

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE)

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Claudia Patricia Liendo Casapino

Código 20150758

Sebastian Gonzalo Morales Gamboa

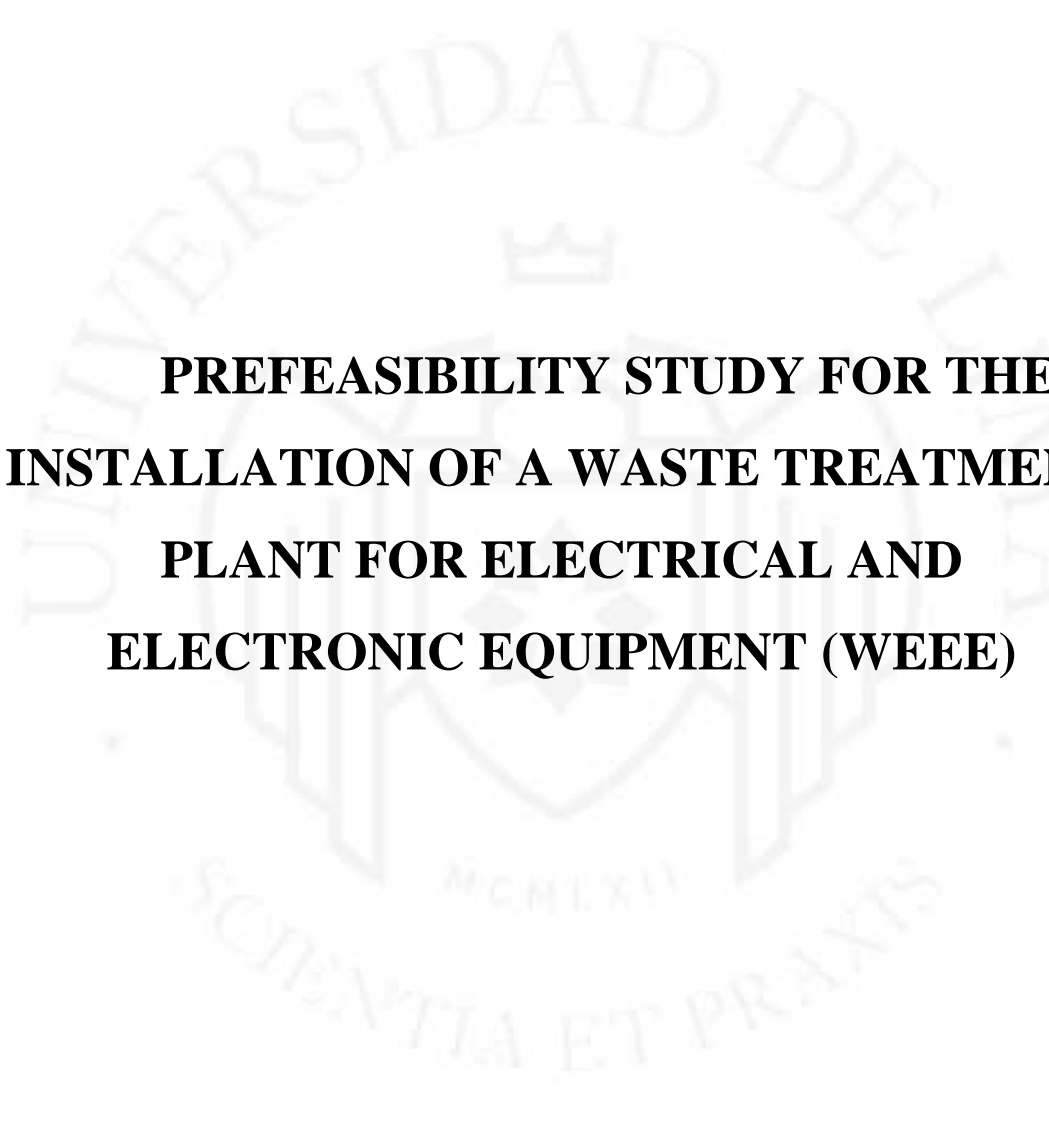
Código 20152111

Asesor:

Jorge Carlos Sanabria Villanueva

Lima – Perú
Octubre del 2022





**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A WASTE TREATMENT
PLANT FOR ELECTRICAL AND
ELECTRONIC EQUIPMENT (WEEE)**

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	XV
ABSTRACT.....	XVII
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 Problemática	1
1.2 Objetivos de la investigación	1
1.2.1 Objetivo general	1
1.2.2 Objetivos Específicos.....	1
1.3 Alcance de la investigación	2
1.3.1 Unidad de análisis	2
1.3.2 Población.....	2
1.3.3 Espacio	2
1.3.4 Tiempo	2
1.3.5 Limitaciones de la investigación.....	3
1.4 Justificación del tema.....	3
1.4.1 Justificación Económica	3
1.4.2 Justificación Tecnológica.....	4
1.4.3 Justificación Social	4
1.5 Hipótesis de trabajo.....	5
1.6 Marco referencial	5
1.7 Marco conceptual.....	6
1.7.1 Información sobre la materia prima	7
1.7.2 Glosario de términos.....	8
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	11
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado	11
2.1.1 Definición del giro de negocio del servicio	11
2.1.2 Principales beneficios del servicio	11
2.1.3 Macrolocalización del servicio	12
2.1.4 Análisis del entorno	14
2.1.4.1 Análisis del sector.....	14
2.1.5 Modelo de negocio.....	16

2.1.6	Metodología para la investigación de mercado	18
2.2	Análisis de la demanda	18
2.2.1	Análisis de la demanda de metales y circuitos electrónicos	20
2.2.2	Análisis de la demanda del plástico	23
2.2.3	Demanda potencial del proyecto.....	23
2.3	Análisis de la oferta	24
2.3.1	Análisis de la competencia.....	24
2.3.2	Beneficios ofertados por los competidores directos	26
2.3.3	Análisis competitivo y comparativo	26
2.4	Determinación de la demanda para el proyecto	27
2.4.1	Segmentación del mercado	27
2.4.2	Determinación de la participación de mercado.....	27
2.5	Definición de la estrategia de comercialización	28
2.5.1	Políticas de plaza.....	28
2.5.2	Publicidad y promoción	29
2.5.3	Análisis de precios	30
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA		32
3.1	Microlocalización	32
3.2	Evaluación y selección de localización.....	35
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA		37
4.1	Relación tamaño – mercado.....	37
4.2	Relación tamaño – recursos productivos	37
4.3	Relación tamaño – tecnología.....	39
4.4	Relación tamaño - punto de equilibrio.....	40
4.5	Selección del tamaño de Planta.....	41
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....		42
5.1	Definición técnica del producto	42
5.1.1	Especificaciones técnicas del producto.....	42
5.1.2	Marco regulatorio para el producto.....	45
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción	47
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida.....	47
5.2.1.1	Descripción de las tecnologías existentes	47
5.2.1.2	Selección de la tecnología.....	49

5.2.2	Proceso de producción	51
5.2.2.1	Descripción del proceso	51
5.2.2.2	Diagrama de proceso (DOP).....	53
5.2.2.3	Balance de materia	54
5.3	Características de las instalaciones y equipos.....	56
5.3.1	Selección de la maquinaria y equipos	56
5.3.2	Especificaciones de la maquinaria	56
5.4	Capacidad instalada	62
5.4.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios	63
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada	65
5.5	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto	68
5.5.1	Calidad de la materia prima	68
5.5.2	Calidad de los insumos	68
5.5.3	Calidad del proceso	69
5.5.4	Calidad del producto	69
5.6	Estudio de Impacto Ambiental.....	69
5.7	Seguridad y Salud ocupacional.....	73
5.8	Sistema de mantenimiento	78
5.9	Diseño de la Cadena de Suministro	79
5.10	Programa de producción	81
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto.....	83
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales	83
5.11.2	Servicios.....	84
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos.....	86
5.11.4	Servicios de terceros	88
5.12	Disposición de planta	89
5.12.1	Características físicas del proyecto	89
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas.....	90
5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona	91
5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización	94
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva.....	97
5.12.6	Disposición general.....	100
5.13	Cronograma de implementación del proyecto	106

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....	107
6.1	Formación de la organización empresarial107
6.2	Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios.....108
6.3	Esquema de la estructura organizacional110
CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	111
7.1	Inversiones111
7.1.1	Estimación de las inversiones de largo plazo111
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo114
7.2	Costos de producción115
7.2.1	Costos de las materias primas115
7.2.2	Costo de la mano de obra directa116
7.2.3	Costo Indirecto de Fabricación117
7.3	Presupuesto Operativos.....119
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas119
7.3.2	Presupuesto operativo de costos120
7.3.3	Presupuesto operativo de gastos121
7.4	Presupuestos Financieros122
7.4.1	Presupuesto de Servicio de Deuda122
7.4.2	Presupuesto de Estado Resultados123
7.4.3	Presupuesto de Estado de Situación Financiera.....124
7.4.4	Flujo de fondos netos125
7.4.4.1	Flujo de fondos económicos125
7.4.4.2	Flujo de fondos financieros.....126
7.5	Evaluación Económica y Financiera.....128
7.5.1	Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR.....128
7.5.2	Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR129
7.5.3	Análisis de ratios.....129
7.5.4	Análisis de sensibilidad del proyecto.....131
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO.....	136
8.1	Indicadores Sociales.....136
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	140
REFERENCIAS.....	141



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Valor FOB de las exportaciones de RAEE del 2015 al 2020	3
Tabla 1.2	Porcentaje de peso de cada material	7
Tabla 2.1	Estructura socioeconómica por departamento	12
Tabla 2.2	Partida Arancelaria de tarjetas y chatarra electrónica.....	13
Tabla 2.3	Categorías de RAEE	19
Tabla 2.4	Importaciones históricas de AEE en toneladas.....	20
Tabla 2.5	Equivalencia de los materiales de Importaciones de AEE en toneladas	20
Tabla 2.6	Exportaciones históricas de RAEE en toneladas	20
Tabla 2.7	Producción histórica nacional de AEE en toneladas	21
Tabla 2.8	Producción nacional de AEE en toneladas	21
Tabla 2.9	Importación de AEE en toneladas	22
Tabla 2.10	Exportación de RAEE en toneladas.....	22
Tabla 2.11	Demanda Interna Aparente del Proyecto	22
Tabla 2.12	Demanda histórica de importación de plástico ABS en toneladas	23
Tabla 2.13	Importación de plástico ABS en toneladas	23
Tabla 2.14	Demanda Potencial del Proyecto	24
Tabla 2.15	Ubicación de las empresas competidoras	24
Tabla 2.16	Exportaciones de Tarjetas Electrónicas en toneladas (2015-2020)	25
Tabla 2.17	Matriz EFE.....	26
Tabla 2.18	Demanda del Proyecto	28
Tabla 2.19	Precios de los materiales	31
Tabla 3.1	Costo de m ² por distrito	32
Tabla 3.2	Número de empresas cercanas por distrito	33
Tabla 3.3	Cálculo de la PEA por distrito	33
Tabla 3.4	Distancia al puerto de cada distrito.....	34
Tabla 3.5	Cantidad de denuncias por distrito	34
Tabla 3.6	Resumen de los factores por distrito.....	35
Tabla 3.7	Tabla de enfrentamiento	35
Tabla 3.8	Ranking de factores	36
Tabla 4.1	Proyección de la demanda de los próximos 5 años en toneladas	37

Tabla 4.2	Proyección de la demanda de los próximos 5 años en miles de dólares.....	37
Tabla 4.3	Data histórica de la cantidad real de RAEE que se recicla en el Perú.....	38
Tabla 4.4	Proyección de la cantidad de RAEE que se recicla en el Perú	38
Tabla 4.5	Disponibilidad de materia prima al 2026.....	39
Tabla 4.6	Capacidad de máquinas y equipos en la clasificación de RAEE.....	39
Tabla 4.7	Capacidad de máquinas y equipos en los procesos de reciclaje	40
Tabla 4.8	Cálculo del punto de equilibrio.....	41
Tabla 4.9	Resumen de resultados	41
Tabla 5.1	Especificaciones técnicas el plástico ABS	42
Tabla 5.2	Especificaciones técnicas del cobre.....	43
Tabla 5.3	Especificaciones técnicas del aluminio	44
Tabla 5.4	Especificaciones técnicas del Hierro	44
Tabla 5.5	Especificaciones técnicas del Acero.....	45
Tabla 5.6	Máquinas y equipos seleccionados	56
Tabla 5.7	Cálculo para el número de operarios	64
Tabla 5.8	Cálculo para el número de máquinas.....	65
Tabla 5.9	Cálculo capacidad de planta	67
Tabla 5.10	Medidas de control para la prevención de impactos.....	73
Tabla 5.11	Criterios de Evaluación de Matriz IPER	74
Tabla 5.12	Tipo de mantenimiento según máquina.....	78
Tabla 5.13	Stock de seguridad del plástico.....	81
Tabla 5.14	Programa de producción del plástico.....	82
Tabla 5.15	Demanda del Proyecto en unidades	82
Tabla 5.16	Cantidad de contenedores a exportar	83
Tabla 5.17	Requerimiento de insumos y materia prima	84
Tabla 5.18	Consumo de energía eléctrica	85
Tabla 5.19	Consumo de agua potable	86
Tabla 5.20	Consumo de Combustible.....	86
Tabla 5.21	Cantidad de trabajadores directos e indirectos	87
Tabla 5.22	Requerimiento Mensual de Insumos	92
Tabla 5.23	Áreas por zona de trabajo	93
Tabla 5.24	Valor de proximidad	97
Tabla 5.25	Lista de motivos.....	97

Tabla 5.26	Guerchet: Cálculo del área de la zona de producción.....	102
Tabla 5.27	Leyenda de Máquinas en Área de Producción	104
Tabla 7.1	Inversión total en maquinaria	111
Tabla 7.2	Inversión total en muebles y equipos.....	112
Tabla 7.3	Activos fijos tangibles	113
Tabla 7.4	Activos fijos intangibles	113
Tabla 7.5	Capital de Trabajo.....	114
Tabla 7.6	Precio de insumos	115
Tabla 7.7	Cálculo del costo de insumos	116
Tabla 7.8	Costo mano de obra directa	117
Tabla 7.9	Costo mano de obra indirecta	117
Tabla 7.10	Costo servicios de terceros	118
Tabla 7.11	Costo unitario de según servicio.....	118
Tabla 7.12	Costo de servicios	118
Tabla 7.13	Costo indirecto de fabricación total.....	119
Tabla 7.14	Presupuesto de ingreso por ventas	119
Tabla 7.15	Presupuesto operativo de costos	121
Tabla 7.16	Presupuesto operativo de gastos	121
Tabla 7.17	Servicio de deuda.....	122
Tabla 7.18	Resumen pago de la deuda	123
Tabla 7.19	Estado de ganancias y pérdidas	123
Tabla 7.20	Estado de resultados	124
Tabla 7.21	Estado de situación financiera (apertura)	124
Tabla 7.22	Flujo de fondos económico.....	126
Tabla 7.23	Flujo de fondos financiero	127
Tabla 7.24	Costo Promedio Ponderado de Capital	128
Tabla 7.25	Cálculo del COK.....	128
Tabla 7.26	Indicadores de evaluación económica	129
Tabla 7.27	Indicadores de evaluación financiera.....	129
Tabla 7.28	Análisis de Ratios	130
Tabla 7.29	Escenarios de análisis	131
Tabla 7.30	Estado de resultados de escenario pesimista	131
Tabla 7.31	Flujo de fondos financiero de escenario pesimista	132

Tabla 7.32	Indicadores de evaluación financiera bajo escenario pesimista	132
Tabla 7.33	Estado de resultados de escenario optimista.....	133
Tabla 7.34	Flujo de fondos financiero de escenario optimista	134
Tabla 7.35	Indicadores de evaluación financiera de escenario optimista.....	134
Tabla 8.1	Cálculo del valor agregado	137



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 CANVAS.....	17
Figura 2.2 Exportaciones de tarjetas electrónicas (2015-2020).....	25
Figura 5.1 Proceso de Fragmentación.....	48
Figura 5.2 Proceso de Medios Densos.....	49
Figura 5.3 Proceso de recolección de RAEE.....	50
Figura 5.4 Diagrama de Operaciones del Proceso de Reciclaje de RAEE.....	53
Figura 5.5 Balance de materia del proceso de reciclaje de RAEE.....	55
Figura 5.6 Separadora Industrial.....	57
Figura 5.7 Trituradora.....	57
Figura 5.8 Cinta Transportadora.....	58
Figura 5.9 Electroimán.....	58
Figura 5.10 Cinta Transportadora.....	58
Figura 5.11 Molino.....	59
Figura 5.12 Tornillo Alimentador.....	59
Figura 5.13 Tanque de Lavado por Flotación.....	59
Figura 5.14 Sistema de Secado.....	60
Figura 5.15 Centrífuga.....	60
Figura 5.16 Peletizadora de alimentación por tolva.....	60
Figura 5.17 Empaquetadora.....	61
Figura 5.18 Montacarga.....	61
Figura 5.19 Prensa.....	61
Figura 5.20 Camión.....	62
Figura 5.21 Contenedor Móvil.....	62
Figura 5.22 Matriz de LEOPOLD.....	71
Figura 5.23 Matriz IPERC.....	76
Figura 5.24 Cadena de suministro del proyecto.....	80
Figura 5.25 Diagrama de Gozinto para el plástico.....	84
Figura 5.26 Señales de obligación.....	94
Figura 5.27 Señales contra incendios.....	95
Figura 5.28 Señales de evacuación.....	95

Figura 5.29 Señales de riesgo	96
Figura 5.30 Señal para trabajo con sustancias tóxicas.....	96
Figura 5.31 Matriz relacional.....	99
Figura 5.32 Diagrama relacional de actividades.....	99
Figura 5.33 Plano General de la Planta de Reciclaje de RAEE.....	105
Figura 5.34 Cronograma de implementación	106
Figura 6.1 Organigrama de empresa.....	110



RESUMEN

En la actualidad, la generación de residuos sólidos ha incrementado a un nivel alarmante y es de suma importancia tratarlos para minimizar el riesgo que representan tanto para el medio ambiente como para la salud de las personas. El enfoque de esta investigación va dirigido a un tipo de residuos que no son tomados mucho en cuenta, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Con el pasar de los años, el avance de la tecnología y las constantes actualizaciones que surgen de la misma, han incrementado en grandes proporciones la generación de dichos residuos. Los aparatos eléctricos y electrónicos están compuestos por una larga lista de materiales, que con el debido tratamiento pueden ser recuperados en forma de materia prima secundaria, pero también están integrados por componentes, los cuales pueden ser un agente contaminante muy peligroso, por ejemplo, las baterías. Por ello, se busca investigar más a fondo los procesos de reciclaje de estos residuos y de ese modo recuperar los materiales que los conforman formando una economía circular.

La investigación iniciará con una descripción de los objetivos, la hipótesis que se plantea probar y la justificación social, tecnológica y económica del proyecto. También se describirán los procesos de recopilación de los RAEE, su composición y los materiales que se pueden rescatar de los mismos.

En el segundo capítulo, se realizará un estudio de mercado, en el cual se recolectará información a través de fuentes primarias, como encuestas y entrevistas, o fuentes secundarias, como seminarios de tesis, revistas, periódicos, artículos de internet e informes y estudios de diferentes entidades nacionales como por ejemplo el Ministerio del Ambiente (MINAM). Con esta información se podrá definir la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos disponibles en el país, el mercado objetivo al cual se dirige la empresa y la demanda del proyecto.

En el tercer y cuarto capítulo, se realizará el análisis de la localización y tamaño de planta óptimos respectivamente. Primero se evaluará la región de Lima Metropolitana y la provincia constitucional del Callao, con los factores de microlocalización que califiquen como más relevantes para el estudio y se usarán herramientas como el ranking

de factores para poder seleccionar el distrito donde se instalará de la planta de reciclaje. Por otro lado, se calculará el tamaño de planta requerido para el proyecto.

En el quinto capítulo, se explicará la ingeniería del proyecto. Primero se elegirá una de las tecnologías existentes para el desarrollo de las operaciones dentro de la planta. Después se describirán a detalle las actividades de recolección y tratamiento de los residuos, así como los procesos de reciclaje de las materias primas secundarias y la maquinaria y equipo necesarias para su obtención. Por otro lado, se realizará el análisis de disposición de planta que incluirá el estudio ambiental, el plan de mantenimiento y seguridad dentro de la planta y la distribución de las distintas áreas dentro del terreno propuesto. En el siguiente capítulo se describirá la constitución de la empresa y las principales funciones del personal que la conforma.

