R.L. - SCOMAR S.R.L.	Recolección y transporte
6	PS/C	3 R EDEN S.A.C.	Recolección y transporte
7	PS/C	GESTIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS S.A.C. - GYTRES S.A.C.	Recolección y transporte

8	PS/C	RECICLADORA ECOLOGICA DE DETRITUS URBANO PRESELECCIONADO S.C.R.L.	Recolección y transporte
9	PS/C	EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE RESIDUOS SÓLIDOS S.R.L.	Recolección y transporte
10	PS/C	RECYCLING GROUP PERU S.A.C.	Recolección y transporte

Fuente: Adaptación de MINAM - Registro de EO-RS autorizadas 2020.

De esta manera los fines de dichas empresas son los siguientes:

C: Comercialización

PS: Prestación de servicios

PS/C: Prestación de servicios y comercialización

Para lo cual se cotizó el precio de comercialización para cada tipo de residuo en las empresas mencionadas anteriormente, siendo la empresa GYTRES S.A.C., la mejor opción debido a su precio de compra:

Tabla 15

Precio de comercialización de Residuos Sólidos

SUMINISTROS	PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN (S/.)
PET	S/1.00
Tapas	S/0.75
Laminas termo contraíbles	S/0.80

Fuente: Cotización de Residuos Sólidos en GYTRES S.A.C.

3.4.6.2. Población en Arequipa

Para la población en la ciudad de Arequipa se recopiló la información del censo 2017.

Tabla 16

Población en la ciudad de Arequipa

Distrito	Población
AREQUIPA	55,437
ALTO SELVA ALEGRE	85,870
CAYMA	91,935
CERRO COLORADO	197,954
CHARACATO	12,949
JACOBO HUNTER	50,164
MARIANO MELGAR	59,918
MIRAFLORES	60,589
MOLLEBAYA	4,756
PAUCARPATA	131,346
QUEQUEÑA	4,784
SABANDIA	4,368
SACHACA	24,225
SOCABAYA	75,351
TIABAYA	16,191
UCHUMAYO	14,054
YANAHUARA	25,417
YURA	33,346
JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO	81,829
Total	1,030,483

Fuente: Adaptación de CENEPRED con datos de INEI (CENSO-2017)

En la tabla se puede observar que los distritos mas poblados son:

-Cerro Colorado

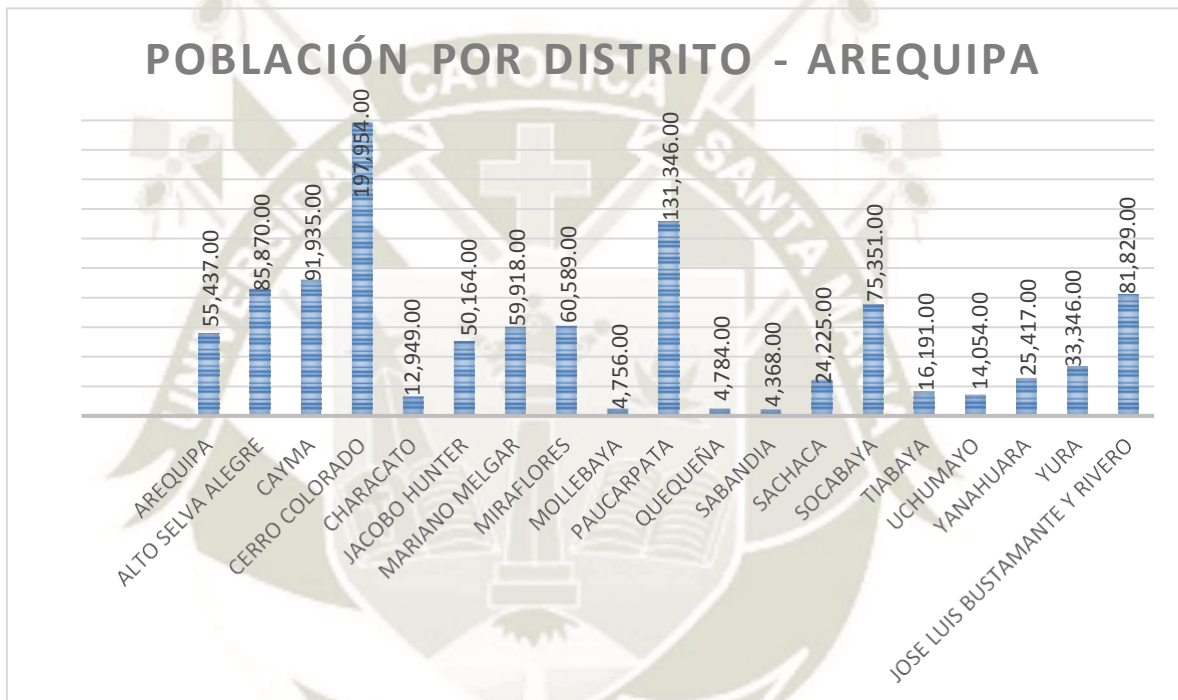
-Paucarpata

- Cayma
- Jose Luis Bustamante y Rivero

A continuación, se muestra un gráfico de la población por distrito en la ciudad de Arequipa mencionados anteriormente.

Figura 19

Población por distrito de Arequipa



Fuente: Elaboración propia.

Para lo cual se podría considerar dichos distritos para la ubicación de los módulos de acopio, ya que en estas zonas se concentra la mayor cantidad de habitantes en la ciudad de Arequipa.

3.4.6.3. Residuos domiciliarios de envases PET en Arequipa

Según el Sistema de Información para la gestión de Residuos Sólidos proporcionados por SIGERSOL para el año 2015, se obtiene los siguientes datos sobre los residuos domiciliarios de envases PET generados por habitante y distrito de Arequipa.

Tabla 17

Residuos domiciliarios de envases PET en Arequipa

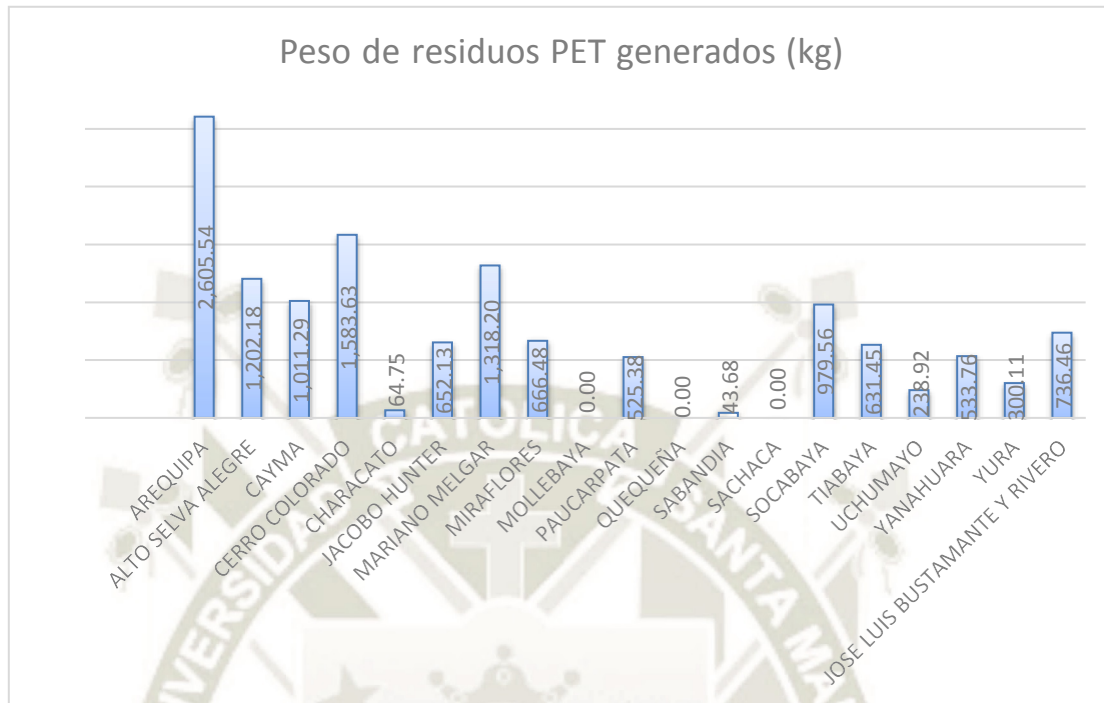
DISTRITO	Población	RESIDUOS DE ENVASES DE PET	
		Residuos generados (kg/hab.)	Residuos generados (kg/distrito)
AREQUIPA	55437	0.047	2,605.54
ALTO SELVA ALEGRE	85870	0.014	1,202.18
CAYMA	91935	0.011	1,011.29
CERRO COLORADO	197954	0.008	1,583.63
CHARACATO	12949	0.005	64.75
JACOBO HUNTER	50164	0.013	652.13
MARIANO MELGAR	59918	0.022	1,318.20
MIRAFLORES	60589	0.011	666.48
MOLLEBAYA	4756	0	0.00
PAUCARPATA	131346	0.004	525.38
QUEQUEÑA	4784	0	0.00
SABANDIA	4368	0.01	43.68
SACHACA	24225	0	0.00
SOCABAYA	75351	0.013	979.56
TIABAYA	16191	0.039	631.45
UCHUMAYO	14054	0.017	238.92
YANAHUARA	25417	0.021	533.76
YURA	33346	0.009	300.11
JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO	81829	0.009	736.46
	Total		13,093.51

Fuente: Adaptación de Sistema de Información para la gestión de Residuos Sólidos, SIGERSOL – 2015.

A continuación, un grafico de los residuos domiciliarios de plástico PET generados en Arequipa:

Figura 20

Residuos domiciliarios de plástico PET generado por distrito en Arequipa



Fuente: Elaboración propia.

De donde se puede concluir que los distritos con mayor generación de residuos de plástico PET en Arequipa son:

- Arequipa con 2,605.54 kg
- Cerro Colorado con 1,583.63 kg
- Mariano Melgar con 1,318.20 kg
- Alto Selva Alegre con 1,202.18 kg

3.4.7. Recuperación objetivo

Para comenzar se realizó un análisis de la compra de suministros de plástico del año 2018 al 2020, considerando el mes de enero y febrero del presente año, específicamente la compra de preformas, tapas y láminas termocontraíbles (Ver Anexo 3), debido a que son los residuos que se generan en mayor proporción en el proceso de producción.

Tabla 18

Compra de suministros del año 2018 al 2021

SUMINISTROS	PESO (Kg)
Preformas	164,484.08
Tapas	40,513.39
Laminas termo contraíbles	19,550.85
Total	224,548.32

Fuente: Elaboración propia

En donde se adquirió en promedio un total de 224,538.32 Kg de dichos suministros, valorizados en S/1,113,761.59 como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 19

Valor de adquisición de suministros del año 2018 al 2021

SUMINISTROS	VALOR TOTAL (S/.)
Preformas	S/859,522.97
Tapas	S/109,953.33
Laminas termo contraíbles	S/144,285.28
Total	S/1,113,761.59

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se comparó el peso promedio anual de la compra de los suministros con el peso de la generación de los residuos promedio correspondientes del año 2018 al 2020, considerando el mes de enero y febrero del presente año (Ver anexo 4).

Tabla 20

Compra de suministros de plástico al 2021

SUMINISTROS	COMPRA (Kg)	RESIDUO (Kg)	%
Preformas PET	164,484.08	5,536.09	3.37
Tapas PP	40,513.39	268.54	0.66
Laminas term o contraíbles	19,550.85	483.60	2.47
TOTAL	224,548.32	6288.23	2.80

Fuente: Elaboración propia.

Cabe recalcar que es importante considerar el peso de generación de residuos, ya que uno de los propósitos de la Logística Inversa es su valorización.

De esta forma se obtiene un ingreso mensual de la comercialización de residuos generados (preformas, botellas, tapas y láminas), junto con los residuos recuperados en los módulos de acopio (botellas y tapas), de tal manera que se respalda la implementación del sistema propuesto.

Por esta razón se analizó el porcentaje que se busca recuperar de la compra de suministros de plástico. En donde el ingreso anual sería de S/15,569.09.

Tabla 21

Porcentaje de recuperación según el tipo de residuos sólidos

RESIDUOS	PORCENTAJE A RECUPERAR (%)	VALOR (S/.) ANUAL
Botellas PET	1.7%	S/14,611.89
Tapas PP	0.5%	S/570.51
Laminas termo contraíbles	0.3%	S/386.68
TOTAL		S/15,569.09

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se obtuvo la recuperación objetivo en kg, considerando el valor de comercialización para cada Kilogramo de residuo, para lo cual se fraccionó el ingreso esperado entre el valor de comercialización.

Además, se sustrajo el peso de residuos generados en la empresa para hallar el total neto a recuperar, por último, se calculó el peso promedio mensual que se debe recuperar.

Tabla 22

Recuperación objetivo según el tipo de residuos sólidos

RESIDUOS	PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN (S/.)	PESO (Kg)		
		RECUPERACIÓN ANUAL	RESIDUOS ANUAL	RECUPERACION MENSUAL
Botellas PET	S/1.00	14,611.89	5,536.09	756.32
Tapas PP	S/0.75	760.69	268.54	41.01
Laminas termocontraibles	S/0.80	483.36	483.60	0
TOTAL		15,826.72	6,288.23	797.31

Fuente: Elaboración propia

De manera que la venta de residuos sólidos a la EP-RS, que se obtiene de la acumulación de residuos en la empresa y la recuperación de botellas postconsumo propuesta, es igual a un valor de S/ 15,569.09 anuales.

3.4.8. Módulos de acopio

Existen diversos diseños para el almacenamiento en módulos de acopio, dependiendo del tipo de residuo, su volumen y otras características. De esta manera para la elección de los módulos de acopio se optó por dos tipos de diseños, la Máquina expendedora inversa y el módulo de acopio con rejilla, los cuales poseen diferentes funciones.

3.4.8.1. Máquina expendedora inversa

La Máquina expendedora inversa o reverse vending machine posee mayor capacidad de almacenamiento, ya que una vez que el usuario ingresa la botella PET esta pasa a ser compactada, de esta manera ocupa menor volumen que una botella no compactada.

Además debido a su tecnología estas máquinas poseen sensores de reconocimiento para identificar el código de barras en la etiqueta, y el material y forma del envase, lo que permite tener mayor precisión al momento de recompensar al usuario. Es importante mencionar que en el caso de que el usuario intente ingresar otro envase diferente a botellas PET, la máquina posee protección óptica contra el fraude.

Figura 21

Ingreso de botellas en la máquina expendedora inversa



Fuente: INCOM TOMRA Reverse vending machine.

Para recompensar al usuario la máquina posee un sistema de impresión de cupones, los cuales contienen un código QR con la información de puntos ganados de acuerdo al peso de los envases PET depositados.

Por otro lado, la acumulación de puntos se realizará mediante una aplicación, donde el usuario, por medio de su smartphone, podrá registrarse y generar un código QR propio que le permitirá acumular y canjear los puntos por diversos beneficios en los establecimientos de las empresas asociadas a esta iniciativa.

Cabe resaltar que las marcas de las empresas asociadas podrán ser visibles en los laterales de las máquinas.

Figura 22

Sistema de impresión de cupones en máquina expendedora inversa



Fuente: INCOM TOMRA Reverse vending machine.

De esta manera se benefician los consumidores, lo que favorece a posibilidad de recolectar mayor cantidad de botellas PET y asimismo las empresas involucradas al demostrar su compromiso con el medio ambiente.

Por consiguiente, para la presente investigación se considerará la Máquina expendedora inversa H-11, elaborada por INCOM TOMRA, la cual cuenta con las siguientes especificaciones:

- Capacidad de almacenamiento de 0.93 m³
- Contenedor apto para PET
- Consumo de energía de 50 W inactivo y 300 W en funcionamiento.
- Tension nominal de 100-240 V.
- Conectividad WIFI.
- Pantalla táctil de 21.5”.
- Guía del usuario en pantalla.
- Recibo electrónico (POS).
- Lector QR
- Lector de tarjeta magnética.

Figura 23

Máquina expendedora inversa H-1



Fuente: INCOM TOMRA Reverse vending machine.

Para terminar la máquina cuenta con un volumen de 1.47 m³ y una capacidad de almacenamiento para botellas comprimidas en 0.93 m³, es decir alrededor de 1,548 botellas de 1.5 L, que equivalen a 54.19 kg de PET.

3.4.8.2. Módulo con rejilla

Por otro lado, el funcionamiento del módulo de acopio de rejilla es muy simple, ya que el usuario solo debe depositar la botella.

Asimismo, debido a las medidas del módulo (alto: 1,8 m, largo: 1,6 m y ancho: 1.5 m), este cuenta un volumen de 4.32 m³ para el almacenamiento y no posee ningún mecanismo para compactar las botellas, por lo tanto, su capacidad máxima es de 1,440 botellas de 1.5 L, equivalentes a 50.4 kg de PET.

Figura 24

Módulo de acopio con rejillas



Fuente: Ecocontenedores.

Cabe resaltar que los cálculos expuestos en la siguiente tabla, están basados en una botella de 1.5 L, ya que ocupa un volumen promedio entre las botellas de 500 ml y 3L que se puede depositar en ambos tipos de módulo.

Además, existe una diferencia entre en acopio en módulos con rejillas y unas máquinas expendedora inversa, ya que esta última compacta las botellas, por lo cual su volumen se reduce, lo cual se muestra a continuación:

Tabla 23

Volumen en los módulos de acopio en base a botellas PET de 1.5 L.

VOLÚMEN DE UNA BOTELLA DE 1.5 L SIN COMPACTAR			VOLÚMEN DE UNA BOTELLA DE 1.5 L COMPACTADA		
Alto	0.1	m	Alto	0.1	m
Ancho	0.3	m	Ancho	0.3	m
Espesor	0.1	m	Espesor	0.02	m
Volumen	0.00300	m ³	Volumen	0.00060	m ³
Cant. Botellas	m³	Kg	Cant. Botellas	m³	Kg
1	0.003	0.035	1	0.0006	0.035
333	1	12	1667	1	58
1440	4.32	50.40	1548	0.93	54.19
18720	56.16	655.20	3097	1.86	108.38
Total de botellas compactadas y sin compactar			21817		
Volúmen total (m³)			58.02		
Peso total (Kg)			763.58		

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 22 el volumen de un módulo con rejillas cuenta con un almacenamiento de 4.32 m³, a diferencia de una máquina expendedora inversa que posee un volumen de almacenamiento de 0.93 m³.

De esta manera la cantidad de botellas que se puede almacenar en un módulo con rejillas es de 1440 unidades sin compactar y la cantidad de botellas que caben en una máquina expendedora inversa es igual a 1548 unidades compactadas.

Por esta razón, para alcanzar la recuperación objetivo mensual de 756.32 Kg de botellas PET, se requieren dos módulos de la Máquina expendedora inversa y trece módulos de acopio de rejilla. En donde los trece módulos de acopio

tradicionales almacenarán 18,720 botellas y las dos máquinas expendedoras inversa almacenarán 3,097 unidades, lo que equivale a 763.58 Kg en total.

3.4.9. Capacidad de carga para recolección

Para la recolección de botellas postconsumo en los puntos de acopio se destinará un camión específico que se encargue de la carga, traslado y descarga de los residuos de botellas PET desde estos módulos hasta el lugar de segregación en la empresa embotelladora.

Cabe resaltar que el volumen del camión es importante para recolectar el volumen requerido según la recuperación objetivo en los distintos módulos de acopio en un solo recorrido.

De ahí que la empresa embotelladora cuenta con un camión de 35 m³ volumen de carga y una capacidad de 2 Ton, sin embargo como se observa en la Tabla 18, son un total de 21,817 botellas que se podrían recuperar, las cuales equivalen a 763,58 kg de PET y 58.02 m³.

En consecuencia, el volumen total de los módulos de acopio es mayor al volumen del camión por lo que es necesario hacer más de un recorrido mensual para cumplir con la oferta máxima de los puntos de acopio.

3.4.10. Factores de localización de puntos de acopio

Los factores más relevantes para la localización de puntos de acopio, se detallan a continuación:

A. Cercanía al mercado:

Los puntos de acopio se deben ubicar en zonas de consumo habitual u ocasional de bebidas en envases de plástico, distribuidos en la mayoría de los distritos de la ciudad, para poder llegar a la mayor parte de la población de Arequipa.

Estos deben ser lugares concurridos, como, por ejemplo:

- Centros comerciales
- Supermercados
- Mercados
- Plazas
- Parques, entre otros.

Tabla 24

Ubicaciones propuestas para los módulos de acopio

CENTROS COMERCIALES		DIRECCIÓN
1	Real Plaza	Av. Ejercito 1009
2	Mall Plaza Cayma	Av. Ejercito 795, Cayma
3	El Panorámico	Calle Rivero, Arequipa Metropolitana
4	Mall Aventura Plaza	Av. Porongoche 500, Paucarpata
5	Mall Parque Lambramani	Av. los Incas
6	Mall Arequipa Center	
UNIVERSIDADES		DIRECCIÓN
1	Universidad Católica San Pablo	Urb. Campiña Paisajista, Quinta Vivanco
2	Universidad Católica Santa María	Urb. San José, San Jose s/n, Yanahuara
3	Universidad Nacional de San Agustín	Santa Catalina 117
PARQUES Y PLAZAS		DIRECCIÓN
1	Parque Selva Alegre	C. Garanios s/n
2	Plaza Yanahuara	Cuesta del Ángel 509
3	Parque del Avión	Av. Quiñones s/n
4	Parque Umachiri	Arias Araguez 215, Mariano Melgar
5	Plaza Mayta Cápac	Av Union 316
MERCADOS		DIRECCIÓN
1	Mercado San Camilo	Nicolas de Pierola
2	Plataforma Comercial Andres Avelino Caceres	Av. Alcides Carrion N° 209
3	Mega Centro Comercial Mi Mercado	Av. Vidaurrazaga S/n, José Luis Bustamante y Rivero
SUPERMERCADOS		DIRECCIÓN
1	Economax	Av. Metropolitana 63, Yanahuara
2	Promart	Av. Metropolitana esquina con, Rimac, Cerro Colorado
3	Metro Yanahuara	Av. Ejercito 601, Yanahuara
4	Metro Hunter	Americas, Jacobo Hunter

Fuente: Elaboración propia

B. Accesibilidad:

La ubicación de los módulos de acopio debe tener en cuenta la facilidad de acceso de los consumidores hacia el módulo, por este motivo debe estar en un lugar público, correctamente señalizado, en una zona adecuada para no interrumpir el movimiento de personas o vehículos y a una altura a la cual una persona de altura promedio no tenga problemas para depositar la botella.

Por otro lado, debe estar ubicado de tal forma que el encargado del recojo de botellas pueda efectuar esta la carga sin ningún problema.

C. Abastecimiento de servicios (agua y luz):

El diseño del módulo de acopio con rejillas no requiere el abastecimiento de ningún servicio. Por otro lado, el módulo reverse vending requiere de electricidad para poder cumplir sus funciones.

D. Clima:

Para la localización del punto de acopio se debe tener en cuenta los diversos tipos de clima a que puede estar expuesto, para lo cual este debe estar hecho de un material resistente a la lluvia y sol, de tal forma que los residuos se conserven adecuadamente hasta ser retirados por la empresa recolectora.

Además, las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables y debe contar con ventilación natural para evitar acumulación de vapores. Por esta razón se considera que el material del módulo debe ser metálico recubierto con pintura para evitar corrosión.

E. Reglamentos fiscales y legales:

Según el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su correspondiente modificación en el Decreto Legislativo N° 1501 publicado por el diario El Peruano (2020) se

establecen los procesos para el manejo y control de Residuos Sólidos útiles para aplicar en los módulos de acopio.

El capítulo II llamado Operaciones y Procesos del Manejo De Residuos No Municipales, contiene el subcapítulo 1 en donde detalla la Segregación y Almacenamiento de Residuos Sólidos No Municipales, para lo cual el artículo 51 puntualiza que los creadores de Residuos Sólidos No Municipales están obligados a realizar su segregación en la fuente.

Asimismo, el artículo 52 detalla que el almacenamiento de residuos sólidos debe considerar el peso, volumen y características físicas, químicas o biológicas de estos, para garantizar la seguridad, higiene y orden. Además, el almacenamiento debe tener en cuenta la facilidad para realizar la carga, descarga y transporte de los residuos para no afectar a la salud de los trabajadores.

De la misma manera por medio de la modificación del Decreto Legislativo N°1278 por el Decreto Legislativo N° 1501, el artículo 52 establece que las empresas que cuenten con un Instrumento de Gestión Ambiental aprobado y requieran realizar pruebas para la implementación del procesamiento de sus residuos, deben presentar una declaración jurada ante la autoridad ambiental competente y a la entidad de fiscalización ambiental, especificando las actividades a ejecutar junto con un cronograma.

Por otro lado, el artículo 53 especifica los tipos de almacenamiento de residuos sólidos no municipales, que se dividen en inicial, intermedio y central. En el caso del almacenamiento inicial, este se realiza inmediatamente en el ambiente de trabajo. En el caso del almacenamiento intermedio, se realiza en espacios distribuidos en instalaciones del generador con los residuos que provienen del almacenamiento inicial. Y por último el almacenamiento central se realiza dentro de las instalaciones del generador antes de su traslado a instalaciones destinadas para el tratamiento de residuos sólidos. Cabe señalar que los residuos pueden provenir del almacenamiento inicial o intermedio.

Por último, en el artículo 69 del capítulo 5 de Disposición Final de Residuos Sólidos No Municipales, se especifica que la disposición final de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos de gestión no municipal debe colocarse en módulos implementadas para dicho fin.

3.4.11. Diseño de la red de acopio

3.4.11.1. Ubicación de los puntos de acopio

Para la ubicación de los quince módulos de acopio se aplicó el método de factores ponderados, para lo cual se consideró los factores más importantes para la localización de los puntos de acopio distribuidos en siete distritos de Arequipa.

Tabla 25

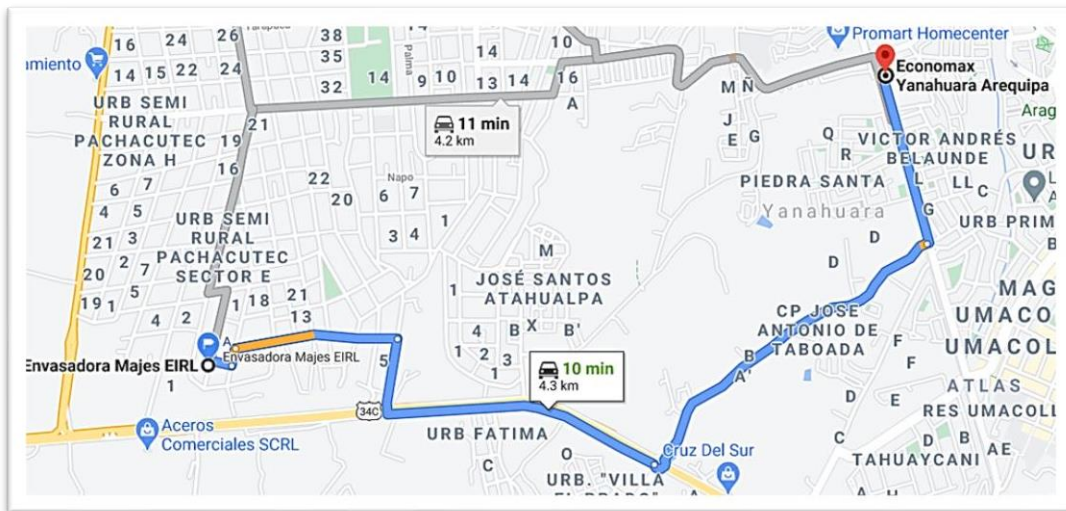
Método de factores ponderados para la localización en Yanahuara

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas							
		A. Economax		B. Plaza de Yanahuara		C. Metro de Yanahuara		D. Parque del avión	
Proximidad a la embotelladora	10%	7	0.70	6	0.60	6	0.60	7	0.70
Densidad poblacional en la ubicación	25%	7	1.75	7	1.75	7	1.75	7	1.75
Consumo de PET en ubicación	30%	5	1.50	5	1.50	8	2.40	5	1.50
Costo de transporte	15%	7	1.05	5	0.75	6	0.90	6	0.90
Aforo en la ubicación	20%	7	1.40	8	1.60	8	1.60	6	1.20
Puntuación total		6.40		6.20		7.25		6.05	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los puntos de localización que obtuvieron mas puntaje en Yanahuara son Economax y Metro, donde se colocará un módulo de rejilla en cada uno.

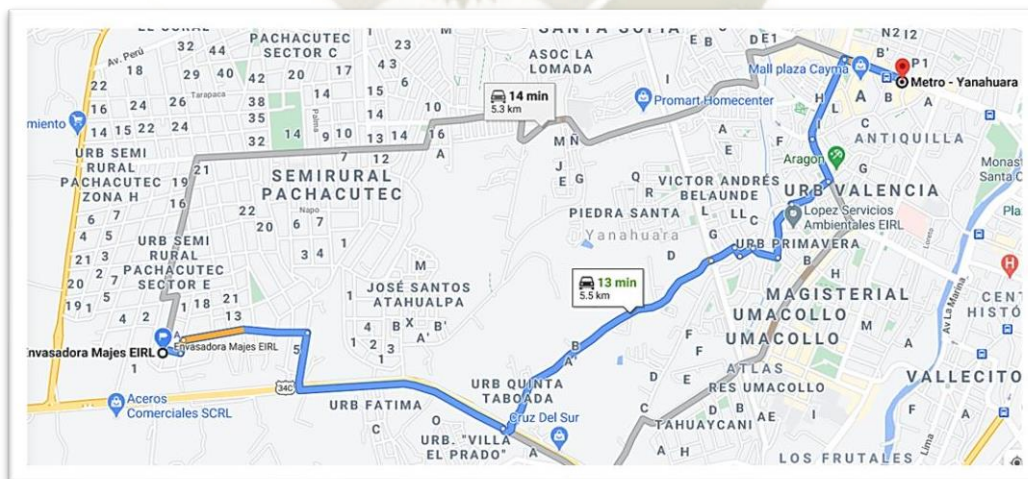
Figura 25
Distancia entre empresa Economax



Fuente: Google Maps

En la figura 25 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y Economax, entre los que existe 4.3 km de distancia.

Figura 26
Distancia entre empresa y Metro



Fuente: Google Maps

En la figura 26 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y Metro, entre los que existe 5.5 km de distancia.

Tabla 26

Método de factores ponderados para la localización en Cayma

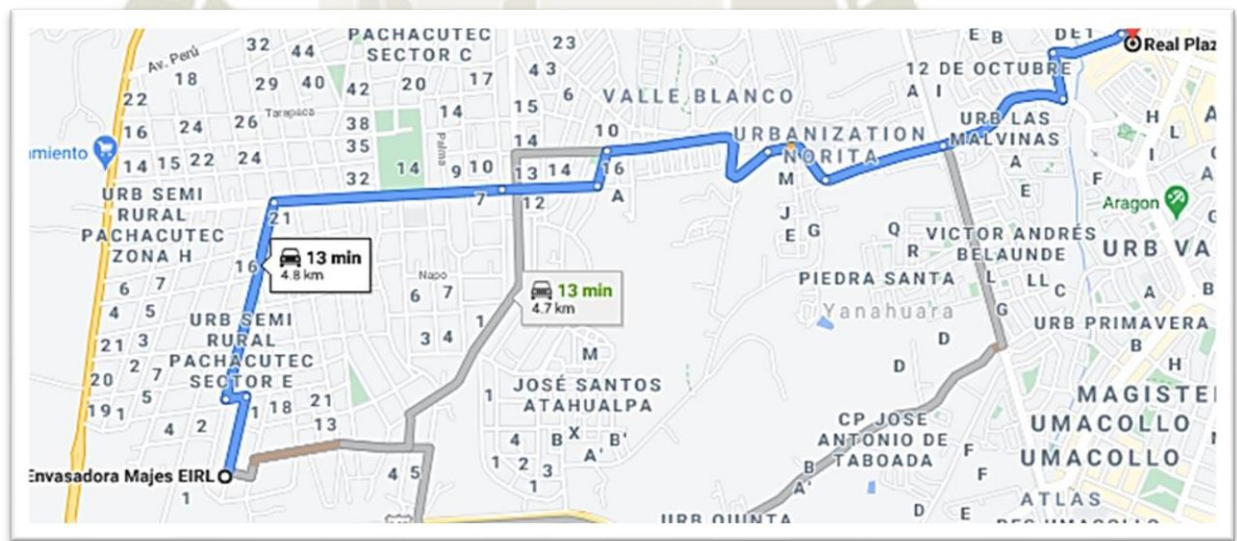
Factores	Peso relativo (%)	Alternativas							
		A. Mall Plaza		B. Plaza La Tomilla		C. Real Plaza		D. Centro Comercial Cayma	
Proximidad a la embotelladora	10%	6	0.60	5	0.50	7	0.70	6	0.60
Densidad poblacional en la ubicación	25%	6	1.50	6	1.50	6	1.50	6	1.50
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40	8	2.40	8	2.40	8	2.40
Costo de transporte	15%	6	0.90	4	0.60	6	0.90	6	0.90
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60	7	1.40	8	1.60	6	1.20
Puntuación total		7.00		6.40		7.10		6.60	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los puntos de localización que obtuvieron mas puntaje en Cayma son Mall Plaza y Real Plaza, donde se colocará un módulo de rejilla y una máquina expendedora inversa en el Mall Plaza y un módulo de rejilla en el Real Plaza.

Figura 27

Distancia entre empresa y Real Plaza

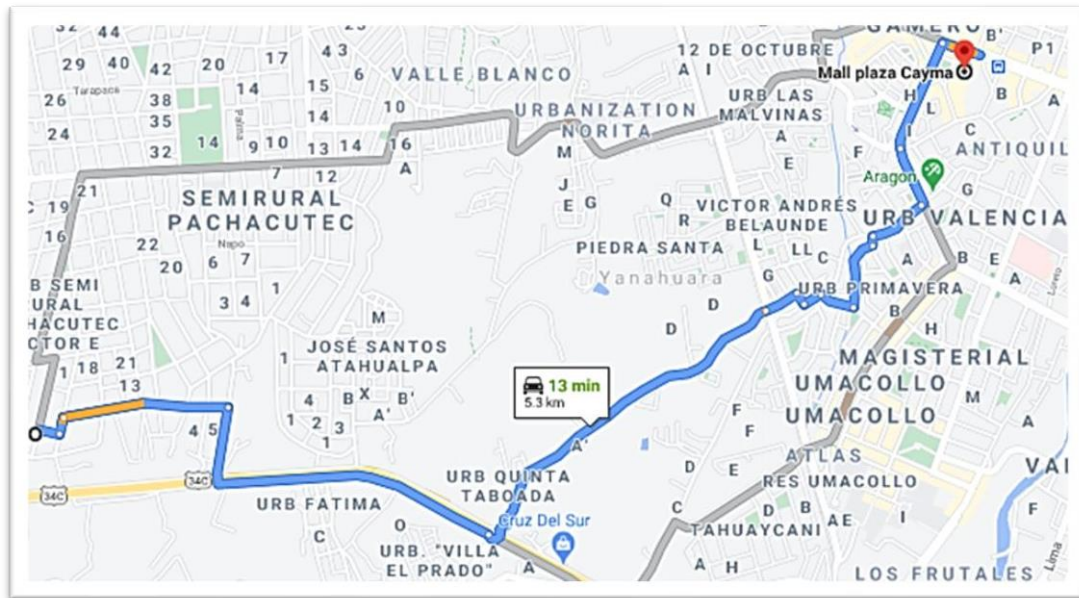


Fuente: Google Maps

En la figura 27 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 4.8 km de distancia.

Figura 28

Distancia entre empresa y Mall Plaza



Fuente: Google Maps

En la figura 28 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 5.3 km de distancia.

Tabla 27

Método de factores ponderados para la localización en Cerro Colorado.

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas							
		A. Mall Arequipa Center		B. Mall Plaza Norte		C. Promart		D. Plaza de las Américas	
Proximidad a la embotelladora	10%	7	0.70	7	0.70	8	0.80	7	0.70
Densidad poblacional en la ubicación	25%	6	1.50	6	1.50	6	1.50	6	1.50
Consumo de PET en ubicación	30%	5	1.50	5	1.50	5	1.50	5	1.50
Costo de transporte	15%	7	1.05	6	0.90	8	1.20	7	1.05
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60	8	1.60	8	1.60	7	1.40
Puntuación total		6.35		6.20		6.60		6.15	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los puntos de localización que obtuvieron mas puntaje en Cerro Colorado son Mall Arequipa Center y Promart, donde se colocará un módulo de rejilla en cada uno. Para lo cual a continuación se muestra el recorrido desde la embotelladora hasta los puntos elegidos.

Figura 29

Distancia entre empresa y Mall Arequipa Center

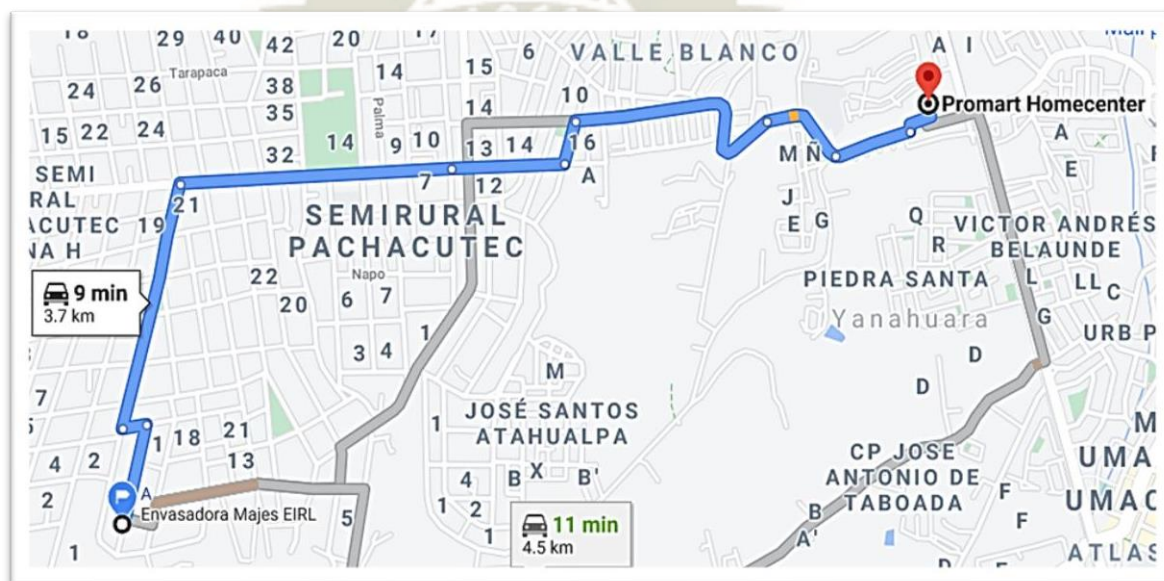


Fuente: Google Maps

En la figura 29 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 4.9 km de distancia.

Figura 30

Distancia entre empresa y Promart



Fuente: Google Maps

En la figura 30 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 3.7 km de distancia.

Tabla 28

Método de factores ponderados para la localización en Arequipa

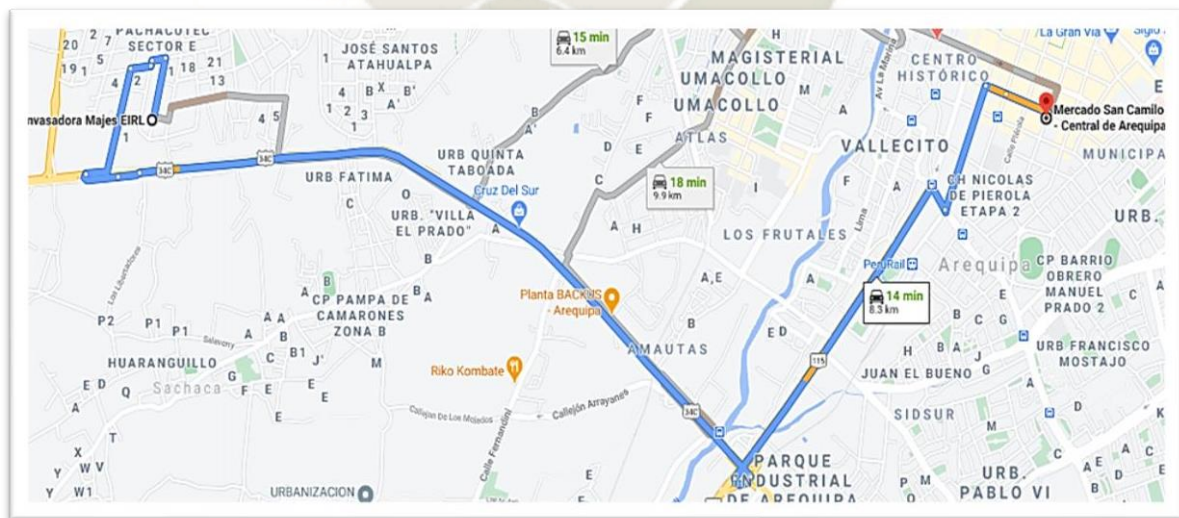
Factores	Peso relativo (%)	Alternativas							
		A. Parque Mercaderes		B. Panorámico		C. Mercado San Camilo		D. Mall Parque Lambramani	
Proximidad a la embotelladora	10%	5	0.50	5	0.50	5	0.50	4	0.40
Densidad poblacional en la ubicación	25%	8	2.00	8	2.00	8	2.00	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40	8	2.40	8	2.40	8	2.40
Costo de transporte	15%	6	0.90	6	0.90	6	0.90	5	0.75
Aforo en la ubicación	20%	5	1.00	5	1.00	5	1.00	7	1.40
Puntuación total		6.80		6.80		6.80		6.95	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los puntos de localización que obtuvieron mas puntaje en el distrito de Arequipa son Mercado San Camilo y Mall Parque Lambramani, donde se colocará un módulo de rejilla en cada uno. Para lo cual a continuación se muestra el recorrido desde la embotelladora hasta los puntos elegidos.

Figura 31

Distancia entre empresa y Mercado San Camilo



Fuente: Google Maps

En la figura 31 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 8.3 km de distancia.

Figura 32

Distancia entre empresa y Mall Parque Lambramani



Fuente: Google Maps

En la figura 32 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 8.9 km de distancia.

Tabla 29

Método de factores ponderados para la localización en Paucarpata

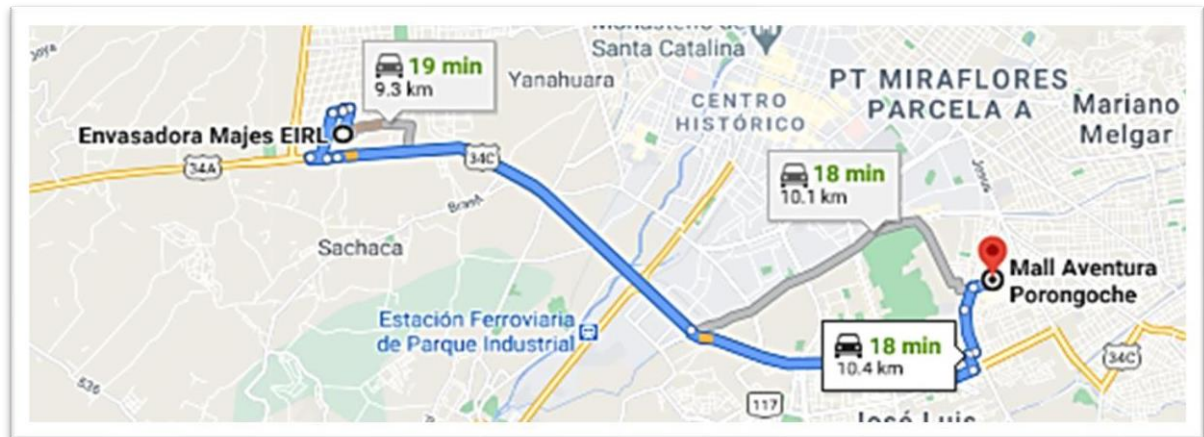
Factores	Peso relativo (%)	Alternativas							
		A. Zoo Mundo		B. Mnisterio de Transportes		C. Mall Aventura Plaza		D. Plaza de Paucarpata	
Proximidad a la embotelladora	10%	3	0.30	5	0.50	6	0.60	4	0.40
Densidad poblacional en la ubicación	25%	7	1.75	7	1.75	7	1.75	7	1.75
Consumo de PET en ubicación	30%	6	1.80	6	1.80	6	1.80	6	1.80
Costo de transporte	15%	3	0.45	5	0.75	6	0.90	4	0.60
Aforo en la ubicación	20%	6	1.20	3	0.60	8	1.60	5	1.00
Puntuación total		5.50		5.40		6.65		5.55	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los puntos de localización que obtuvo mas puntaje fue Mall Aventura Plaza, donde se colocará un módulo de rejilla y una máquina expendedora inversa. Para lo cual a continuación se muestra el recorrido desde la embotelladora hasta el punto elegido.

Figura 33

Distancia entre empresa y Mall Aventura Plaza



Fuente: Google Maps

En la figura 33 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 10.4 km de distancia.

Tabla 30

Método de factores ponderados para la localización en José Luis Bustamante y Rivero

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas							
		A. Andres Avelino Caceres		B. Palacio del Deporte		C. Mi Mercado		D. Tecsup	
Proximidad a la embotelladora	10%	7	0.70	5	0.50	7	0.70	6	0.60
Densidad poblacional en la ubicación	25%	8	2.00	8	2.00	8	2.00	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	7	2.10	7	2.10	7	2.10	7	2.10
Costo de transporte	15%	7	1.05	4	0.60	7	1.05	5	0.75
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60	6	1.20	8	1.60	5	1.00
Puntuación total		7.45		6.40		7.45		6.45	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los puntos de localización que obtuvieron más puntaje en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero son la Plataforma Comercial Andrés Avelino Cáceres y Mi mercado, donde se colocará dos módulos de rejilla en el primero y uno en el último. Para lo cual a continuación se muestra el recorrido desde la embotelladora hasta los puntos elegidos.

Figura 34

Distancia entre empresa y la Plataforma Comercial Andrés Avelino Cáceres

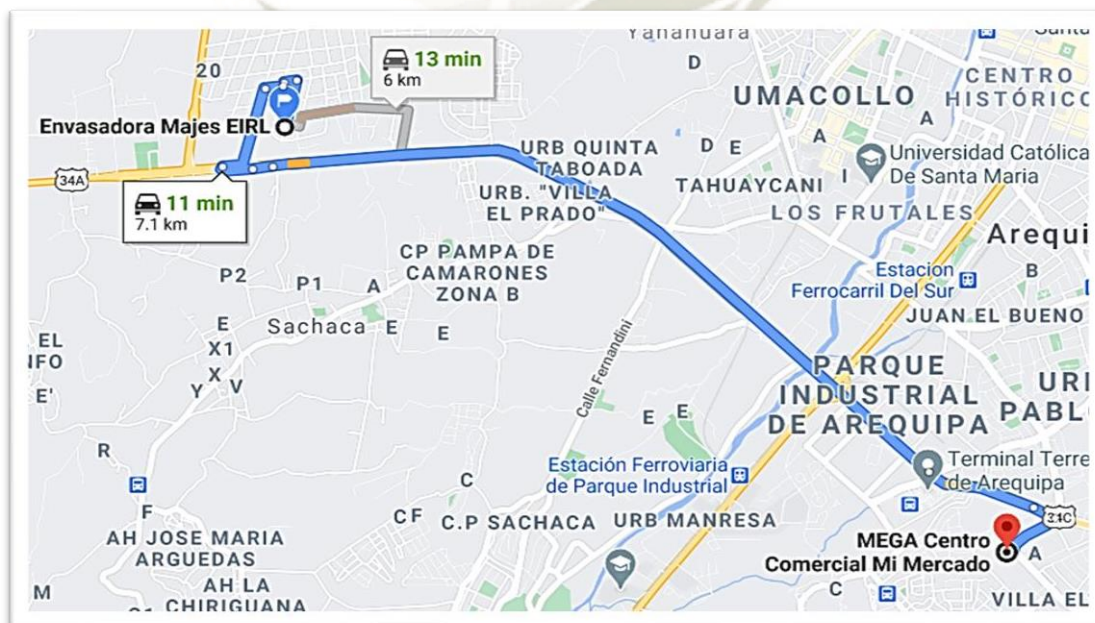


Fuente: Google Maps

En la figura 34 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 8.4 km de distancia.

Figura 35

Distancia entre empresa y el Mega Centro Comercial Mi Mercado



Fuente: Google Maps

En la figura 35 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 7.1 km de distancia.

Tabla 31

Método de factores ponderados para la localización en Jacobo Hunter

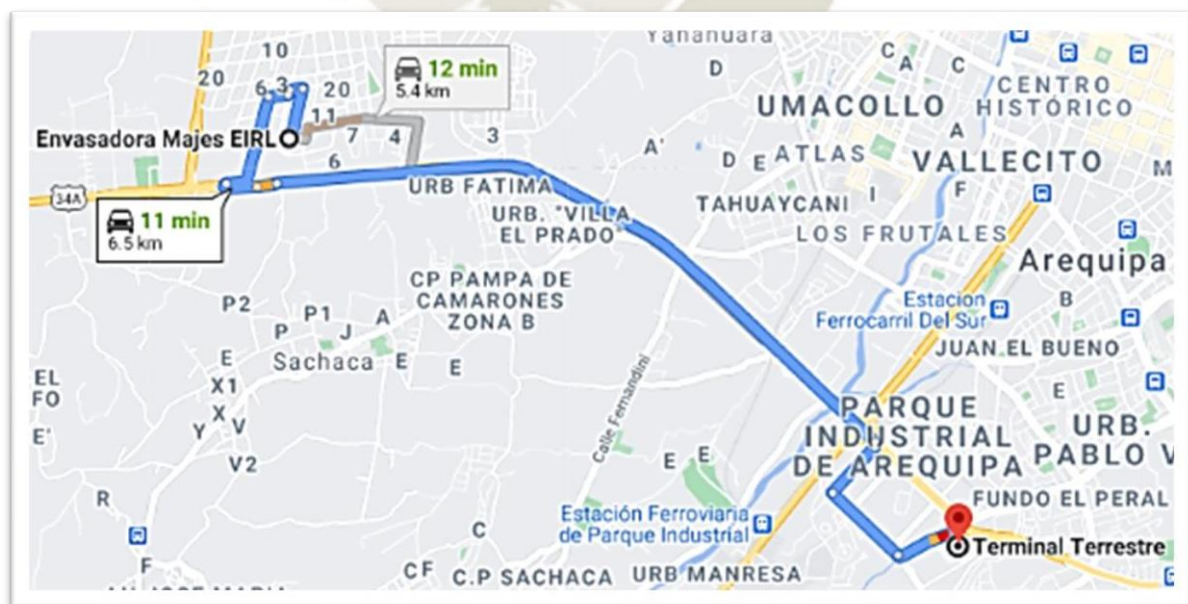
Factores	Peso relativo (%)	Alternativas							
		A. Municipalidad de Hunter		B. Metro		C. Terminal Terrestre		D. Mall Paseo Central	
Proximidad a la embotelladora	10%	5	0.50	6	0.60	7	0.70	7	0.70
Densidad poblacional en la ubicación	25%	6	1.50	6	1.50	6	1.50	6	1.50
Consumo de PET en ubicación	30%	6	1.80	6	1.80	6	1.80	6	1.80
Costo de transporte	15%	6	0.90	6	0.90	8	1.20	8	1.20
Aforo en la ubicación	20%	5	1.00	5	1.00	8	1.60	7	1.40
Puntuación total		5.70		5.80		6.80		6.60	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los puntos de localización que obtuvo mas puntaje en el distrito de Jacobo Hunter es el Terminal Terrestre, donde se colocará un módulo de rejilla. Para lo cual a continuación se muestra el recorrido desde la embotelladora hasta el punto elegido.

Figura 36

Distancia entre empresa y el Terminal Terrestre



Fuente: Google Maps

En la imagen 36 se puede observar la distancia y tiempo de recorrido total entre la empresa y el punto de acopio, entre los que existe 6.5 km de distancia.

De esta manera se concluye que las dos máquinas expendedoras inversas estarán ubicadas en los centros comerciales más concurridos, es decir Mall Plaza y Mall Aventura plaza.

Asimismo, los módulos de rejilla estarán distribuidos uniformemente en resto de puntos de acopio, con excepción de la Plataforma Andrés Avelino Cáceres en donde se ubicarán dos módulos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 32

Distribución de los módulos de acopio en la ciudad de Arequipa

Distritos	Puntos de acopio	Cantidad de módulos	
		De rejilla	Máquina expendedora inversa
Arequipa	(1) Mercado San Camilo	1	
	(2) Parque Lambramani	1	
Cayma	(3) Real Plaza	1	
	(4) Mall Plaza	1	1
Yanahuara	(5) Metro Yanahuara	1	
	(6) Economax	1	
Cerro	(7) Promart	1	
Colorado	(8) Arequipa Center	1	
Paucarpata	(9) Mall Aventura Plaza	1	1
	(10) Plataforma Comercial Andrés Avelino Cáceres	2	
Jose Luis Bustamante y Rivero	(11) Mega Centro Comercial Mi mercado	1	
Hunter	(12) Terminal terrestre	1	
TOTAL			15

Fuente: Elaboración propia.

3.4.11.2. Ruta de acopio

La problemática para hallar la ruta más conveniente para los vehículos radica en que estos poseen cierta capacidad y además deben satisfacer la demanda de distintos puntos, según Contreras & Diaz (2010). Por lo cual para elaboración de la ruta de acopio para la recuperación de botellas postconsumo, se eligió el Método de Ahorros, basado en el algoritmo de Clarke-Wright, ya que este minimiza la distancia recorrida y asimismo minimiza el número de vehículos requeridos para satisfacer la recuperación en todos los puntos de acopio.

De esta manera se inició con la determinación de distancias entre la empresa embotelladora y cada uno de los puntos de acopio, para lo cual se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 33

Distancia entre embotelladora y puntos de acopio

	Puntos de acopio	Distancia (Km)	Tiempo (Min)
AREQUIPA	1. Mercado San camilo	10.5	19
	2. Parque Lambramani	8.9	13
CAYMA	3. Real plaza	4.8	13
	4. Mall plaza	5.3	13
YANAHUARA	5. Metro Yanahuara	5.5	13
	6. Economax	4.3	9
CERRO	7. Promart	3.7	10
COLORADO	8. Arequipa Center	5	13
PAUCARPATA	9. Mall Aventura Plaza	10.1	18
JOSE LUIS BUSTAMANTE	10. Plataforma Comercial Andrés Avelino Cáceres	7	12
Y RIVERO	11. Mega Centro Comercial Mi mercado	7.1	11
JACOBO HUNTER	12. Terminal terrestre	6.6	14
TOTAL		78.8	158

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se calculó la distancia en (km) entre cada uno de los puntos de acopio, como se puede observar en la siguiente matriz:

Figura 37

Distancia entre puntos de acopio

DISTANCIA ENTRE LOS PUNTOS DE ACOPIO EN KM												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		2.5	4.8	4.5	3	4.7	5.1	5.4	3.8	3.9	4.6	4
2			5.9	5.5	4.3	7.2	7.5	9.5	1.5	3.2	4	3.3
3				0.35	0.5	1.8	1.5	2.6	7.2	7.4	5.9	5.4
4					0.17	2.3	1.7	2.5	6.8	7	6.5	5.9
5						2.2	2.3	2.3	6.7	5.4	6.3	5.7
6							0.27	2.2	8.6	8	5.3	4.7
7								2.2	8.9	8.3	5.6	5
8									11.5	10.9	8.2	7.6
9										3.1	3.9	4.7
10											0.75	1.6
11												2.5
12												

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se elaboró una matriz con el tiempo requerido para el transporte entre los puntos de acopio en minutos, como se puede ver en la figura 40.