En el séptimo capítulo, se presenta la evaluación de la rentabilidad del negocio. Dentro de esta sección se definirá el aporte total requerido para la inversión del proyecto, los costos y gastos necesarios para la producción, el estado de resultados, los flujos de fondos neto e indicadores económicos y financieros. Al concluir, se presentará la evaluación social del proyecto.

Finalmente, se expondrán a las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del estudio e investigación realizados, con las cuales se comprobará la validez de la hipótesis planteada.

Palabras Claves: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), reciclaje, chatarra electrónica, exportación de chatarra, planta de reciclaje.

ABSTRACT

Nowadays, waste generation has increased to an alarming level and it is of major importance to treat them to minimize the risk that they represent both for the environment and for people's health. The focus of this research is directed at a type of waste that is not taken much into account, the waste from electrical and electronic equipment. Over the years, technology's progress and the constant updates that arise from it have increased the waste generation to a great extent. Electrical and electronic devices are made up of a long list of materials, which with proper treatment can be recovered in the form of secondary raw material, but are also made up of some components, which are a very dangerous pollutant, for example the batteries. Therefore, it seeks to further investigate the recycling processes of these wastes and thereby recover the materials with which they are produced, forming a circular economy.

The investigation will begin with a description of the objectives, the hypothesis that is proposed to be tested and the social, technological and economic justification of the project. The waste from electrical and electronic devices' collecting process, their composition and the materials that can be rescue from them will also be described.

In the second chapter, a market study will be achieved, in which information will be collected through primary sources, such as surveys and interviews or secondary sources, such as thesis seminars, magazines, newspapers, internet articles, and research studies from different national entities, for example "Ministerio del Ambiente" (MINAM). With this information, the amount of waste electrical and electronic equipment available in the country, the target market and the demand for the project can be defined.

In the third and fourth chapter, the analysis of the optimal location and size of the plant will be carried out respectively. First, the Lima Metropolitan region and the constitutional province of Callao will be evaluated, with the micro-location factors that qualify as most relevant to the study, and tools such as the ranking of factors will be used to select the district where the recycling plant will be installed. On the other hand, the plant size required for the project will be calculated.

In the fifth chapter, the engineering of the project will be explained. First, one of the existing technologies will be chosen for the development of operations within the

plant. Then the waste collection and treatment activities will be described in detail, as well as the recycling processes for secondary raw materials and the machinery and equipment necessary to obtain them. On the other hand, the plant layout analysis will be carried out, which will include the environmental study, the maintenance and security plan within the plant and the distribution of the different areas within the proposed land. The next chapter will describe the constitution of the company and the main functions of the personnel that comprise it.

In the seventh chapter, the evaluation of the profitability of the business is presented. This section will define the total contribution required for the project's investment, the costs and expenses that are necessary for the production, the income statement, the net cash flows, and the economic and financial indicators. In the next chapter, the social evaluation of the project will be presented.

Finally, the conclusions and recommendations obtained from the study will be exposed, with which the validity of the hypothesis will be verified.

Key Words: Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), recycling, electronic scrap, scrap export, recycling plant.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática

El avance tecnológico de las últimas décadas ha generado un sin número de aplicaciones en nuevas tecnologías para distintos sectores económicos como la salud, educación, entretenimiento, comercio, etc. Esto conlleva a una mayor demanda de aparatos eléctricos y electrónicos, debido a la mayor accesibilidad de los mismos. Cabe señalar también que, a nivel mundial, la mayoría de la población se encuentra inmersa en una cultura orientada al consumismo, la cual alienta al reemplazo de dichos aparatos en periodos de tiempo breves; incluso, antes de que éstos cumplan con su ciclo de vida, y por las nuevas y constantes actualizaciones o modelos que pudieran salir al mercado. El problema que se presenta motivado por este consumismo de aparatos eléctricos y electrónicos es la inadecuada gestión de residuos sólidos, problema que se ve acentuado en nuestro país, a pesar de tener un marco regulatorio muy amplio que incluye el: Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos Eléctricos y Electrónicos (Reglamento RAEE), la Norma Técnica Peruana, NTP 900.065, de “Gestión de residuos. Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Generación, recolección interna, clasificación y almacenamiento. Centros de acopio”, el Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su Reglamento; sin embargo, no se cuenta aún con la infraestructura de servicios para disponer adecuadamente de este tipo de residuos.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Demostrar la factibilidad técnica, de mercado y económica-financiera de implementar una planta de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el Perú.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de mercado que sustente la demanda del proyecto. Definir el modelo de negocio y los procesos a seguir dentro de la planta.

- Determinar la localización adecuada para la planta de reciclaje de RAEE.
- Determinar el tamaño de planta requerido para satisfacer la demanda.
- Determinar la viabilidad técnica del proyecto.
- Determinar la estructura organizacional del proyecto.
- Realizar un estudio económico y financiero y hallar la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto.
- Realizar el análisis del impacto social del proyecto.

1.3 Alcance de la investigación

1.3.1 Unidad de análisis

Planta de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

1.3.2 Población

Se utilizará como referencia para esta investigación a plantas de tratamiento de RAEE que existen en el Perú, a las cuales se recurrirá para obtener información sobre los procesos que realizan. También se analizará el mercado de RAEE en el extranjero, específicamente en países como China y Alemania, ya que son importadores de chatarra electrónica. Por último, se analizará el mercado nacional de importadores y comercializadores de AEE con los cuales se buscarán alianzas estratégicas para formar economías circulares.

1.3.3 Espacio

La planta será instalada en territorio peruano, a partir del análisis de macro y micro localización, se determinará el departamento y distrito óptimo para su debido funcionamiento.

1.3.4 Tiempo

La investigación tendrá una duración de 1 año.

1.3.5 Limitaciones de la investigación

La información que existe en el país, sobre el tema a tratar, es muy escasa, la investigación tendrá que limitarse a utilizar como fuentes a las empresas del sector que existen en el Perú y a entidades como el MINAM que recopilan datos sobre la generación de residuos, que resultará útil para el desarrollo de capítulos posteriores. También se consultarán fuentes en el extranjero, para obtener información sobre las tecnologías, procesos y equipos necesarios para poder brindar un servicio de calidad y fomentar la creación de economías circulares.

1.4 Justificación del tema

1.4.1 Justificación Económica

En los últimos años, el crecimiento del uso de aparatos eléctricos y electrónicos genera un aumento en la cantidad de residuos generados nacionalmente. Estos aparatos están conformados por distintos materiales como el plástico, metales ferrosos y no ferrosos, vidrio, entre otros, que después de un tratamiento pueden ser recuperados y comercializados nuevamente como materia prima; dado que no pierden sus propiedades físicas. La existencia de este tipo de plantas de tratamiento de RAEE's en otros países, así como el crecimiento de este mercado en el Perú y también el de las exportaciones de los mismos es una muestra de la viabilidad económica-financiera de este proyecto. A continuación, se detalla el valor FOB total de las exportaciones de RAEE que se realizaron del año 2015 al 2020:

Tabla 1.1

Valor FOB de las exportaciones de RAEE del 2015 al 2020

Año	Valor fob total (usd)
2015	\$44 149 756,58
2016	\$45 569 776,71
2017	\$64 468 937,91
2018	\$61 471 659,00
2019	\$52 496 543,38
2020	\$36 771 087,63
Total general	\$304 927 761,21

Nota: Adaptado de valor FOB por año, por VERITRADE, s.f. (<https://www.veritradecorp.com/>). El valor FOB del año 2020 se ve afectado por la emergencia sanitaria mundial.

1.4.2 Justificación Tecnológica

En el Perú, existen empresas dedicadas a la gestión de los RAEE, todas ellas exportan la chatarra electrónica una vez segregada. La idea de crear una planta es proponer un modelo de negocio que realice una adecuada gestión de los RAEE, para aprovechar al máximo los elementos que los componen, este proyecto plantea la segregación de la chatarra electrónica y también la obtención de materia prima secundaria como es el caso del plástico y en el caso de los metales, éstos serán prensados para una mejor eficiencia en su manejo y transporte.

Para dichos procesos, la maquinaria necesaria no es compleja ya que se trata de lavadoras industriales, prensa para metales, extrusora, entre otras, y se encuentra disponibles para su compra o fabricación en el país. Por otro lado, existe una gran cantidad de mano de obra capacitada disponible para dicho trabajo. (Castells, 2012)

1.4.3 Justificación Social

Una inadecuada gestión de residuos genera problemas en el medio ambiente, los cuales afectan directamente la vida diaria y la salud de las personas. Los RAEE que no son tratados correctamente, conllevan a la contaminación de ríos, lagos y mares, de aguas subterráneas y áreas verdes, además emiten tóxicos a la atmósfera y pueden producir desequilibrios en los ecosistemas. Se proyectó que para el 2021 se generarían 365,2 miles de toneladas de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, de las cuales solo se recicla el 30%, es decir 109,09 miles de toneladas, según la encuesta realizada a la población.

La capacidad de tratamiento de las empresas o instituciones que tratan estos residuos, no crecen acorde a la generación de los mismos, por ello es de gran importancia la concientización de la población en relación a la inadecuada segregación de los mismos fomentando así el crecimiento ordenado de este mercado.

Por otro lado, al año 2012, en el Perú solo el 12% de los recicladores trabajan de manera formal (ANDINA, 2012), con la instalación de una planta de tratamiento para este tipo de residuos, contribuirá con la formalización de recicladores y se generará empleo constante.

1.5 Hipótesis de trabajo

La implementación de una planta que se dedique al tratamiento de residuos de artefactos eléctricos y electrónicos en el Perú es viable técnica, económica y financieramente.

1.6 Marco referencial

Para esta investigación se consideró como fuentes principales los siguientes estudios relacionados a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos:

- Cecilia Castro Nureña (2018). “Informe del diagnóstico de la situación actual de la gestión y manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”. Lima.

Similitud: Esta es una investigación que se realizó por encargo del MINAM para determinar la situación del país en materia de la gestión de los RAEE.

Diferencia: Si bien es una investigación que servirá de mucha ayuda para este proyecto, su intención principal es la de proponer soluciones a nivel ministerial y legislativo.

- Fernando Vargas Olivera (2017). “Gestión ambiental del manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) provenientes de la comercialización de tiendas por departamento”. Lima: PUCP.

Similitud: Esta investigación se asemeja más a la propuesta de este proyecto ya que tiene un enfoque a nivel de empresa, presentando información acerca del sector de los aparatos eléctricos y electrónicos como también del sector de las empresas que se dedican a su reciclaje.

Diferencia: La investigación presenta propuestas del manejo de los RAEE sin embargo no profundiza en los detalles técnicos del proceso de reciclaje.

- Andrea Tang Valdez (2016). “Legislación ambiental relativa a la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos den el Perú: desafíos y oportunidades”. Lima: PUCP.

Similitud: Esta investigación presenta un análisis de los marcos políticos y jurídicos en diferentes países latinoamericanos y en la unión europea. Además, cuenta con una sección de trabajo de campo en la que, entrevista a recicladores informales,

quienes constituyen una parte importante en este sector, y también a operadores de RAEE del sector formal.

Diferencia: Es una investigación con un enfoque legislativo y judicial, no presenta datos técnicos acerca del manejo de los residuos, aparte de las entrevistas.

1.7 Marco conceptual

El actual crecimiento en el desarrollo de la industria de tecnología ha dado origen a un nuevo problema social y ambiental: la gestión y tratamiento de los residuos eléctricos y electrónicos.

Se denomina Aparato Eléctrico y Electrónico (AEE), a cualquier dispositivo que utilice un suministro de energía o una batería, y que haya alcanzado el fin de su vida útil; este tiempo es corto (entre 2-8 años dependiendo del tipo de artefacto), lo que ha incrementado los volúmenes de producción de estos desechos, dando paso a la creación de una nueva línea industrial, la del reciclaje de los RAEE. La clasificación de estos residuos es la siguiente: (MINAM, 2018)

- Grandes electrodomésticos (refrigeradores, lavadoras, estufas, etc.)
- Pequeños electrodomésticos (planchas, licuadoras, secadoras)
- Equipos informáticos y telecomunicaciones (computadoras, celulares, impresoras, teléfonos, copadoras, etc.)
- Aparatos electrónicos de consumo (cámaras, radios, televisores, etc.)
- Aparatos de alumbrado (luminarias, lámparas fluorescentes)
- Herramientas eléctricas y electrónicas (taladros, sierras, etc.)
- Juguetes o equipos deportivos y de ocio (videojuegos, carros eléctricos)
- Aparatos médicos (aparatos de radioterapia y cardiología)
- Instrumentos de medida y control (detectores de humo, termostatos)

Este estudio se enfoca principalmente a la recolección y tratamiento de los residuos provenientes de los equipos informáticos y telecomunicaciones, pudiendo expandir el alcance en un futuro. Con la implementación de la planta de tratamiento se busca facilitar una adecuada disposición final de los RAEE, creando sinergias de economía circular y generando también conciencia sobre el cuidado del medio ambiente.

1.7.1 Información sobre la materia prima

Este proyecto considera los residuos de aparatos electrónicos como principal materia prima. Dichos residuos serán recolectados en centros de acopio que gestionará la empresa, campañas de recolección, contratos con empresas privadas (productoras de AEE), con las cuales se formarán alianzas estratégicas para formar economías circulares y, por último, donaciones de instituciones públicas. Entre los años de 2013 y 2018 el estado donó 302 885 unidades de RAEE. (DIGESA, s.f.) y se estima que para el 2022 esta cifra aumentará.

En el Perú, el año 2018, se produjeron 154,6 mil toneladas de RAEE (Nureña, 2018), esta cifra va en incremento año tras año, lo cual demuestra la amplia disponibilidad de materia prima existente.

Los RAEE se componen principalmente de metales básicos (cobre, aluminio, níquel, zinc, hierro), metales pesados (mercurio, plomo, cadmio, arsénico, berilio), otros materiales como plásticos y vidrio y en menor cantidad metales preciosos (oro, plata, platino), la proporción de estos elementos básicos varían de acuerdo a cada tipo de AEE. Estos materiales pueden ser recuperados, tratados y reprocesados para la obtención de materias primas secundarias. Por otro lado, se puede dar tratamiento a las sustancias peligrosas, como lo son las baterías, las cuales se almacenan en espacios aislados y son manipuladas con las medidas de seguridad necesarias.

Los aparatos electrónicos que principalmente se tratarán en la planta de reciclaje son los pertenecientes a las categorías 3 y 4 de la clasificación de RAEE hecha por el MINAM (ver tabla 2.4), en la siguiente tabla se ve el detalle del porcentaje de peso de cada material que conforman los distintos AEE.

Tabla 1.2

Porcentaje de peso de cada material

% de peso de cada material por tipo de equipo			
Material	Computadora	Celular	Televisor
Plástico	22,9	35,8	31
Hierro	14,3	1,5	11
Acero	6,18	1,5	3,8
Cobre	6,93	15	3,7
Aluminio	14,17	3	1,01
Vidrio	24	15	29

(continúa)

(continuación)

% de peso de cada material por tipo de equipo			
Plata	0,019	0,23	0,02
Oro	0,0016	0,004	0,0012
Otros	11,5	28	20,5

% de peso de cada material por tipo de equipo			
Material	Impresoras	Radios	Auriculares
Plástico	51	48	72
Hierro	39,8	19	-
Acero	-	-	-
Cobre	-	1,3	0,73
Aluminio	-	-	2,11
Vidrio	2,96	-	-
Plata	-	-	0,58
Oro	-	-	0,58
Otros	6,3	32	24

Nota: Los datos de Materiales son de MITECO (s.f.) y los datos de porcentaje de peso por cada material son de (Martínez, López, & Almiñana, 2013).

1.7.2 Glosario de términos.

- **Aprovechamiento:** Es el proceso mediante el cual los materiales recuperados se reincorporan al proceso económico y productivo de forma eficiente, por medio de reutilización, reciclaje, incineración con fines de generación de energía o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y económicos. (Escobar Trujillo, 2012)
- **Disposición final:** Procesos u operaciones para tratar y disponer en un lugar los residuos como último proceso de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. (Decreto Legislativo N° 1278, 2016)
- **Metales pesados:** Son un grupo de elementos químicos que en algunas de sus formas pueden representar un riesgo medioambiental y cierta toxicidad para los seres humanos. Los metales pesados más conocidos son el mercurio, el plomo, el talio y el cadmio. (Escobar Trujillo, 2012)
- **Punto de recolección:** Sitio o lugar acondicionado, destinado a ofrecer a los consumidores la posibilidad de devolver los residuos para su posterior traslado a los centros de acopio, almacenamiento, reacondicionamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final. (Escobar Trujillo, 2012)

- **Reacondicionamiento:** Es un proceso técnico de renovación, en el cual se restablecen completamente las condiciones funcionales y estéticas de un equipo usado o desechado, de tal forma que pueda ser reusado o reutilizado para los mismos fines para los cuales fue fabricado inicialmente. (Escobar Trujillo, 2012)
- **Reciclaje:** Es Toda actividad que permite reaprovechar un residuo mediante un proceso de transformación material para cumplir su fin inicial u otros fines (Decreto Legislativo N° 1278, 2016).
- **Residuo aprovechable:** Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genera, pero se puede incorporar nuevamente a un proceso productivo. (EMGRISA, 2014)
- **Residuo peligroso:** Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. (EMGRISA, 2014)
- **Tratamiento:** Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente, con el objetivo de prepararlo para su posterior valorización o disposición final. (Decreto Legislativo N° 1278, 2016).
- **Valorización:** Cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética. (Decreto Legislativo N° 1278, 2016)
- **Valorización energética:** Constituyen operaciones de valorización energética, aquellas destinadas a emplear residuos con la finalidad de aprovechar su potencial energético, tales como: Coprocesamiento, consideración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otros. (Decreto Legislativo N° 1278, 2016)
- **Valorización material:** Constituyen operaciones de valorización material: reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión,

entre otras alternativas que, a través de procesos de transformación física, química, u otros demuestren su viabilidad técnica, económica o ambiental.
(Decreto Legislativo N° 1278, 2016)



CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición del giro de negocio del servicio

La instalación de la planta de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos tiene como finalidad realizar la recolección y tratamiento de los RAEE, facilitando la posterior recuperación de los materiales que los componen, los cuales podrán ser comercializados posteriormente como materia prima secundaria. Estos materiales son cobre, aluminio, plástico, hierro, acero, entre otros, los cuales, al no perder sus propiedades físicas, conservan su valor en el mercado. En el caso del plástico, se procesará en la planta de reciclaje y se comercializará dentro del Perú, en lo que respecta a los metales recuperados y las tarjetas electrónicas, serán exportadas a Alemania o China, países que cuentan con la tecnología suficiente para procesarlos.

2.1.2 Principales beneficios del servicio

- **Servicio principal:**

Gestión de los RAEE, la cual incluye su recolección, tratamiento y exportación para la posterior obtención de materia prima secundaria, dentro de un enfoque de economía circular.

- **Servicios complementarios:**

Los servicios complementarios planificados son:

- a) Servicio de recolección y transporte de RAEE
- b) Asesoría y consultoría sobre gestión y manejo de RAEE.

Estos servicios, contribuirán al desarrollo de la responsabilidad ambiental con programas de concientización en las empresas generadoras de RAEE y apoyará a la creación de políticas y planes ambientales dentro de las mismas, ya que son requeridos por ley en este rubro.

2.1.3 Macrolocalización del servicio

A lo largo de la investigación y búsqueda de información, se tomó la decisión de escoger la región de Lima Metropolitana o la Provincia Constitucional del Callao, según el resultado que se obtenga, como el lugar donde instalar la planta de reciclaje de RAEE, puesto que son las únicas que cubre las necesidades tecnológicas, comerciales y económicas que requiere el proyecto. Además, califican de manera excepcional en los siguientes factores:

- **Disponibilidad de “materia prima”**

La planta de tratamiento utiliza como materia prima los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos generados en todo el territorio peruano. Dichos materiales representan un número grande en cuanto a volumen, pero un costo muy reducido o nulo ya que son considerados desechos. En el Perú, la cantidad de RAEE generado ha ido aumentando año tras año, hasta que en el 2017 se generaron 108 mil toneladas. Esta cifra sigue en aumento con el pasar de los años. (MINAM, y otros, 2012)

Otra de las razones por la cual la región Lima Metropolitana es la que mejores condiciones ofrece para la instalación de la planta, es porque Lima concentra la mayor población de los estratos socioeconómicos AB y C; siendo estos estratos los que poseen mayores ingresos y tienden a comprar en mayor cantidad y con mayor frecuencia los aparatos eléctricos y electrónicos.