Figura 38

Tiempo entre puntos de acopio

TIEMPO ENTRE LOS PUNTOS DE ACOPIO EN MINUTOS												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		8	20	19	18	19	21	28	14	12	17	14
2			20	19	19	16	18	23	6	7	11	9
3				1	2	6	5	11	22	20	18	14
4					1	8	9	11	21	19	19	15
5						7	8	8	20	19	18	14
6							2	7	22	17	15	11
7								7	23	18	16	12
8									29	24	22	19
9										9	14	12
10											5	6
11												7
12												

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizó el cálculo de ahorro en distancia (km) entre cada uno de los puntos de acopio, como se puede observar en la siguiente matriz:

Figura 39

Ahorro de distancia entre puntos de acopio

AHORRO ENTRE LOS PUNTOS DE ACOPIO EN KM												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		14.7	8.3	9.1	10.8	7.9	6.9	7.8	14.9	12.1	10.8	10.8
2			7.8	8.7	10.1	6	5.1	4.3	17.8	13.4	12	12.1
3				9.75	9.8	7.3	7	7.1	8	5.1	6	5.9
4					10.63	7.3	7.3	7.7	8.9	6	5.9	5.9
5						7.6	6.9	8.1	9.2	7.8	6.3	6.3
6							7.73	7	6.1	4	6.1	6.1
7								6.4	5.2	3.1	5.2	5.1
8									3.8	1.7	3.8	3.8
9										15	13.6	12.2
10											14.05	12.6
11												11.1
12												

Fuente: Elaboración propia

Donde considerando que la embotelladora es el punto de partida 0, la distancia recorrida entre 0-1-0 son 21 km y la distancia entre 0-2-0 son 17.8 km, a continuación, se calculó la distancia entre 0-1-2-0 lo que es igual a 21.9 km. De esta manera el ahorro en distancia entre el punto 1 y 2 es 16.9 km, resultado de la suma del recorrido 0-1-0 y 0-2-0, menos el recorrido de 0-1-2-0.

Posteriormente se ordenó los ahorros en distancia de mayor a menor como se muestra en el Anexo 6.

Finalmente se seleccionó la combinación de puntos con el valor de ahorro mayor, y debido a que la capacidad del camión es menor al volumen total de residuos que se busca recuperar, es necesario hacer dos recorridos para satisfacer la oferta de todos los puntos de acopio, en donde el valor de ahorro más grande para los dos recorridos se presenta en la Tabla 29.

Tabla 34

Recorridos para la recuperación en puntos de acopio.

RECORRIDO		Distancia (Minutos)	Distancia (Km)	Volúmen del módulo (m3)
PRIMER	0. Empresa Embotelladora	18	8.9	
	2. Parque Lambramani	7	1.5	4.32
	9. Mall Aventura plaza	9	3.1	5.25
	10. Plataforma Andres Avelino Cáceres	4	0.75	8.64
	11. Mega Centro Comercial Mi mercado	7	2.5	4.32
	12. Terminal Terrestre	12	4	4.32
	1. Mercado San Camilo	20	8.3	4.32
	0. Empresa Embotelladora			
	Total primer recorrido	77	29.05	31.17
	SEGUNDO	0. Empresa Embotelladora	17	5.5
5. Metro Yanahuara		7	0.17	4.32
4. Mall Plaza		5	0.35	5.25
3. Real plaza		6	1.8	4.32
6. Economax		2	0.27	4.32
7. Promart		8	2.2	4.32
8. Arequipa Center		14	4.9	4.32
0. Empresa Embotelladora				
Total segundo recorrido		59	15.19	26.85
TOTAL		136	44.24	58.02

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera el primer recorrido en la ruta de acopio iniciará con la salida del camión de la empresa las 8:00 am.

A continuación, se añadió la distancia entre puntos de acopio y el tiempo de servicio en cada módulo en minutos, para lo cual se consideró un tiempo de servicio de 15 minutos para los puntos de acopio que poseen un módulo y para los puntos que poseen dos módulos se asignó un tiempo de servicio de 20 minutos.

De esta manera la primera ruta de acopio finaliza a las 10:49 am, por lo que el recorrido total tiene una duración de 2 horas y 49 minutos, como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 35

Primer recorrido en la ruta de acopio

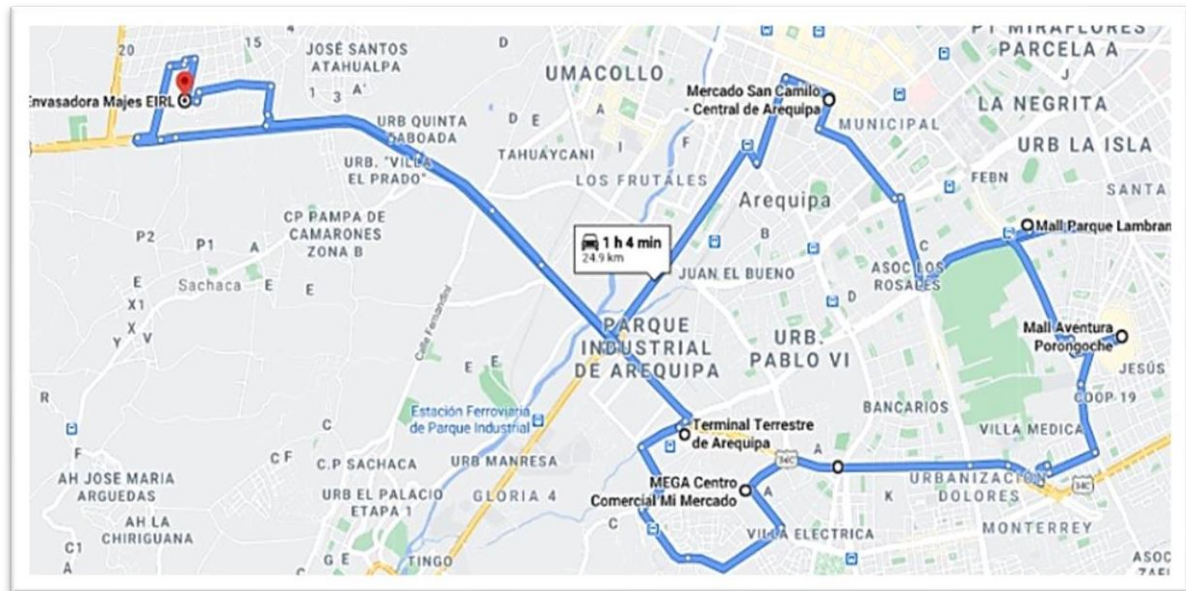
RUTA DE ACOPIO 1							
Puntos de acopio	Tiempo				Distancia (Minutos)	Distancia (Km)	Costo de transporte (S./)
	Inicio	Transporte	Servicio	Fin			
0. Empresa Embotelladora	08:00:00	-	-	08:00:00			
	08:00:00	00:18:00	-	08:18:00	18	8.9	4.87
2. Parque Lambramani	08:18:00	-	00:15:00	08:33:00			
	08:33:00	00:07:00	-	08:40:00	7	1.5	0.82
9. Mall Aventura Plaza	08:40:00	-	00:20:00	09:00:00			
	09:00:00	00:09:00	-	09:09:00	9	3.1	1.70
10. Plataforma Andres Avelino Cáceres	09:09:00	-	00:20:00	09:29:00			
	09:29:00	00:04:00	-	09:33:00	4	0.75	0.41
11. Mega Centro Comercial Mi mercado	09:33:00	-	00:15:00	09:48:00			
	09:48:00	00:07:00	-	09:55:00	7	2.5	1.37
12. Terminal Terrestre	09:55:00	-	00:15:00	10:10:00			
	10:10:00	00:12:00	-	10:22:00	12	4	2.19
1. Mercado San Camilo	10:22:00	-	00:15:00	10:37:00			
	10:37:00	00:12:00	-	10:49:00	20	8.3	4.55
0. Empresa Embotelladora	10:49:00	-	-	10:49:00			
TOTAL	2 horas y 49 minutos				77.00	29.05	15.91

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que a partir de la hora donde finaliza la primera ruta de acopio, el Encargado de residuos tendrá una hora para la segregación de los residuos y su ubicación en la zona designada.

Figura 40

Primer recorrido para la recuperación en puntos de acopio



Fuente: Google Maps.

Asimismo, después de la segregación, el segundo recorrido en la ruta de acopio iniciará con la salida del camión de la empresa las 13:00 pm.

Igualmente se añadió la distancia entre puntos de acopio y el tiempo de servicio en cada módulo en minutos, para lo cual se consideró un tiempo de servicio de 15 minutos para los puntos que poseen un módulo y para los puntos que poseen dos módulos se asignó un tiempo de servicio de 20 minutos.

De esta manera la segunda ruta de acopio finaliza a las 15:34 pm, por lo que el recorrido total tiene una duración de 2 horas y 34 minutos, como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 36

Segundo recorrido en la ruta de acopio

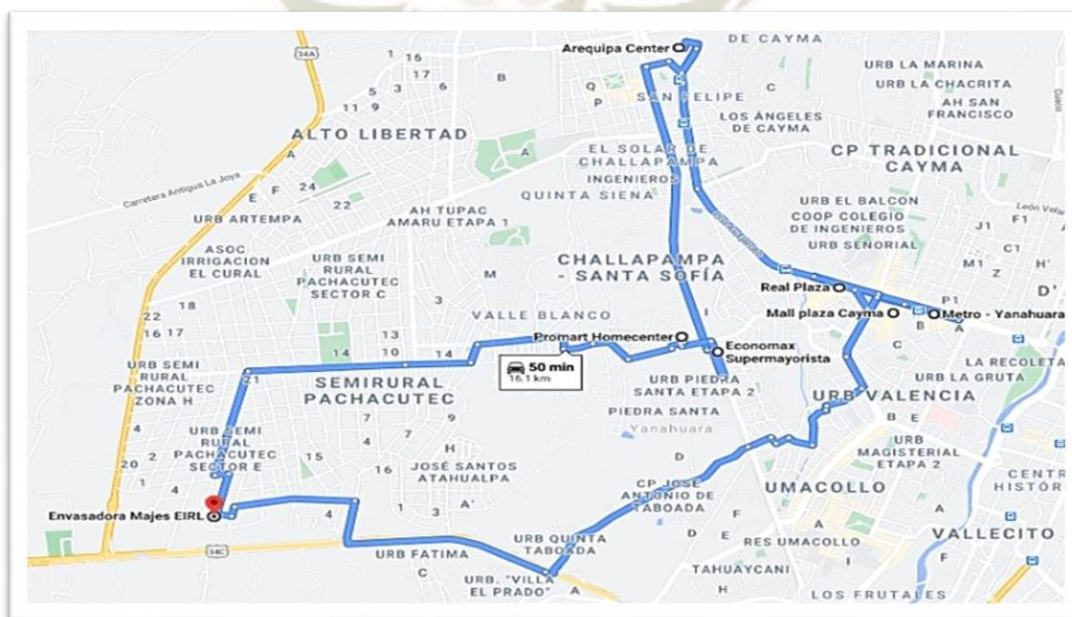
RUTA DE ACOPIO 2							
Puntos de acopio	Tiempo				Distancia (Minutos)	Distancia (Km)	Costo de transporte (S./)
	Inicio	Transporte	Servicio	Fin			
0. Empresa Embotelladora	13:00:00	-	-	13:00:00	17	5.5	3.01
	13:00:00	00:17:00	-	13:17:00			
5. Metro Yanahuara	13:17:00	-	00:15:00	13:32:00	7	0.17	0.09
	13:32:00	00:07:00	-	13:39:00			
4. Mall Plaza	13:39:00	-	00:20:00	13:59:00	5	0.35	0.19
	13:59:00	00:05:00	-	14:04:00			
3. Real plaza	14:04:00	-	00:15:00	14:19:00	6	1.8	0.99
	14:19:00	00:06:00	-	14:25:00			
6. Economax	14:25:00	-	00:15:00	14:40:00	2	0.27	0.15
	14:40:00	00:02:00	-	14:42:00			
7. Promart	14:42:00	-	00:15:00	14:57:00	8	2.2	1.20
	14:57:00	00:08:00	-	15:05:00			
8. Arequipa Center	15:05:00	-	00:15:00	15:20:00	14	4.9	2.68
	15:20:00	00:14:00	-	15:34:00			
0. Empresa Embotelladora	15:34:00	-	-	15:34:00			
TOTAL	2 horas y 34 minutos				59	15.19	8.32

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma, una vez finalizado el segundo recorrido, el Encargado de residuos tendrá una hora para la segregación y su ubicación de residuos.

Figura 41

Segundo recorrido para la recuperación en puntos de acopio



Fuente: Google Maps.

Finalmente, la ruta de acopio total tendrá una duración total de 5 horas con 23 minutos, mas 2 horas de segregación de residuos, por lo que las horas trabajadas por el Encargado de residuos serán 7 horas con 23 minutos aproximadamente.

3.4.12. Ubicación del almacén de residuos

De esta manera, una vez que el camión realice el primer recorrido desde la empresa hasta los puntos de acopio para la recolección de las botellas, este regresará a la embotelladora para hacer la descarga de Big Bags en el almacén de residuos sólidos y a continuación seguir el mismo procedimiento para el segundo viaje.

Al finalizar la ruta total el Encargado se encarga de la segregación de tapas y botellas para la venta a la Empresa Operadora de Residuos Sólidos.

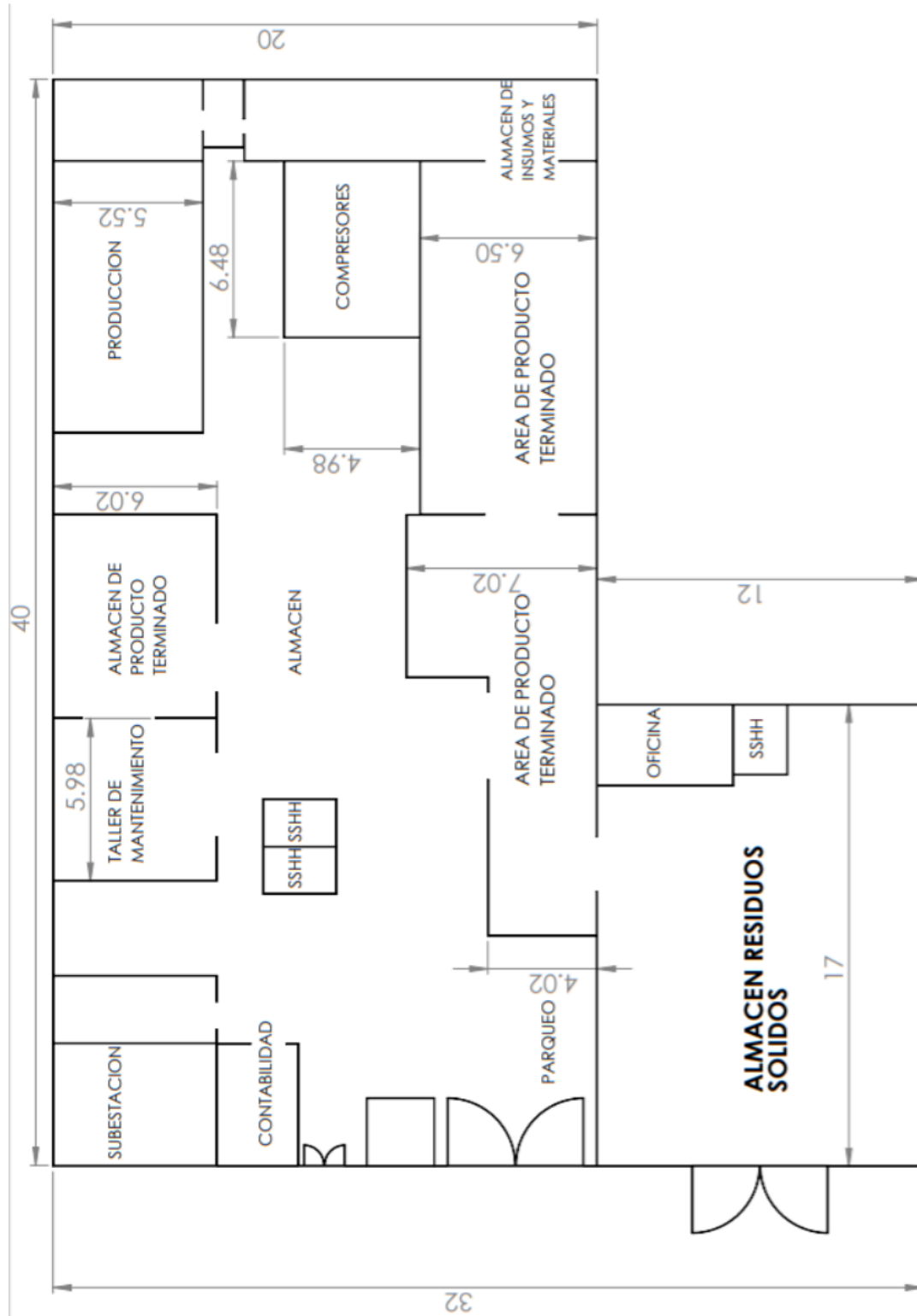
Para lo cual, debido a que la actual ubicación del área de almacenamiento de residuos sólidos no es la adecuada, ya que se encuentra en el cuarto piso, se optó por ocupar un almacén de la empresa que actualmente no tiene un uso definido, debido a que para el acceso directo dentro de la empresa solo posee una puerta pequeña, por lo que el montacargas debe salir a la calle y entrar por la puerta grande.

Cabe recalcar que dicho almacén se encuentra al lado de la empresa, lo cual es ideal para mantener distancia entre el almacén de producto terminado y el de residuos sólidos. Dicho almacén cuenta con un área aproximada de 200 m², de donde se empleará alrededor de 120 m² para el almacenamiento de residuos, y el resto del espacio será para que el camión tenga una zona para la descarga de botellas, además del espacio de separación entre residuos.

A continuación, se muestra la ubicación propuesta para este almacén:

Figura 42

Ubicación propuesta para el almacén de residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia.

3.4.13. Layout del almacén de residuos

Como se mencionó en la propuesta para el sistema de logística inversa, el almacén de residuos requiere una distribución donde cada tipo de residuo posea un lugar establecido. Por esta razón los EPPs e implementos para el recojo de residuos, se encontrarán en la oficina al fondo del almacén en la parte izquierda.

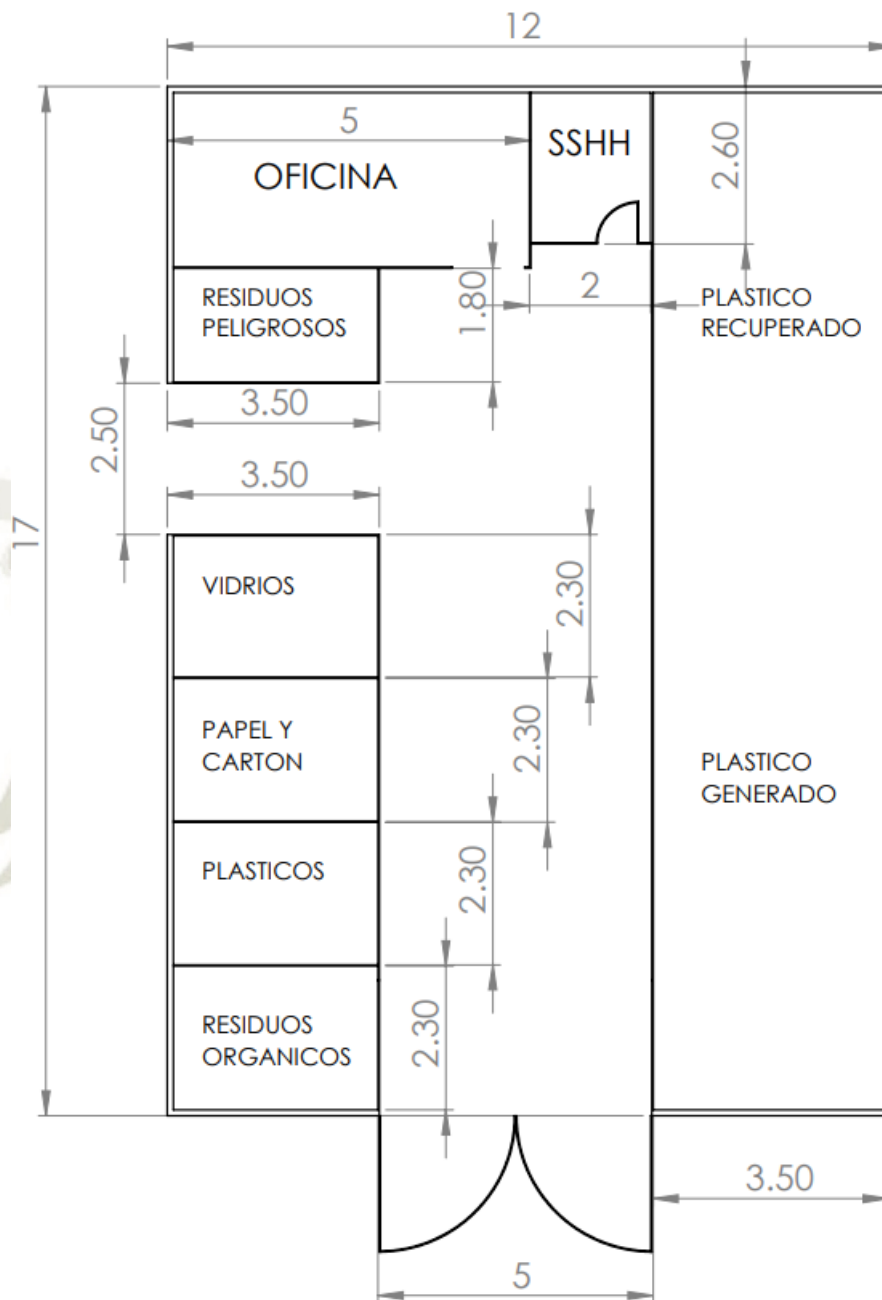
Asimismo, en el área izquierda del almacén se encontrarán los residuos provenientes de cada uno de los tipos de contenedores de residuos dispuestos en la empresa (Anexo 4).

De esta manera en el área roja se encontrarán los residuos peligrosos, a continuación, en el área ploma los residuos de vidrio, posteriormente en el área azul los residuos de papel y cartón, luego en el área blanca los residuos de plásticos y por último los residuos orgánicos en la zona marrón.

Por otro lado, los residuos de plástico recuperados y generados se ubicarán en el lado derecho del almacén. En donde los residuos recuperados en los módulos de acopio, es decir botellas y tapas, se colocarán al lado de la oficina, y a continuación se colocarán los residuos de plástico generados en el proceso de producción, tales como preformas y botellas defectuosas, tapas y laminas termocontraíbles, como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 43

Layout del almacén de residuos sólidos



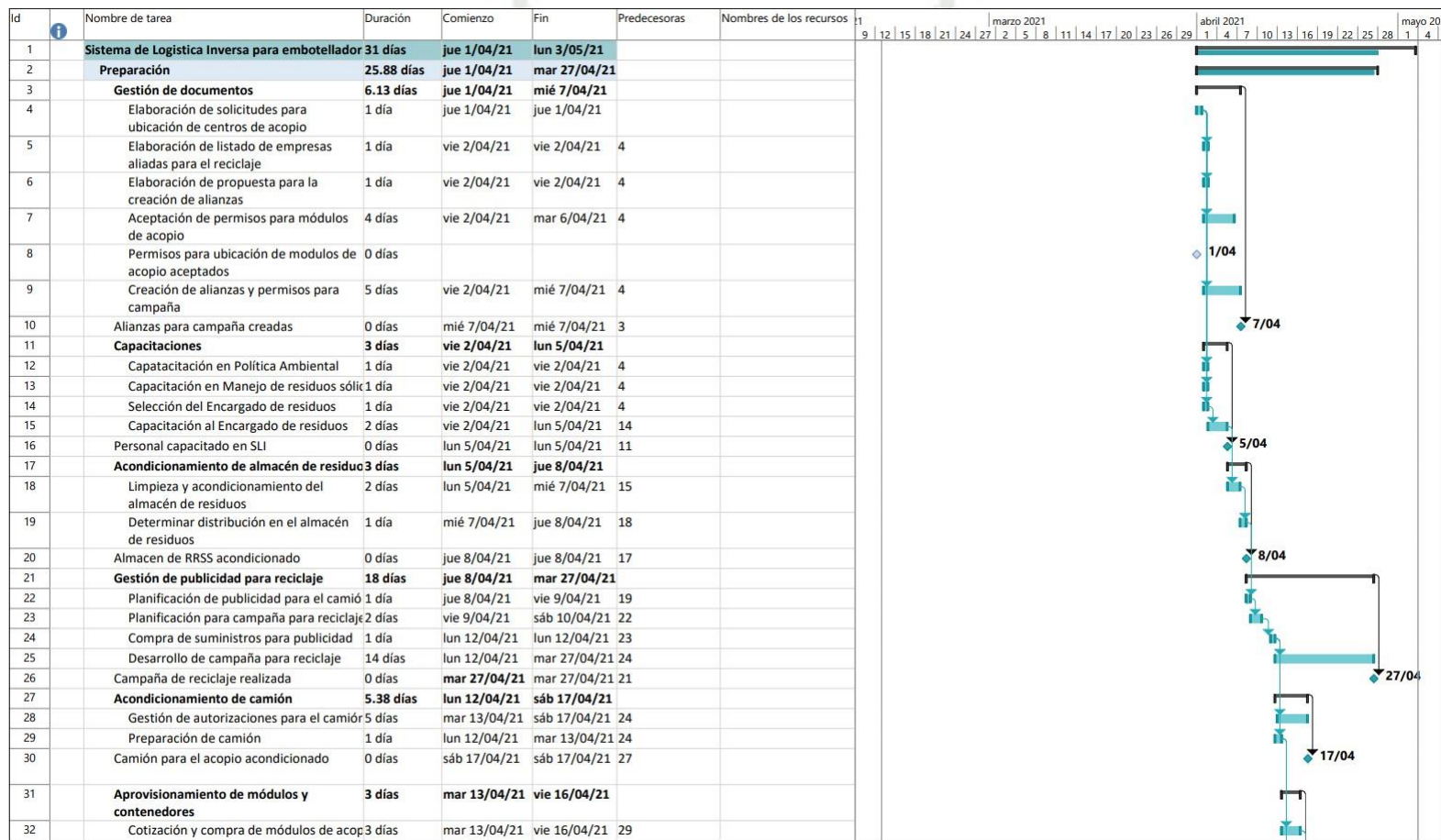
Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, cada área deberá contar con la señalización correspondiente, para ubicar los residuos sólidos en donde corresponde.