En el siguiente cuadro se muestra la clasificación de los estratos por región, siendo Lima Metropolitana la que posee el mayor porcentaje de personas dentro de los grupos AB y C:

Tabla 2.1

Estructura socioeconómica por departamento

Departamento	Población (miles de personas)	Estructura socioeconómica APEIM (% horizontal)			
		AB	C	D	E
Arequipa	1525,9	20,4	41,7	25,4	12,6
Cusco	1336,0	5,5	17,6	18,5	58,4
La Libertad	1965,6	8,7	27,1	28,8	35,4
Lima	11 591,4	24,8	43,5	24,6	7,1
Piura	2053,9	4,9	27,3	32,4	35,4

Nota: Adaptado de “Niveles Socioeconómicos 2020”, por APEIM, 2020

- **Capacidad de exportación**

Para una primera etapa del proyecto se considera limitar la operación a la clasificación, compactación y exportación de los RAEE, excepto en el caso del plástico; siendo una posibilidad futura ampliar los procesos para la extracción local de los metales de los circuitos de los equipos electrónicos.

Los principales países a los que se exportarán estos componentes son Japón, Bélgica, Estados Unidos, Korea y Alemania quienes tienen antecedentes de importación de RAEE o chatarra electrónica y representan el 80% de las exportaciones de las siguientes partidas aduaneras:

Tabla 2.2

Partida Arancelaria de tarjetas y chatarra electrónica

# Partida	Descripción SUNAT
7112990000	Los demás desperdicios y desechos, de metal precioso o de chapado de metal precioso (plaqué); demás desperdicios y desechos
3915200000	Desechos, recortes y desperdicios de polímeros de estireno.
3915900000	Desechos, recortes y desperdicios de los demás plásticos.
7404000000	Desperdicios y desechos, de cobre.
7602000000	Desperdicios y desechos, de aluminio.

Nota: Adaptado de “Nota Tributaria y Aduanera”, por SUNAT, s.f. (<http://www.sunat.gob.pe/estadisticasestudios/exportaciones.html>)

Otra de las razones para designar a Lima Metropolitana es que cuenta con infraestructura para la realización de la exportación de la chatarra electrónica.

- **Número de empresas importadoras y comercializadoras de AEE**

Al ser Lima Metropolitana la región que concentra la mayor población en los segmentos AB y C, es también la que concentra a todas las empresas importadoras y comercializadoras de AEE; como ya se dijo, la velocidad de reemplazo de estos AEE es mayor en esta región, por ello es ideal que la ubicación de la planta de reciclaje de RAEE sea en la misma ciudad para minimizar los costos de transporte.

En conclusión, Lima Metropolitana es la región que posee todas las características importantes y califica de manera perfecta para la viabilidad de la instalación de una planta de reciclaje de residuos eléctricos y electrónicos.

2.1.4 Análisis del entorno

2.1.4.1 Análisis del sector

- **Amenaza de nuevos participantes**

La instalación de una planta que realice los trabajos de reciclaje de RAEE podría llamar la atención de nuevos posibles competidores pues puede parecer un negocio que no requiere mucha inversión y que tiene asegurada la disponibilidad de RAEE; sin embargo, un factor determinante para asegurar el ingreso a este mercado es la creación de alianzas estratégicas con las empresas comercializadoras de AEE y las instituciones (públicas y privadas) que realizan donaciones al dar de baja sus artefactos eléctricos y electrónicos que son los que abastecerían la planta con la materia prima, las nuevas empresas en el rubro encontrarían difícil ingresar a la red logística ya existente en este ecosistema industrial.

En conclusión, la amenaza de nuevos participantes es media ya que formar las alianzas con los proveedores resulta medianamente fácil.

- **Poder de negociación de los proveedores**

Los proveedores tienen un papel importante en la instalación de la planta, ya que las empresas formales de tratamiento de RAEE forman distintas alianzas con ellos para poder abastecer la planta con los residuos que conforman la materia prima. Por un lado, se encuentran los contratos con empresas privadas que deseen el servicio de destrucción de activos o dar de baja sus equipos electrónicos en desuso. También se debe estar pendiente de las donaciones de RAEE que realizan las instituciones públicas.

Por último, se buscará formar alianzas con las empresas comercializadoras de AEE que recolecten sus propios productos en desuso, para así incrementar el ingreso de la materia prima a la planta de reciclaje y segregación, de este modo se crearía una red que favorece tanto a la empresa como a los proveedores. Es necesario tener en cuenta que la creación de una economía circular con aquellas empresas que requieran las materias primas secundarias que se recuperen es un punto clave.

Es por ello que el poder de negociación con los proveedores es alto, ya que la empresa depende de dichas alianzas para poder abastecer la planta y poder tener un ingreso constante.

- **Poder de negociación de los compradores**

Forman parte de los posibles compradores las empresas de reciclaje de RAEE extranjeras a las cuales se exportarán los circuitos y tarjetas electrónicas; dentro del mercado nacional se encuentran las fundiciones, chatarrerías y metalmecánicas a las cuales se les venderán los metales separados y compactados y las empresas industriales que requieran el plástico que se comercializará en forma de pellets. El negocio es bastante amplio ya que se recuperan distintos materiales al tratar los RAEE.

El poder de negociación de los compradores se considera bajo ya que existen varias empresas dispuestas a comprar dichos materiales, y al venderlos como materia prima secundaria, tienen menor precio.

- **Amenaza de productos sustitutos**

La principal amenaza en este aspecto son las empresas autorizadas que brindan el servicio de recolección y segregación de Residuos Sólidos. Dichas empresas no se especializan en un tipo de residuo en especial, por lo que no interfiere de ningún modo en las operaciones de la planta de reciclaje de RAEE y, por otro lado, la cartera de clientes es muy diferente.

La amenaza de productos sustitutos se considera baja ya que la planta se especializará a la recolección y segregación de RAEE.

- **Rivalidad entre los competidores**

Entre los principales competidores en este rubro, de acuerdo con su participación en el mercado, se encuentran las empresas COIPSA, SAN ANTONIO RECYCLING y COMIMTEL quienes realizan el servicio de tratamiento de los RAEE con el objetivo de separar los elementos valiosos de dichos artefactos evitando que terminen en rellenos sanitarios o en botaderos.

La rivalidad entre los competidores es media porque si bien las empresas se dedican al mismo servicio, la planta propuesta brinda un mayor valor agregado.

En conclusión, la instalación de la planta de tratamiento de RAEE requiere de factores como la inversión para su implementación y la compra de los equipos necesarios para poder realizar los procesos, la obtención de convenios con las empresas públicas y privadas que requieran del servicio, un estudio detallado de los volúmenes de material que se obtendrán a partir del reciclaje de los mismos, entre otros.

2.1.5 Modelo de negocio

A continuación, se presenta el modelo de negocio (CANVAS) para visualizar la idea del proyecto de investigación:



Figura 2.1

CANVAS

Aliados clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relaciones con los Clientes	Segmentos de Clientes
<ul style="list-style-type: none"> - Empresas importadoras y comercializadoras de AEE que realizan campañas de recolección de sus propios productos en desuso. - Instituciones públicas que realicen donaciones o den de baja sus AEE. - Instituciones privadas que den de baja sus equipos en desuso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestionar la logística para el recojo, transporte, almacenamiento y exportación de RAEE. - Comercialización local de la materia prima secundaria. - Comercialización internacional de la chatarra electrónica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Brindar a las empresas la opción de ser eco-friendly al proporcionarles un mecanismo de disposición final de sus RAEE seguro para el medio ambiente. - Re-ingresar materia prima al mercado industrial, obtenida a partir de los RAEE - Apoya a las empresas a cumplir con la legislación ambiental y por ende a evitar multas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Asistencia personalizada para cada uno de los clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas de reciclaje y tratamiento de RAEE en el extranjero. - Empresas de fabricación de productos de plástico tipo ABS.
	Recursos Clave		Canales de Distribución	
	<ul style="list-style-type: none"> - Poseer la maquinaria necesaria para los procesos. - Personal entrenado para la segregación de los elementos con mayor valor (metales, circuitos) 		<ul style="list-style-type: none"> - Canal de distribución Directo - Ventas a través de un equipo comercial. 	
Estructura de Costos			Flujo de Ingresos	
<ul style="list-style-type: none"> - Compra de maquinaria - Costos Fijos: Mano de obra calificada, Programas de capacitación del personal. - Costos Variables: Costos de transporte, costo de energía eléctrica para los equipos, costos de propaganda y difusión, costos de exportación. 			<ul style="list-style-type: none"> - Venta local del material obtenido después del proceso de reciclaje y recuperación. - Venta en el extranjero (exportación) de chatarra electrónica. 	

2.1.6 Metodología para la investigación de mercado

Para hallar la demanda del proyecto, se utilizará métodos cuantitativos, para los cuales se utilizarán fuentes secundarias, como las importaciones de AEE, las exportaciones de RAEE y la producción nacional de AEE del país.

Posteriormente, en el caso de los metales (cobre, aluminio, hierro y acero) y circuitos electrónicos, se hallará la demanda interna aparente de RAEE en el Perú, con lo cual se definirá el mejor medio para su comercialización, éste puede ser la venta nacional o la exportación a países como China, Japón y Alemania, donde cuentan con plantas especializadas y la tecnología necesaria para el reciclaje de estos materiales.

En el caso del plástico, la demanda se calculará en base a las importaciones de plástico tipo ABS, que es el tipo de plástico de mayor porcentaje dentro de la composición de los RAEE, con estos datos se podrá tener una visión general de la cantidad que se usa de este material dentro del país para poder venderlo localmente.

2.2 Análisis de la demanda

Para este proyecto se tendrá en cuenta la clasificación utilizada por el MINAM para separar los RAEE en diferentes categorías.

Se tomará en cuenta sólo las categorías 3 y 4 ya que representan a los artefactos que se adecúan más a este modelo de negocio. A continuación, se presenta la tabla de clasificación de los RAEE según categorías.

Tabla 2.3*Categorías de RAEE*

Categoría	Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)
Categoría 1	Grandes Electrodomésticos: Refrigeradora, congeladora, lavadora, secadora de ropa, cocina, hornos microondas, estufas eléctricas, ventiladores y radiadores eléctricos, aparatos de calefacción.
Categoría 2	Pequeños Electrodomésticos: Aspiradoras, tostadoras, freidoras, cafeteras, máquinas de coser, relojes, balanzas, licuadoras, hervidores eléctricos, instrumentos que miden el tiempo.
Categoría 3	Equipos de Informática y Telecomunicaciones: Computadoras, impresoras, laptops, teléfonos, celulares.
Categoría 4	Aparatos Electrónicos de Consumo: Radios, televisores, cámaras de video, auriculares, células fotovoltaicas.
Categoría 5	Aparatos de Alumbrado: Luminarias, lámparas de sodio, lámparas fluorescentes rectas o compactas.
Categoría 6	Herramientas: Taladoras, sierras, máquina de coser industrial, aparatos para soldar, cortar, remachar, etc.
Categoría 7	Juguetes o Equipos Deportivos: Consolas portátiles, videojuegos, máquinas tragamonedas, de ciclismo, etc.
Categoría 8	Aparatos Médicos: Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis, ventiladores pulmonares, analizadores, congeladores, pruebas de fertilización. (Excepto los que estén implantados o infectados)
Categoría 9	Instrumentos de vigilancia y control: Detector de humo, termostatos, reguladores de calor, medidores.
Categoría 10	Máquinas expendedoras: Máquinas de bebidas calientes, bebidas frías, productos sólidos, dinero.

Nota: Adaptado de “Categoría de aparatos eléctricos y electrónicos”, por MINAM, y otros, 2012 (http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/02/INFOGRAFIA_RAEE_FINAL.pdf)

2.2.1 Análisis de la demanda de metales y circuitos electrónicos

Para el análisis de la demanda de estos materiales, se presentarán los datos históricos de las importaciones de AEE y la producción nacional de AEE y sus respectivas equivalencias en los materiales secundarios que las conforman

Primero, se presenta la data histórica de las importaciones de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), que pertenezcan a las categorías 3 y 4, del año 2016 al 2020:

Tabla 2.4

Importaciones históricas de AEE en toneladas

Categoría	2016	2017	2018	2019	2020
3	25 381	26 294	25 949	25 611	24 878
4	36 485	53 159	47 948	50 330	57 226

Nota: Adaptado de “Datos de importación”, por MINAM, y otros, 2012.
El detalle de cada categoría se presenta en la tabla 3.4

Asimismo, se presenta la equivalencia de estas importaciones en los materiales secundarios que las conforman, en toneladas:

Tabla 2.5

Equivalencia de los materiales de Importaciones de AEE en toneladas

Material	2016	2017	2018	2019	2020
Cobre	2850	3660	3404	3498	3782
Aluminio	2091	2685	2497	2566	2775
Hierro y Acero	10 003	12 846	11 948	12 279	13 275
Circuitos electrónicos	12 749	16 374	15 229	15 650	16 920

En segundo lugar, se presenta la data histórica de las exportaciones de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), pertenecientes a la categoría 3 y 4, del año 2016 al 2020:

Tabla 2.6

Exportaciones históricas de RAEE en toneladas

Material	2016	2017	2018	2019	2020
Cobre	7714,95	9108,60	7929,68	8045,54	5629,76
Aluminio	9996,99	12 827,14	11 168,81	10 183,47	7831,89
Hierro y Acero	342,35	1017,17	0	0	29 872,18
Circuitos electrónicos	169,87	241,03	435,24	400,12	230,49

Nota: Adaptado de “Exportación de chatarra”, por Veritrade, 2021. (<https://www.veritrade.com/>)

Por último, cabe resaltar que en el Perú no existen productores de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), pero según el MINAM, también se considera productores a las empresas que ensamblan estos aparatos eléctricos y electrónicos para después comercializarlos.

Se presenta la data histórica de la producción nacional de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), en sus equivalencias a los materiales secundarios que los conforman, pertenecientes a la categoría 3 y 4, del año 2016 al 2020:

Tabla 2.7

Producción histórica nacional de AEE en toneladas

Material	2016	2017	2018	2019	2020
Plástico	895,53	939,80	901,16	811,53	426,46
Cobre	95,01	99,71	95,61	86,10	45,25
Aluminio	69,70	73,14	70,14	63,16	33,19
Hierro y Acero	333,48	349,97	335,58	302,20	158,81
Circuitos eléctricos	425,04	446,06	427,72	385,18	202,41

Nota: Adaptado de “Producción nacional de AEE”, por Ministerio de Producción, 2020 (<https://www.gob.pe/produce>)

Por otro lugar, se definirá si los metales y circuitos electrónicos rescatados de los RAEE se comercializarán de forma local o si se exportarán en el extranjero, se estimarán los datos históricos hasta el año 2026 y se hallará la demanda interna aparente (DIA) de los RAEE. Para ello se aplicará la siguiente fórmula:

$$DIA = Producción Local + Importaciones - Exportaciones$$

En los siguientes cuadros se presentan los datos de los elementos antes mencionados, del año 2021 al 2026, y el cálculo del DIA, en toneladas:

Tabla 2.8

Producción nacional de AEE en toneladas

Material	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Cobre	49,26	37,80	26,33	14,87	3,40	4,03
Aluminio	36,14	27,73	19,32	10,90	2,49	2,96
Hierro y Acero	172,90	132,66	92,42	52,17	11,93	14,15
Circuitos eléctricos	220,38	169,08	117,79	66,50	15,21	18,03

Tabla 2.9*Importación de AEE en toneladas*

Material	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Cobre	3950,12	4120,45	4290,77	4461,10	4631,42	4801,75
Aluminio	2897,61	3022,56	3147,50	3272,44	3397,38	3522,32
Hierro y Acero	13 863,99	14 461,79	15 059,59	15 657,39	16 255,19	16 852,99
Circuitos eléctricos	2348,72	2449,99	2551,26	2652,54	2753,81	2855,09

Tabla 2.10*Exportación de RAEE en toneladas*

Material	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Cobre	2618,89	2630,45	2640,70	2649,89	2658,24	2665,88
Aluminio	3320,80	3362,97	3400,61	3434,64	3465,71	3494,33
Hierro y Acero	5833,00	7061,00	8289,00	9517,00	10 745,00	11 973,00
Circuitos eléctricos	396,65	432,05	467,46	502,86	538,27	573,67

Tabla 2.11*Demanda Interna Aparente del Proyecto*

Material	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Cobre	1380,50	1527,79	1676,41	1826,07	1976,58	2139,89
Aluminio	-387,05	-312,69	-233,80	-151,29	-65,84	30,95
Hierro y Acero	8203,89	7533,45	6863,01	6192,56	5522,12	4894,13
Circuitos eléctricos	2172,44	2187,02	2201,60	2216,17	2230,75	2299,44

Como podemos ver en el resultado de la demanda interna aparente (DIA), los datos del aluminio salen negativos, esto indica que el mercado nacional no consume esa cantidad de chatarra de aluminio, por lo que será exportado a otros países.

Del mismo modo, se puede ver que los otros metales y los circuitos electrónicos tienen un mercado nacional disminuido por lo que también serán exportados, aprovechando que tienen mejor precio de venta en el extranjero como chatarra electrónica.

2.2.2 Análisis de la demanda del plástico

Para el análisis de la demanda del plástico obtenido de los RAEE, se revisó las importaciones al Perú de plástico ABS. Esto debido a que es el único material que el proyecto plantea comercializar de manera local.

Ésta es la cantidad total de plástico tipo ABS que se utiliza en Perú ya que no existen empresas productoras de este tipo de plástico en específico, para hallar la demanda se tomará esta cantidad multiplicada por el porcentaje de participación, que se verá en puntos posteriores.

En la siguiente tabla se presenta la demanda histórica de la importación del plástico de tipo ABS, del año 2016 al 2020, en toneladas:

Tabla 2.12

Demanda histórica de importación de plástico ABS en toneladas

Material	2016	2017	2018	2019	2020
Plástico	767,02	710,77	663,06	572,01	488,49

Nota: Adaptado de “Importaciones de plástico”, por Veritrade, 2021. (<https://www.veritradecorp.com/>)

Se presenta también la estimación al año 2026 del plástico en toneladas:

Tabla 2.13

Importación de plástico ABS en toneladas

Material	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Plástico	423,54	350,54	277,53	204,53	131,52	58,52

2.2.3 Demanda potencial del proyecto

Teniendo la demanda histórica de las importaciones y exportaciones, tanto de los metales y circuitos electrónicos como del plástico, se puede realizar una proyección de la cantidad de materiales provenientes del RAEE que se podrá comercializar en los siguientes años. La siguiente tabla muestra la estimación de la cantidad de materiales obtenidos de los RAEE perteneciente a la categoría 3 y 4, hasta el año 2026:

Tabla 2.14*Demanda Potencial del Proyecto*

	Demanda Potencial (toneladas)					
	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Plástico	423,54	350,54	277,53	204,53	131,52	58,52
Cobre	2618,89	2630,45	2640,70	2649,89	2658,24	2665,88
Aluminio	3320,80	3362,97	3400,61	3434,64	3465,71	3494,33
Hierro y Acero	5833,00	7061,00	8289,00	9517,00	10 745,00	11 973,00
Circuitos eléctricos	396,65	432,05	467,46	502,86	538,27	573,67

Se puede observar que hay subproductos que tienen una proyección descendiente como el plástico, esto se debe a que en los últimos años su importación fue disminuyendo, por distintos aspectos como el flete elevado.

Sin embargo, hay otros como el hierro y el acero que tiene un crecimiento pronunciado, esto es porque la cantidad exportada de estos materiales ha ido aumentando, lo cual demuestra una oportunidad de mercado importante.

Por otro lado, mercados como el del cobre, el aluminio y los circuitos eléctricos muestran una cantidad relativamente constante a través de los años, por lo que se puede suponer que sus exportaciones se mantendrán igual los próximos años.

2.3 Análisis de la oferta**2.3.1 Análisis de la competencia.**

En el Perú existen varias empresas que se dedican a la recolección y el tratamiento de residuos sólidos. Sin embargo, son 6 las empresas que operan con RAEE, éstas se encuentran en Lima y en el Callao, en la tabla 2.16 se indica la ubicación de las 6 empresas de tratamiento de RAEE:

Tabla 2.15*Ubicación de las empresas competidoras*

Empresa	Distrito
San Antonio Recycling	San Juan de Lurigancho
Coipsa	Callao
Akstarcom	Santiago de Surco

(continúa)

(continuación)

Empresa	Distrito
Perú Green Recycling	Surquillo
Comimtel	Los Olivos
Residuos Metálicos y Electrónicos	Ate
Roca J&P	Puente Piedra

No existen estudios que cuenten con datos de participación en el mercado de cada empresa, ni cantidad de RAEE recolectado y procesado. Cabe resaltar que, las empresas recolectoras de RAEE no procesan las tarjetas electrónicas en el país, debido a la falta de inversión en tecnología que esta requiere. Por lo que, teniendo la información de las exportaciones de estas empresas, se hizo una estimación de la participación de mercado de cada una de ellas (asumiendo que la cantidad de tarjetas y circuitos electrónicos exportados es directamente proporcional a la cantidad de RAEE recolectado y procesado).

Tabla 2.16

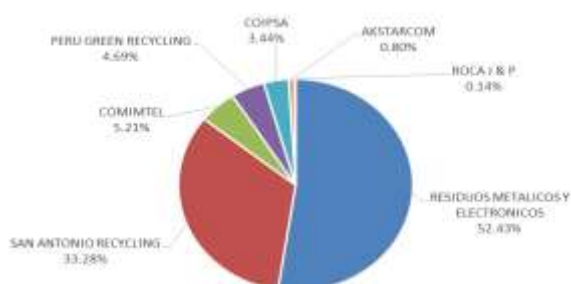
Exportaciones de Tarjetas Electrónicas en toneladas (2015-2020)

Empresa	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Residuos Metálicos y Electrónicos	119,85	127,94	108,70	151,26	308,91	41,34	858,00
San Antonio Recycling	-	-	75,82	204,31	91,21	173,31	544,65
Comimtel	-	-	24,66	60,57	-	-	85,23
Peru Green Recycling	39,79	18,25	18,76	-	-	-	76,80
Coipsa	-	21,39	-	19,10	-	15,84	56,33
Akstarcom	-	-	13,09	-	-	-	13,09
Roca J & P	-	2,29	-	-	-	-	2,29

Nota: Adaptado de “Exportaciones de Tarjetas Electrónicas”, por Veritrade, 2020. (<https://www.veritradecorp.com/>)

Figura 2.2

Exportaciones de tarjetas electrónicas (2015-2020)



Nota: Adaptado de “Exportaciones de Tarjetas Electrónicas”, por Veritrade, 2020. (<https://www.veritradecorp.com/>)

Como se puede ver, los mayores exportadores de tarjetas electrónicas desde el 2015 hasta el 2020 fueron Residuos Metálicos y Electrónicos SAC y San Antonio Recycling SA, con 52,43% y 33,28% respectivamente.

2.3.2 Beneficios ofertados por los competidores directos

El principal servicio/beneficio que oferta la competencia actualmente es la del sistema de recojo de los RAEE a las empresas que lo requieran. Esto hace que sus clientes no incurran en gastos logísticos para la disposición de estos residuos.

2.3.3 Análisis competitivo y comparativo

Para el análisis del sector y de las condiciones de entrada al mercado se realizó una Matriz de Evaluación de Factores Externos (EFE). En esta se hace un listado de las oportunidades y las amenazas que una empresa podría enfrentar en el sector, a cada una de estas se le asigna un determinado peso (ponderación) según el grado de importancia que se considere que tengan. Además, se le asigna un valor del 1 al 4 para calificar cada ítem. Se multiplica el puntaje asignado por la ponderación y al final se suman los valores.

Tabla 2.17

Matriz EFE

	Factores Externos Clave	Ponderación	Evaluación	Valor
Oportunidades				
1	Cantidad de competencia en el país	20%	4	0,8
2	La generación de RAEE aumenta cada año	10%	4	0,4
3	Concientización del gobierno	15%	3	0,45
4	Empresas se involucran	10%	3	0,3
Amenazas				
1	Las personas no tienen cultura de reciclaje	15%	2	0,3
2	Poca información sobre procesos de recuperación	5%	2	0,1
3	Falta de tecnología en el país	20%	3	0,6
4	Barreras para comercio exterior	5%	1	0,05
Total		100%		3

El análisis dio como resultado un puntaje de 3,00, lo cual es mayor a 2,60, es decir, que es un escenario favorable para la implementación de una empresa en el sector.

2.4 Determinación de la demanda para el proyecto

2.4.1 Segmentación del mercado

Para este proyecto se tendrá en consideración a 2 tipos de clientes:

- a) Empresas e instituciones privadas o públicas que demanda de los servicios de tratamiento de RAEE
- b) Empresas extranjeras de reciclaje de RAEE que demandan de los productos posteriores al tratamiento, como por ejemplo demanda de metales, cobre, aluminio y chatarra electrónica. Estos clientes pueden ser nacionales o extranjeros.

2.4.2 Determinación de la participación de mercado

Como se vió en la figura 2.1, las empresas más importantes en el sector son San Antonio Recycling SA y Residuos Metálicos y Electrónicos SAC, con un porcentaje del 33,28% y 52,43% respectivamente, estas empresas serán descartadas para el análisis del porcentaje de participación del proyecto. Del mismo modo, se descartarán las empresas con los menores porcentajes, las cuales son: Akstarcom y Roca J&P que cuentan con 0,80% y 0,14% de participación respectivamente.

Para determinar el porcentaje de participación del proyecto, se sacó el promedio del porcentaje de las 3 empresas siguientes a las que lideran este sector: Comimtel, Peru Green Recycling y COIPSA, quienes tienen un 5,21%, 4,69% y 3,44%, del mercado de RAEE, respectivamente.

Con ello se obtiene que para el proyecto se podrá obtener un porcentaje de participación del 4,45%, que es un valor aceptable para el inicio de operaciones buscando crecer en un futuro.

Con este porcentaje se calcula la demanda del proyecto, la cual se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 2.18*Demanda del Proyecto*

	Demanda del Proyecto (toneladas)					
	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Plástico	18,85	15,60	12,35	9,10	5,85	2,60
Cobre	116,54	117,06	117,51	117,92	118,29	118,63
Aluminio	147,78	149,65	151,33	152,84	154,22	155,50
Hierro y Acero	259,57	314,21	368,86	423,51	478,15	532,80
Circuitos eléctricos	17,65	19,23	20,80	22,38	23,95	25,53

2.5 Definición de la estrategia de comercialización

La estrategia de comercialización que se usará será la de penetración del mercado, con la cual se buscará atraer a los clientes de la competencia ofreciéndoles los productos a menor precio; en el caso de los metales y los circuitos electrónicos que se exportarán, éstos serán ofrecidos al precio más bajo para que la empresa se haga conocida en el mercado internacional de manera rápida. En el caso del plástico, al ser vendido de manera local, tendrá un menor precio que no será afectado por los costos de flete por importación, por lo que se espera que las empresas que usen este tipo de plástico opten por nuestro producto.

Por otro lado, para atraer a clientes potenciales, se realizarán servicios adicionales como los servicios de recojo y transporte de RAEE desde sus instalaciones. También se realizarán las campañas de recolección de RAEE en provincias para formar alianzas estratégicas con empresas que tengan sus centros de operaciones fuera de la capital.

Por último, se contarán con asesores comerciales, los cuales se encargarán de contactar a éstas empresas y formar las alianzas antes mencionadas.

2.5.1 Políticas de plaza

Los RAEE recolectados serán transportados por tierra con las medidas de seguridad pertinentes cuando se trate de material contaminado o peligroso. El plástico obtenido se entregará a las empresas industriales con las medidas de seguridad exigidas por ley y por los estándares internos entre empresa y clientes.

Por otro lado, los metales y la chatarra electrónica se exportarán al país de destino, siendo la vía escogida la marítima.

Además, por el lado de la recolección de los materiales, como se mencionó anteriormente se considerarán principalmente a las empresas de Lima que necesiten disponer de estos residuos y se realizará el recojo en sus instalaciones para facilitarles la gestión.

Todos los RAEE recolectados serán transportados en camiones al almacén de materia prima ubicado dentro de la misma planta de reciclaje. Se contará con un almacén grande que esté acondicionado para evitar el deterioro de los residuos.

También se buscará realizar alianzas con instituciones públicas y/o privadas que realicen recolección masiva por parte de las personas naturales como lo son las municipalidades, ONG's, o empresas de telecomunicación que suelen tener en sus locales de atención puntos de recolección.

2.5.2 Publicidad y promoción

Para motivar a las empresas a tener políticas adecuadas de disposición de sus RAEE, se brindarán capacitaciones gratuitas al personal sobre el cuidado del medio ambiente y la importancia de crear economías circulares. También, se llevarán a cabo ferias de reciclaje a nivel nacional con el objetivo de recopilar RAEE y promover la cultura de cuidado ambiental en la población.

Por otro lado, se impulsará el proyecto mediante certificaciones que acrediten a los clientes, y al público en general, que la empresa es una operadora de RAEE reconocida tanto nacional como internacionalmente.

La empresa se registrará en el “Registro Autoritativo de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos”, administrado por el MINAM. Esta inscripción, autoriza la operación de la empresa en el rubro y garantiza su inclusión en la base de datos del ministerio, lo cual coloca a la empresa en la mira de cualquier cliente interesado en reciclar sus aparatos eléctricos y electrónicos. Esta inscripción tiene una vigencia indeterminada.

Asimismo, se debe tramitar el “Registro de Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos – RAEE (EC-RS)”, otorgada por DIGESA, la cual autoriza la comercialización de los residuos a nivel nacional e internacional, en el caso de las exportaciones (DIGESA, s.f.).

Para el trámite de estos registros, la empresa debe contar también con el permiso de operación especial para el transporte y manipulación de residuos dentro del país, un plan de contingencia en el que se detallen las medidas a tomar en caso de incidentes que puedan ocurrir, una póliza de seguro, entre otros.

Por último, la empresa tramitará la certificación del Sistema de Gestión Integrado de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud según las normas internacionales ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001.

Todas estos registros y certificaciones servirán como promoción de la empresa y le otorgarán el reconocimiento necesario para establecerse en el mercado.

También se contará con una página web donde se incluirá toda la información de los servicios brindados, así como las certificaciones obtenidas y los datos de contacto de la empresa. Ésta página contará con un diseño y “*layout*” amigable, con acceso a la información de manera rápida y eficiente. Incluirá también videos de la planta y de las operaciones que se realicen dentro de ella, videos de concientización del reciclaje de RAEE, entre otros. Siempre buscando el compromiso con los clientes.

2.5.3 Análisis de precios

- **Estrategia de precios**

Se utilizará la estrategia de precio de introducción, para lo cual se evaluó el precio histórico y actual al cual se venden los materiales siendo exportados, en el caso de los metales y los circuitos electrónicos, o dentro del mercado local en el caso del plástico.

Se tomó como referencia el precio de venta más bajo encontrado en la data histórica, el cual mantendremos al inicio de operaciones como precio por lanzamiento del proyecto.

Según cómo vaya el crecimiento de la empresa se proyecta que también se podrá subir el precio en un futuro.

Se utilizarán los siguientes precios por tipo de material:

Tabla 2.19*Precios de los materiales*

Material Obtenido	Precio de Venta	Unidades
Plástico	1,93	USD/KG
Cobre	4,73	USD/KG
Aluminio	1,33	USD/KG
Hierro y Acero	1,43	USD/KG
Circuitos electrónicos	4,50	USD/KG

Nota: Adaptado de “Compra venta de chatarra y reciclados por kg”, por Supraciclaje, s.f. (<https://www.supraciclaje.com/precios-hoy/>)



CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

3.1 Microlocalización

Se realizará el análisis de localización de planta en los distritos de Lima Metropolitana y la provincia Constitucional del Callao. Con los factores de microlocalización presentados a continuación, se definirá el lugar con mayor beneficio para el proyecto:

- **Factor 1: Disponibilidad de Terrenos**

Debido a que Lima es la principal ciudad del país, la disponibilidad de terrenos varía de acuerdo al distrito, al igual que el precio por metro cuadrado. Se tendrá en cuenta las principales zonas industriales de la ciudad, tomando en cuenta también la Provincia Constitucional del Callao. Los distritos de Lima a evaluar serán: Chorrillos, Villa El Salvador, Lurín, Ate, San Juan de Lurigancho. La siguiente tabla muestra el costo promedio del m² de cada uno de ellos.

Tabla 3.1

Costo de m² por distrito

Distrito	Costo (\$/m²)
Chorrillos	910
Villa el Salvador	465
Lurín	390
Ate	750
San Juan de Lurigancho	800
Callao	900

Nota: Adaptado de “Costo de m² por distrito”, por Business Empresarial, s.f..

- **Factor 2: Cercanía a las fuentes de abastecimiento**

Teniendo en cuenta que las principales fuentes de abastecimiento del proyecto son las empresas que quieran desechar sus aparatos eléctricos y electrónicos, se tomará en cuenta la cantidad de empresas cercanas a cada uno de los distritos analizados. Para esto, se utilizará el análisis de densidad empresarial realizado por el INEI en el 2018. En este estudio se muestra la cantidad de empresas por distrito e incluso los agrupa de acuerdo a su cercanía: Lima Norte, Lima Centro, Lima Sur, Lima Este y Provincia Constitucional del Callao.

Para efectos del análisis de este proyecto se tendrá en cuenta la cantidad de empresas ubicadas en la zona a la que pertenece cada distrito a analizar, la facilidad de transporte hacia los puertos para la exportación y los costos.

Tabla 3.2

Número de empresas cercanas por distrito

Distrito	Zona	Cantidad de empresas
Ate	Lima Este	225 118
San Juan de Lurigancho		
Chorrillos	Lima Sur	145 906
Lurín		
Villa el Salvador		
Callao	Prov. Const. Callao	78 604

Nota: Adaptado de “Informe Técnico: Demografía Empresarial en el Perú”, por INEI, s.f. (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin-demografia_empresarial.pdf)

- **Factor 3: Disponibilidad de Mano de Obra**

Se necesita personas que vivan cerca de la zona para poder tener mayor cantidad de mano de obra. Se tomará en cuenta la población económicamente activa (PEA) de cada distrito. Para esto, se utilizarán datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Teniendo el número de habitantes de cada distrito y el porcentaje de adultos mayores y niños en cada uno, se puede hallar un aproximado de la PEA por distrito con la siguiente ecuación:

$$PEA = \text{Habitantes} * [1 - (\% \text{ adultos mayores} + \% \text{ niños})]$$

Tabla 3.3

Cálculo de la PEA por distrito

Distrito	Habitantes	% Adultos mayores	% Niños	PEA
Chorrillos	314 241	10,2	9,6	252 021
Villa el Salvador	393 254	7,4	11,1	320 502
Lurín	89 195	7,5	11,8	71 980
Ate	599 196	7,5	11	488 345
San Juan de Lurigancho	1 038 000	7,5	10,6	850 122
Callao	994 494	11,18	28,9	595 902

Nota: Adaptado de “Población Económicamente Activa”, por INEI, s.f. (<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economically-active-population/>)

- **Factor 4: Distancia hacia el puerto del Callao**

Este factor es importante para el costo de las distribuciones de los productos que serán exportados. Se considerará la distancia desde el punto central del distrito hasta el puerto del Callao para tener una distancia aproximada.

Tabla 3.4

Distancia al puerto de cada distrito

Distrito	Distancia al puerto (km)
Chorrillos	43,1
Villa el Salvador	39,4
Lurín	49,3
Ate	26,7
San Juan de Lurigancho	22
Callao	2,0

Nota: Adaptado de “Distancia de distintos distritos de Lima Metropolitana al puerto del Callao”, por Google, s.f. (<https://www.googlemapse.com/.php>)

- **Factor 5: Seguridad del distrito**

Otro factor importante a tener en cuenta es la seguridad de la zona en la que se instalará la planta, para esto se tendrá como referencia la cantidad de denuncias realizadas en el 2017 (último reporte del INEI), en cada uno de los distritos a evaluar por comisión de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud:

Tabla 3.5

Cantidad de denuncias por distrito

Distrito	Cantidad de Denuncias
Chorrillos	734
Villa el Salvador	777
Lurín	307
Ate	1335
San Juan de Lurigancho	2685
Callao	1855

Nota: Adaptado de “Estadísticas de la criminalidad, seguridad ciudadana y violencia”, por INEI, 2021 (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/estadisticas_de_criminalidad_seguridad_ciudadana_abr-jun2021.pdf)

Por lo tanto, la información con respecto a los factores de microlocalización se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3.6*Resumen de los factores por distrito*

Localidad	Factor 1 (\$/m²)	Factor 2 (empresas)	Factor 3 (habitantes)	Factor 4 (km)	Factor 5 (denuncias)
Chorrillos	910	145 906	252 021	43,1	666
Villa el Salvador	465	145 906	320 502	39,4	360
Lurín	390	145 906	71 980	49,3	196
Ate	750	225 118	488 345	26,7	587
San Juan de Lurigancho	800	225 118	850 122	22,0	1345
Callao	900	78 604	595 902	2,0	812

3.2 Evaluación y selección de localización

Se realiza una tabla de enfrentamiento entre los factores para determinar la importancia de cada uno y el peso que tendrán a la hora de elegir la ubicación de la planta. Si el valor de la fila se considera más importante que el de la columna, se coloca un 1, en caso contrario se colocará un 0. De ser considerados de igual importancia se pondrá un 1 también.

Tabla 3.7*Tabla de enfrentamiento*

Factores	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Conteo	Puntaje
Factor 1: Disponibilidad de terrenos	-	1	1	1	1	4	0,333
Factor 2: Cercanía a las fuentes de abastecimiento	0	-	1	1	1	3	0,25
Factor 3: Disponibilidad de mano de obra	0	0	-	1	0	1	0,083
Factor 4: Distancia hacia el puerto del Callao	0	0	1	-	0	1	0,083
Factor 5: Seguridad	0	1	1	1	-	3	0,25

A continuación, se realiza el ranking de factores, con el cual se determinará la localización de la planta. El peso obtenido de la tabla de enfrentamiento se multiplica por un puntaje otorgado al distrito con respecto al factor, teniendo en cuenta a los otros distritos también. Se otorgará una puntuación del 1 al 5, otorgándose el 1 al peor de los distritos y 5 al mejor. Si existe un empate entre dos distritos, se les otorgará el mismo

número. Finalmente se sumarán las multiplicaciones de cada distrito y el que obtenga el mayor puntaje será el distrito elegido.

Tabla 3.8

Ranking de factores

Factores	Chorrillos		VES		Lurín		Ate		SJL		Callao		
	Wj	Pj	Wj*Pj	Pj	Wj*Pj	Pj	Wj*Pj	Pj	Wj*Pj	Pj	Wj*Pj	Pj	Wj*Pj
Factor 1	0,33	2	0,6667	3	1	4	1,32	1	0,333	3	1	4	1,32
Factor 2	0,25	2	0,5	2	0,5	2	0,5	3	0,75	3	0,75	1	0,25
Factor 3	0,08	2	0,1667	3	0,25	1	0,08	4	0,333	4	0,3333	4	0,32
Factor 4	0,08	2	0,1667	3	0,25	3	0,25	4	0,333	0	0,24	5	0,4
Factor 5	0,25	2	0,5	1	0,25	3	0,75	2	0,5	2	0,5	3	0,75
			2,00		2,25		2,90		2,25		2,82		3,04

La Provincia Constitucional del Callao fue la localidad que consiguió el mayor puntaje, esto quiere decir que es el lugar que cumplía con los requisitos propuestos de una forma más balanceada a comparación de los demás candidatos. Es por esto que se toma la decisión que instalar la planta en el Callao, considerando que es la localidad más cercana al puerto, se podrá acceder al mismo con menos costos de transporte.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1 Relación tamaño – mercado

Para el cálculo de la relación tamaño mercado, se hace uso de la demanda del proyecto, en dólares, proyectada para el quinto año y la multiplicación de éste dato por el precio de venta al cual se comercializarán: el plástico a 1,93 \$/kg, el cobre a 4,73 \$/kg, el aluminio a 1,33 \$/kg, el hierro y acero a 1,43 \$/kg y los circuitos electrónicos a 4,5 \$/kg.

Tabla 4.1

Proyección de la demanda de los próximos 5 años en toneladas

	Demanda del Proyecto (toneladas)					
	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Plástico	18,85	15,60	12,35	9,10	5,85	2,60
Cobre	116,54	117,06	117,51	117,92	118,29	118,63
Aluminio	147,78	149,65	151,33	152,84	154,22	155,50
Hierro y Acero	259,57	314,21	368,86	423,51	478,15	532,80
Circuitos electrónicos	17,65	19,23	20,80	22,38	23,95	25,53
Totales	560,38	615,75	670,85	725,75	780,47	835,06

Tabla 4.2

Proyección de la demanda de los próximos 5 años en miles de dólares

	Demanda del Proyecto (miles de USD)					
	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Plástico	36,38	30,11	23,84	17,57	11,30	5,03
Cobre	551,24	553,67	555,83	557,76	559,52	561,13
Aluminio	196,54	199,04	201,27	203,28	205,12	206,81
Hierro y Acero	371,18	449,33	527,47	605,61	683,76	761,90
Circuitos electrónicos	79,43	86,52	93,61	100,70	107,79	114,88
Totales	1234,77	1318,66	1402,01	1484,92	1567,48	1649,75

En conclusión, se obtiene que el tamaño – mercado es de 835,06 toneladas/año.