3.4.14. Planificación de la propuesta

Figura 44

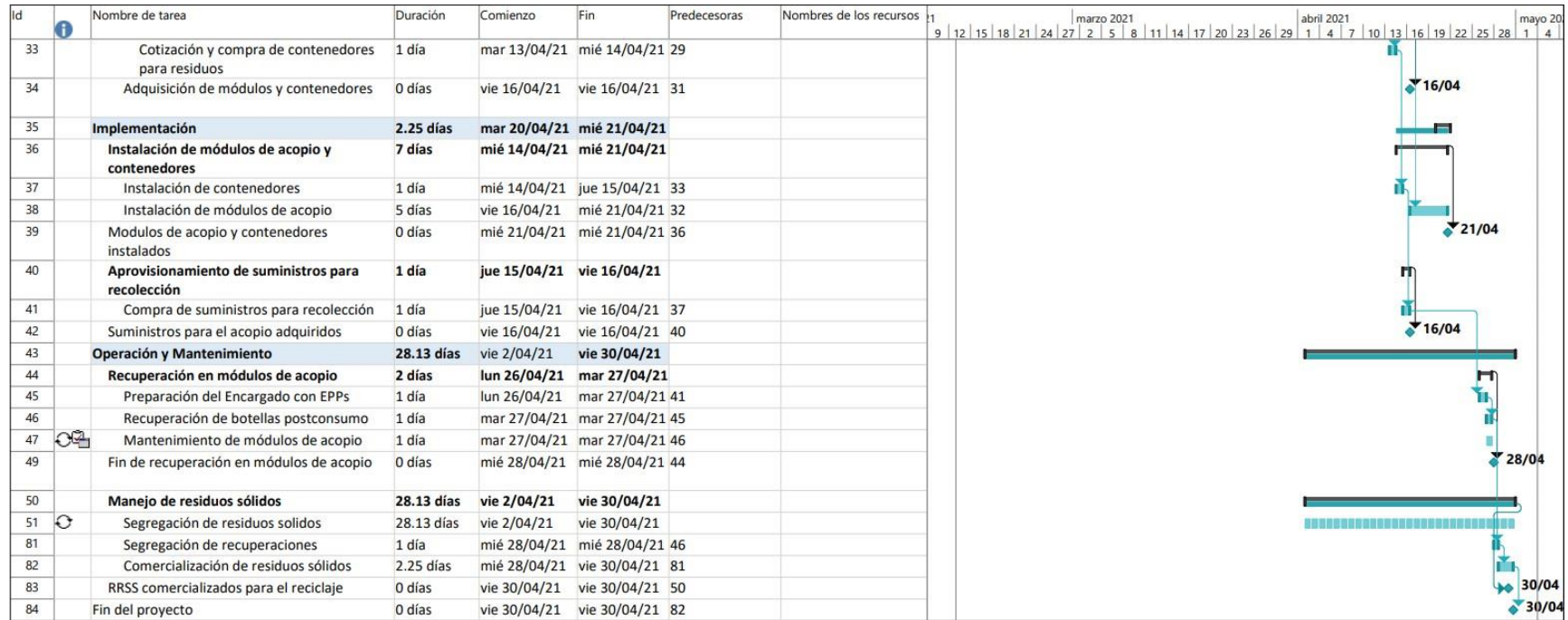
Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia.

Figura 45

Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia.

3.5. ETAPA 5: EVALUAR

3.5.1. Evaluación económica

3.5.1.1. Costos de implementación

Para la implementación del sistema de logística inversa se requiere de un Encargado de residuos que efectúe el proceso de recolección de botellas en los puntos de acopio una vez al mes, junto con los EPPs (traje de seguridad, mascarilla, lentes de seguridad y guantes) y un libro para el registro de Residuos Sólidos.

Por otro lado, se necesita Big Bags, es decir bolsas grandes reutilizables que poseen 1.8 m³ de capacidad para botellas, por lo cual se necesitan 19 para cada viaje.

Además, para la campaña de reciclaje y promoción de puntos de acopio se requiere banners para el camión de recolección lo que tiene un costo de S/140 y para la campaña de reciclaje se consideró un valor de S/ 900.

En cuanto al consumo de petróleo para efectuar la ruta de acopio, se consideró el consumo de 21 km por galón, a un costo de S/11.5 por galón, y debido a que se recorrerán 44.24 km en total, se requiere un valor de S/ 24.23 lo que se redondeó a S/30 mensual.

Asimismo, como parte de los equipos se requiere de contenedores para la segregación de residuos en la empresa, así como los trece módulos de rejilla y dos máquinas expendedoras a la inversa. En donde el costo para los trece módulos será de S/2,400 y el costo de adquisición de dos máquinas expendedoras inversas será S/43,200.

Para estos módulos también se consideró el costo de energía eléctrica, repuestos y mantenimiento, el pago de alquiler por m² y el consumo de petróleo para la ruta de recolección en los puntos de acopio.

Finalmente, el desembolso para la aplicación donde el usuario podrá registrarse y acumular puntos según su aporte a la máquina expendedora a la inversa, la cual tendrá un valor de adquisición de S/ 9000.

A continuación, se detalla los costos para la implementación del Sistema de Logística Inversa propuesto:



Tabla 37

Costos para la implementación del Sistema de Logística Inversa

INVERSIÓN TANGIBLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL
Mano de obra				
Encargado de Residuos	Persona	1	S/1,080	S/1,080
Materiales				
Big Bags	Unidad	19	S/30	S/760
Equipos de Protección Personal	Unidad	15	S/74	S/118
Libro de registro de RRSS	Unidad	1	S/15	S/15
Repuestos para módulos	Unidad	6	S/5	S/30
Banners para publicidad	Unidad	2	S/70	S/140
Materiales para campaña	Unidad	1	S/900	S/900
Equipos o maquinaria				
Contenedores	Unidad	7	S/60	S/420
Módulo de acopio rejilla	Unidad	13	S/184.62	S/2,400
Máquina expendedora a la inversa	Unidad	2	S/21,600	S/43,200
INVERSIÓN INTANGIBLE				
Mantenimiento	Mes	2	S/60	S/120
Energía eléctrica	Mes	12	S/6	S/72
Alquiler de zona para punto de acopio	m2	2	S/184	S/368
Consumo de petróleo	Ruta	12	S/30	S/360
Capacitaciones en logística inversa	Horas	10	S/20	S/200
Aplicación para reciclaje	Unidad	1	S/9,000	S/9,000
				S/59,301

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.2. Costo de oportunidad

Se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo del costo de oportunidad:

$$k_i = R_f + \beta * (R_m - R_f)$$

Donde:

k_i = Costo de oportunidad de las acciones

R_f = Tasa libre de riesgo

β = Beta

R_m = Rentabilidad de mercado

De esta forma se obtuvo dichos valores considerando la información de la situación del mercado y rubro de la empresa durante el tiempo que se desarrolló la investigación, para lo cual reemplazando dichos valores se obtiene la siguiente ecuación:

$$k_i = 0.0521 + 1.2113 * (0.1164 - 0.0521)$$

$$k_i = 0.13$$

Donde la tasa de descuento para el proyecto es del 13%.

3.5.1.3. Flujo de caja del proyecto

Se realizó el análisis económico con el objetivo de comprobar si la propuesta es rentable, para lo cual se determinó el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno y Beneficio Costo.

a) Costos de inversión

Entre los costos de inversión inicial para la propuesta se tiene la adquisición de módulos de acopio y aplicación para el reciclaje, asimismo Big Bags y EPPs para

su recolección y finalmente la publicidad para la campaña de reciclaje y capacitaciones.

b) Costos operativos

Entre los cuales se encuentran el pago de mano de obra, los repuestos para el cambio bimestral de papel y tinta para las máquinas y el mantenimiento semestral de estas, así como la energía eléctrica y el alquiler que requieren. Para terminar el consumo de petróleo para efectuar las rutas establecidas para el recojo en puntos de acopio.

c) Ingresos

Corresponden a la comercialización mensual de residuos de plástico generados y recuperados, es decir, botellas PET, tapas de PP y láminas termocontraíbles de PEBD.

3.5.1.4. Cálculo de indicadores económicos

a) VAN

Asimismo, para calcular el VAN se aplicó la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum \frac{F_t}{(1 + k_i)^t}$$

Para lo cual con una tasa de descuento del 13% se obtuvo un Valor Actualizado Neto igual a S/ 16,127.81. Por lo que se puede concluir que el proyecto económicamente viable.

b) TIR

Por otro lado, para el cálculo de la TIR, se igualó el VAN a cero y a continuación, se despejó la fórmula obteniendo una tasa del 20%, la cual es mayor que el costo de oportunidad, por lo que se demuestra la rentabilidad del proyecto.

Tabla 38

Flujo del proyecto

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Inversión inicial	S/57,341.00										
Ingresos		S/15,569.09	S/15,569	S/15,569	S/15,569	S/15,569	S/15,569	S/15,569	S/15,569	S/15,569	S/15,569
Costos operativos		S/2,029.56	S/2,030	S/2,030	S/2,030	S/2,030	S/2,030	S/2,030	S/2,030	S/2,030	S/2,030
Flujo de caja	-S/57,341.00	S/13,539.53	S/13,540	S/13,540	S/13,540	S/13,540	S/13,540	S/13,540	S/13,540	S/13,540	S/13,540
Tasa de descuento	13%										
VAN	S/16,127.81										
TIR	20%										
Costo/Beneficio	S/1.28										

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.5. Análisis de sensibilidad

Debido a la incertidumbre cuantitativa en la que se presenta la oferta de las botellas postconsumo por parte de los clientes, la cantidad objetivo a recuperar en los módulos de acopio podría variar. Lo cual se observará en el análisis de sensibilidad.

a) Escenario base

En este escenario se tomará en cuenta el precio de comercialización cotizado para los residuos sólidos, así como la recuperación objetivo planteada para obtener ingresos de S/15,569.09 mensuales.

b) Escenario optimista

Para el escenario optimista, considerando el escenario base se propone un 95% de la recuperación objetivo, es decir en el mejor de los casos los ingresos de la venta de residuos serían igual a S/14,790.64.

Asimismo, se puede decir que el beneficio ofrecido a los clientes por medio de la máquina expendedora inversa predispone a los consumidores a reciclar con mayor interés, por lo tanto, reduce el grado de incertidumbre y por el contrario facilita la recuperación objetivo.

En resumen, como se puede ver en la siguiente tabla, el beneficio/costo de la propuesta en el escenario pesimista sería S/1.21, con una VAN de S/11,903.73 y una TIR de 18%, mayor a la tasa de descuento.

Tabla 39

Flujo del proyecto en escenario optimista

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Inversión inicial	S/57,341.00										
Ingresos		S/14,790.64	S/14,791	S/14,791	S/14,791	S/14,791	S/14,791	S/14,791	S/14,791	S/14,791	S/14,791
Costos operativos		S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56
Flujo de caja	-S/57,341.00	S/12,761.08	S/12,761	S/12,761	S/12,761	S/12,761	S/12,761	S/12,761	S/12,761	S/12,761	S/12,761
Tasa de descuento	13%										
VAN	S/11,903.73										
TIR	18%										
Costo/Beneficio	S/1.21										

Fuente: Elaboración propia.

c) Escenario pesimista

En el escenario pesimista se considera un 70% de la recuperación objetivo, es decir los ingresos por la venta de residuos bajarían de S/15,569.09 a S/11,676.82.

Dicho escenario consideraría la recuperación de 238.46 Kg de residuos de plástico en los módulos de acopio.

En resumen, como se puede ver en la siguiente tabla, el beneficio/costo de la propuesta en el escenario pesimista sería S/0.91, con una VAN de -S/4,992.61 y una TIR de 11%.

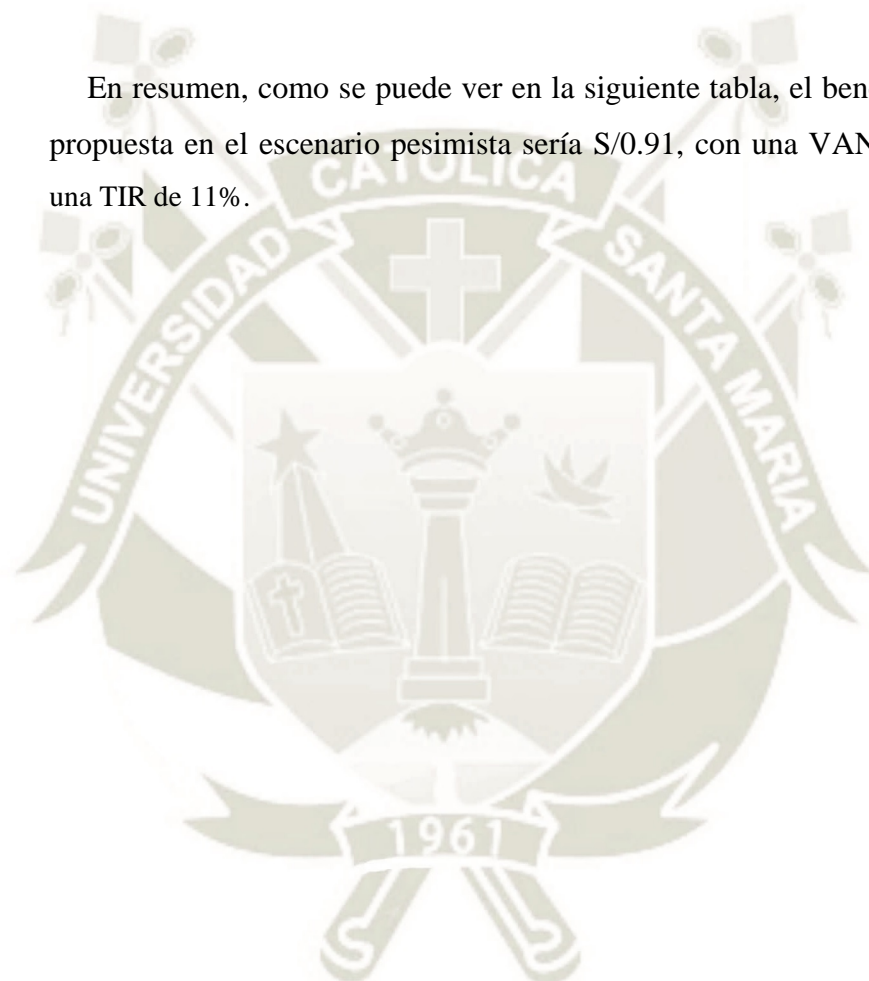


Tabla 40

Flujo del proyecto en escenario pesimista

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Inversión inicial	S/57,341.00										
Ingresos		S/11,676.82	S/11,677	S/11,677	S/11,677	S/11,677	S/11,677	S/11,677	S/11,677	S/11,677	S/11,677
Costos operativos		S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56	S/2,029.56
Flujo de caja	-S/57,341.00	S/9,647.26	S/9,647	S/9,647	S/9,647	S/9,647	S/9,647	S/9,647	S/9,647	S/9,647	S/9,647
Tasa de descuento	13%										
VAN	-S/4,992.61										
TIR	11%										
Costo/Beneficio	S/0.91										

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.6. Rentabilidad económica

- *Valor actual neto (VAN)*

Como muestra la tabla, el VAN que se obtuvo es positivo, de S/16,127.81. Por lo que se puede concluir que se recupera la inversión de S/57,341.00 en un periodo de 10 años.

Asimismo, en el escenario optimista el VAN continúa positivo, no obstante, elVAN del escenario pesimista es negativo.

- *Tasa interna de retorno (TIR)*

Para la TIR igual al 20% se puede concluir que es mayor a la tasa de descuento, lo que cubre la inversión inicial y adicionalmente genera un excedente. Por lo que se considera un proyecto rentable.

- *Beneficio Costo (B/C)*

Como se puede ver en la tabla el resultado del Índice Beneficio Costo es igual a 1.28 lo cual indica que los beneficios del proyecto son mayores que los costos. Por lo tanto, la propuesta debe ser considerada.

3.5.2. Evaluación ambiental

La evaluación ambiental realizada se basó en la Metodología de Leopold, Conesa y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para lo cual se evaluará los impactos ambientales generados por la propuesta de manera cualitativa y cuantitativa, posteriormente se valorará su magnitud e importancia y para terminar se estimará el nivel de significancia (Ver Anexo 5).

3.5.2.1. Identificación de actividades

Para la propuesta del Sistema de Logística Inversa se identificó tres etapas: Preparación, Implementación y Operación y mantenimiento, en donde se agrupó las actividades que se considera podrían afectar al medio ambiente.

Tabla 41

Actividades de la propuesta del Sistema de Logística Inversa

ETAPAS	ACTIVIDADES
Preparación	Acondicionamiento del almacén de residuos
	Acondicionamiento del camión residuos
	Aprovisionamiento de módulos de acopio y contenedores
	Instalación de módulos de acopio
Implementación	Instalación de contenedores
	Desarrollo de campaña para reciclaje
	Aprovisionamiento de suministros
Operación y Mantenimiento	Recuperación de botellas postconsumo
	Mantenimiento de módulos de acopio
	Segregación de residuos sólidos
	Comercialización de residuos sólidos

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.2. Identificación de componentes ambientales

Asimismo, se identificó los factores ambientales que podrían verse afectados por las actividades del proyecto, como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 42

Componentes y factores ambientales

	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO PREVISIBLE
Componente abiótico	Factor Atmosférico	Calidad del aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones atmosféricas y material particulado
		Ruido	Generación de ruido ajeno al ambiente natural
		Vibraciones	Generación de vibraciones ajenas al lugar
	Factor Suelo	Calidad del suelo	Cambios por posible contaminación puntual, compactación o erosión
	Factor Hídrico	Aguas superficiales	Afectación por posibles agentes contaminantes
		Aguas subterráneas	Afectación por posibles agentes contaminantes
Zonas pantanosas e inundantes		Afectación por posibles agentes contaminantes	
Componente biótico	Flora	Vegetación Arbórea	Desborde de vegetación, pérdida de especies y hábitat
	Fauna	Mamíferos	Desplazamiento temporal, pérdida de individuos.
		Aves	Desplazamiento temporal, posible afectación de nidos.
		Anfibios	Riesgo de afectación por posible contaminación ambiental.
		Peces	Posible pérdida de individuos, riesgo de afectación por posible contaminación ambiental.

Componente Social	Paisaje	Calidad del paisaje Cultivos	Posible afectación al paisaje natural. Cambio temporal de uso de suelo.
	Uso del territorio	Centros Poblados	Uso temporal de suelo.
	Socio - Economía	Generación de empleo, capacitación y Servicios Sociales	Generación de empleo, capacitación y Servicios Sociales
		Dinamización de la economía local	Dinamización de la economía
		Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Posible afectación de seguridad Industrial y Salud Ocupacional

Fuente: Adaptación de Astorga (2003), Espinoza (2001) y Conesa (1997).

3.5.2.3. Criterios cualitativos y cuantitativos de evaluación

A continuación, se muestran los criterios en base a los que se evaluará los impactos ambientales de la propuesta del Sistema de Logística Inversa para la embotelladora:

Tabla 43

Criterios para la Evaluación Ambiental

CRITERIO	ABREVIATURA	RANGO DE VALOR CRITERIO	VALOR
Naturaleza o carácter	N	Positivo	+
		Negativo	-
Intensidad	I	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Extrema/severa	12
Extensión	EX	Puntual	1
		Parcial/local	2
		Extenso/general	4
		Total/regional	8
		Crítico/global	12

Momento	MO	Inmediato	1
		Corto plazo	2
		Mediano plazo	4
		Largo plazo	8
Persistencia	PE	Fugaz	1
		Temporal	2
		Permanente	4
Sinergia	SI	Sin sinergismo	1
		Sinergismo moderado	2
		Altamente sinérgico	4
Periodicidad	PR	Irregular o aperiódico	1
		Periódico	2
		Continuo o constante	4
Acumulación	AC	Acumulación muy bajo	1
		Acumulación bajo	2
		Acumulación mediana	4
		Acumulación alta	8
		Acumulación muy alta	12
Duración	DU	Muy corta (días)	1
		Corta (semanas)	2
		Moderada (meses)	4
		Extensa (años)	8
		Permanente (décadas)	12
Efecto	EF	Indirecto o secundario	1
		Directo o primario	4
Reversibilidad	RV	Reversible corto plazo	1
		Reversible mediano y/o largo plazo	2
		Irreversible	4

		Totalmente recuperable:	1
		Inmediato	
		Totalmente recuperable: medio plazo	2
		Recuperable parcialmente:	
Recuperabilidad	RC	Mitigable	4
		Irrecuperable con medidas compensatorias	
		Efecto irrecuperable, natural o por medios humanos	8

Fuente: Adaptación de Astorga (2003), Espinoza (2001) y Conesa (1997).

De esta manera una vez que las actividades de la propuesta del Sistema de Logística Inversa han sido identificadas, se califica su impacto en los respectivos factores ambientales, y posteriormente se procede a calcular la Importancia y Magnitud del impacto ambiental de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{Importancia} = & (3 * \text{Intensidad}) + (2 * \text{Extensión}) + \text{Momento} \\
 & + \text{Persistencia} + \text{Reversibilidad} + \text{Sinergia} \\
 & + \text{Periodicidad} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} \\
 & + \text{Recuperabilidad} + \text{Duración}
 \end{aligned}$$

$$\text{Magnitud} = 0.3 * \text{Intensidad} + 0.4 * \text{Extensión} + 0.3 * \text{Persistencia}$$

Por último, el valor que define la evaluación ambiental resulta del producto de la Importancia y la Magnitud, lo que se cataloga según el rango en el que se encuentra en la clasificación del Tipo de Impacto Ambiental.

Tabla 44

Tipo de Impacto Ambiental






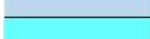



TIPO DE IMPACTO	VALORACIÓN
Impacto negativo muy bajo	(-) < 40
Impacto negativo bajo	(-) entre 41 – 80
Impacto negativo moderado	(-) entre 81 – 140
Impacto negativo alto	(-) entre 141 – 240
Impacto negativo muy alto/crítico	(-) entre 241 - > 500
Impacto positivo bajo	(+) < 80
Impacto positivo moderado	(+) entre 81 – 140
Impacto positivo alto	(+) entre 141 – 240
Impacto positivo muy alto	(+) entre 241 - > 500

Fuente: Adaptación de Astorga (2003), Espinoza (2001) y Conesa (1997).

Finalmente se emplea el criterio cualitativo para definir el nivel de significancia al que corresponde el Impacto Ambiental en la siguiente tabla:

Tabla 45

Nivel de significancia para el tipo de impacto ambiental

COLOR	SIGNIFICANCIA	TIPO DE IMPACTO
	Significancia negativa muy baja	Impacto negativo muy bajo
	Significancia negativa baja	Impacto negativo bajo
	Significancia negativa moderada	Impacto negativo moderado
	Significancia negativa alta	Impacto negativo alto
	Significancia negativa muy alta	Impacto negativo muy alto/crítico
	Significancia positiva baja	Impacto positivo bajo
	Significancia positiva moderada	Impacto positivo moderado
	Significancia positiva alta	Impacto positivo alto
	Significancia positiva muy alta	Impacto positivo muy alto

Fuente: Adaptación de Astorga (2003), Espinoza (2001) y Conesa (1997).

De esta manera se determina el impacto ambiental positivo y negativo que generaría la implementación de la propuesta del Sistema de Logística Inversa para la empresa.

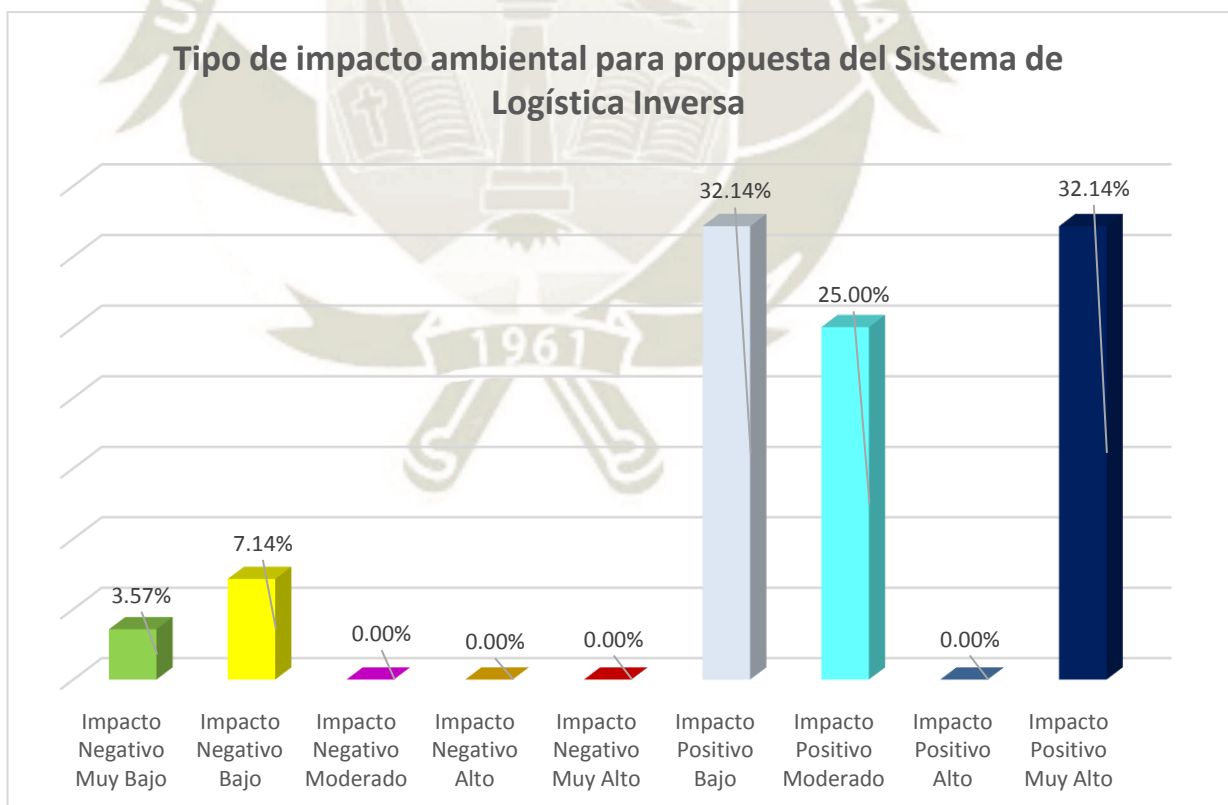
3.5.2.5. Resultados de la evaluación ambiental

Según los resultados obtenidos en la evaluación ambiental para la propuesta del Sistema de Logística Inversa, se podrían generar impactos ambientales negativos y positivos, no obstante, los impactos positivos representan el 89.29%, mientras que los negativos que representan el 10.71%.

En donde los impactos negativos muy bajos y bajos corresponden al 3.57% y 7.14% respectivamente, por otro lado, los impactos positivos bajos y muy altos representan el 32.14% cada uno, asimismo los impactos positivos moderados representan el 25% de incidencia en el medio ambiente, como se puede ver en la siguiente figura:

Figura 46

Tipo de impacto ambiental para la propuesta del Sistema de Logística Inversa



Fuente: Elaboración propia

Además, se puede concluir que las actividades de donde proviene el impacto ambiental negativo son las siguientes:

- Desarrollo de la campaña de reciclaje.
- Recuperación de botellas postconsumo.
- Mantenimiento de módulos de acopio.

En donde el 3.57% proviene del desarrollo de la campaña de reciclaje por la generación de ruido que corresponde a un impacto negativo bajo, el otro 3.57% proviene de mantenimiento de los módulos de acopio al considerar una posible contaminación de suelo que corresponde a un impacto negativo muy bajo y finalmente el 3.57% restante proviene de la recuperación de botellas postconsumo por una posible contaminación del aire por los gases emitidos por el tubo de escape del camión entre los que se encuentran el dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no quemados (HC), el cual corresponde a un impacto negativo bajo.