4.2 Relación tamaño – recursos productivos

Los RAEE generados los últimos años son la materia prima principal de este proyecto. Cabe resaltar que se abarcará sólo las toneladas de RAEE que pertenezcan a la categoría

3 y 4, pudiendo extender el alcance del proyecto en un futuro, después de realizar los estudios respectivos. La data histórica se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.3

Data histórica de la cantidad real de RAEE que se recicla en el Perú

	Cantidad Real de RAEE generado (miles de toneladas)					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Categoría 3: Computadoras, laptops, celulares, teléfonos fijos, impresoras.	12,50	37,00	60,90	84,90	107,40	128,30
Categoría 4: Televisores LCD/LED, células fotovoltaicas, radios, audífonos.	-	-	2,20	4,40	6,90	9,20

Nota: Adaptado de “Cantidad de RAEE reciclada”, por MINAM, y otros, 2012 (http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/02/INFOGRAFIA_RAEE_FINAL.pdf)

Tomando en cuenta la data histórica de la generación de RAEE de los últimos 5 años, se hizo una proyección para ver una aproximación de la cantidad de RAEE que se tendrá hasta el año 2026, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.4

Proyección de la cantidad de RAEE que se recicla en el Perú

	Cantidad Real de RAEE generado (miles de toneladas)					
	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Categoría 3: Computadoras, laptops, celulares, teléfonos fijos, impresoras.	154,40	179,40	204,70	229,10	253,20	277,90
Categoría 4: Televisores LCD/LED, células fotovoltaicas, radios, audífonos.	31,00	51,80	85,80	115,20	146,00	179,20

Nota: Adaptado de “Cantidad de RAEE reciclada en Perú”, por MINAM, y otros, 2012 (http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/02/INFOGRAFIA_RAEE_FINAL.pdf)

Finalmente, se calculó la relación insumo – producto, los resultados se muestran en la siguiente tabla, la disponibilidad de materia prima al 2026 será de 457 100 toneladas de RAEE.

Tabla 4.5*Disponibilidad de materia prima al 2026*

	Generación real de RAEE al 2026 (ton)	Demanda del Proyecto al 2026 (ton)	Relación Insumo producto (%)
Categoría 3: Computadoras, laptops, celulares, teléfonos fijos, impresoras.	277 900,00	835,06	0,0030
Categoría 4: Televisores LCD/LED, células fotovoltaicas, radios, audífonos.	179 200,00	835,06	0,0047
Total	457 100,00		

4.3 Relación tamaño – tecnología

Para este punto se utilizó la cantidad de demanda proyectada para el año 2026 la cual suma 835,06 toneladas de RAEE. Con los cálculos respectivos, y tomando en cuenta que la planta trabajará 6 días a la semana en un turno de 8 horas efectivas por día, se obtuvo que se procesarán 289,95 kg/hr. Como se puede ver en la siguiente tabla, las capacidades de las máquinas son más que suficientes para la cantidad de material que procesarán, es por ello que la relación tamaño – tecnología no es considerado un factor limitante.

Tabla 4.6*Capacidad de máquinas y equipos en la clasificación de RAEE*

Item	Procesos	Máquinas / Equipos	Capacidad
Clasificación de RAEE			
1	Transportar	Camión	7200 kg
2	Desmontar y Clasificar	Faja Transportadora	8157 kg

Del mismo modo, para los procesos de reciclaje del plástico, cobre, aluminio, hierro y acero y circuitos electrónicos, la capacidad de la maquinaria es suficiente para el material que se procesará. Éste sería de 0,90 kg/hr para el plástico, 41,19 kg/hr para el cobre, 53,99 kg/hr para el aluminio, 185,00 kg/hr para el hierro y acero y 8,86 kg/hr para los circuitos electrónicos. En la siguiente tabla se muestran las capacidades de las máquinas y equipos seleccionados.

Tabla 4.7*Capacidad de máquinas y equipos en los procesos de reciclaje*

Item	Procesos	Máquinas / equipos	Capacidad
Clasificación de raee			
1	Transportar	Camión	7200 kg
2	Desmontar y clasificar	Faja transportadora	8157 kg
Reciclaje de plástico			
3	Transportar	Faja transportadora	100 kg/hra
4	Triturar	Molino	100 kg/hra
5	Transportar	Tornillo alimentador	100 kg/hra
6	Lavar	Tanque de lavado por flotación	100 kg/hra
7	Secar y centrifugar	Centrífuga	100 kg/hra
8	Peletizar	Peletizadora	100 kg/hra
9	Empaquetar	Empaquetadora	95 kg/hra
Reciclaje de metals			
10	Separar	Electroimán	380 kg/hra
11	Clasificar	Separadora industrial	5316 kg/hra
12	Prensar	Prensa de chatarra	7000 kg/hra
Reciclaje de circuitos			
13	Triturar	Trituradora	300 kg/hra
14	Prensar	Prensa de chatarra	7000 kg/hra
Almacenaje			
15	Transportar	Montacargas	4500 kg

4.4 Relación tamaño - punto de equilibrio

Se calculó esta relación utilizando las fórmulas para punto de equilibrio de multiproducto en unidades monetarias, como se muestra a continuación:

$$Q_{\text{minima}} = \frac{CF}{\sum \left[\left(\frac{P_v - C_{vu}}{P_v} \right) \times \text{Tasa de Ventas} \right]}$$

Donde:

- CF = Costo Fijo
- P_v = Precio de Venta
- C_{vu} = Costo variable unitario
- Q = Cantidad

Tabla 4.8*Cálculo del punto de equilibrio*

Producto	Pv - Cvu	(Pv - Cvu) / Pv	Tasa de Ventas	Valor Ponderado
Sacos de pellets de plástico de 25 kg	166,43	0,86	0,02	0,020
Bloques de cobre de 1344 kg	21 927,97	0,86	0,42	0,362
Bloques de aluminio de 405 kg	1858,00	0,86	0,15	0,130
Bloques de hierro y acero de 1181,10 kg	5825,87	0,86	0,34	0,294
Bloques de circuitos de 154,5 kg	2398,16	0,86	0,07	0,057
Tamaño - Punto de Equilibrio				S/ 2 659 157

La relación tamaño punto de equilibrio dio un resultado de S/ 2 659 157, es decir, 998,38 toneladas, siendo éste el tamaño mínimo requerido para la instalación de la planta.

4.5 Selección del tamaño de Planta

A partir de la información mostrada anteriormente, se reunieron los resultados de las relaciones y se obtuvo que el tamaño de planta óptimo será de 835,06 toneladas. El resumen se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4.9*Resumen de resultados*

Relación	Resultado
Tamaño - Mercado	835,06 toneladas
Tamaño - Recursos	457,100 toneladas
Tamaño - Tecnología	No limitante
Tamaño - punto de equilibrio	998,38 toneladas

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición técnica del producto

5.1.1 Especificaciones técnicas del producto

Como se mencionó anteriormente, la planta de reciclaje de RAEE obtendrá 3 productos:

- Plástico reciclado:** El tipo de plástico que se obtienen de los RAEE en mayor abundancia es el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). El plástico ABS es un plástico duro y resistente a impactos y altas temperaturas. También se le considera un plástico bastante tenaz y con baja absorción de agua, esto le otorga buena estabilidad dimensional y alta resistencia a la abrasión. Después del proceso de desmontaje, serán extruidos en pellets en diámetros de 1,6 mm. y estarán contenidos en sacos de 25 kg cada uno. (Ensigner, s.f.)

Tabla 5.1

Especificaciones técnicas el plástico ABS

Propiedades	Estándar ASTM	Unidad	Grados de ABS			
			Alto impacto	Impacto medio	Bajo impacto	Resistente al calor
Mecánicas a 23°C						
Resistencia al impacto, prueba Izod	D2546	J/m	375 - 640	215 - 375	105 - 215	105 - 320
Resistencia a la tensión	D638		3,3 - 4,2	4,2 - 4,9	4,2 - 5,3	4,2 - 5,3
Elongación	D638	%	15 - 70	oct-50	may-30	may-20
Módulo de tensión	D638		173 - 214	214 - 255	214 - 265	214 - 265
Dureza	D785	HRC (Rockwell)	88 - 90	95 - 105	105 - 110	105 - 110
Peso específico	D792		1,02 - 1,04	1,04 - 1,05	1,05 - 1,07	1,04 - 1,06
Térmicas						
Coefficiente de expansión térmica	D696	$\times 10^5 \text{cm} / \text{cm} \cdot ^\circ\text{C}$	9,5 - 11,0	7,0 - 8,8	7,0 - 8,2	6,5 - 9,3
Distorsión por calor	D648	$^\circ\text{C a } 18,4 \text{kg} / \text{cm}^2$	93 - 99	96 - 102	96 - 104	102 - 112

Nota: Adaptado de “Ficha Técnica ABS”, por PALSA, s.f. (file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/FICHA%20TECNICA%20ABS.pdf)

- **Cobre:** El cobre es un metal de transición color rojizo, y es uno de los mejores conductores de electricidad; por ello, y a su ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el metal más utilizado para fabricar cables y otros componentes eléctricos y electrónicos. Los procesos de reciclaje de este material varían de acuerdo a la composición del residuo. Para el caso específico de este proyecto, debido a que el cobre obtenido de los RAEE no será procesado de ninguna forma que altere sus propiedades físicas y/o químicas, sus especificaciones técnicas serán similares a las del producto comercial. Después del proceso de recolección, éste se compactará y se obtendrán bloques de chatarra de 1344 kg, que serán exportados.

Tabla 5.2

Especificaciones técnicas del cobre

Características	Valor
Densidad a 20 °C	8,96 g/cm ³
Punto de fusión	1083 °C
Punto de ebullición	2595 °C
Calor específico	0,385 J/g·K
Conductividad eléctrica a 20 °C	58,108x10 ⁶ S/m
Conductividad térmica	400 W/m·K

Nota: Adaptado de “Ficha Técnica del Cobre”, por Indura, s.f. (<http://www.indura.cl/content/storage/cl/producto/170e18dec733450bb261383436508020.pdf>)

- **Aluminio:** El aluminio es un metal no ferromagnético de baja densidad y alta resistencia a la corrosión que lo hacen muy útil en ingeniería de materiales. Además, es buen conductor de electricidad y calor y se mecaniza con facilidad. Puede ser utilizado en forma pura, aleado con otros metales o compuestos no metálicos. Una vez fundidos puede utilizarse distintos métodos para darle cierta forma, como por ejemplo la extrusión, fundición, mecanizado, etc. (Lenntech, s.f.) Al igual que con el cobre, este material no será afectado de ninguna manera, por lo que sus características se mantienen. Después del proceso de segregación, éste se compactará y se obtendrán bloques de chatarra de 405 kg, que serán exportados.

Tabla 5.3*Especificaciones técnicas del aluminio*

Propiedad	Valor
Densidad	2,7 kg/m ³
Punto de fusión	660 °C
Punto de ebullición	2467 °C
Calor específico	0,9 J/gk
Conductividad eléctrica	0,377x10 ⁶ S/m.
Conductividad termal	2,37 W/cmK

Nota: Adaptado de “Especificaciones técnicas del aluminio”, por MadeCentro, s.f. (<https://www.madecentro.com>)

- **Hierro y Acero:** El hierro es uno de los metales más utilizados industrialmente, sobre todo para producir productos siderúrgicos, los cuales son utilizados en la mayoría de los productos comerciales como lo son los RAEE. Se considera que una aleación de hierro es acero si contiene menos de un 2,1% de carbono; si el porcentaje es mayor, recibe el nombre de fundición. Para este proyecto, se considera un acero bajo en carbono, ya que es blando pero dúctil y es el que se puede encontrar en los aparatos eléctrico y electrónicos. Después del proceso de recolección, éste se compactará y se obtendrán bloques de chatarra de 1181,10 kg, que serán exportados.

Tabla 5.4*Especificaciones técnicas del Hierro*

Propiedad	Valor
Densidad	7874 kg/m ³
Punto de fusión	1535 °C
Punto de ebullición	2750 °C
Calor específico	440 J/(K·kg)
Conductividad eléctrica	9,93x10 ⁶ S/m.
Conductividad térmica	80,2 W/(K·m)

Nota: Adaptado de “Especificaciones técnicas del Hierro”, por Lenntech, 2021 (<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/al.htm>)

Tabla 5.5

Especificaciones técnicas del Acero

Propiedad	Valor
Densidad	7850 kg/m ³
Punto de fusión prom.	1 375 °C
Punto de ebullición	3 000 °C
Conductividad eléctrica	3x10 ⁶ S/m.
Resistencia a la tracción (Fu) mínima	550 MPa.
Resistencia a la fluencia (Fy) mínima	420 MPa.

Nota: Adaptado de “Especificaciones técnicas del acero”, por Alacero, s.f. (<https://www.alacero.org/es/page/el-acero/caracteristicas-del-acero>)

- **Circuitos Electrónicos:** Estos están presentes en todos los RAEE, y pueden variar en tamaño, peso y componentes de acuerdo al producto al que pertenezca. Son una superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora. El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Las pistas son generalmente de cobre, mientras que la base se fabrica generalmente de resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica, plástico, teflón o polímeros como la baquelita y pueden incluir también oro y plata, pero en pequeñas cantidades. Los circuitos impresos serán extraídos del aparato electrónico, fragmentados y compactados en bloques de 154,5 kg para ser exportados como chatarra electrónica a los países que cuentan con la tecnología y recursos para tratarlas.

5.1.2 Marco regulatorio para el producto

El marco legal asociado a la gestión de los RAEE incluye:

- El Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, busca establecer una gestión integral de residuos sólidos, regular la utilización de materiales de manera eficiente, para reducir la cantidad de residuos generada, y las maneras correctas de tratar dichos residuos para preservar el medio ambiente. Asimismo, resalta la labor de las municipalidades y empresas para la recolección, manejo en centros de acopio y su disposición final. Indica, además, los principales

procesos y operaciones para manejar los residuos sólidos. Los artículos de la ley que más se asocian a este proyecto son aquellos referidos a la comercialización de estos residuos, las consideraciones y obligaciones para el tratamiento de los residuos contaminantes, y las obligaciones para las empresas operadoras, tanto en cuestiones de infraestructura como en cuestiones legales y de seguridad.

- El Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM, está enfocado específicamente en la gestión de RAEE. En estos se establecen las principales responsabilidades y obligaciones tanto de los generadores de RAEE como de sus operadores. Las principales consideraciones son la importancia de reducir la peligrosidad proveniente de algunos componentes como lo son las pilas y baterías, entre otros. También se establece 2 opciones de sistemas de manejo de los RAEE: el individual y el colectivo. Mencionan requisitos técnicos para el manejo de los residuos que las empresas deben cumplir y las consideraciones a tomar en cuenta acerca de la recolección y de los centros de acopio.
- La Norma Técnica Peruana NTP 900.065 2012. Gestión de residuos. Manejo de aparatos eléctricos y electrónicos. Generación, recolección interna, clasificación y almacenamiento. Centros de acopio. Esta norma establece las medidas que deben ser adoptadas para el manejo de los RAEE, con la finalidad de prevenir, reducir y mitigar los impactos negativos que se pueden generar en la salud y el medio ambiente. Abarca el manejo de los RAEE en las etapas de generación, recolección, clasificación, almacenamiento y las características que deben tener los centros de acopio.

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

5.2.1.1 Descripción de las tecnologías existentes

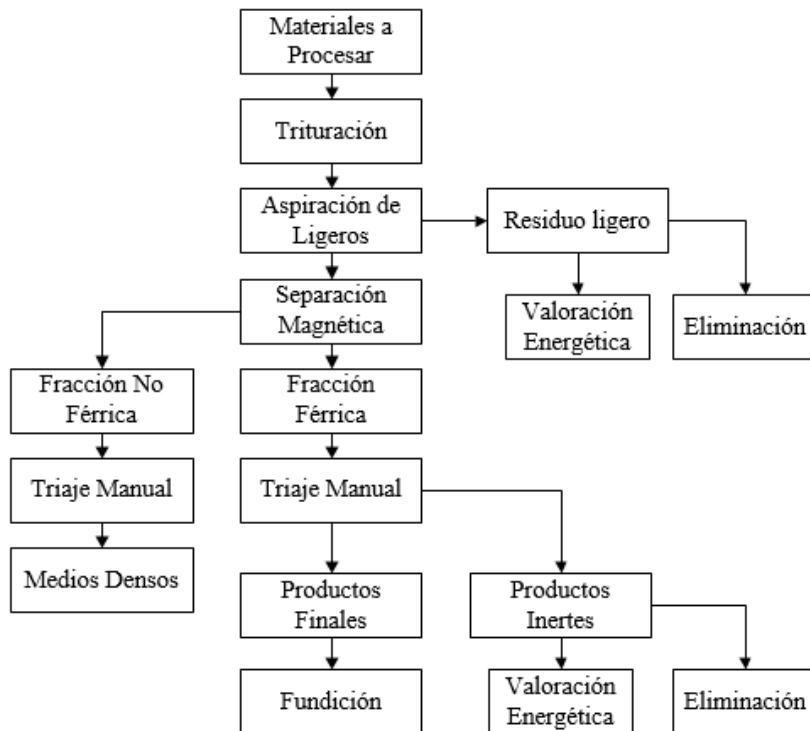
En éste acápite se realizará una descripción de las tecnologías y procesos existentes para el tratamiento de los RAEE, tomando en cuenta las etapas de procesamiento para la obtención de materias primas secundarias para su comercialización en el mercado.

En cuanto al tratamiento de los residuos, existen dos tipos de plantas de tratamiento, las que reciben todo tipo de residuos no orgánicos, como metales, madera, artefactos diversos, etc., más conocidos como chatarra y las que procesan específicamente los RAEE. En las primeras, los RAEE se procesan junto con la chatarra sin ser clasificados y no se logra aprovechar al máximo los materiales que lo componen, en cambio, en la segunda se pueden obtener materias primas secundarias de mayor calidad. Las diferentes etapas del proceso a las que pueden ser sometidos los productos recibidos en estas plantas son dos:

- **Fragmentación:** En este tipo de procesos, el material ingresado se pesa y pasa a ser triturado, posteriormente se clasifica el material mediante la aspiración de ligeros, que separan los materiales pesados de los livianos. El material ligero pasa por un proceso de valoración energética para evaluar si será comercializado, como combustible, o si será eliminado. En cuanto al material sobrante, se clasifica en dos grupos, la fracción férrica y la no férrica con el uso de electroimanes. La primera pasa por un triaje manual y luego es enviada a los procesos de medios densos, que se explicará posteriormente. Y la fracción férrica se clasifica manualmente en los que serán productos finales y pasarán a ser fundidos en hornos industriales o en productos inertes, los cuales recibirán una valoración energética para ser comercializados o eliminados (ECOLEC, s.f.). El proceso se visualiza de mejor forma en el siguiente diagrama:

Figura 5.1

Proceso de Fragmentación

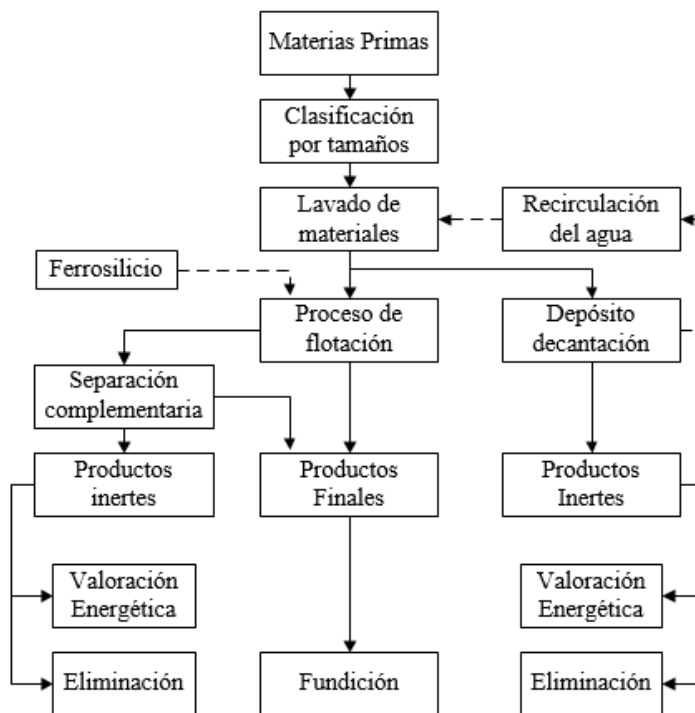


Nota: Adaptado de “Proceso de Reciclaje”, por Ecolec, s.f. (<https://www.ecolec.es/wp-content/uploads/2017/06/Ecolec-Proceso-de-reciclaje.pdf>)

- **Medios Densos:** Para este proceso ingresa el material recolectado, se clasifica por tamaños y se lleva a los lavaderos industriales donde es limpiado de cualquier impureza que pudiera tener, los residuos obtenidos son los productos inertes que serán eliminados si no poseen ningún valor energético. Posteriormente, pasa por un proceso de concentración mediante flotación que consiste en separar las partículas según la utilidad que se les pueda dar. Es en este proceso donde también se le agrega el ferro silicio que ayuda a la creación de acero o fundición de hierro. Los elementos menos útiles pasarán por una separación complementaria donde se evaluará su valor energético o se eliminarán. Y los elementos de mayor valor obtenidos en la flotación serán los productos finales que pasarán por una fundición en hornos industriales y estarán listos para la comercialización (ECOLEC, s.f.). A continuación, se presenta un diagrama para visualizar mejor el proceso.

Figura 5.2

Proceso de Medios Densos



Nota: Adaptado de “Proceso de Reciclaje”, por Ecolec, s.f. (<https://www.ecolec.es/wp-content/uploads/2017/06/Ecolec-Proceso-de-reciclaje.pdf>)

5.2.1.2 Selección de la tecnología

Debido a la naturaleza del proyecto, es necesaria la evaluación de los procesos que se realizarán con el objetivo de recuperar la mayor cantidad de elementos posible.

Primero, en lo que respecta a la recolección de los RAEE, el proyecto plantea encargarse de la logística del traslado, recogiendo los RAEE de las empresas que den de baja sus artefactos o de las entidades públicas que realicen las donaciones.

En segundo lugar, el almacenamiento de los RAEE se realizará en la planta de reciclaje en un ambiente acondicionado para este tipo de residuos, esto con el fin de facilitar el proceso de selección y procesamiento de los mismos.

Por último, el proceso que se llevará a cabo para el tratamiento de los residuos será el de fragmentación, tomando en cuenta que sólo se recolectarán los RAEE. El proceso empieza por la recolección de los RAEE. También se realizarán campañas de recolección en las provincias del país, en determinados periodos del año, para poder

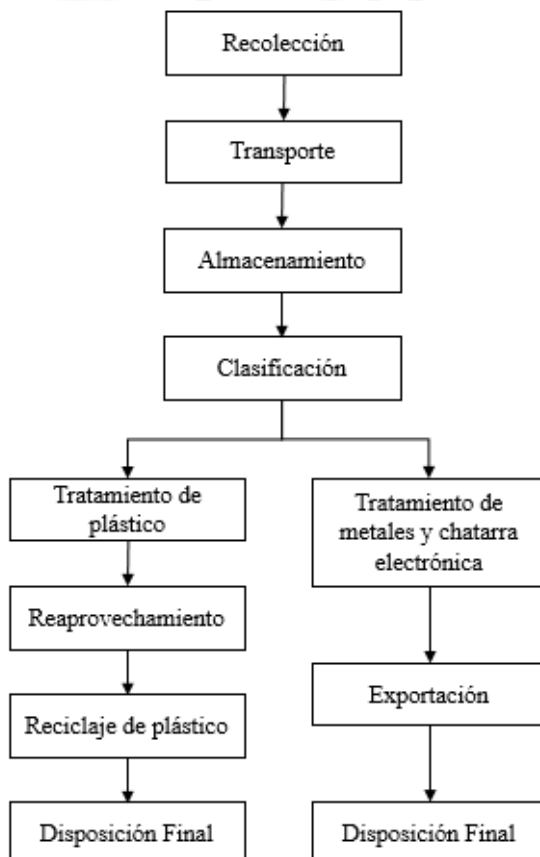
acumular la mayor cantidad de desechos posible. Una vez recolectados y almacenados, los desechos pasarán por un proceso de clasificación donde se separan los elementos que contengan sustancias tóxicas y los contenedores que hayan almacenado dichas sustancias. Los elementos tóxicos pasarán por un proceso de limpieza realizado por personal debidamente capacitado y autorizado para posteriormente ser mandados a rellenos sanitarios especializados. Con respecto a los elementos restantes, éstos pasarán por un tratamiento específico dependiendo del material que los conforme (plástico, metales, tarjetas electrónicas, etc.).

Finalmente, se obtendrán cubos de metales compactados listos para su exportación y en el caso del plástico, se obtendrán pellets listos para su comercialización nacional, éstos serán almacenados en el almacén de productos terminados.

A continuación, se presenta un diagrama de bloques del proceso de recolección de los desechos.

Figura 5.3

Proceso de recolección de RAEE



El proceso de clasificación y reciclaje usa distintas máquinas que se explicarán más adelante. Las etapas por las que pasan los aparatos eléctricos y electrónicos incluyen también actividades manuales para asegurar una mejor calidad en el proceso.

5.2.2 Proceso de producción

5.2.2.1 Descripción del proceso

El proceso de reciclaje de RAEE inicia con el desmontaje y separación manual de los componentes de los aparatos recolectados, estos componentes se clasifican en contenedores según su tipo: plástico, metales (cobre, aluminio, hierro y acero), baterías, circuitos eléctricos, entre otros. Dichos materiales serán trasladados a los procesos de tratamiento correspondientes, a continuación, se detalla los procesos específicos:

- **Segregación de Plástico:**

Primero, el plástico pasa por una selección manual donde se separan los materiales no aptos por su tipología, como lo son las etiquetas y stickers. Con esto se asegura la calidad óptima del producto final.

Posteriormente, el material plástico entra a una trituradora, que permite homogeneizar el tamaño del material para facilitar los siguientes procesos. El plástico triturado se limpia en lavaderos industriales donde las aspas remueven el agua mojando todo el material y dejando el fondo de los lavaderos con la suciedad e impurezas encontradas. Luego el material limpio se introduce en un sistema de secado por aire caliente y en una máquina centrífuga para secar el material.

Posteriormente, el material pasará por la máquina peletizadora. Para este proceso se utilizará una peletizadora de alimentación por tolva, que extruirá el polímero y lo cortará en forma de pellets.

Una vez obtenidos los pellets, se realiza el control de calidad. Éste se realiza en los laboratorios donde se analizan las características del polímero (ABS), como lo son la fluidez, la resistencia al calor y la resistencia a los impactos.

Finalmente, los pellets pasan a ser empaquetados en sacos de 25 kg. Y son almacenados en el almacén de productos terminados.

- **Segregación de metales:**

En el caso de las piezas metálicas separadas en el primer proceso de desmontaje manual, pasarán por una segunda clasificación, con ayuda de un electro-imán que separa por un lado el hierro y acero, y los remanentes serán el cobre y aluminio. Estos dos últimos pasarán por una máquina separadora que los clasificará. Los metales separados, serán compactados en una prensa para metales y chatarra, de ser necesario también se cortarán las piezas. Luego serán almacenados en el almacén de productos terminados para su posterior exportación.

- **Segregación de tarjetas y circuitos electrónicos:**

Las tarjetas y los circuitos electrónicos se separarán en el primer proceso de desmontaje manual, luego se fragmentarán y compactarán como los metales. Finalmente serán almacenados. Posteriormente, se exportarán a países como China o Alemania donde serán tratados.

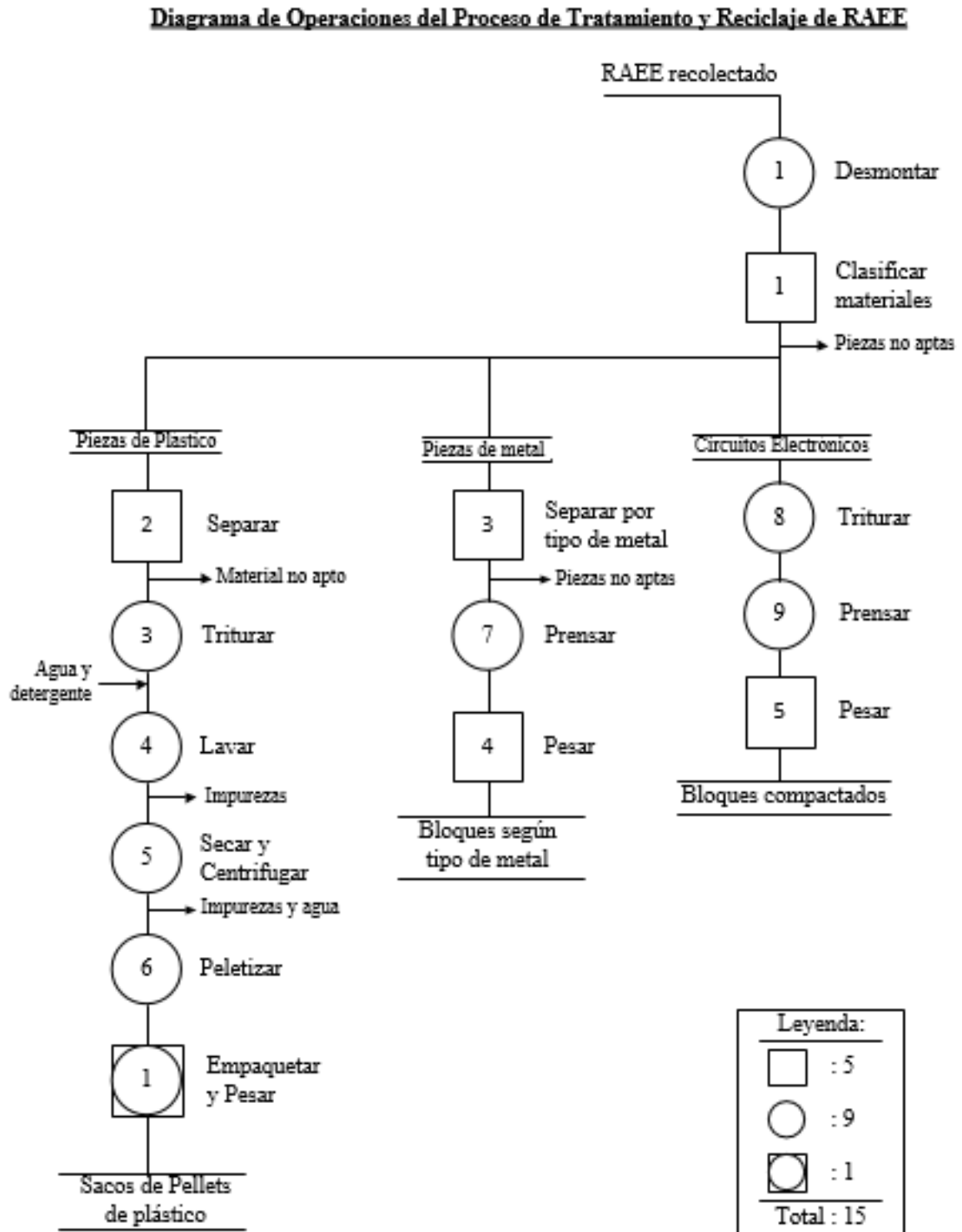
- **Segregación de otros materiales:**

Otros materiales serán tratados como residuos no aprovechables y como peligrosos, por ejemplo, las baterías, que presentan un alto nivel contaminante por los metales que las componen.

5.2.2.2 Diagrama de proceso (DOP)

Figura 5.4

Diagrama de Operaciones del Proceso de Reciclaje de RAEE



5.2.2.3 Balance de materia

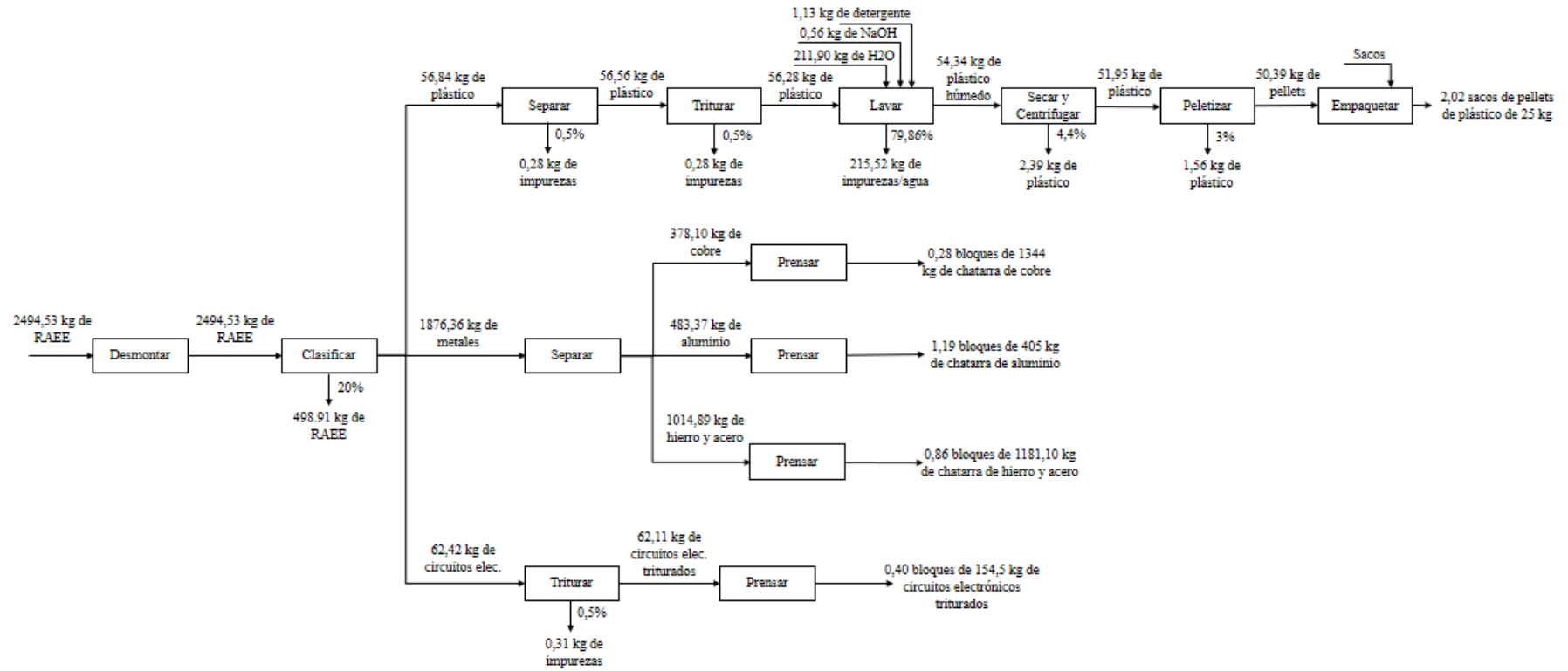
Se presenta el balance de materia correspondiente al lote de producción diaria que tendrá la planta de reciclaje de RAEE el primer año de operación.

A continuación, se muestra el balance del proceso de reciclaje de RAEE y se especifica el tratamiento del plástico, metales (cobre, aluminio, hierro y acero) y de los circuitos electrónicos; cabe recalcar que, en el proceso de clasificación, la merma es del 20%, correspondiente a otros materiales, como las baterías, que no serán procesados por su peligrosidad.



Figura 5.5

Balace de materia del proceso de reciclaje de RAEE



5.3 Características de las instalaciones y equipos

5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos

Para la operación de tratamiento de RAEE, se seleccionaron las siguientes máquinas:

Tabla 5.6

Máquinas y equipos seleccionados

Item	Procesos	Máquinas / equipos
Clasificación de raee		
1	Transportar	Camión
2	Desmontar y clasificar	Faja transportadora
Reciclaje de plástico		
3	Transportar	Faja transportadora
4	Triturar	Molino
5	Transportar	Tornillo alimentador
6	Lavar	Tanque de lavado por flotación
7	Secar y centrifugar	Centrífuga
8	Peletizar	Peletizadora
9	Empaquetar	Empaquetadora
Reciclaje de metales		
10	Separar	Electroimán
11	Clasificar	Separadora industrial
12	Prensar	Prensa de chatarra
Reciclaje de circuitos electrónicos		
13	Triturar	Trituradora
14	Prensar	Prensa de chatarra
Almacenaje		
15	Transportar	Montacargas

5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

A continuación, se presentará la descripción y características de las máquinas y equipos seleccionados. Algunos de ellos como la faja transportadora y la prensa de chatarra se repiten en los procesos, por lo que se especifican una sola vez.

Figura 5.6

Separadora Industrial

Separadora Industrial	
Marca: Andritz	Modelo: MeWa QZ 1600
Capacidad: 5316 kg/hr	Precio: 25 000 USD
Dimensiones:	
- Diámetro: 1580 mm	
- Alto: 1580 mm	
- Ancho: 1200 mm	
Características:	
- Potencia: 217,5 HP	
- Todo tipo de material	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	



Nota: Adaptado de “Separado Industrial”, por Andritz, s.f. (http://www.dsp-technik.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/Prospekt_qz_e.pdf)

Figura 5.7

Trituradora

Trituradora	
Marca: Andritz	Modelo: UG 1600 MSL
Capacidad: 300 kg/hr	Precio: 10 000 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 1000 mm	
- Largo: 1200 mm	
- Alto: 1600 mm	
Características:	
- Potencia: 147,5 HP	
- N° de cuchillas: 40	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	
- Fluido Hidráulico	



Nota: Adaptado de “TUniversal Granulator UNI-CUT”, por MeWa Recycling Anlagen, s.f. (<http://www.kiesel.se/fil/Granulator.pdf>)

Figura 5.8

Cinta Transportadora

Cinta Transportadora	
Marca: Coparm	Modelo: TM 125 18
Capacidad: 8157 kg	Precio: 5000 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 2200 mm	
- Largo: 5000 mm	
- Altura: 1580 mm	
Características:	
- Cinta de planchas metálicas	
- Deslizamiento: 10ml/min	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	



Nota: Adaptado de “Cinta Transportadora de Cadena”, por Coparm, s.f. (<https://bit.ly/3T76kVw>)

Figura 5.9

Electroimán

Electroimán	
Marca: Jinniu	Modelo: MW5-70L/1
Capacidad: 200-380 kg	Precio: 500 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 700 mm	
- Largo: 800 mm	
- Alto: 160 mm	
Características:	
- Potencia: 3,3 KW	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	



Nota: Adaptado de “Electroimán”, por Alibaba, s.f. (<https://bit.ly/3CHYc8w>)

Figura 5.10

Cinta Transportadora

Cinta Transportadora	
Marca: Asian Machinery USA	Modelo: VM-LAVFIL300
Capacidad: 100 kg/hr	Precio: 3500 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 600 mm	
- Largo: 5000 mm	
- Alto: variable	
Características:	
- Motor: 2 HP	
- Cinta de planchas metálicas	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	



Nota: Adaptado de “Cinta Transportadora”, por Asian Machinery USA, s.f. (<https://asianmachineryusa.com/Reciclado-de-plasticos>)

Figura 5.11

Molino

Molino	
Marca: Asian Machinery USA	Modelo: SWP800
Capacidad: 100 kg/hr	Precio: 7500 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 900 mm	
- Largo: 1250 mm	
- Altura: 2100 mm	
Características:	
- Potencia: 50 HP	
- N° de Cuchillas: 18	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	



Nota: Adaptado de “Granulator”, por Asian Machinery USA, s.f. (<http://www.asian.se/fil/Granulator.pdf>)

Figura 5.12

Tornillo Alimentador

Tornillo Alimentador	
Marca: Asian Machinery USA	Modelo: VM-LAVFIL300
Capacidad: 100 kg/hr	Precio: 700 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 500 mm	
- Largo: 2500 mm	
- Alto: 2000 mm	
Características:	
- Motor: 4 HP	
- Acero inoxidable 304	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	
- Suministro de agua	



Nota: Adaptado de “Tornillo Alimentado”, por Asian Machinery USA, s.f. (<https://bit.ly/3CKb9OW>)

Figura 5.13

Tanque de Lavado por Flotación

Tanque de Lavado por Flotación	
Marca: Asian Machinery USA	Modelo: VM-LAVFIL300
Capacidad: 100 kg/hr	Precio: 6000 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 1200 mm	
- Largo: 6000 mm	
- Altura: 1600 mm	
Características:	
- Acero inoxidable 304	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	
- Agua	



Nota: Adaptado de “Tanque de lavado”, por Asian Machine, s.f. (<http://www.asianmachineryusa.com>)

Figura 5.14

Sistema de Secado

Sistema de Secado por aire caliente	
Marca: Asian Machinery USA	Modelo: VM-LAVFIL300
Capacidad: 100 kg/hr	Precio: 2500 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 1100 mm	
- Largo: 1200 mm	
- Altura: 1800 mm	
Características:	
- Pot. calentamiento: 49 HP	
- Pot. Motor: 10 HP	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	
- Aire caliente	

Nota: Adaptado de “Sistema de secado”, por Asian Machinery USA, s.f. (<https://asianmachineryusa.com/Reciclado-de-plasticos>)

Figura 5.15

Centrífuga

Centrífuga	
Marca: Asian Machinery USA	Modelo: VM-VDD10
Capacidad: 100 kg/hr	Precio: 2500 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 800 mm	
- Largo: 1000 mm	
- Alto: 1200 mm	
Características:	
- Acero inoxidable 304	
- Potencia motor: 9 HP	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	

Nota: Adaptado de “Centrífuga”, por Asian Machinery USA, s.f. (<http://www.asianmachineryusa.com>)

Figura 5.16

Peletizadora de alimentación por tolva

Peletizadora	
Marca: PolyStar	Modelo: Repro-Direct85
Capacidad: 100 kg/hr	Precio: 15 000 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 1600 mm	
- Largo: 3000 mm	
- Alto: 1800 mm	
Características:	
- Potencia: 70 KW	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	

Nota: Adaptado de “Máquina de reciclaje con alimentación por tolva”, por PolyStar, s.f. (<https://bit.ly/3ysGovq>)

Figura 5.17

Empaquetadora

Empaquetadora	
Marca:	Modelo: ECF70-1100
Capacidad: 95 kg/hr	Precio: 10 000 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 2240 mm	
- Largo: 3280 mm	
- Alto: 3450 mm	
Características:	
- Dimensión sacos: 50x35 cm	
-Potencia: 4,2 HP	
Requerimientos:	
- Energía eléctrica 240V	
- Sacos	

Nota: Adaptado de “Ensacadora Continua”, por ArcoMet 7, s.f. (<http://www.arcomet7.com>)

Figura 5.18


Montacarga

Montacarga	
Marca: Caterpillar	Modelo: DP45
Capacidad: 4500 kg	Precio: 8000 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 1000 mm	
- Largo: 1600 mm	
- Altura levantamiento: 4,7m	
Características:	
- Potencia motor: 71 KW	
Requerimientos:	
- Combustible (140 L)	

Nota: Adaptado de “Cargadores de ruedas pequeños”, por Caterpillar, s.f. (<https://www.cat.com.pe>)

Figura 5.19

Prensa

Prensa	
Marca: Jining Qingke M. Co.	Modelo: JD-400
Capacidad: 6.8-8.0 ton/hra	Precio: 11 300 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 2000 mm	
- Largo: 3000 mm	
- Alto: 1200 mm	
Características:	
- Tamaño de bloque: 50x60 cm	
-Potencia: 90 kW	
Requerimientos:	
- Combustible	

Nota: Adaptado de “Scrap steel block moulding machine”, por Alibaba, s.f. (<https://www.alibaba.com>.)