Cabe resaltar que dichas actividades también generan un impacto positivo, con la generación de empleo en el desarrollo de la campaña de reciclaje al comprar los implementos para la publicidad.

También se tiene un impacto positivo por medio de la recuperación de botellas postconsumo al mejorar la calidad del suelo y aguas reduciendo la contaminación por plásticos, y de la misma forma se contribuye a la fauna con la recuperación de envases PET, ya que estos al degradarse se convierten en micro plásticos, lo que se convierte en una gran amenaza para los animales marinos que necesitan tragar miles de metros cúbicos de agua contaminada para poder encontrar alimento.

Por otro lado, los impactos ambientales positivos corresponden a las siguientes actividades:

- Acondicionamiento del almacén de residuos.
- Acondicionamiento del camión de residuos.
- Aprovisionamiento de módulos de acopio y contenedores.
- Instalación de los módulos de acopio.
- Instalación de los contenedores.
- Aprovisionamiento de suministros
- Segregación de residuos sólidos.
- Comercialización de residuos sólidos.

Por lo que se puede concluir que el mayor impacto positivo proviene de la recuperación de botellas postconsumo con un 28.57% de impacto positivo muy alto por medio de la mejora de calidad del suelo, agua y fauna. De la misma forma la segregación de residuos sólidos con un 14.28 % de impacto positivo alto mediante la mejora de la calidad del aire, suelo y agua. Y finalmente la comercialización de residuos sólidos con un 7.14% de impacto positivo alto y muy alto por medio de la generación de empleo y dinamización de la economía local.

3.5.2.6. Resultados de la recuperación de residuos de plástico

Para evaluar el contraste entre el contexto ambiental actual de la empresa y el contexto ambiental con la implementación del Sistema de Logística Inversa, se comparó la cantidad de residuos de plástico generados actualmente frente a la cantidad de residuos generados en la empresa y recuperados en los módulos de acopio.

Cabe destacar que la cantidad promedio mensual que se consideró para la recuperación de residuos, es un 95% de la recuperación objetivo en los módulos de acopio.

A continuación, la tabla 42 muestra la cantidad mensual de residuos de plástico generados actualmente y dicha cantidad junto con la recuperación promedio esperada.

Tabla 47

Relación entre cantidad de residuos de plástico generados y recuperados

Residuos de plástico		
	Generados	Recuperados y generados
Cantidad (kg/mes)	524.02	1,321.35
Variación (%)	60%	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede ver, con la implementación de la propuesta habría un aumento en las cifras de recuperación de material reciclable, además de un incremento del 60% en la recuperación de residuos de plástico postconsumo, lo que favorece de gran manera al ambiente, ya que al gestionar los residuos de plástico de manera adecuada, se asegura su reciclaje o disposición final.

Por otro lado, se hizo una comparación entre el tiempo de degradación de los residuos de plástico en el medio ambiente y el tiempo de recuperación de estos residuos en módulos de acopio para su gestión con una EO-RS que garantiza la valorización y disposición final de los residuos sólidos.

Tabla 48

Relación entre el tiempo de degradación y recuperación de los residuos de plástico

Residuos de plástico	Tiempo de degradación (años)	Tiempo para la recuperación de residuos (mes)
PET	Hasta 1000	1
PP	Hasta 500	
PEBD	Hasta 150	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 se evidencia que la gestión de residuos es la vía para el cuidado del medio ambiente, de esta manera se evita la contaminación del suelo, fauna y flora.

3.5.2.7. Resultados en la emisión de CO₂

Según Z.E.O. (2020) para la producción de 1 kg de plástico nuevo se emite 3.5 kg de CO₂, a diferencia de la emisión derivada de la producción de 1 kg de plástico reciclado donde se libera 1.7 kg de CO₂ al ambiente.

Para evaluar la emisión de kg de CO₂ en la presente investigación, se realizará un análisis de la cantidad de CO₂ emitido durante la producción de los suministros de plástico adquiridos por la embotelladora mensualmente, en donde se considera un factor de emisión igual a 3.5 kg de CO₂, ya que la materia prima no es contiene resina reciclada.

Tabla 49

Emisión de CO₂ para la producción de suministros de plástico virgen

SUMINISTROS	CANTIDAD (Kg)	CO ₂ (Kg)
PET	13,707.01	47,974.52
PP	3,376.12	11,816.40
PEBD	1,629.24	5,702.33
TOTAL	18,712.36	65,493.26

Fuente: Elaboración propia

En este caso la emisión mensual de CO₂ equivale a 65,493.26 kg de CO₂ por la producción de plástico virgen.

A continuación, se analizó emisión de CO₂ en función del reciclaje de residuos que son generados en el sistema actual y de la misma manera el reciclaje de residuos que se plantea recuperar en el sistema propuesto.

Tabla 50

Emisión de Kg de CO₂ por el reciclaje de residuos de plástico

RESIDUOS PLÁSTICO	ACTUAL		PROPUESTO	
	CANTIDAD (Kg)	CO ₂ (Kg)	CANTIDAD (Kg)	CO ₂ (Kg)
PET	461.34	784.28	1217.66	2070.02
PP	22.38	38.05	63.39	107.76
PEBD	40.30	68.51	40.30	68.51
TOTAL	524.02	890.83	1321.35	2246.30

Fuente: Elaboración propia

En donde se evidencia el incremento en la cantidad de residuos de plástico reciclados y de la misma forma el incremento de la emisión de CO₂ derivado del reciclaje.

Asimismo, se analizó la variación porcentual de la emisión de CO₂ en base al sistema de reciclaje actual y propuesto, donde se muestra el incremento de la emisión de CO₂ mencionado.

Tabla 51

Variación porcentual en la emisión de CO₂ por reciclaje de residuos de plástico

RESIDUOS	VARIACIÓN DE EMISIÓN DE CO ₂ EN RECICLAJE (%)
PET	62%
PP	65%
PEBD	0%

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados son de alguna forma positivos, ya que es más conveniente emitir CO₂ por la producción de plástico reciclado que por la producción de plástico nuevo. En síntesis, la generación de CO₂ en la producción de plástico de cero se reduciría en un factor de 1.7 kg de CO₂ por kg de plástico reciclado.

3.5.3. Estrategia de diferenciación

Para la estrategia de diferenciación se tomó como referencia a la campaña de reciclaje denominada “RECICLATÓN 2019” que se desarrolló por parte de la Municipalidad Provincial de Arequipa, el Ministerio del Ambiente, Ciudad Saludable y la empresa Backus.

Para lo cual los residuos se recolectaron en los puntos de acopio que se mencionan a continuación:

- 1) Vivero Municipal
- 2) Plaza de Armas de Arequipa
- 3) Biblioteca municipal
- 4) Municipalidad Provincial de Arequipa
- 5) Parque Tingo
- 6) Palacio Bellas Artes
- 7) Plaza 15 de agosto
- 8) Coliseo Arequipa
- 9) Parque Libertada de Expresión

Posteriormente estos residuos se trasladaron a la Municipalidad Provincial de Arequipa, donde se registró al equipo y la cantidad de residuos (en kilogramos) recolectados.

De esta manera se determinó la ventaja competitiva por medio de la estrategia de diferenciación en la ubicación de los puntos de acopio de la campaña “RECICLATÓN” y la localización de los puntos de acopio de la campaña de reciclaje propuesta en la presente investigación.

Para lo cual se hará una comparación entre los puntajes obtenidos según la localización de los puntos de acopio correspondiente a cada campaña. De manera que se calificará la proximidad y costo de transporte entre los puntos de acopio y la ubicación donde se reunirán los residuos recolectados, asimismo el aforo, la población y consumo de PET en la ubicación de los puntos de acopio (Ver Anexo).

A continuación, se detalla el contraste de puntajes según los factores mencionados para ambas campañas de reciclaje:

Tabla 52

Puntaje para localización de puntos de acopio según factores

Reciclatón		Campaña propuesta	
Vivero municipal	6.65	Economax	6.40
Plaza de Armas de Arequipa	8.00	Metro de Yanahuara	7.25
		Mall Plaza	7.00
Biblioteca municipal	7.50	Real Plaza	7.10
Municipalidad Provincial de Arequipa	8.30	Mall Arequipa Center	6.35
		Promart	6.60
Parque de Tingo	7.35	Mercado San Camilo	6.80
Palacio de Bellas Artes	7.50	Mall Parque Lambramani	6.95
Plaza 15 de agosto	7.70	Mall Aventura Plaza	6.65
Coliseo Arequipa	7.30	Andres Avelino Caceres	7.45
Parque Libertad de Expresión	6.30	Mi Mercado	7.45
		Terminal Terrestre	6.80
Puntaje total	66.60	Puntaje total	82.80

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, la campaña de reciclaje propuesta posee una mayor cantidad de puntos de acopio en comparación con el “Reciclatón”, doce puntos de acopio frente a nueve respectivamente, de esta forma el puntaje para la localización de los puntos de acopio propuestos es mayor con una calificación de 82.8.

Cabe mencionar que la propuesta considera la localización de más de un módulo de acopio en ciertos puntos, como es el caso del Mall Plaza, Mall Aventura Plaza y la Plataforma Andrés Avelino Cáceres.

Asimismo, la propuesta de localizar las máquinas expendedoras inversas en el Mall Plaza y Mall Aventura Plaza, es una estrategia de diferenciación ya que sería algo novedoso para la ciudad de Arequipa, que además ayudaría a que los consumidores estén más inclinados a reciclar para obtener los beneficios de estas máquinas.

3.5.4. Evaluación de la eficiencia en el manejo de residuos en el sistema actual y propuesto

Para contrastar la eficiencia de la gestión de residuos de plástico actual frente al sistema de logística inversa propuesto primeramente se hizo un análisis del costo total de la adquisición de suministros, como se puede ver a continuación:

Tabla 53

Costos promedio de adquisición de suministros de plástico mensual

SUMINISTROS	COSTO (S./Kg)	CANTIDAD (Kg/mes)	COSTO TOTAL (S./mes)
Preformas PET	7.83	13,707.01	96,017.71
Tapas PP	3.33	3,376.12	11,242.47
Laminas termo contraíbles PEBD	7.38	1,629.24	12,023.77
TOTAL		18,712.36	119,283.95

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede ver los ingresos mensuales promedio de la gestión actual de los residuos de plástico, asimismo se muestra el costo real para la adquisición de suministros de plástico, al disminuir los ingresos de la comercialización de los residuos al costo total de compra.

Tabla 54

Ingresos provenientes de la comercialización actual de residuos de plástico

RESIDUOS PLÁSTICO	PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN (S./Kg)	CANTIDAD (Kg/mes)	INGRESO (S./mes)	COSTO REAL (S./mes)
PET	0.50	461.34	230.67	95,787.04
PP	0.60	22.38	13.43	11,229.04
PEBD	0.50	40.30	20.15	12,003.62
TOTAL		524.02	264.25	119,019.70

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, en la siguiente tabla se muestra los ingresos mensuales promedio de la gestión propuesta de los residuos de plástico, también el costo real para la adquisición de los suministros.

Tabla 55

Ingresos provenientes de la comercialización propuesta de residuos de plástico

RESIDUOS PLÁSTICO	PRECIO DE COMERCIALIZACIÓN (S./Kg)	CANTIDAD (Kg/mes)	INGRESO (S./mes)	COSTO REAL (S./mes)
PET	1.00	1,217.66	1,217.66	94,800.05
PP	0.75	63.39	47.54	11,194.92
PEBD	0.80	40.30	32.24	11,991.53
TOTAL		1,321.35	1,297.44	117,986.51

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera al reducir los ingresos por la comercialización de residuos al costo total anual de la compra de suministros, este disminuye en un 0.2% en la situación actual, y en un 1.1% con el sistema propuesto.

Tabla 56

Variación porcentual de costo total anual de adquisición de suministros de plástico

	ACTUAL	PROPUESTO
VARIACIÓN DE COSTO	0.2%	1.1%

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, la variación porcentual en cantidad de residuos recuperados y por lo tanto en ingresos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 57

Variación porcentual en ingresos y cantidad de residuos de plástico

RESIDUOS DE PLÁSTICO	VARIACIÓN DE CANTIDAD (%)	VARIACIÓN DE INGRESOS (%)
PET	62%	81%
PP	65%	72%
PEBD	0%	38%
TOTAL	60%	80%

Fuente: Elaboración propia.

De donde se puede concluir que el sistema de logística propuesto recupera mayor cantidad de residuos, por lo tanto, genera ingresos mayores que la gestión actual y de esta manera el costo total para la compra de suministros disminuye en mayor medida debido a la compensación con los ingresos mencionados.

3.5.5. Ventaja competitiva sostenible

Como se mencionó anteriormente la ventaja competitiva sostenible que desarrollará la embotelladora mediante el diseño de un sistema de logística inversa, se basa en beneficio económico y sobre todo social y ambiental que este proporcionaría según los resultados obtenidos indicadores.

Además, la ventaja competitiva que diferencia a la presente empresa de sus competidores se obtiene mediante el Sistema de Logística Inversa, ya que en la actualidad ninguna empresa embotelladora en la ciudad de Arequipa aplica un SLI para la recuperación de botellas postconsumo y su disposición para el reciclaje.

En síntesis, este proyecto no solo beneficia a la empresa en un aspecto económico, si no también se beneficia la sociedad y el medio ambiente, mediante la generación de conciencia ambiental, consumidores y productores más responsables, y finalmente el desarrollo sostenible que es a lo que hoy en día deben apuntar todas las organizaciones.

CONCLUSIONES

Primera. - Al proponer un diseño de un sistema de logística inversa para una empresa embotelladora de Arequipa, se puede concluir que se obtendrá ventaja competitiva mediante la estrategia de diferenciación, el impacto social/ambiental positivo que este genera y por último mediante la generación de ingresos mensuales por la comercialización de los residuos sólidos de plástico.

Segunda. - Mediante la metodología Design Thinking se realizó el diagnóstico actual de los procesos relacionados a la logística inversa, en donde se evidenció el manejo ineficiente de los residuos sólidos, en cuanto a la cantidad de residuos recuperados y los ingresos obtenidos de la comercialización mensual, los cuales representan un promedio de 524.02 kg y S/264.25 respectivamente.

Tercera. - Se planteó un sistema de logística inversa basado en la recuperación de residuos de plástico para su comercialización con una Empresa Operadora de Residuos Sólidos, la cual será la encargada de su gestión para el reciclaje. Asimismo, el sistema también considera la segregación de los residuos sólidos generados en contenedores.

Cuarta. - Los procesos propuestos para el sistema de logística inversa proporcionan un ingreso mensual de S./1.297.44, los cuales representan un incremento del 80% en relación a los valores actuales. Por otro lado, los procesos proporcionan un 89.29% de impacto ambiental positivo y de la misma forma se genera un impacto social efectivo en los consumidores mediante su contribución al reciclaje.

Quinta.- La ventaja competitiva se desarrollará mediante la implementación de máquinas expendedoras inversas que potenciarían la predisposición para el reciclaje, además de la creación de alianzas con empresas comprometidas a recompensar la cultura de reciclaje. Asimismo al promover un consumo responsable y al actuar con Responsabilidad Social Empresarial se genera un impacto ambiental y social positivo.

Sexta. - Por otro lado, el impacto ambiental positivo se ve reflejado en un incremento del 60% de la cantidad de residuos de plástico recuperados para el reciclaje, de esta manera se evitará la emisión de gases de efecto invernadero en su degradación o la formación de

micro plásticos. Así mismo la emisión de CO₂ en el reciclaje posee un factor de 1.7 kg de CO₂ por kilogramo de plástico, a diferencia de la producción de plástico virgen que emite 3.5 kg de CO₂ por kilogramo.

Séptima. - Por último, se realizó una evaluación económica que demuestra la rentabilidad de la propuesta, con una VAN de S/16,127.81, TIR igual al 20% y un costo beneficio de 1.28 soles, por lo que se puede concluir que los beneficios del proyecto son mayores a los costos requeridos para su implementación.



RECOMENDACIONES

Se recomienda una evaluación en el diseño del producto para determinar oportunidades de mejora en cuanto a la creación de un producto eco amigable.

Se recomienda designar un presupuesto para capacitaciones de los trabajadores relacionadas al sistema de logística inversa.

Una vez implementado el sistema de logística inversa se recomienda evaluar los procesos, para mejorarlos y poder aplicarlos a otras empresas.

Se recomienda invertir en el marketing de la empresa para fomentar el reciclaje y dar a conocer la política ambiental de la embotelladora.

Se recomienda crear alianzas con socios comerciales para incrementar el número de máquinas expendedoras inversas.

Se recomienda preparar un Plan de Minimización y Manejo de Residuos sólidos No Municipales, en donde se detallen los procesos de segregación, almacenamiento y disposición final de los residuos provenientes de las actividades productivas en la empresa, para dar cumplimiento a la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Por último, debido a que incluso con los procesos relacionados al reciclaje se emite CO₂, se recomienda compensar dichas emisiones con la compra de bonos de carbono, ya que estos fondos se utilizarán en proyectos para el cuidado del medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 900.058, N. (2019). *GESTIÓN DE RESIDUOS. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos*. Lima: INACAL.
- Alarcón, G. (18 de Mayo de 2018). *Grupo El Comercio*. Obtenido de www.gestion.pe: <https://gestion.pe/economia/impulso-exportaciones-sector-textil-233891>
- Anaya, J. (2007). *Innovación y mejora de los procesos logísticos: Análisis, diagnóstico e implantación de sistemas logísticos*. Madrid: Esic Editorial. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=hoQK2KBHhzQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Arroyo, P., Gaytán, J., & Garcia, M. (2014). Simulación de la tasa de reciclaje de productos electrónicos Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logística inversa. *Science Direct*, 9-41.
- Astorga, A. (2003). *Manual Técnico de Evaluación de Impacto Ambiental*. San José, Costa Rica: Unión Mundial para la Naturaleza.
- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro*. México D.F.: Pearson Educación.
- Barrientos, P. (2015). La cadena de valor del cacao en Perú y su oportunidad en el mercado mundial. *Semestre Económico*, 129-156.
- Bowersox, D., Closs, D., & Cooper, M. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Breval, S., Pinheiro de Lima, O., Rodriguez, C., & Follman, N. (2017). Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, pp. 264-276. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v25n2/0718-3305-ingeniare-25-02-00264.pdf>
- Cabeza, D. (2012). *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*. Barcelona: Marge Books.
- Calderón, J., & Lario, F. (2005). Análisis del modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro. *Political Science*, 1-10.
- Camacho, H., Gómez, K., & Monroy, C. (2012). Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones. *Megaprojects: Building Infrastructure by fostering engineering*, 1-11.

- Castillo , J. (2018). *Efecto de la implementación de la gestión de logística inversa en los resultados económicos y medioambientales de la empresa industrial reyemsa periodo 2017*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Castillo, L. (2017). *Mejora de la gestión de logística inversa en envases de vidrio para reducción de compra de envases nuevos*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Castillo, M., Alvarez, A., & Cabana, R. (2014). Design thinking: como guiar a estudiantes, emprendedores y empresarios en su aplicación. *Ingeniería Industrial*, 301-311. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3604/360433598006>
- Castro, C., Mansilla, G., Pérez, R., Pilares, J., & Silva, L. (2019). *Buenas Prácticas de Abastecimiento en la Cadena de Suministro: El Caso de Empresas Exportadoras de Quinoa en la Ciudad de Lima*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro: Estrategia, Planeación y operación*. México D.F.: Pearson Educación.
- Conesa, V. (1997). *Auditorías Medioambientales. Guía Metodológica*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Contreras, C., & Diaz, M. (2010). *Metodos Heuristicos para la solucion del problema de ruteo de vehículos con capacidad (CVRP)*. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Design Thinking en Español. (2019). *Dinngo*. Obtenido de www.designthinking.es: <http://www.designthinking.es/inicio/>
- El Peruano. (18 de Enero de 2021). *Diario Oficial del Bicentenario*. Obtenido de [/busquedas.elperuano.pe](https://busquedas.elperuano.pe): <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-del-decreto-legislativo-n-1278-decreto-decreto-supremo-n-014-2017-minam-1599663-10/>
- Escalante, A., & Gonzales, J. (2016). *Métodos y Tiempos con manufactura ágil*. Mexico D.F.: Alfaomega.
- Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago, Chile: Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/fundamentos.pdf>
- Fleischmann, M. (2001). *Quantitative models for reverse logistics*. Berlin : Springer-Verlag
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J., Dekker, R., Van der Laan , E., Van Nunen, J., & Van Wassenhove, L. (1997). Quantitative models for reverse logistics: A review. *European Journal of Operational Research*, 1-17.

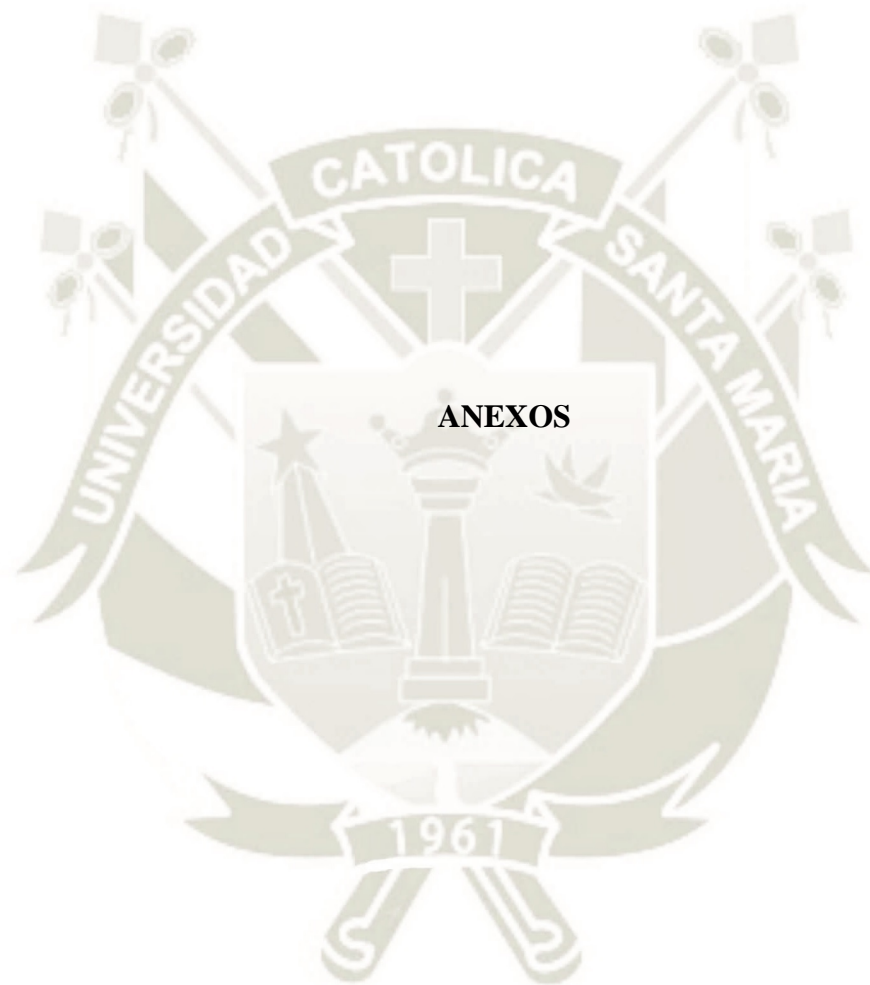
- Gómez, R. (2010). Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. *Producción+Limpia*, 63-76. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3875599>
- Gomez, R. (2012). Logística inversa, un enfoque con responsabilidad social empresarial. *Criterio Libre*, 143-158.
- González, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. *Revista Panorama Administrativa*, 1-14.
- Gutierrez, H. (2014). *Calidad y productividad*. México D.F.: Mc Graw Hill Education.
- Jones, D., & Womack, J. (2012). *Lean Thinking*. Barcelona: Gestión 2000.
- Kagar, S., Pourmehdi, M., & Paydar, M. (2020). Reverse logistics network design for medical waste management in the epidemic outbreak of the novel coronavirus (COVID-19). *PubMed*, 746-141183.
- Kelton, W., Sadowski, R., & Sturrock, D. (2008). *Simulación con Software Arena*. México D.F.: McGraw Hill Interamericana.
- Martínez, C., & Yong, S. (2012). *Propuesta e implementación de un sistema de trazabilidad en los procesos logísticos de un operador para mejorar el nivel de servicio en la logística inversa*. Lima: Universidad de Piura.
- Mihi, A., Arias, D., & García, V. (2012). La gestión de la logística inversa en las empresas españolas: Hacia las prácticas de excelencia. *Universia Business Review*, 70-82.
- Niño, Y. (2012). *Estudio de la influencia de los stakeholders en la implementación de sistemas de logística reversa. Caso de la industria del plástico en Bogotá D.C.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pardavé, W. (2007). *Estrategias ambientales de las 3R a las 10R*. Bogotá: EDOE Ediciones.
- Porter, M. (2008). *Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. México D.F.: Grupo Editorial Patria. Obtenido de https://www.academia.edu/24621661/ESTRATEGIA_COMPETITIVA_T%C3%A9cnicas_para_el_an%C3%A1lisis_de_los_sectores_y_de_la_competencia
- Porter, M., & Van de Linde, C. (1995). Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Business Review*, 120-134.
- Puerto, S., Forero, S., Rivera, E., & Herrera, J. (2015). Modelo y simulación de una intersección vial usando el software Arena. *MUTIS*, 66-73.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing*. Madrid: Díaz de Santos. Obtenido de

- https://www.academia.edu/15778406/Lean_Manufacturing_la_evidencia_de_una_necesidad
- Rodrigo, A. (2012). El principio de integración de los aspectos económicos, sociales y medioambientales del desarrollo sostenible. *Revista Española de Derecho Internacional*, 133-161.
- Rozo, D., & Nayibe, L. (2012). Diseño de la gestión logística para la cadena productiva de la papa criolla en el municipio de El Rosal Cundinamarca. *Gest. Soc.*, 133-145.
- RPP. (30 de enero de 2020). *Grupo RPP*. Obtenido de [rpp.pe: https://rpp.pe/peru/actualidad/peru-solo-recicla-aun-el-4-de-las-900000-toneladas-de-plastico-que-desecha-noticia-1242755](https://rpp.pe/peru/actualidad/peru-solo-recicla-aun-el-4-de-las-900000-toneladas-de-plastico-que-desecha-noticia-1242755)
- Rubio, S. (2003). *El sistema de logística inversa en la empresa: Análisis y aplicaciones*. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Ruiz de Arbulo, P. (2001). *La gestión de costes en lean manufacturing "cómo evaluar las mejoras en costes en un sistema lean"*. La Coruña: Gesbiblo, S.L. Obtenido de https://books.google.co.vi/books?id=xjrRJM4TFV8C&pg=PA4&lpg=PP1&focus=viewport&hl=zh-CN&output=html_text
- Semana Sostenible. (13 de octubre de 2016). *Semana S.A*. Obtenido de [sostenibilidad.semana.com: https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/ciudadano-salvo-a-una-babilla-que-era-agredida-por-turistas-en-buenaventura/57072](https://sostenibilidad.semana.com)
- Stadler, H., & Kilger, C. (2008). *Supply Chain Management an overview in Supply Chain Management and Advanced*. Verlag: Springer.
- Terrado , A. (2007). *La Cadena de Suministro*. Argentina: El Cid Editor.
- Tojo, N. (2004). *Extended Producer Responsibility as a Driver for Design Change – Utopia or Reality?* Sweden: The International Institute for Industrial Environmental Economics.
- Torres, G. (2006). *Metodología para obtener un sistema de indicadores: Un estudio de caso*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Valdivia, G. (2014). Diagnóstico de logística inversa aplicada a la gestión de residuos sólidos, en el Emporio Comercial Gamarra. *Unifé*, 71-92. Obtenido de <http://revistas.unife.edu.pe/index.php/sistemica/article/view/643/559>
- Vellojín, L., Meza, J., & Amaya, R. (2006). Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Ingeniería & Desarrollo*, 184-202.

Williams, V. (2013). *Propuesta para el uso de la logística inversa como nueva área de negocios para las empresas envasadoras de plástico en Panamá*. Panamá: Universidad del Istmo.

Z.E.O. (2020). *PlataformaZEO*. Obtenido de plataformazeo.com:
<https://plataformazeo.com/es/cuanto-co2-emite-el-plastico/>





Anexo 1 Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos

1. Decreto legislativo N° 1278, Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos

1.1 Aspectos generales

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos publicada en el diario El Peruano (2020), las empresas generadoras de residuos deben preparar un Plan de Minimización y Manejo de Residuos sólidos No Municipales, en donde se detallan los procesos de minimización, segregación, almacenamiento y disposición final de los residuos provenientes de sus actividades productivas.

Para lo cual las empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EP-RS) son las únicas autorizadas de su disposición, sin contar con los residuos sólidos parecidos a los municipales, los cuales pueden ser recogidos por el servicio de recolección de residuos de la municipalidad en donde se encuentra la empresa, en volúmenes máximo de 150 litros por día.

Asimismo, los residuos sólidos no municipales parecidos a los municipales pueden ser recogidos por empresas recicladoras según el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de los residuos sólidos.

Por otro lado, las empresas generadoras de residuos sólidos que no cuenten con un Instrumento de Gestión Ambiental (IGA), tienen la obligación de:

- a) Contar con un registro generación y gestión de residuos sólidos.
- b) Contar con una EO-RS que se encargue de la disposición de los residuos sólidos.
- c) Implementar acciones para la valorización de sus residuos.
- d) Establecer medidas de indemnización con el ambiente por el manejo inadecuado de los residuos.
- e) Facilitar la información requerida a las autoridades competentes.

Sin embargo, las empresas que si cuentan con un IGA deben:

- a) Presentar una Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos y Manifiesto de Manejo de Residuos Peligrosos en SIGERSOL.
- b) Verificar la disposición de los residuos manifestada en el Plan de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos, el cual debe ser incluido en el IGA.

De la misma manera las autoridades competentes junto con el MINAM establecen las condiciones para la presentación de la Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos y Manifiesto de Manejo de Residuos Peligrosos, para las empresas que no cuentan con IGA.

Adicionalmente las empresas generadoras de residuos deben contar con medidas de contingencia, en el caso de que ocurra una emergencia durante el manejo de residuos sólidos, para lo cual debe comunicarse a la autoridad competente con un plazo de 24 horas los siguientes datos:

- a) Datos de la empresa generadora con su respectivo documento de aprobación de IGA.
- b) Descripción de las características de los residuos sólidos de la emergencia.
- c) Información del hecho que suscito la emergencia con evidencias.
- d) Causas que produjeron los hechos.
- e) Consecuencias y daños causados en el ambiente y personas
- f) Acciones correctivas.

1.2 Almacenamiento de residuos sólidos peligrosos

Asimismo, según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos el almacenamiento de los residuos peligrosos debe cumplir con lo siguiente:

- a) Almacenamiento techado, alejado de las áreas de producción y oficinas administrativas.

- b) Almacenar los residuos peligrosos por compatibilidad.
- c) Almacenar con sistemas de impermeabilidad y drenaje y drenaje si es necesario.
- d) Señalizar el área de almacenamiento.
- e) Contar con equipos contra incendios.

Por otro lado, el periodo máximo de almacenamiento de residuos sólidos no municipales es de doce meses.

1.3 Manifiesto de Residuos Sólidos Peligrosos

Para el transporte, valorización y disposición de los residuos sólidos peligrosos, tanto las empresas generadoras como las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos deben informar y guardar el Manifiesto de Residuos Sólidos Peligrosos (MRSP) de la siguiente forma:

- a) El generador debe registrar en SIGERSOL el MRSP la primera quincena de cada trimestre del año.
- b) El generador y la Empresa Operadora de Residuos Sólidos deben conservar dicho manifiesto durante 5 años para la supervisión de entidades competentes.

1.4 Transporte de residuos sólidos peligrosos no municipales

Las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos son las autorizadas para el transporte de residuos sólidos peligrosos.

1.5 Tratamiento de residuos sólidos no municipales

El tratamiento de residuos sólidos se realiza mediante diversas técnicas desarrolladas por la EO-RS, en infraestructuras especializadas para su valorización o disposición final.

Sin embargo, estas actividades de tratamiento pueden realizarse en las instalaciones del generador, siempre y cuando este contemplado en su IGA. Cabe resaltar que queda prohibida la quema de residuos sólidos.

1.6 Productos vencidos

Los productos vencidos también se consideran residuos sólidos para lo cual los productores y distribuidores deben gestionar su retorno para encargarse de su disposición final.

1.7 Valorización de Residuos Sólidos No Municipales

La disposición final de los residuos sólidos debe ser la última opción para el manejo de residuos, ya que previamente debe considerarse las opciones de valorización como reciclaje, compostaje, reutilización, coprocesamiento, coincineración, biodegradación para generación de energía y otras.

1.8 Actividades de acondicionamiento de residuos sólidos no municipales

El acondicionamiento de los residuos sólidos previo a su opción de valorización puede realizarse en plantas de valorización y en las instalaciones de las empresas generadoras de residuos.

Las actividades de acondicionamiento son las siguientes:

- a) Segregación;
- b) Almacenamiento;
- c) Limpieza;
- d) Trituración o molido;
- e) Compactación física;
- f) Empaque o embalaje;
- g) Otras que establezca el MINAM junto con las autoridades competentes.

Anexo 2 Matriz de Vester

Figura 47

Matriz de Vester para selección del sistema de logística inversa

	DESCRIPCIÓN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	TOTAL INFLUENCIA
A	Alto porcentaje de desechos de botellas de plástico	0	0	3	1	2	2	1	1	3	3	1	0	0	1	1	19
B	Incremento del consumismo	3	0	3	1	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	1	14
C	Uso de diversos recursos no renovables para producción de botellas	0	1	0	0	0	3	0	1	3	2	2	0	0	0	3	15
D	Ausencia de segregación de residuos sólidos	3	0	1	0	3	3	2	3	3	1	0	0	2	0	0	21
E	Disposición inadecuada de los residuos de plástico	2	0	2	2	0	3	3	3	3	1	1	0	1	0	0	21
F	Ausencia de responsabilidad social empresarial	1	0	1	2	3	0	2	3	3	2	2	0	1	3	0	23
G	Pérdida del valor del producto postconsumo	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	1	9
H	Incumplimiento de la normativa ambiental	1	0	1	3	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	1	14
I	Incremento de la contaminación ambiental	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	9
J	Ausencia de conciencia ambiental en los interesados	3	1	2	3	3	3	2	2	3	0	2	0	1	1	3	29
K	Producción indiscriminada de botellas plástico virgen	3	2	3	0	1	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	14
L	Desaprovechamiento de las botellas provenientes de devoluciones	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	8
M	Ausencia de reutilización de productos fuera de uso	3	0	3	0	0	3	3	0	3	0	3	2	0	0	2	22
N	Ausencia de la recuperación de botellas postconsumo	3	2	3	2	3	3	3	1	3	1	3	0	1	0	2	30
O	Ausencia de una cultura de reciclaje	3	3	2	3	3	3	2	1	3	2	0	1	2	2	0	30
TOTAL DEPENDENCIA		27	9	26	18	26	28	18	16	38	18	15	4	11	8	16	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58

Resumen de la matriz de Vester

PROBLEMA	INFLUENCIA	DEPENDENCIA	TIPO
A	19	27	EFECTO
B	14	9	CAUSA
C	15	26	EFECTO
D	21	18	CAUSA
E	21	26	EFECTO
F	23	28	EFECTO
G	9	18	EFECTO
H	14	16	EFECTO
I	9	38	EFECTO
J	29	18	CAUSA
K	14	15	EFECTO
L	8	4	CAUSA
M	22	11	CAUSA
N	30	8	CENTRAL
O	30	16	CENTRAL

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 59 se puede ver que los problemas principales serían la ausencia de la recuperación de las botellas de plástico al final de su ciclo de vida y de la misma forma la ausencia de una cultura de reciclaje, por lo que la selección de un sistema de logística inversa de recuperación sería la mejor opción para darle solución a los problemas principales.

Anexo 3 Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas en Arequipa

Tabla 59

Listado de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas en la ciudad de Arequipa

Nº	RUC	RAZÓN SOCIAL	FINES	DISTRITO	DIRECCIÓN DE PLANTA DE OPERACIONES	OPERACIONES AUTORIZADAS
1	20454587171	INGENIERÍA AMBIENTAL S.A.C.	PS/C	AREQUIPA	Urb. Industrial Cayro Mz. E Lt. 2.	Recolección y transporte
2	20454552971	INVERSIONES MERMA S.A.C.	PS/C	AREQUIPA	Asoc. Apipa, Mz. K Lote 11,12,13,14,15,16, Zona B, Sector XI	Recolección y transporte
3	20558024837	COREPA SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA-COREPA S.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Urbanización Artempa Mz. E, Lote N° 12	Recolección y transporte
4	20558618541	TRANSPORTES VALDIVIA CARBAJAL EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA-TRANS VALCAR E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Jr. Santa Rosa N° 308 PP JJ Alto Libertad	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recolección y transporte
5	20455496668	J.R.A. SERVICIOS AMBIENTALES E.I.R.L.	PS/C	JACOBO HUNTER	Asoc. El Crucero La Estrella, Mz. J Lote 15	Recolección y transporte
6	20600975405	MEDIO AMBIENTE BIODIVERSIDAD SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA-MABSSO S.A.C.	PS/C	LA JOYA	PP. JJ. Pueblo Libre, Mz. A Lote 20.	Recolección y transporte
7	20455507295	EMPRESA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL LÓPEZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA-EMPROAL S.R.L.	PS/C	ALTO SELVA ALEGRE	Carretera Principal Arcata S/N, Centro Poblado de Arcata y Chocñihuaqui	Recolección y transporte

8	20413886768	DELVEX E.I.R.L.	PS/C	MIRAFLORES	Asociación de Vivienda "Las Casuarinas", Mz. V Lote 9, 10 y 11 Centro Poblado de Chen Chen	Recolección y transporte
9	20456012427	J. CH. COMERCIALIZADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	PS/C	CHIGUATA	Asociación de pequeños industriales Santo Domingo San Bernardo D-8B	Recolección y transporte
10	20602169465	REMEDIACIÓN AMBIENTAL SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA-REMEDIACIÓN AMBIENTAL S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	Urb. Semi Rural Pachacútec Jr. Teniente Ferre Mz. -E-5 Lt. 9 - A, Grupo zonal 19	Recolección y transporte
11	20603162731	HORIZONTE AMBIENTAL S.R.L.	PS/C	MIRAFLORES	Asoc. Señor del Gran Poder Mz. D Lt. 23	Recolección y transporte
12	20559116492	INVERSIONES JABS E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	AAHH - Semi Rural Pachacutec CA Leoncio Prado Mz. 25 Lt. 2	Recolección y transporte
13	20455371881	QUIMICOS Y SERVICIOS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL S.R.L.- QUIMSSA S.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Cono Norte Apipa, Mz. B Lt. 5 - Sector VI	Recolección y transporte
14	20498309713	SERVICIO Y COMERCIALIZACIÓN DE MATERIAL RECICLADO S.R.L. - SCOMAR S.R.L.	PS/C	AREQUIPA	Av. Venezuela Nro 2700	Recolección y transporte
15	20434843031	SERVICIOS AMBIENTALES VILLANUEVA S.A.C. - SERVIAMVI S.A.C.	PS/C	JOSÉ LUIS BUSTAMANTE	Urb. San Martín Socabaya, Calle Aplao N° 114	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recolección y transporte
16	20454649380	OPERACIONES AMBIENTALES SERVICIOS INTEGROS DE SALUBRIDAD - BUENDIA S.A.C.	PS/C	JOSÉ LUIS BUSTAMANTE	Asoc. Aptasa, Ca. Francia Mz. B Lt. 3	Recolección y transporte
17	20601516510	SUR INGENIEROS SERVICIOS INTEGRALES E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Asoc. Artempa Mz. E Lt. 11	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recolección y transporte

18	20454708491	EXPO ANDES E.I.R.L.	PS/C	MARIANO MELGAR	Calle Londres N° 315 A Urb. Santa Rosa (3 cdra. de la Gran Unidad Escolar)	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recoleccion y transporte
19	20513122013	INVERSIONES GENERALES ALFRECICLA SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	PS/C	CERRO COLORADO	Asoc. Aptasa Calle Francia Mza. A Lt. 16	Recolección y transporte
20	20454666985	DISTRIBUCIONES BEGAVAL S.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Urb. Semi Rural Pachacútec , Mz. 04 Lote N° 06-B, Zona D Grupo 10	Recolección y transporte
21	20559232131	3 R EDEN S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	Urb. Semi Rural Pachacútec Jr. Junín Mz. 1 Lt. 10 Zona E Grupo 18	Recolección y transporte
22	20454164700	LOS CORAZONES E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Secotr Bolivia II Mza. B3 Lote 11 Asoc. Peruarbo (Puente Añahuaco frente de Inkabor)	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recoleccion y transporte
23	20100192901	TRANSPORTES BARCINO S.A.	PS/C	CERRO COLORADO	S/T - Alto Cural Sección E - Lateral 3, Lt. 723	Recolección y transporte
24	20601118395	PERMESUR E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Urb. Santa María Mz. A, Lt. 5	Recolección y transporte
25	20603508387	AQP AMBIENTAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA- AQAMBIENTA S.A.C.	PS/C	CAYMA	AS, VI - Pequeños Artesanos Amazonas Mz. D Lt. 18 Lugar Zona B	Recolección y transporte
26	20602059309	INGENIERÍA DE PROYECTOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	PS/C	CERRO COLORADO	C.P. - Semirural Pachacútec Calle Huánuco N° 106	Recolección y transporte
27	20559136256	SERVICIOS AMBIENTALES CORPORATIVOS S.A.C. - SERVACORP S.A.C.	PS/C	JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO	La Encalada - Mz. B Lote 04 SEC	Recolección y transporte
28	20558226979	GESTIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS S.A.C. - GYTRES S.A.C.	PS/C	SACHACA	P.T. Huaranguillo Av. David Sueres Villanueva N°19	Recolección y transporte

29	20559070999	TRIPLETS S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	Av. Aviación N° 724-B	Recolección y transporte
30	20601359953	BROKK SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - BROKK S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	Planta de operaciones 1: Mz. D, Lote 04, Asociación ARTEMPA Planta de operaciones 2: Calle Sandía S/N, Barrio Surupana	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recoleccion y transporte
31	20602474161	PROYECTOS E INVERSIONES ZARATE SOC. COM. DE RESP. LIMITADA - PROYECTOS E INVERSIONES ZARATE S.R.L.	PS/C	PAUCARPATA	Calle San Gregorio - Lontojoya Mz. P1, Lte. N° 9-10-11- 12	Recolección y transporte
32	20601985421	RESIDUM EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA - RESIDUM E.I.R.L.	PS/C	MIRAFLORES	Asoc. Parque Industrial Porvenir Arequipa Mz. N Lote 9 Lugar Sector XIV	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recoleccion y transporte
33	20553939403	REPRESENTACIONES INDUSTRIALES Y SERVICIOS AMBIENTALES S.A.C.- REINSAMBIENTAL S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	Planta de operaciones 1: Mz. C Lote 02, Sector Bolivia III; Planta de operaciones 2: Asoc. Luz del Sol de Apurimac Mz. Ñ Lt. 21 - 22	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recoleccion y transporte
34	20604307474	CANO SOLUCIONES AMBIENTALES E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	S/T - UPIS Mercado Mayorista Zona A Mz. A Lt. 23	Recolección y transporte
35	20559122972	LOGÍSTICA EN PROCESOS AMBIENTALES S.A.C.- LOGISTIC AMB S.A.C.	PS/C	YANAHUARA	Asociación Pruarbo Mz. D Lote 7-B Sector Bolivia	Recolección y transporte
36	20448853951	CONSORCIO IMPOR & ESPOR ACHASIRI E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Asoc. Artempa Calle 5 S/N Mz. D Lt. 9	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recoleccion y transporte
37	20602872581	INVERSIONES BAJO CONTROL E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	A.P.V.I.S. Las Gardenias Mz. C Lte. 11	Recolección y transporte

38	20558359341	REFERSUR S.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Semirural Pachacútec Zona D Mz. 9 Lt. 1	Recolección y transporte
39	20454127847	RECICLADORA ECOLOGICA DE DETRITUS URBANO PRESELECCIONADO S.C.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	C.P. Semi Rural Pachacútec Av. Simón Bolívar Zona G, Grupo 23	Recolección y transporte
40	20601744547	JOISDAHAM SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	PS/C	CHIGUATA	Asociación Santo Domingo San bernardo Mza. LL Lote 02	Recolección y transporte
41	20539551184	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS BRISSMAJ E.I.R.L.	PS/C	PAUCARPATA	Asociación Parque Industrial Porcenir Arequipa Mz. M Lote 2, Sector 1	Recolección y transporte
42	20600984595	EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE RESIDUOS SÓLIDOS S.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Asoc. Pequeños Granjeros Morro Negro, Mz. E Lote N° 4	Recolección y transporte
43	20558698048	J&R FAST CARGO E.I.R.L.	PS/C	SOCABAYA	Calle Lircay N° 206 Urb. San Martin de Porres	Recolección y transporte
44	20455025975	ALIDA METAL E.I.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	C.P. Semirural Pachacútec Calle Leoncio Prado Mz. 25 Lote 4-B	Recolección y transporte
45	20498164057	PRESTACIONES DE SERVICIOS GENERALES MOTTA S.R.L.	PS/C	PAUCARPATA	Parque Industrial APIMA, Mz. C Lote 14 Av. Argentina 318	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recolección y transporte
46	20455465789	PROTECMAR E.I.R.L.	PS/C	JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO	Parque Industrial del Río Seco Mz. E Lote 16	Recolección y transporte
47	20311985346	TRANSPORTES IBEROAMERICANO S.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	S/T Vía Evitamiento Santa Elena Grande Parcela 20807	Recolección y transporte
48	20604619522	RECYCLING GROUP PERU S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	Asoc. Parque industrial Río Seco Mz. D Lt. 3 D	Recolección y transporte
49	20600898605	ECOMAJU S.R.L.	PS/C	CERRO COLORADO	Asociación Consortio Parque Industrial de la Pequeña y Microempresa	Barrido y limpieza de espacios públicos;

					Señor del Gran Poder Núcleo I Mz. LL Lote 02	Recoleccion y transporte
50	20539699335	GRUPO BECAR S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	Av. Lima Mza. E5 Lote. 9 A.H. Semi Rural Pachacutec (A 1 Cdra. de Campo Deportivo Los Compadre)	Recolección y transporte
51	20601961157	SERNAME SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - SERNAME S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	Asoc- Apipa Sector XIV Mz. J Lte. 20-21	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recoleccion y transporte
52	20498298339	EMPRESA DE PROTECCION AMBIENTAL S.A.C.	PS/C	CERRO COLORADO	S/T - Av. Aviación Km. 724-B	Recolección y transporte
53	20455902321	GEOMUN'DOS S.R.L.	PS/C	JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO	Calle Libertad N° 103 Mariscal Castilla	Recolección y transporte

Fuente: MINAM Registro de EO-RS autorizadas 2020.



Anexo 4 Compra de suministros de plástico por año al 2021

A continuación, se muestra las unidades de preformas PET compradas por año al 2021, según el tipo de gramaje requerido para cada botella, por ejemplo, para una botella de 500 ml la preforma es de 0.0145 kg, para una botella de 650 ml la preforma es de 0.0162 kg, para una botella de 2 L la preforma es de 0.0427 kg y para una botella de 3 L la preforma es de 0.0512 kg.

Tabla 60

Unidades por peso de preforma PET

SUMINISTROS	UNIDADES
PET 500 ml	8572261
PET 650 ml	760153
PET 2 L	322477
PET 3 L	275431
Total	9930322

Fuente: Elaboración propia.

A partir de las unidades según el gramaje de la preforma, se procede a calcular el peso de preformas de PET adquiridas por año, producto del peso unitario de cada preforma por las unidades adquiridas por año.

Tabla 61

Peso total de PET

SUMINISTROS	Peso/Unidad (Kg)	PESO TOTAL (Kg)
PET 500 ml	0.0145	124297.78
PET 650 ml	0.0162	12314.48
PET 2 L	0.0427	13769.77
PET 3 L	0.0512	14102.05
Total		164484.08

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se calculó su valor monetario, producto del costo unitario de preforma por las unidades anuales adquiridas.

Tabla 62

Valor de PET en S/.

SUMINISTROS	Costo/Unidad	VALOR (S/.)
PET 500 ml	S/0.10	S/819,336.67
PET 650 ml	S/0.12	S/12,314.48
PET 2 L	S/0.34	S/13,769.77
PET 3 L	S/0.48	S/14,102.05
Total		S/859,522.97

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron los mismos cálculos para las tapas de PP, a continuación se muestra la unidades de tapas adquiridas por año al 2021.

Tabla 63

Unidades de tapas PP

SUMINISTROS	UNIDADES
Tapa rosca	13504463

Fuente: Elaboración propia.

Se calculó el peso total de tapas PP del producto de peso unitario por tapa por el número de unidades adquiridas.

Tabla 64

Peso total de PP

SUMINISTROS	Peso/Unidad (Kg)	PESO TOTAL (Kg)
Tapa rosca	0.003	40513.39

Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma se halló el valor monetario del producto de costo unitario de tapas por las unidades adquiridas, como se ve a continuación:

Tabla 65

Valor de tapas PP en S/.

SUMINISTROS	Costo/Unidad	VALOR (S/.)
Tapa rosca	S/0.01	S/109,953.33

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, las láminas termocontraíbles ya vienen en Kg, como se ve en la siguiente tabla, el peso aproximado por unidad es de 0.031 kg y el costo por kg es de S/7.38.

Tabla 66

Peso total de láminas termocontraíbles

SUMINISTROS	Peso/Unidad (Kg)	Costo/Kg	KILOS
Lamina termocontraíble	0.031	S/7.38	19550.85

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se calculó el valor monetario de láminas termocontraíbles, del producto de los kg anuales adquiridos por el costo por kg.

Tabla 67

Valor de láminas termocontraíbles en S/

SUMINISTROS	Costo/Unidad	VALOR (S/.)
Lamina termocontraíble	S/7.38	S/144,285.28

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5 Generación de residuos de plástico

A continuación, se detalla el peso de la generación de residuos de plástico por año al 2021, donde la se obtuvo 32.71.22 kg de residuos de preformas:

Tabla 68

Residuos de preformas

RESIDUOS	PESO ANUAL (Kg)
Preformas de 0.0145 kg	2675.71
Preformas de 0.0162 kg	4.65
Preformas de 0.0427 kg	272.52
Preformas de 0.0512 kg	318.34
	3271.22

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se detalla el peso de los residuos de envases defectuosos generados según el tamaño de la botella, además la suma de residuos de preformas y envases:

Tabla 69

Residuos de botellas

RESIDUOS	PESO TOTAL (Kg)
Botella 500 ml	1710.37
Botella 650 ml	2.72
Botella 2 L	141.44
Botella 3 L	410.35
Total de botellas	2264.87
Total de preformas y botellas	5536.09

Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma se detalla la generación de residuos de tapas:

Tabla 70

Residuos de tapas

RESIDUOS	PESO TOTAL (Kg)
Tapa rosca	268.54

Fuente: Elaboración propia.

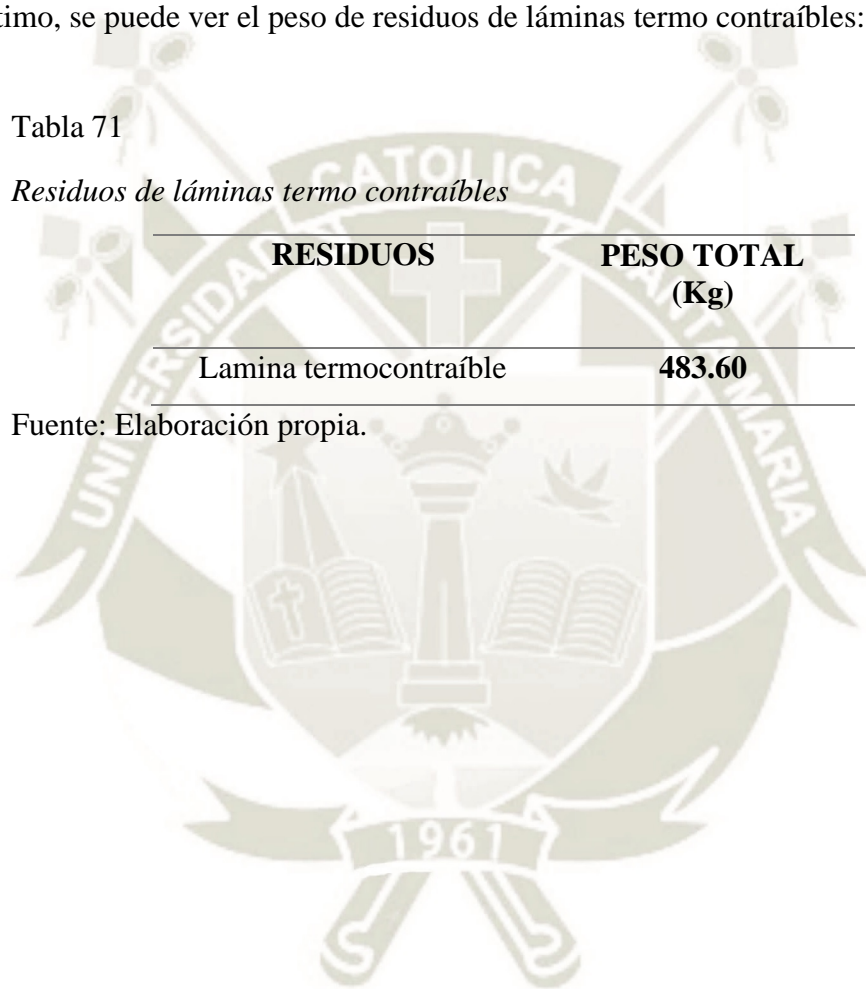
Por último, se puede ver el peso de residuos de láminas termo contraíbles:

Tabla 71

Residuos de láminas termo contraíbles

RESIDUOS	PESO TOTAL (Kg)
Lamina termocontraíble	483.60

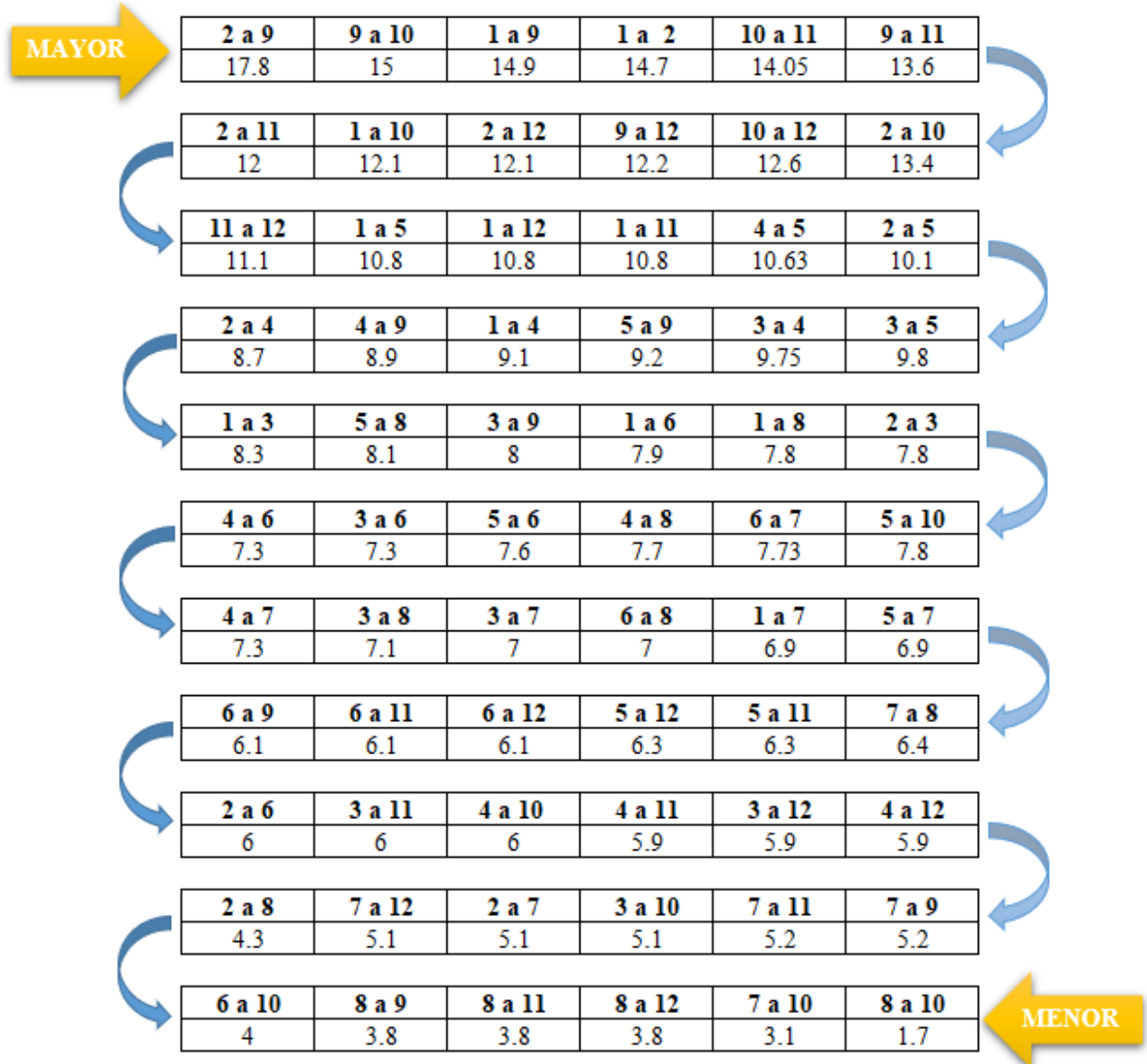
Fuente: Elaboración propia.