Figura 5.20

Camión

Camión	
Marca: HINO	Modelo: FC 1021
Capacidad: 7,2 toneladas	Precio: 20 000 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 2190 mm	
- Largo: 7405 mm	
- Alto: 2465 mm	
Características:	
-Torque máx.: 65 kgf-m	
-Potencia: 210 PS	
Requerimientos:	
- Combustible (tanque: 200L)	



Nota: Adaptado de “Camión FC 1021”, por Hino Perú, s.f. (<https://www.hinoperú.com.pe>)

Figura 5.21

Contenedor Móvil

Contenedor Móvil	
Marca: DISA	Modelo: GS Metálico
Capacidad: 1700 lts	Precio: 500 USD
Dimensiones:	
- Ancho: 1770 mm	
- Largo: 1140 mm	
- Alto: 1402 mm	
Características:	
- Impermeable	
- Incluye sistema pedal	
- Tapa curvaada	
Requerimientos:	
- Mantenimiento mensual	



Nota: Adaptado de “Contenedor Móvil”, por Disa, s.f. (<https://www.disa.com.pe>)

5.4 Capacidad instalada

Para realizar el cálculo de la capacidad de planta, es necesario conocer la capacidad de procesamiento de cada máquina o equipo utilizados. Del mismo modo se establecen los factores de utilización, que considera la desviación entre las horas reales y las productivas, y de eficiencia, que considera la desviación entre las horas estándar y las productivas utilizadas para realizar una misma cantidad de producto. Los factores que se utilizarán serán los siguientes:

Eficiencia=85%

$$\text{Utilización} = \frac{(9\text{horas}-0,25\text{hr de preparación}-0,75\text{hr de refrigerio})}{9 \text{ horas por turno}} = 89\%$$

Para este último factor se consideran 9 horas por turno, donde 8 son las horas efectivas de trabajo, aparte de ello se darán 15 minutos para la preparación de las maquinarias y el personal con los debidos EPP's y 45 minutos de refrigerio y descanso del personal.

5.4.1 Cálculo detallado del número de máquinas y operarios

Una vez hallados los factores de utilización y eficiencia, se puede realizar el cálculo del número de máquinas y operarios que se requerirán para el proceso de reciclaje. Se tomó la demanda proyectada al año 5 y la capacidad de procesamiento de las máquinas, especificadas en sus fichas técnicas.

El requerimiento de mano de obra en el proceso de desmantelación y clasificación de RAEE es significativo. En el caso del tratamiento del plástico, los operarios son requeridos sólo para la inspección de parámetros y del buen funcionamiento de las máquinas o para el mantenimiento de las mismas, puesto que es un proceso en línea y las máquinas realizan todo el trabajo.

En cuanto a la recuperación de metales y circuitos electrónicos es necesaria la presencia de una mayor cantidad de operarios para cargar las máquinas con los residuos, almacenar los bloques compactados una vez terminado el proceso y controlar las máquinas según lo requerido.

Es por ello, que después de analizar el porcentaje de ocupación de la maquinaria, se establece la necesidad de 22 operarios para la operación de la planta de reciclaje. En las siguientes tablas, se puede visualizar los cálculos realizados y el número de operarios y máquinas necesarias para cada proceso:

Tabla 5.7*Cálculo para el número de operarios*

Operación	Producción Total (kg/hra)	Tiempo estándar x und (hra)	U	E	Tiempo en el periodo	Nº de operarios
RECOLECCIÓN DE RAEE						
Transporte	337,15	6,14	0,89	0,85	2496	2
Desmontar y Clasificar	269,72	75	0,89	0,85	2496	11
PLÁSTICO						
Transportar	1,05	0,30	0,89	0,85	2496	
Separar	1,04	0,30	0,89	0,85	2496	
Triturar	1,04	0,30	0,89	0,85	2496	
Transportar	1,04	0,30	0,89	0,85	2496	
Lavar	1,00	0,30	0,89	0,85	2496	2
Secar y Centrifugar	0,96	0,30	0,89	0,85	2496	
Peletizar	0,93	0,50	0,89	0,85	2496	
Empaquetar	0,93	0,80	0,89	0,85	2496	
METALES						
Transportar	325,80	5,95	0,89	0,85	2496	2
Separar	325,80	1,99	0,89	0,85	2496	1
Prensar	325,80	12,00	0,89	0,85	2496	3
CIRCUITOS ELECTRÓNICOS						
Transportar	10,31	3,90	0,89	0,85	2496	
Triturar	10,26	1,50	0,89	0,85	2496	1
Prensar	10,26	2,50	0,89	0,85	2496	

Se proyecta que, para el quinto año de operación, se podrá contratar una mayor cantidad de operarios según el crecimiento de la empresa y el aumento de la cantidad de materia prima y de ese modo poder abastecer la planta de reciclaje.

Tabla 5.8*Cálculo para el número de máquinas*

Operación / Máquina	Producción Total (kg)	Tiempo estándar por unid. (hra)	U	E	Tiempo en el periodo	N° de máq.
RECOLECCIÓN Y RECICLAJE DE RAEE						
Transporte / Camión	337,15	0,125	0,89	0,85	2496	1
Desmontar y Clasificar / Cinta transportadora	269,72	0,972	0,89	0,85	2496	3
Separar / Cinta Transportadora	1,04	22,472	0,89	0,85	2496	1
Triturar / Trituradora	1,04	22,585	0,89	0,85	2496	1
Transportar / Tornillo alimentación	1,04	22,698	0,89	0,85	2496	1
Lavar / Lavadora	1,00	22,698	0,89	0,85	2496	1
Secar y Centrifugar / Sistema de secado	0,96	23,512	0,89	0,85	2496	1
Peletizar / Peletizadora	0,93	24,594	0,89	0,85	2496	1
Empaquetar / Empaquetadora	0,93	38,032	0,89	0,85	2496	1
Clasificar / Electroimán	325,80	0,095	0,89	0,85	2496	1
Separar / Separadora	325,80	0,753	0,89	0,85	2496	2
Prensar / Prensa	336,11	1,217	0,89	0,85	2496	3
Triturar / Trituradora	10,26	23,691	0,89	0,85	2496	2

En el caso de la maquinaria, para el primer año de operación se implementará sólo 1 cinta transportadora para el desmontaje y clasificación de RAEE. En el caso de la clasificación y prensado de metales, se contará con 1 Separadora Industrial, 2 prensas y 1 trituradora.

Se proyecta que para el quinto año de operación de la planta se podrá ir aumentando el número de máquinas según requerimiento.

Por último, aparte de las máquinas mencionadas en el cuadro, se comprará 1 montacargas para el almacenaje de los bloques de metal y 4 contenedores de plástico, móviles, para la clasificación de los elementos.

5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada

Para el cálculo de la capacidad de planta, se requieren los factores de utilización (U), eficiencia (E), el número de máquinas de cada operación y la cantidad de materia prima que entra a cada una. Para el presente proyecto se calculó la capacidad de planta en base

a la línea de producción del plástico y al tratamiento de los metales y circuitos electrónicos antes de ser exportados. La capacidad total instalada en la planta será la suma nominal de las capacidades individuales halladas en cada proceso, ésta es 41,55 toneladas/semana, que son 2160,75 toneladas/año. Considerando que se trabajará 8 horas efectivas por turno, 1 turno por día, 6 días a la semana y 52 semanas al año.

En la siguiente tabla se pueden ver los cálculos realizados y se resaltan las capacidades, en toneladas/semana, obtenidas en el proceso de recolección de RAEE, reciclaje de plástico y tratamiento de metales y circuitos electrónicos:



Tabla 5.9

Cálculo capacidad de planta

Operación	QE		P (kg/hra)	M	Hrs/ turno	Turno /día	Día/ sem	U	E	CO (kg/sem)	Fc	COPT (ton/sem)
	Demanda	Unidades										
Recolección de raee												
Transporte	337,15	kg RAEE	2700	1	8	1	6	0,89	0,85	98 042	0,50	49,02
Desmontar y Clasificar	269,72	kg RAEE	300	3	8	1	6	0,89	0,85	32 681	0,50	16,34
Total	674,30	kg RAEE										
Plástico												
Separar	1,05	kg plástico	250	3	8	1	6	0,89	0,85	27 234	0,15	4,05
Triturar	1,04	kg plástico	100	1	8	1	6	0,89	0,85	3631	0,15	0,54
Transportar	1,04	kg plástico	100	1	8	1	6	0,89	0,85	3631	0,15	0,53
Lavar	1,04	kg plástico	100	1	8	1	6	0,89	0,85	3631	0,15	0,53
Secar y Centrifugar	1,00	kg plástico	100	1	8	1	6	0,89	0,85	3631	0,14	0,52
Peletizar	0,96	kg plástico	100	1	8	1	6	0,89	0,85	3631	0,14	0,49
Empaquetar	0,93	kg plástico	150	1	8	1	6	0,89	0,85	5447	0,13	0,72
Total	7,07	kg plástico										
Metales												
Separar	325,80	kg metales	380	2	8	1	6	0,89	0,85	27 597	0,50	13,80
Prensar	325,80	kg metales	7000	3	8	1	6	0,89	0,85	762 552	0,50	381,28
Total	651,60	kg metales										
Circuitos Electrónicos												
Triturar	10,31	kg circuitos	300	2	8	1	6	0,89	0,85	21 787	0,50	10,92
Prensar	10,26	kg circuitos	7000	1	8	1	6	0,89	0,85	254 184	0,50	126,77
Total	20,57	kg circuitos										

5.5 Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto

5.5.1 Calidad de la materia prima

Con respecto a la materia prima, la calidad de ésta no es un factor crítico para el proyecto, debido a que se trata de residuos. Los RAEE son generalmente los artefactos que las personas ya no consideran necesarios o que ya cumplieron con su periodo de vida útil. Es por ello que no afectan la calidad del producto final ni el flujo de operaciones.

5.5.2 Calidad de los insumos

En cuanto a los insumos, éstos se obtendrán de proveedores autorizados para garantizar la calidad de los mismos. Dentro de los insumos más importantes están la soda cáustica y el detergente que serán utilizados en el proceso de lavado del plástico y los sacos para empaquetar los pellets. Los requerimientos de cada uno se explican a continuación:

- Soda cáustica: En estado líquido, incoloro. Disuelta en agua al 50% y debe contener el aditivo AD-G que ayuda a remover los hongos y elimina los anillos de oxidación y las impurezas pesadas del material. También ayuda a mantener la generación de espuma controlada. (QuimiCogaDR, s.f.).
Para su almacenamiento, el líquido debe estar contenido en envases especiales y debe ser ubicado en un ambiente cálido y seco con un mínimo de 14°C y alejada de otras sustancias químicas para evitar su mezcla accidental. También deberá ser manipulada con las medidas de seguridad pertinentes y con el uso de EPP's obligatorio.
- Detergente: En estado líquido, incoloro. Se busca que el detergente sea biodegradable para disminuir el impacto ambiental del proyecto.
- Sacos: Se utilizarán sacos de papel ecológico con la etiqueta impresa donde se indicará el peso (25kg), el número de lote y otra información relevante.

Dichos insumos se revisarán cada vez que lleguen a la planta de reciclaje para verificar que estén empaquetados correctamente, para evitar daños del mismo o contaminación en el almacén.

5.5.3 Calidad del proceso

Algunas de las medidas que se tomarán para resguardar la calidad de los procesos serán las siguientes: los operarios deberán verificar que no se filtren piezas de plástico o vidrio dentro de la prensa de metales y chatarra, el tamaño del triturado de los circuitos electrónicos debe ser constante a lo largo del proceso, las máquinas deben estar programadas según los parámetros requeridos, entre otros.

Para ello, los operarios recibirán capacitaciones constantes en el buen manejo de las máquinas, el uso de los equipos y en todos los procesos para mejorar la eficiencia de los mismos.

Por último, con respecto a la maquinaria y equipos necesarios para el reciclaje de los RAEE, éstos se comprarán a nivel nacional y si no hubiese, serán importados. Todas las máquinas y equipos pasarán por una revisión técnica y contarán con un plan de mantenimiento para que cumplan su tiempo de vida útil sin ningún inconveniente.

5.5.4 Calidad del producto

Como se mencionó en capítulos anteriores, los pellets de plástico obtenidos como producto final conservan la calidad inicial que corresponde al tipo de plástico ABS.

En cuanto a los metales y tarjetas electrónicas, se exportarán como chatarra para ser tratados en países que cuenten con la tecnología necesaria. Los requerimientos de calidad se encuentran detallados en las especificaciones técnicas de los productos descritas en el punto 5.1.

5.6 Estudio de Impacto Ambiental

La conservación del medio ambiente es un factor muy importante para este proyecto puesto que busca establecer economías circulares mediante el reciclaje de RAEE.

El estudio del impacto ambiental se realizará elaborando la matriz de Leopold, la cual es de carácter cualitativo, donde se identifican y valoran los impactos al medio ambiente procedentes de las acciones que se realicen para la instalación de la planta de reciclaje. Como el presente proyecto es un estudio de pre-factibilidad, se considera también la etapa de construcción de la planta.

En las columnas, se ubican las principales actividades del proyecto que podrían provocar un impacto ambiental; en las filas se consideran todos aquellos factores ambientales asociados a estas actividades. En la intersección de ambos se encuentran cuadrículas que admiten dos valores, los cuales son:

- Magnitud, según el número del 1 al 10, en el que 10 es la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado. Se anota en la parte superior de la celda indicando con un signo negativo (-) o uno positivo (+) el tipo de impacto que representa.
- Importancia, indica el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones. Son valores del 1 al 10, donde 10 es el más importante.

A continuación, se presenta matriz de Leopold del proyecto:



Figura 5.22

Matriz de LEOPOLD

Factores Ambientales			Acciones del proyecto	Construcción de la Planta			Operación de la Planta						EVALUACIONES								
			Preparación de suelos	Construcción de planta	Instalación de equipos	Desmontaje de artefactos	Clasificado y Separado	Triturado	Lavado	Secado y Centrifugado	Peletizado	Prensado	Empaquetado	Almacenado							
a. Características físicas y químicas	Tierra	a. Materiales construcción	-1	1	-4	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-5	2	-12		
		b. Suelos	-1	3	-1	3	-1	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-5	8		
		c. Geomorfología	-1	1	-1	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-2	2	12	
	Agua	a. Superficiales	/	/	-3	2	/	/	/	/	-1	1	/	/	/	/	/	-4	3	-19	
		b. Subterráneas	-4	2	-2	2	/	/	-3	2	-3	2	-1	1	/	/	/	-13	9		
		c. Calidad	/	/	/	/	/	/	-1	1	-1	1	/	/	/	/	/	-2	2	14	
	Atmósfera	a. Calidad	/	/	/	/	-2	1	-2	1	-2	1	/	/	/	/	-1	1	-7	4	-23
		b. Ruidos	-5	1	-2	3	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-16	13	
		c. Temperatura	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	17	
Procesos	a. Erosión	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	-5		
	b. Compactación	-1	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-1	1			
	c. Estabilidad	-1	1	/	/	-2	1	-1	1	/	/	/	/	/	/	/	-4	3	4		
b. Condiciones Biológicas	Flora	a. Árboles	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	-2		
		b. Arbustos	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0			
		c. Pastos	-2	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-2	1	1	
	Fauna	a. Aves	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	
		b. Animales terrestres	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0		
		c. Peces	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	

(Continúa)

(continuación)

c. Factores culturales	Uso de la tierra	a. Residencial																			0	0	-10																								
		b. Comercial																				0		0																							
		c. Industrial	-5	2	-5	2																-10		4	4																						
	Estéticos e intereses humanos	a. Vista panorámica			-1	3																-1	3	-5																							
		b. Calidad de desolación																				0	0																								
		c. Cualidades de espacios abiertos			-1	3																-1	3																								
		d. Paisajes																				0	0																								
		e. Armonía y clima social			-2	1		-1	1													-3	2		8																						
	Nivel Cultural	a. Estilo de vida			6	9																6	9	100																							
		b. Empleo	9	4	9	4	7	4	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5		6																						
		c. Salud y Seguridad			6	6		2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6		2																						
		d. Bienestar																				0	0																								
	Servicio e infraestructura	a. Estructuras																				0	0	14																							
		b. Red de transportes																				0	0																								
		c. Red de servicios			5	6		2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6		2																						
		d. Residuos y material excedente	-1	1	-2	1		-2	1	-2	1	-2	1									-9	5		65																						
d. Relaciones ecológicas	a. Salinización de recursos de agua																				-4	2	-4																								
	b. Vectores de enfermedades																				0	0																									
	c. Cadena alimenticia																				0	0		2																							
EVALUACIONES		-13	18	2	47	5	6	1	23	4	21	3	22	2	23	2	23	6	21	8	19	8	19	6	20	34																					
		-6																					71	40																						191	308

Como se ve en la tabla anterior, el impacto que el proyecto tendrá con respecto al medio ambiente es positivo ya que, trae consigo no solo la reducción y el tratamiento de residuos sino también la generación de empleo y la dinamización de las economías locales, que estén dentro del área de influencia del proyecto.

Se debe tener en cuenta que también existen algunos impactos negativos al entorno, sobre todo en la etapa de construcción de la planta, para los cuales se buscarán acciones de control con el fin de prevenirlos o mitigarlos.

En la siguiente tabla, se describirán algunas de las medidas de prevención que se tomarán contra los impactos.

Tabla 5.10

Medidas de control para la prevención de impactos

Impacto	Medidas de control para prevenir/mitigar los impactos ambientales
Daños en la salud de los trabajadores por exceso de ruido	<ul style="list-style-type: none"> El uso de tapones auditivos será obligatorio para todos los operarios y personal administrativo que ingrese a la planta de reciclaje.
Contaminación de la atmósfera por emisión de gases y vapores	<ul style="list-style-type: none"> Se cambiará el uso de petróleo por GNV para los camiones de recolección de RAEE.
Emisión de residuos sólidos no peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> La empresa tendrá una política de mínima emisión de residuos, los sobrantes del proceso de reciclaje de plástico serán reprocesados. En cuanto a los metales, todo será prensado y exportado como chatarra.
Emisión de residuos sólidos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> La empresa almacenará todos los residuos peligrosos, como las baterías, que no serán tratadas en la planta, para desecharlas en rellenos sanitarios especializados. Los operarios que las manipulen deberán usar los equipos de protección necesarios.