Anexo 6 Ahorros de distancia de mayor a menor

Figura 48

Ahorros de mayor a menor



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7 Recorridos en ruta de acopio

Tabla 72

Primer recorrido de acopio

RUTA DE ACOPIO 1																
Puntos de acopio	Cantidad de módulos			Volumen (m3)			Carga (Kg)			Tiempo				Distancia (Minutos)	Distancia (Km)	Costo de transporte (S./)
	De rejilla	Máquina	Total	De rejilla	Máquina	Total	De rejilla	Máquina	Total	Inicio	Transporte	Servicio	Fin			
0. Empresa Embotelladora										08:00:00	-	-	08:00:00			
2. Parque Lambramani	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	08:00:00	00:18:00	-	08:18:00	18	8.9	4.87
9. Mall Aventura Plaza	1	1	2	4.32	0.93	5.25	50.4	54.19	104.59	08:33:00	00:07:00	-	08:40:00	7	1.5	0.82
10. Plataforma Andres Avelino Cáceres	2		2	8.64		8.64	100.8		100.8	08:40:00	-	00:20:00	09:00:00	9	3.1	1.70
11. Mega Centro Comercial Mi mercado	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	09:00:00	00:09:00	-	09:09:00	9	3.1	1.70
12. Terminal Terrestre	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	09:09:00	-	00:20:00	09:29:00	4	0.75	0.41
1. Mercado San Camilo	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	09:29:00	00:04:00	-	09:33:00	4	0.75	0.41
0. Empresa Embotelladora										09:33:00	-	00:15:00	09:48:00			
										09:48:00	00:07:00	-	09:55:00	7	2.5	1.37
										09:55:00	-	00:15:00	10:10:00			
										10:10:00	00:12:00	-	10:22:00	12	4	2.19
										10:22:00	-	00:15:00	10:37:00			
										10:37:00	00:12:00	-	10:49:00	20	8.3	4.55
										10:49:00	-	-	10:49:00			
TOTAL	7	1	8	30.24	0.93	31.17	352.8	54.19	406.99	2 horas y 49 minutos				77.00	29.05	15.91

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73

Segundo recorrido de acopio

RUTA DE ACOPIO 2																
Puntos de acopio	Cantidad de módulos			Volumen (m3)			Carga (Kg)			Tiempo				Distancia (Minutos)	Distancia (Km)	Costo de transporte (S./)
	De rejilla	Máquina	Total	De rejilla	Máquina	Total	De rejilla	Máquina	Total	Inicio	Transporte	Servicio	Fin			
0. Empresa Embotelladora										13:00:00	-	-	13:00:00			
										13:00:00	00:17:00	-	13:17:00	17	5.5	3.01
5. Metro Yanahuara	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	13:17:00	-	00:15:00	13:32:00			
										13:32:00	00:07:00	-	13:39:00	7	0.17	0.09
4. Mall Plaza	1	1	2	4.32	0.93	5.25	50.4	54.19	104.59	13:39:00	-	00:20:00	13:59:00			
										13:59:00	00:05:00	-	14:04:00	5	0.35	0.19
3. Real plaza	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	14:04:00	-	00:15:00	14:19:00			
										14:19:00	00:06:00	-	14:25:00	6	1.8	0.99
6. Economax	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	14:25:00	-	00:15:00	14:40:00			
										14:40:00	00:02:00	-	14:42:00	2	0.27	0.15
7. Promart	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	14:42:00	-	00:15:00	14:57:00			
										14:57:00	00:08:00	-	15:05:00	8	2.2	1.20
8. Arequipa Center	1		1	4.32		4.32	50.4		50.4	15:05:00	-	00:15:00	15:20:00			
										15:20:00	00:14:00	-	15:34:00	14	4.9	2.68
0. Empresa Embotelladora										15:34:00	-	-	15:34:00			
TOTAL	6	1	7	25.92	0.93	26.85	302.4	54.19	356.59	2 horas y 34 minutos				59	15.19	8.32

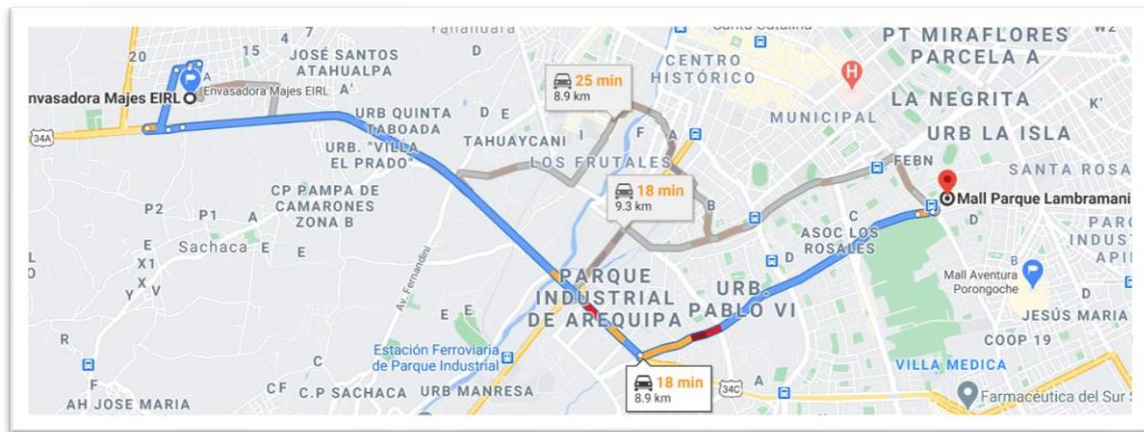
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8 Recorrido entre puntos de acopio

A continuación, se muestra la primera ruta de acopio:

Figura 49

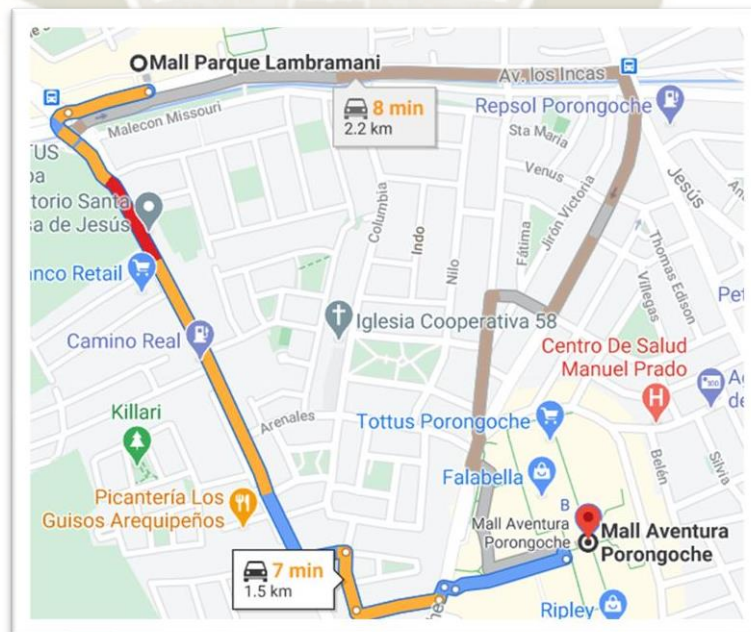
Recorrido de empresa a Mall Parque Lambramani



Fuente: Google Maps

Figura 50

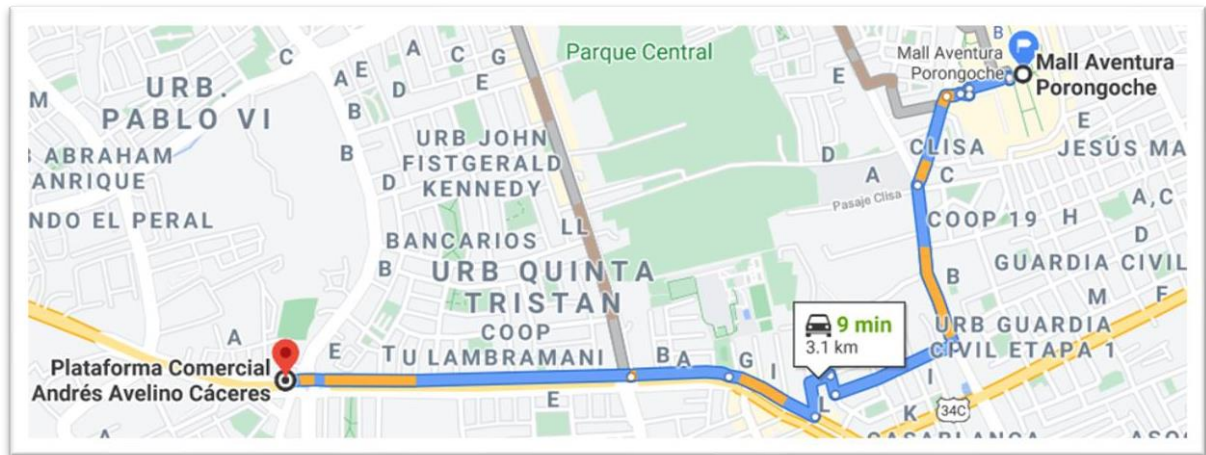
Recorrido de Mall Parque Lambramani y Mall Aventura Plaza



Fuente: Google Maps

Figura 51

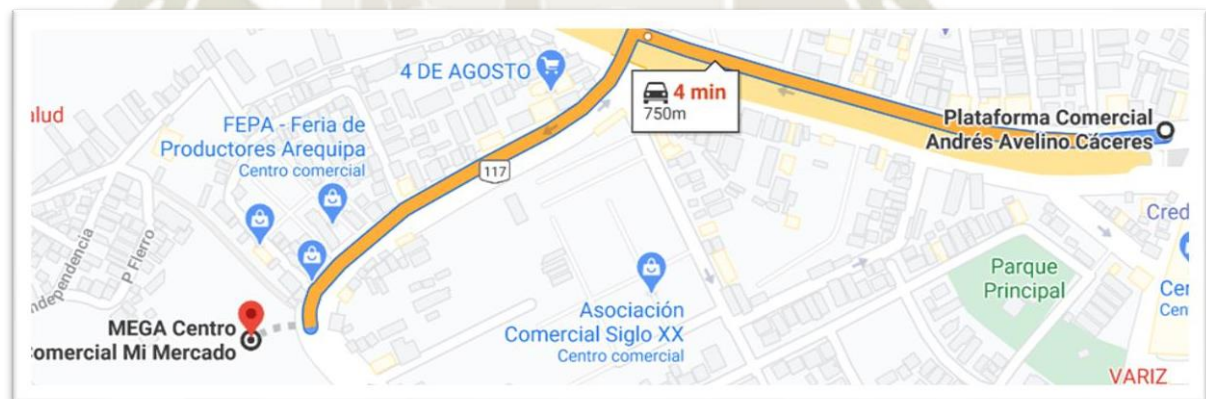
Recorrido de Mall Aventura Plaza a Plataforma Andres Avelino Cáceres



Fuente: Google Maps

Figura 52

Recorrido de Plataforma Andres Avelino Cáceres a Mega Centro Comercial Mi Mercado



Fuente: Google Maps

Figura 53

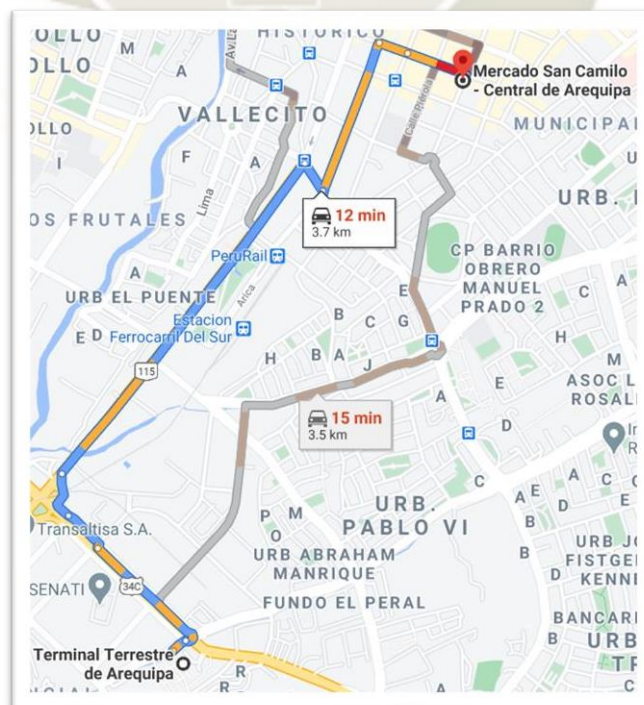
Recorrido de Mega Centro Comercial Mi Mercado a Terminal Terrestre



Fuente: Google Maps

Figura 54

Recorrido de Terminal Terrestre a Mercado San Camilo



Fuente: Google Maps

Figura 55

Recorrido de Mercado San Camilo a empresa

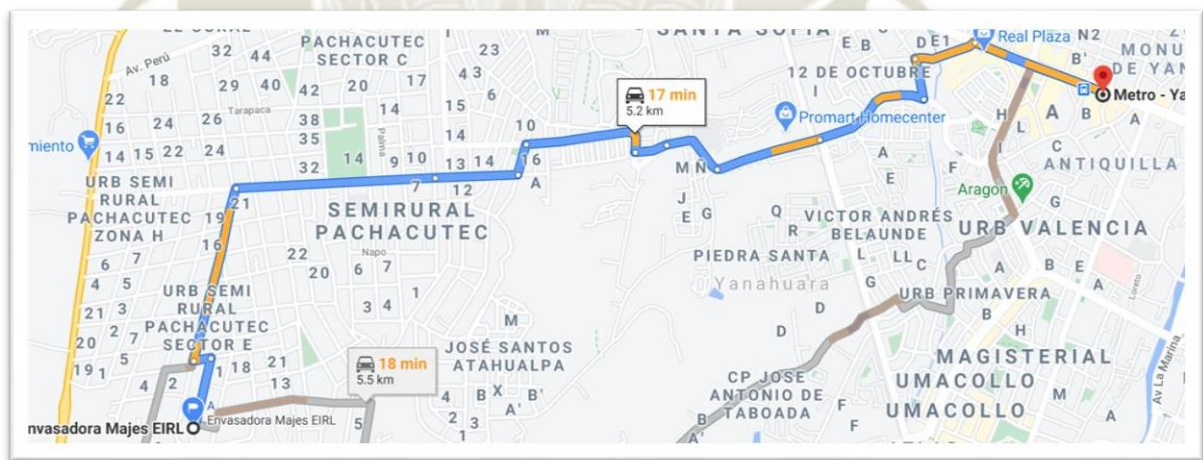


Fuente: Google Maps

A continuación se muestra la segunda ruta de acopio:

Figura 56

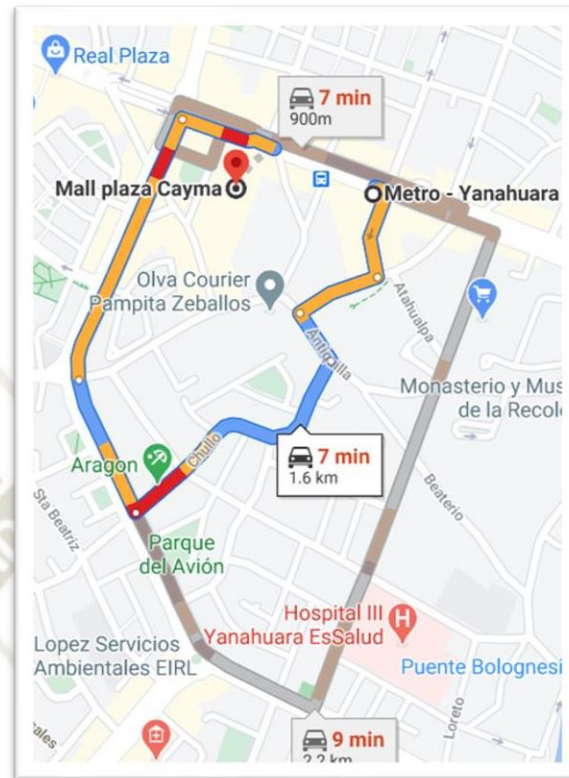
Recorrido de la empresa a Metro de Yanahuara



Fuente: Google Maps

Figura 57

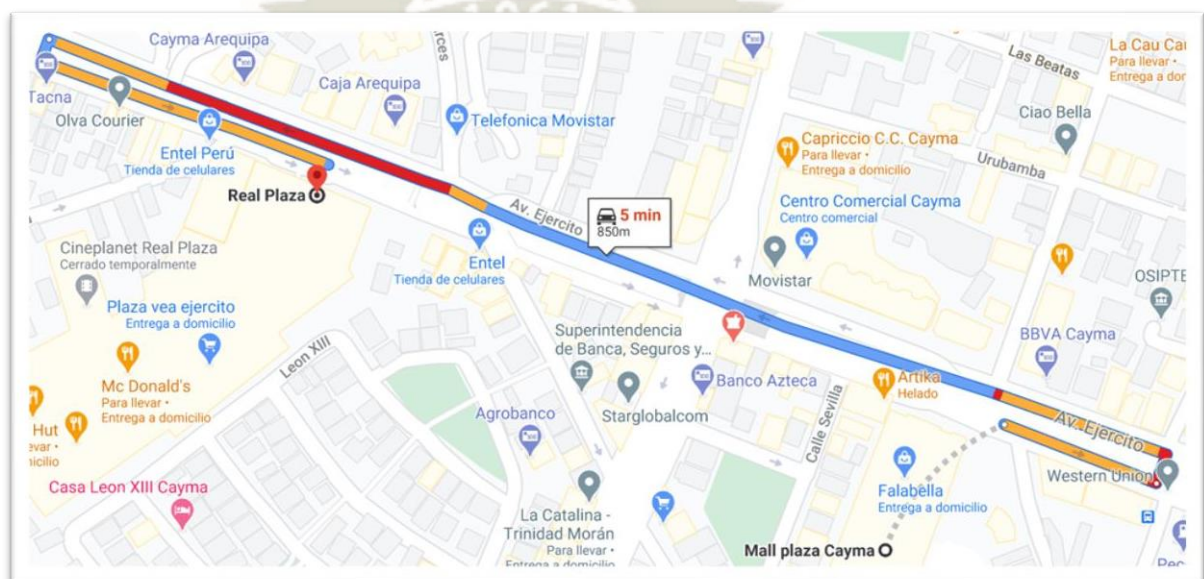
Recorrido de Metro de Yanahuara a Mall Plaza Cayma



Fuente: Google Maps

Figura 58

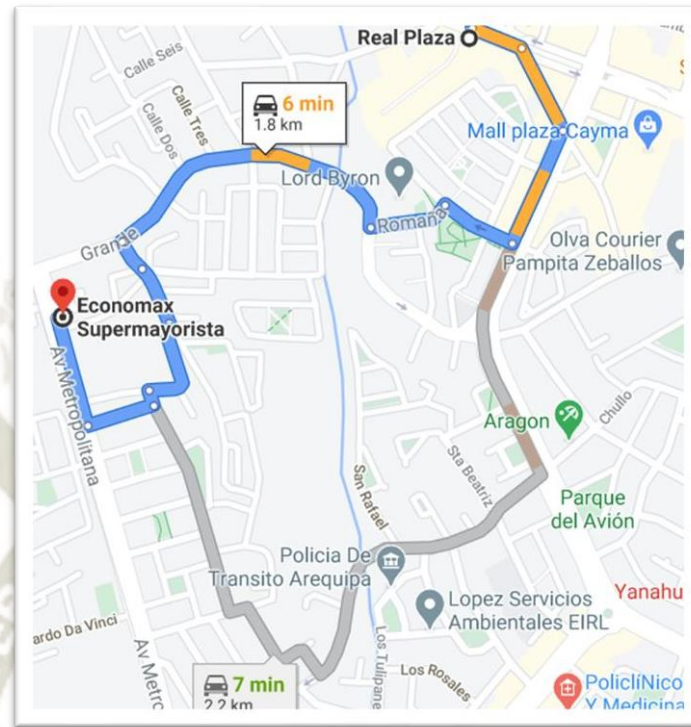
Recorrido de Mall Plaza Cayma a Real Plaza



Fuente: Google Maps

Figura 59

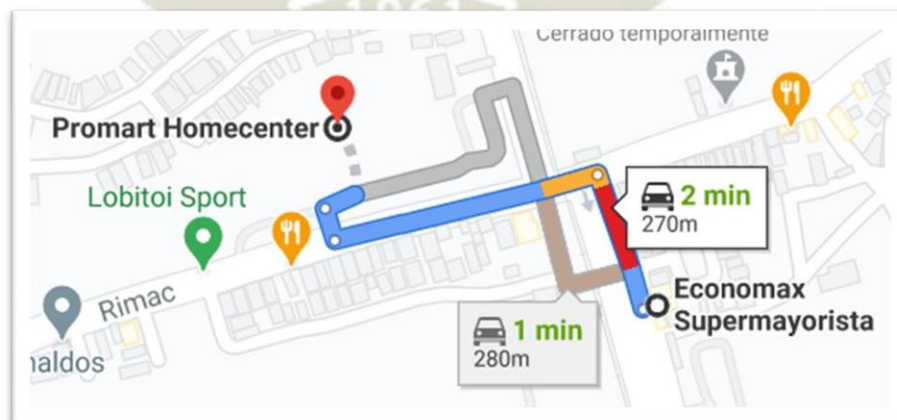
Recorrido de Real Plaza a Economax



Fuente: Google Maps

Figura 60

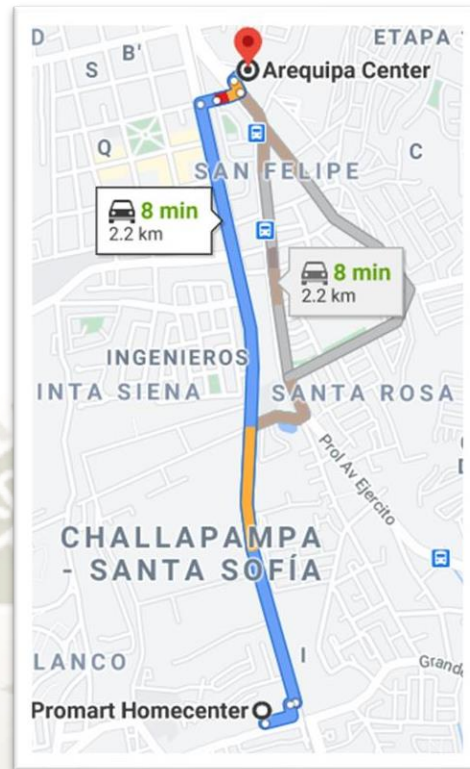
Recorrido de Economax a Promart



Fuente: Google Maps

Figura 61

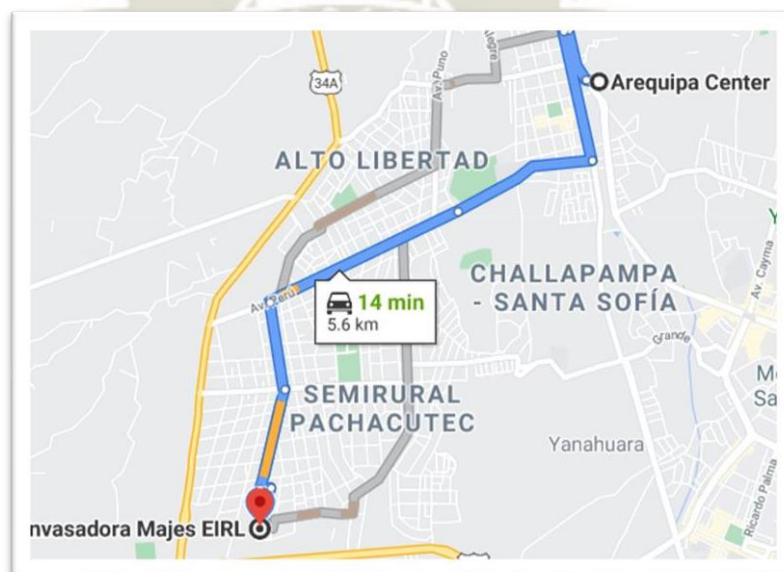
Recorrido de Promart a Arequipa Center



Fuente: Google Maps

Figura 62

Recorrido de Arequipa Center a empresa



Fuente: Google Maps

Tabla 77

Matriz de importancia y magnitud de los posibles impactos ambientales del Sistema de Logística Inversa

COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO PREVISIBLE	Preparación de Sistema de Logística Inversa						Implementación del Sistema de Logística Inversa						Operación y Mantenimiento										
			Acondicionamiento del almacén de residuos		Acondicionamiento del camión residuos		Aprovisionamiento de módulos de acopio y contenedores		Instalación de módulos de acopio		Instalación de contenedores		Desarrollo de campaña para reciclaje		Aprovisionamiento de suministros		Recuperación de botellas postconsumo		Mantenimiento de módulos de acopio		Segregación de residuos sólidos		Comercialización de residuos sólidos		
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
Componente abiótico	Factor Atmosférico	Calidad del aire															1.7	-20			1.3	32			
		Ruido												1.4	-20										
		Vibraciones																							
	Factor Hídrico	Calidad del suelo																3.2	58	1	-15	1.3	32		
		Aguas superficiales																3.2	58			1.3	32		
		Aguas subterráneas																3.2	58						
	Zonas pantanosas																								
Componente biótico	Flora	Vegetación Arbórea																							
	Fauna	Mamíferos																3.2	58						
		Aves																3.2	58						
		Anfibios																3.2	58						
		Peces																3.2	58						
Componente social	Paisaje	Calidad del paisaje															2.6	45							
		Cultivos																							
		Centros Poblados																							
	Socio-Economía	Generación de empleo, capacitación y Servicios Sociales		1.9	24	1	18	1.7	25	1	14	1	14	1	21	1	26			1.3	16			2	32
		Dinamización de la economía local						2	27							1.4	27							2.6	39
Seguridad Industrial y Salud Ocupacional															1	25					1	14			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10 Procedimiento para el manejo de residuos sólidos

1. OBJETIVO

Definir y establecer el manejo de residuos generados por las actividades de producción que se ejecutan en las instalaciones de la embotelladora., desde el lugar de generación hasta su disposición final dentro y fuera de las instalaciones.

2. FINALIDAD

Normar el procedimiento, así como establecer las competencias y responsabilidades del personal que realice trabajos dentro de las instalaciones de la embotelladora.

3. BASE LEGAL

1. Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 y sus modificatorias.
2. Decreto legislativo N° 1278, Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos
3. Ley N° 28256, Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.
4. Decreto Supremo N° 021-2008-MTC, Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos
5. NTP 900.058 2019 Norma Técnica Peruana de Colores

4. ALCANCE

Toda la empresa y sus instalaciones de producción, mantenimiento, almacén y oficinas administrativas.

5. RESPONSABILIDADES

Gerencia Administrativa:

- Asegurar el cumplimiento del presente procedimiento.

Jefe de Operaciones:

- Ejecutar las disposiciones del presente procedimiento.

Encargado de Residuos:

- Verificar el cumplimiento del presente procedimiento en relación con la segregación de los residuos sólidos.
- Instruir al personal de las áreas y/o servicios sobre la aplicación de este procedimiento.
- Proponer actividades de mejora continua.
- Adecuar sus procedimientos de recolección de residuos.
- Capacitar a su personal en temas de segregación en la empresa.
- Recoger y seleccionar los residuos de puntos de acopio.

Personal de limpieza:

- Acondicionar las bolsas para contenedores en su zona asignada.
Recoger y clasificar adecuadamente los residuos generados de acuerdo con lo estipulado.

6. PROCEDIMIENTO


Debe considerarse que la segregación en la empresa es iniciada por el generador, de manera responsable mediante la segregación en los contenedores, teniendo las siguientes especificaciones:

Tabla N°1

TIPO DE RESIDUO	COLOR
Papel y cartón	AZUL
Plástico	BLANCO
Orgánicos	MARRÓN
Vidrio	PLOMO
Peligrosos	ROJO

6.1. La segregación de residuos sólidos se realizará en recipientes debidamente identificados de acuerdo a la siguiente descripción. De acuerdo al cuadro anterior.


Contenedor de color AZUL:

 Papel y cartón


Contenedor de color BLANCO:

Botellas y envases de plásticos descartables

Contenedor de color MARRÓN:

 Residuos Orgánicos


Contenedor de color ROJO:

 Baterías y pilas (plomo, níquel, cadmio, etc), trapos y waypes impregnados con combustibles, lubricantes, etc.

Envases de aceites, lubricantes, pintura, solventes, etc.

Residuos procedentes del tóxico (agujas, hipotérmicas, punzocortantes, gasas, restos de curaciones).

Contenedor de color PLOMO:

 Residuos de vidrio

6.2 ÁREAS ADMINISTRATIVAS

- Disponer cajas rotuladas para reciclar y segregar las hojas de impresión desechadas.
- Se tendrán en total 9 cajas rotuladas para reciclaje y segregación de hojas de impresión en las oficinas de: Seguridad (1), Contabilidad (1), Secretaría (1), Gerencia (1), Ventas (1), Marketing (1), Calidad (1), Almacén (1).
- Señalizar la zona de reciclaje en cajas de cartón.
- Con aprobación de Gerencia Administrativa, se efectuará la comercialización a través de la EO-RS seleccionada.

6.3 ÁREA DE PRODUCCIÓN

- Se instalarán 3 contenedores de color blanco (envases de plástico):
-En el área de producción (2) y en el techo (1).

6.4 ÁREAS COMUNES

- Se instalarán 4 tipos de contenedores: rojo, marrón, azul y verde en áreas comunes de tránsito.
- Tipo de residuo a segregar:
 - Papel y cartón
 - Vidrio
 - Orgánicos
 - Peligrosos

6.5 ESTANDARIZACIÓN/ NORMATIVA

- Estos recipientes deberán contar con distintivos y colores que permitan reconocerlos al momento de la recolección.
- Los colores para segregación en la empresa están especificados en Tabla N° 1.

6.6 PERSONAL DE LIMPIEZA

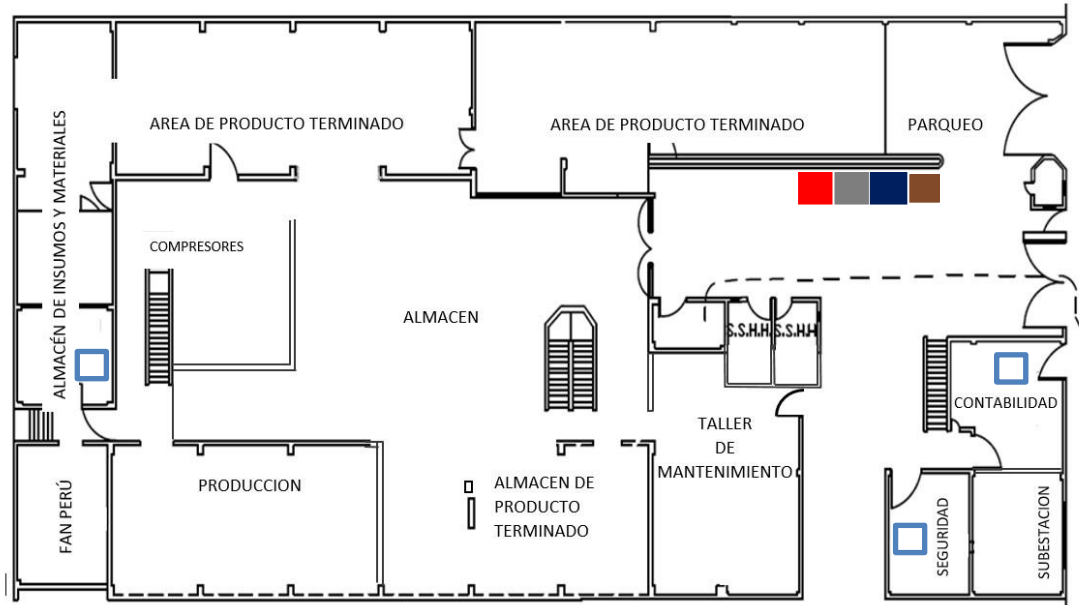
- La manipulación de los recipientes de residuos estará a cargo del personal de limpieza, que será la encargada de cambiar las bolsas de los contenedores.
- El personal de la empresa es la encargada de la correcta segregación y el traslado a los contenedores con mayor capacidad.
- El Encargado de Residuos deberá utilizar la ruta de traslado de residuos sólidos hacia el almacén de residuos (previa capacitación), asimismo se encargará del Registro de residuos sólidos.
- La ruta de evacuación de los residuos peligrosos deberá ser realizada desde el inicio por zonas menos transitadas.
- La disposición final será realizada por un personal externo con autorización a trasladar los residuos sólidos a una empresa de recicladora y/o EPS.
- Las bolsas de plástico utilizadas como revestimiento del contenedor podrán ser llenadas hasta ocupar el 80% de la bolsa, de tal forma que exista el espacio suficiente para sellar la bolsa (amarrarla) y evitar derrames.
- Las bolsas de los residuos deberán ser almacenados en el Almacén de Residuos, antes de su entrega a la EO-RS.
- Se debe evitar su exposición directa o contacto con el agua de los recipientes para pilas y baterías.

7. DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS

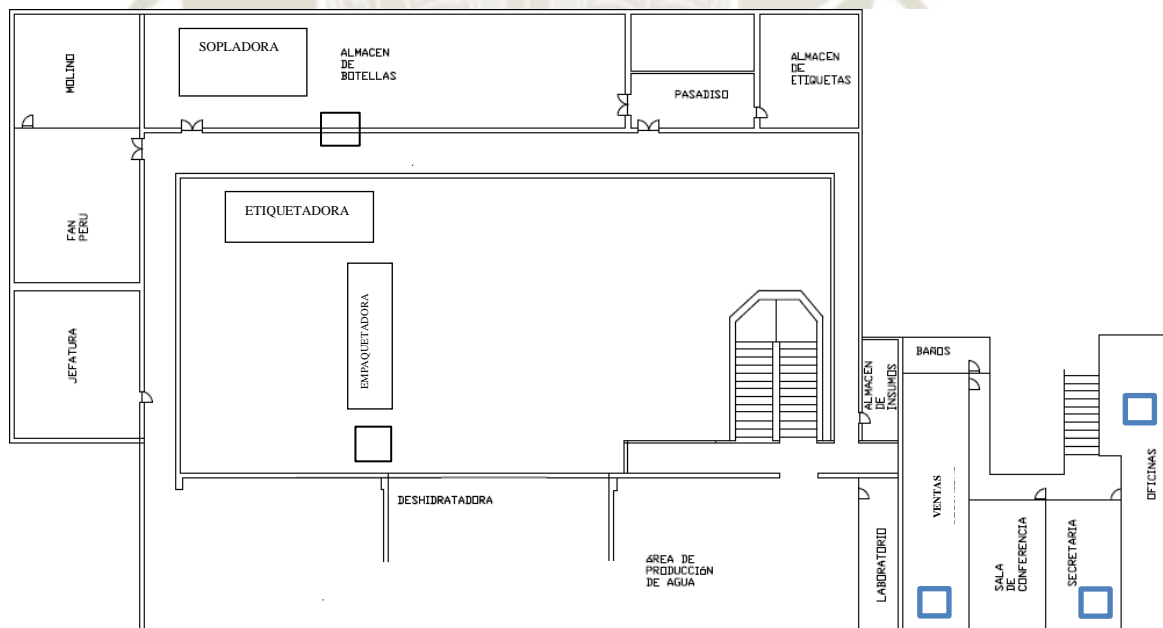
La EO-RS que trabaja con la persona externa deberá cumplir con la normativa vigente.

8. DISPOSICIÓN FÍSICA EN LA EMPRESA

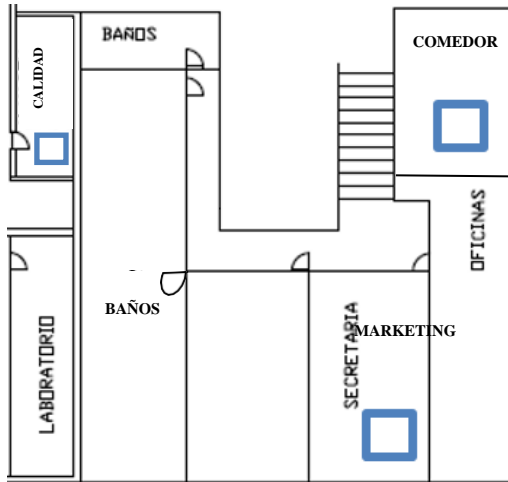
PRIMERA PLANTA



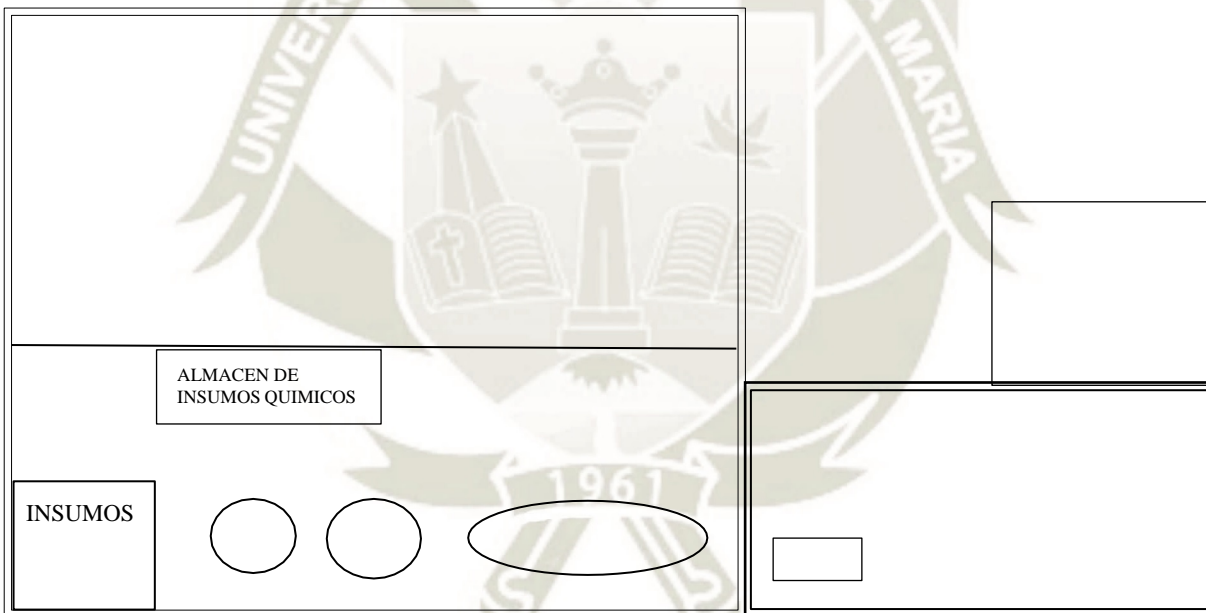
SEGUNDA PLANTA



TERCERA PLANTA



CUARTA PLANTA



LEYENDA:

-  PLÁSTICO
-  VIDRIO
-  PAPEL Y CARTÓN
-  ORGÁNICOS
-  PELIGROSOS
-  RECICLAJE DE PAPEL

9. FLUJO DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS



Anexo 11 Formato para el registro de residuos sólidos

Tabla 78

Control de residuos sólidos

NOMBRE DEL REGISTRO:		CONTROL DE RESIDUOS SÓLIDOS			
AÑO DEL REGISTRO:					Versión: 01
ENCARGADO DEL REGISTRO:					Página: 1 de 3
INSTRUCCIONES		1. El Asistente de seguridad en coordinación con el Encargado de residuos y el personal de limpieza, registrará mensualmente el peso de los residuos sólidos generados y recuperados. 2. Para el cálculo en peso (kg) de los residuos se recurre al pesaje directo en báscula. 3. El Asistente de seguridad registra la información y calcula la tasa de generación de residuos aprovechables y no aprovechables. 4. El Asistente de seguridad deberá contactar con la EO-RS para la adecuada disposición de los residuos. 5. El peso mensual de los residuos de plástico es la suma de los residuos de plástico generados y recuperados.			
MES	APROVECHABLES			NO APROVECHABLES	
	Plástico (Kg)	Papel y cartón (Kg)	Vidrio (Kg)	Orgánico (Kg)	Peligrosos (Kg)
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Septiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					
Total (Kg)					
Tasa de generación de residuos (%)					
Total de residuos generados (Kg)					
OBSERVACIONES					

Tabla 79

Registro de residuos de plástico generados en la empresa

REGISTRO DE RESIDUOS DE PLÁSTICO GENERADOS									Versión: 01
									Página: 2 de 3
MES	FECHA	Botellas y preformas (PET)		Tapas (PP)		Láminas termocontraíbles (PEBD)		Otros	
		N° de bolsas	Kg	N° de bolsas	Kg	N° de bolsas	Kg	N° de bolsas	Kg
ENERO									
	Total/Mes (Kg)								
FEBRERO									
	Total/Mes (Kg)								
MARZO									
	Total/Mes (Kg)								
ABRIL									
	Total/Mes (Kg)								
MAYO									
	Total/Mes (Kg)								
JUNIO									
	Total/Mes (Kg)								
JULIO									
	Total/Mes (Kg)								
AGOSTO									
	Total/Mes (Kg)								
SEPTIEMBRE									
	Total/Mes (Kg)								
OCTUBRE									
	Total/Mes (Kg)								
NOVIEMBRE									
	Total/Mes (Kg)								
DICIEMBRE									
	Total/Mes (Kg)								
Total (Kg)									
Tasa de generación de residuos PET (%)				Tasa de generación de residuos PP (%)		Tasa de generación de residuos PEBD (%)		Tasa de generación de otros plásticos	
Total de residuos generados (Kg)									
OBSERVACIONES									

Tabla 80

Registro de residuos de plástico recuperados

REGISTRO DE RESIDUOS DE PLÁSTICO RECUPERADOS							Versión: 01	
							Pagina: 3 de 3	
Mes	Fecha	Hora de salida	Hora de llegada	Botellas y preformas (PET)		Tapas (PP)		
				Nº de bolsas	Kg	Nº de bolsas	Kg	
Enero								
Total/Mes								
Febrero								
Total/Mes								
Marzo								
Total/Mes								
Abril								
Total/Mes								
Mayo								
Total/Mes								
Junio								
Total/Mes								
Julio								
Total/Mes								
Agosto								
Total/Mes								
Septiembre								
Total/Mes								
Octubre								
Total/Mes								
Noviembre								
Total/Mes								
Diciembre								
Total/Mes								
Total anual por tipo de plástico (Kg)								
Tasa de recuperación de residuos de PET(%)						Tasa de recuperación de residuos de PP (%)		
Total anual de residuos de plástico recuperados (Kg)								
OBSERVACIONES								

Anexo 12 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en la campaña de reciclaje propuesta

Tabla 81

Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Yanahuara

Factores	Peso relativo (%)	Economax		Metro de Yanahuara	
Proximidad a la embotelladora	10%	7	0.70	6	0.60
Población en la ubicación	25%	7	1.75	7	1.75
Consumo de PET en ubicación	30%	5	1.50	8	2.40
Costo de transporte	15%	7	1.05	6	0.90
Aforo en la ubicación	20%	7	1.40	8	1.60
Puntuación total		6.40		7.25	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82

Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Cayma

Factores	Peso relativo (%)	Mall Plaza		Real Plaza	
Proximidad a la embotelladora	10%	6	0.60	7	0.70
Población en la ubicación	25%	6	1.50	6	1.50
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40	8	2.40
Costo de transporte	15%	6	0.90	6	0.90
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60	8	1.60
Puntuación total		7.00		7.10	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83

Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Cerro Colorado

Factores	Peso relativo (%)	Mall Plaza		Real Plaza	
Proximidad a la embotelladora	10%	6	0.60	7	0.70
Población en la ubicación	25%	6	1.50	6	1.50
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40	8	2.40
Costo de transporte	15%	6	0.90	6	0.90
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60	8	1.60
Puntuación total		7.00		7.10	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84

Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en el distrito Arequipa

Factores	Peso relativo (%)	Mercado San Camilo		Mall Parque Lambramani	
Proximidad a la embotelladora	10%	5	0.50	4	0.40
Población en la ubicación	25%	8	2.00	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40	8	2.40
Costo de transporte	15%	6	0.90	5	0.75
Aforo en la ubicación	20%	5	1.00	7	1.40
Puntuación total		6.80		6.95	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 85

Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Paucarpata

Factores	Peso relativo (%)	Mall Aventura Plaza	
Proximidad a la embotelladora	10%	6	0.60
Población en la ubicación	25%	7	1.75
Consumo de PET en ubicación	30%	6	1.80
Costo de transporte	15%	6	0.90
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60
Puntuación total		6.65	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 86

Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Jose Luis Bustamante y Rivero

Factores	Peso relativo (%)	Andres Avelino Caceres		Mi Mercado	
Proximidad a la embotelladora	10%	7	0.70	7	0.70
Población en la ubicación	25%	8	2.00	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	7	2.10	7	2.10
Costo de transporte	15%	7	1.05	7	1.05
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60	8	1.60
Puntuación total		7.45		7.45	

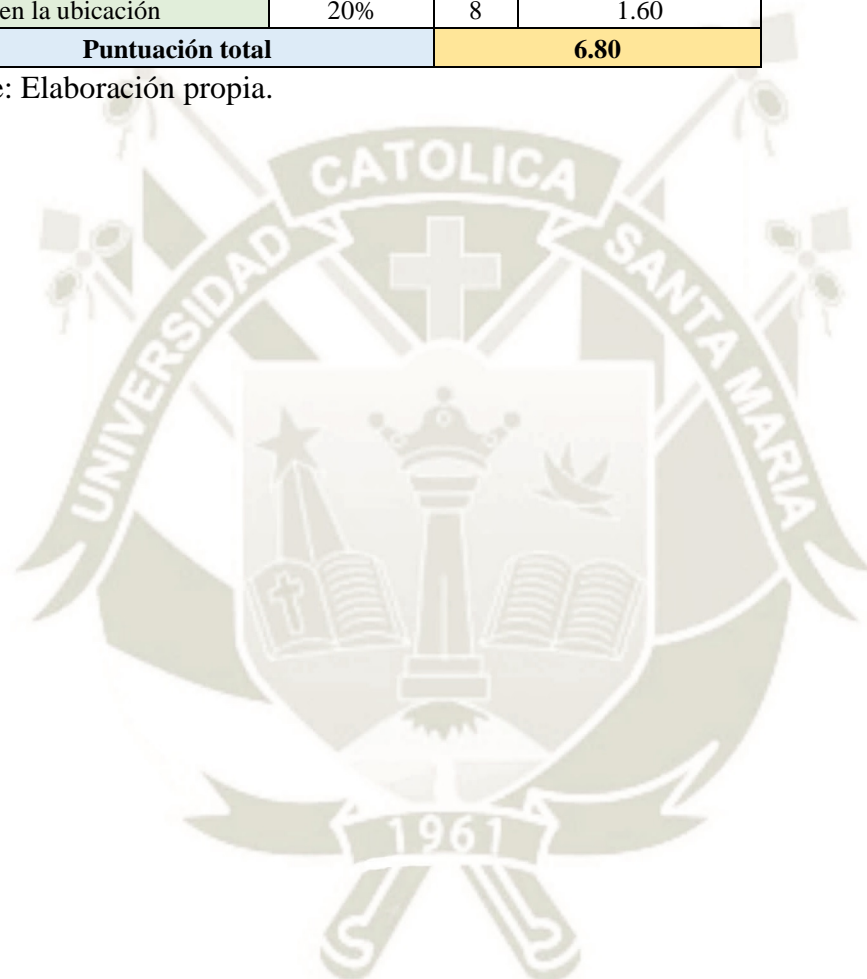
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87

Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en Hunter

Factores	Peso relativo (%)	Terminal Terrestre	
Proximidad a la embotelladora	10%	7	0.70
Población en la ubicación	25%	6	1.50
Consumo de PET en ubicación	30%	6	1.80
Costo de transporte	15%	8	1.20
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60
Puntuación total		6.80	

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 13 Puntaje según la ubicación de puntos de acopio en la campaña "Reciclatón"

Tabla 88

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Vivero municipal

Factores	Peso relativo (%)	Vivero municipal	
Proximidad a la municipalidad	10%	6	0.60
Población en la ubicación	25%	6	1.50
Consumo de PET en ubicación	30%	7	2.10
Costo de transporte	15%	7	1.05
Aforo en la ubicación	20%	7	1.40
Puntuación total		6.65	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 89

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en la Plaza de Armas de Arequipa

Factores	Peso relativo (%)	Plaza de Armas de Arequipa	
Proximidad a la municipalidad	10%	8	0.80
Población en la ubicación	25%	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40
Costo de transporte	15%	8	1.20
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60
Puntuación total		8.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 90

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en la Biblioteca municipal

Factores	Peso relativo (%)	Biblioteca municipal	
Proximidad a la municipalidad	10%	7	0.70
Población en la ubicación	25%	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40
Costo de transporte	15%	8	1.20
Aforo en la ubicación	20%	6	1.20
Puntuación total		7.50	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 91

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en la Municipalidad Provincial de Arequipa

Factores	Peso relativo (%)	Municipalidad Provincial de Arequipa	
Proximidad a la municipalidad	10%	10	1.00
Población en la ubicación	25%	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40
Costo de transporte	15%	10	1.50
Aforo en la ubicación	20%	7	1.40
Puntuación total		8.30	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Parque de Tingo

Factores	Peso relativo (%)	Parque de Tingo	
Proximidad a la municipalidad	10%	6	0.60
Población en la ubicación	25%	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40
Costo de transporte	15%	5	0.75
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60
Puntuación total		7.35	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 93

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Palacio de Bellas Artes

Factores	Peso relativo (%)	Palacio de Bellas Artes	
Proximidad a la municipalidad	10%	6	0.60
Población en la ubicación	25%	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40
Costo de transporte	15%	6	0.90
Aforo en la ubicación	20%	8	1.60
Puntuación total		7.50	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 94

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en la Plaza 15 de agosto

Factores	Peso relativo (%)	Plaza 15 de agosto	
Proximidad a la municipalidad	10%	7	0.70
Población en la ubicación	25%	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40
Costo de transporte	15%	8	1.20
Aforo en la ubicación	20%	7	1.40
Puntuación total		7.70	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Coliseo Arequipa

Factores	Peso relativo (%)	Coliseo Arequipa	
Proximidad a la municipalidad	10%	6	0.60
Población en la ubicación	25%	8	2.00
Consumo de PET en ubicación	30%	8	2.40
Costo de transporte	15%	6	0.90
Aforo en la ubicación	20%	7	1.40
Puntuación total		7.30	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 96

Puntaje según la ubicación del punto de acopio en el Parque Libertad de Expresión

Factores	Peso relativo (%)	Parque Libertad de Expresión	
Proximidad a la municipalidad	10%	6	0.60
Población en la ubicación	25%	7	1.75
Consumo de PET en ubicación	30%	5	1.50
Costo de transporte	15%	7	1.05
Aforo en la ubicación	20%	7	1.40
Puntuación total		6.30	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14 Fases y actividades para la Campaña de reciclaje

Tabla 97

Actividades para la campaña de reciclaje

FASES	OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RECURSOS	FUENTE DE VERIFICACIÓN
SENSIBILIZACIÓN	Promover el reciclaje a través de una capacitación a la población.	Lanzamiento de la Campaña de reciclaje en el Mall aventura	Capacitadores	Fotografías y videos
EJECUCIÓN	Motivar a través de folletos y afiches en puntos de acopio.	Entrega de volantes sobre la importancia del reciclaje.	Volantes	Registro fotográfico
	Concientizar a la población sobre hábitos ambientales en cuanto al reciclaje.	Capacitación sobre reciclaje y cuidado ambiental en principales universidades.	Material educativo y videos	Registro de asistencia y fotografías
EVALUACIÓN	Medir el impacto de la sensibilización de la Campaña de reciclaje	Encuesta para medir la llegada de la campaña a la población.	Encuesta	Registro de resultados de encuesta