5.7 Seguridad y Salud ocupacional

Para el análisis de seguridad y salud ocupacional del proyecto, se utilizará la matriz IPERC donde se identifican los peligros y riesgos asociados a cada proceso desde la recolección de RAEE hasta el reciclaje de plástico y el prensado de la chatarra y los metales para su exportación.

Dentro del proceso de reciclaje se debe tener especial cuidado con los residuos peligrosos, como lo son las baterías. Los operarios deberán estar equipados con el equipo de protección necesario y separarán dichos elementos para almacenarlos con medidas de seguridad, luego serán transportados a rellenos sanitarios especializados.

Los criterios que se usarán para la evaluación de la matriz son el nivel de probabilidad y el nivel de consecuencia. Los puntajes de dichos criterios se especifican en la siguiente tabla, así como la estimación del nivel de riesgo:

Tabla 5.11

Criterios de Evaluación de Matriz IPER

Nivel de probabilidad				
Índice	Personas Expuestas	Procedimientos existentes	Capacitación	Exposición al Riesgo
1	De 1 a 3	Existen son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año Esporádicamente
2	De 4 a 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes Eventualmente
3	Más de 12	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez al día Permanentemente

Nivel de consecuencia		Estimación del nivel de riesgo	
Índice	Severidad	Grado de riesgo	Puntaje
1	Lesión sin incapacidad	Trivial (T)	4
2	Disconfort / Incomodidad Molestias e incomodidad (MI)	Tolerable (TO)	De 5 a 8
	Lesión con incapacidad temporal	Moderado (MO)	De 9 a 16
3	Daño a la salud	Importante (IM)	De 17 a 24
	Daño a la salud reversible (DR)	Intolerable (IT)	De 25 a 36
	Lesión con incapacidad permanente		
	Daño a la salud irreversible Daño a la salud irreversible (DI)		

Con estos valores se califican los diferentes peligros y riesgos que conlleva la instalación de una planta de reciclaje de RAEE. A continuación, se presenta la matriz IPERC del proyecto.



Figura 5.23

Matriz IPERC

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS (IPER)													
Datos del Trabajo a Realizar:													
ÁREAS: PLANTA DE RECICLAJE							ACTIVIDAD: RECICLAJE DE RAEE						
PUESTO DE TRABAJO	FUNCIONES / TAREAS REALIZADAS	PELIGRO	RIESGO	ÍNDICE DE PROBABILIDAD					ÍNDICE DE SEVERIDAD	RIESGO = PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DEL RIESGO	RIESGO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROL
				ÍNDICE DE PERSONAS EXPUESTAS (A)	ÍNDICE DE PROC. EXISTENTES (B)	ÍNDICE DE CAPACITACIÓN (C)	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO (D)	NIVEL DE PROBABILIDAD (A+B+C+D)					
OPERARIOS DE PLANTA DE RECICLAJE	Recolección y Transporte de RAEE	Fallas técnicas del equipo	Probabilidad de ocurrencia de accidentes	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Revisión y Mantenimiento del equipo
		Manejo inadecuado	Probabilidad de atropello o accidentes	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Choferes capacitados y con documentos en regla
		Presencia de elementos punzocortantes	Probabilidad de cortes en la piel	2	2	1	2	7	1	7	TO	NO	Uso de guantes de cuero
		Artefactos pesados	Probabilidad de lesiones en la espalda	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Capacitación en manipulación de cargas. Levantamiento de carga entre 2 personas.
	Desmontaje de Artefactos	Presencia de elementos punzocortantes	Probabilidad de cortes en la piel	11	1	1	3	16	1	16	MO	NO	Uso de EPPS: guantes de cuero, mascarillas para polvo, lentes, casco, zapatos punta de acero.
		Artefactos pesados	Probabilidad de lesiones en la espalda	11	1	1	3	16	1	16	MO	NO	Capacitación en manipulación de cargas. Levantamiento de carga entre 2 personas.
	Clasificado y Separado de piezas	Presencia de elementos punzocortantes	Probabilidad de cortes en la piel	11	1	1	3	16	1	16	MO	NO	Uso de EPPS: guantes de cuero, mascarillas para polvo, lentes, casco, zapatos punta de acero.
		Elementos peligrosos	Probabilidad de contaminación	4	1	1	2	8	2	16	MO	NO	Uso de EPPS: guantes de cuero, mascarillas para polvo, lentes, casco, zapatos punta de acero.
	Triturado de plástico	Máquina electrificada	Probabilidad de electrocución	2	1	1	2	6	1	6	TO	NO	Uso de EPPS, señalización de enchufes
		Máquina automática	Probabilidad de atrapamiento	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Uso de EPPS, uso de barreras de seguridad.
Elementos punzocortantes		Probabilidad de cortes en la piel	2	1	1	2	6	1	6	TO	NO	Uso de EPPS: guantes de cuero, mascarillas para polvo, lentes, casco, zapatos punta de acero.	

(continúa)

(continuación)

PUESTO DE TRABAJO	FUNCIONES / TAREAS REALIZADAS	PELIGRO	RIESGO	INDICE DE PROBABILIDAD					INDICE DE SEVERIDAD	RIESGO = PROBABILIDAD X SEVERIDAD	NIVEL DEL RIESGO	RIESGO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROL
				ÍNDICE DE PERSONAS EXPUESTAS (A)	ÍNDICE DE PROC. EXISTENTES (B)	ÍNDICE DE CAPACITACIÓN (C)	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO (D)	NIVEL DE PROBABILIDAD (A+B+C+D)					
OPERARIOS DE PLANTA DE RECICLAJE	Lavado	Máquina electrificada	Probabilidad de electrocución	2	1	1	2	6	1	6	TO	NO	Uso de EEPS, señalización de enchufes
		Sustancias tóxicas	Probabilidad de quemaduras	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Uso de EEPS: mascarilla con filtro, guantes, zapatos dieléctricos, casco, uniforme completo
	Secado y Centrifugado	Máquina electrificada	Probabilidad de electrocución	2	1	1	2	6	1	6	TO	NO	Uso de EEPS, señalización de enchufes
	Peletizado	Máquina electrificada	Probabilidad de electrocución	2	1	1	2	6	1	6	TO	NO	Uso de EEPS, señalización de enchufes
		Máquina automática	Probabilidad de atrapamiento	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Uso de EPPS, uso de barreras de seguridad.
		Ruido de la máquina	Probabilidad de daños en la salud de trabajadores	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Uso de EEPS, tapones de oídos
	Empaquetado	Elementos pesados	Probabilidad de lesiones en la espalda	2	1	1	2	6	1	6	TO	NO	Capacitación en manipulación de cargas. Levantamiento de carga entre 2 personas.
	Triturado de circuitos	Máquina electrificada	Probabilidad de electrocución	1	1	1	3	6	1	6	TO	NO	Uso de EEPS, señalización de enchufes
		Máquina automática	Probabilidad de atrapamiento	1	1	1	3	6	2	12	MO	NO	Uso de EPPS, uso de barreras de seguridad.
		Elementos punzocortantes	Probabilidad de cortes en la piel	1	1	1	3	6	1	6	TO	NO	Uso de EPPS: guantes de cuero, mascarillas para polvo, lentes, casco, zapatos punta de acero.
	Separado de metales	Máquina electrificada	Probabilidad de electrocución	6	1	1	3	11	1	11	MO	NO	Uso de EEPS, señalización de enchufes
		Elementos punzocortantes	Probabilidad de cortes en la piel	6	1	1	3	11	1	11	MO	NO	Uso de EPPS, uso de barreras de seguridad.
	Prensado	Máquina electrificada	Probabilidad de electrocución	3	1	1	2	7	1	7	TO	NO	Uso de EEPS, señalización de enchufes
		Máquina automática	Probabilidad de atrapamiento	3	1	1	2	7	2	14	MO	NO	Uso de EPPS, uso de barreras de seguridad.
		Elementos punzocortantes	Probabilidad de cortes en la piel	3	1	1	2	7	1	7	TO	NO	Uso de EPPS: guantes de cuero, mascarillas para polvo, lentes, casco, zapatos punta de acero.
		Elementos pesados	Probabilidad de lesiones en la espalda	3	1	1	2	7	2	14	MO	NO	Capacitación en manipulación de cargas. Levantamiento de carga entre 2 personas.
	Almacenado	Mala manipulación de montacargas	Probabilidad de atropello o accidentes	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Operarios capacitados para el manejo de montacargas. Planta con señalización.
Fallas técnicas del equipo		Probabilidad de ocurrencia de accidentes	2	1	1	2	6	2	12	MO	NO	Revisión y Mantenimiento del equipo	

Como se observa en la matriz, los operarios están expuestos a riesgos de nivel tolerable (TO) y moderado (MO), éstos últimos requieren de esfuerzos para reducirlos; como se expone en las medidas de control, se implementarán las barreras de seguridad alrededor de las máquinas que puedan ocasionar atrapamiento de extremidades, en el caso de la recolección de RAEE o almacenamiento, el personal encargado estará debidamente capacitado y los vehículos serán revisados continuamente para evitar accidentes.

Por otro lado, en el desmontaje y clasificación de los RAEE los operarios deberán usar el equipo de protección personal de forma obligatoria. Dicho equipo constará de: uniforme completo (pantalón y chaqueta) de un material grueso, casco, lentes de seguridad, mascarillas para polvo, guantes de cuero y zapatos punta de acero. En el caso de la línea de reciclaje del plástico, los operarios usarán botas con punta de acero para evitar golpes o lesiones y aumentarán los tapones de oído por el ruido de la maquinaria.

Dentro del proyecto, se identificaron también los distintos tipos de extintores que serán necesarios dentro de las instalaciones para asegurar la integridad y seguridad de los empleados y de los activos del proyecto.

Se necesitarán extintores de polvo químico seco (PQS) como agente extintor, esto es con el objetivo de contener los posibles incendios producidos por corto circuito y también ante la posibilidad de fugas de corriente. Estos extintores se colocarán a lo largo de la línea de producción, en los almacenes y en las oficinas administrativas.

5.8 Sistema de mantenimiento

Se ha planteado un plan de mantenimiento preventivo que se dará de acuerdo al uso de cada máquina y a sus especificaciones técnicas. Se intentará realizar los mantenimientos durante los periodos en los que la producción sea menor para no alterar la cantidad de oferta que tendrá la planta. En la siguiente tabla se muestra la frecuencia de los mantenimientos según máquina:

Tabla 5.12

Tipo de mantenimiento según máquina

Operación	Máquina / Equipo	Tipo de Mantenimiento	Frecuencia
Transportar	Camión	Preventivo/Según uso	cada 15 000 km
Desmontar y Clasificar	Faja Transportadora	Preventivo/Según uso	cada 250 hrs

(continúa)

(continuación)

Operación	Máquina / Equipo	Tipo de Mantenimiento	Frecuencia
Transportar	Faja Transportadora	Preventivo/Según uso	cada 1250 hrs
Triturar	Molino	Preventivo/Según uso	cada 1250 hrs
Transportar	Tornillo Alimentador	Preventivo/Según uso	cada 1250 hrs
Lavar	Tanque de Lavado por Flotación	Preventivo/Según uso	cada 1250 hrs
Secar y Centrifugar	Centrífuga	Preventivo/Según uso	cada 1250 hrs
Peletizar	Peletizadora	Preventivo/Según uso	cada 1250 hrs
Empaquetar	Empaquetadora	Preventivo/Según uso	cada 1250 hrs
Separar	Electroimán	Preventivo/Según uso	cada 2000 hrs
Clasificar	Separadora Industrial	Preventivo/Según uso	cada 300 hrs
Prensar	Prensa de Chatarra	Preventivo/Según uso	cada 200 hrs
Transportar	Montacargas	Preventivo/Según uso	cada 250 hrs

Estos mantenimientos constarán de actividades importantes como la inspección de la máquina para determinar su estado y actividades de conservación, como lo son la lubricación, limpieza, cambios de aceite y lubricantes, entre otros, de ser necesario, es harán actividades de corrección y/o restauración. Dentro de estos mantenimientos también se asegurará que las maquinas cumplan con las principales normas de seguridad y salud en el trabajo, como la medición del ruido.

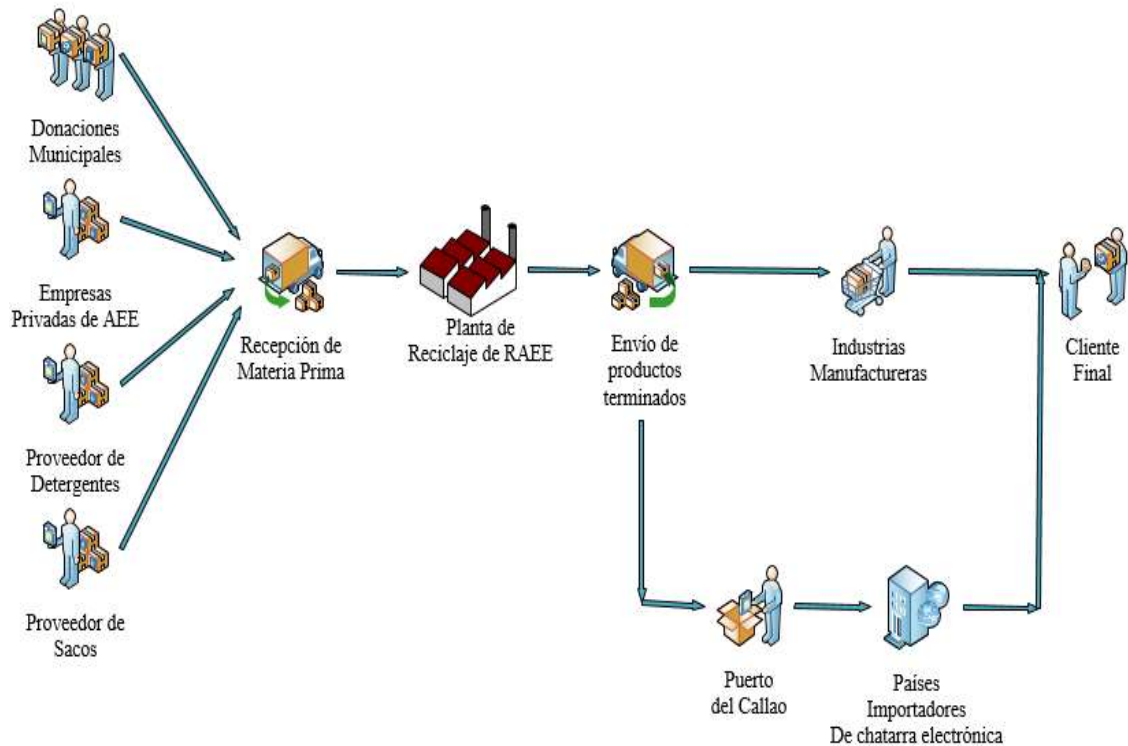
Debido a la frecuencia en que se darán estos mantenimientos, no será necesario contratar personal tercero especializado, por lo que se recurrirá a dar capacitación a los operarios para que sean ellos los que realicen los mantenimientos y ante cualquier falla o daño que pueda presentarse puedan arreglarlo.

5.9 Diseño de la Cadena de Suministro

Una cadena de suministro es un conjunto de actividades u operaciones involucradas para llevar a cabo el proceso de venta de un producto. La conforman los proveedores, los clientes, la empresa fabricante de bienes, la distribución, transporte y entrega de los mismos. En este proyecto, la planta de reciclaje toma el papel de empresa fabricante, ya que después de los procesos de recuperación se obtendrá materia prima secundaria como lo son el plástico, el cobre y el aluminio. En el siguiente esquema se podrá visualizar la cadena de suministro del proyecto:

Figura 5.24

Cadena de suministro del proyecto



Por otro lado, la planta de reciclaje contará con proveedores homologados, cabe resaltar que todos ellos pasarán por un proceso de evaluación para medir la calidad de sus productos, los cuales pasarían a ser parte de los insumos necesarios para la producción. Los proveedores son los siguientes:

- **Proveedor del detergente y soda cáustica:** Como se dijo anteriormente, el detergente estará conformado por una mezcla de soda cáustica y agua, existen varias empresas distribuidoras de productos químicos que operan a nivel nacional, tienen un tiempo de entrega de hasta una semana como máximo. Se comprará el detergente en sacos de 4 kg con dimensiones de 40x18x10 cm y la soda en envases de 1,25 kg (1 litros) con dimensiones de 13,3x8,4x19,4 cm. Algunas de las empresas situadas en Lima Metropolitana son:
 - Productos Industriales Perú
 - IDSA Perú
 - Vergara S.A.
- **Proveedor de sacos y etiquetas:** Los sacos utilizados garantizarán la protección del producto terminado en el caso de los pellets de plástico y el mantenimiento de la calidad del mismo, éstos sacos serán de 25 kg de

capacidad y tendrán una medida de 65x45 cm. Las etiquetas ayudarán a identificar el lote de producción de los productos finales. Algunas de las empresas son:

- Norsac Perú
- Ibero Plast Perú
- Industrial Graphics
- ICodPerú
- Perú Logotex Adhesive Labels

En lo que respecta al transporte y distribución, tanto la recolección de RAEE como el envío de los sacos de pellets a los clientes y los bloques de chatarra electrónica al puerto del Callao, se realizará en camiones. En el caso de éstos últimos, se exportarán dentro de contenedores cada vez que se tenga la cantidad suficiente como para cubrir los gastos operativos y generar una ganancia.

5.10 Programa de producción

Para determinar el programa de producción del plástico se tendrá en cuenta la demanda anual calculada y el stock de seguridad.

- **Plástico:** Para este producto se considerará un stock de seguridad proporcional a la cantidad de demanda que se busca satisfacer:

Tabla 5.13

Stock de seguridad del plástico

	Demanda anual (kg)	SS (kg)
2021	18 847,53	736,82
2022	15 598,85	609,82
2023	12 350,17	482,81
2024	9101,50	355,81
2025	5852,82	228,81
2026	2604,14	101,81

Con este dato se procede a realizar el programa de producción, teniendo en cuenta que la política de inventarios es similar a la del stock de seguridad, manteniendo inventarios equivalentes a la demanda mensual, lo cual se realiza para poder contrarrestar cualquier posible retraso o problema en la recolección de RAEE.

Tabla 5.14*Programa de producción del plástico*

	Demanda anual (kg)	Inventario Final (kg)	SS (kg)	Prog. Prod (kg/año)	Prog. Prod (kg/mes)	Prog. Prod (kg/sem)
2021	18 847,53	736,82	736,82	20 321,17	1693,43	393,82
2022	15 598,85	609,82	609,82	16 818,49	1401,54	325,94
2023	12 350,17	482,81	482,81	13 315,80	1109,65	258,06
2024	9101,50	355,81	355,81	9813,12	817,76	190,18
2025	5852,82	228,81	228,81	6310,43	525,87	122,30
2026	2604,14	101,81	101,81	2807,75	233,98	54,41

- **Metales y Circuitos electrónicos:** Estos productos serán exportados a China y Alemania por lo que no tendrán un programa de exportación. Este programa se obtendrá de la cantidad de bloques de cada material que entren en un contenedor sin superar el peso máximo del mismo.

En el siguiente cuadro se puede ver la demanda del proyecto en unidades de bloques según el material

Tabla 5.15*Demanda del Proyecto en unidades*

	Demanda del Proyecto (unidades)				
	2022	2023	2024	2025	2026
Cobre (Bloques de 1 344 kg)	87,09	87,43	87,74	88,01	88,27
Aluminio (Bloques de 405 kg)	369,51	373,65	377,39	380,80	383,94
Hierro y Acero (Bloques de 1 181,1 kg)	266,04	312,30	358,57	404,84	451,10
Circuitos eléctricos (Bloques de 154,5 kg)	124,44	134,64	144,84	155,04	165,23

Con ello se hallará la cantidad de contenedores que se podrán exportar por tipo de material, cabe resaltar que los contenedores que se usarán serán de 20 pies que puede llevar una carga máxima de 28 240 kg.

En el siguiente cuadro se presenta la cantidad de contenedores por año que se podrán llenar según el material:

Tabla 5.16*Cantidad de contenedores a exportar*

	Cantidad de contenedores a exportar				
	2022	2023	2024	2025	2026
Cobre	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Aluminio	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Hierro y Acero	11,00	13,00	15,00	17,00	19,00
Circuitos eléctricos	0,69	0,74	0,80	0,86	0,91

Como se observa en el cuadro, se podrá exportar 20 contenedores completos el primer año de operación de la empresa.

Se debe tener en cuenta que los bloques de cobre y aluminio estarán almacenados en la planta de reciclaje un mínimo de 3 meses para poder ser exportados. En el caso del hierro y acero, un contenedor se podrá exportar de forma mensual.

Por último, los circuitos electrónicos no llegan a completar el contenedor, pero por su alto precio de venta, podrá ser exportado con la cantidad anual que se pueda recaudar.

5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto

5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales

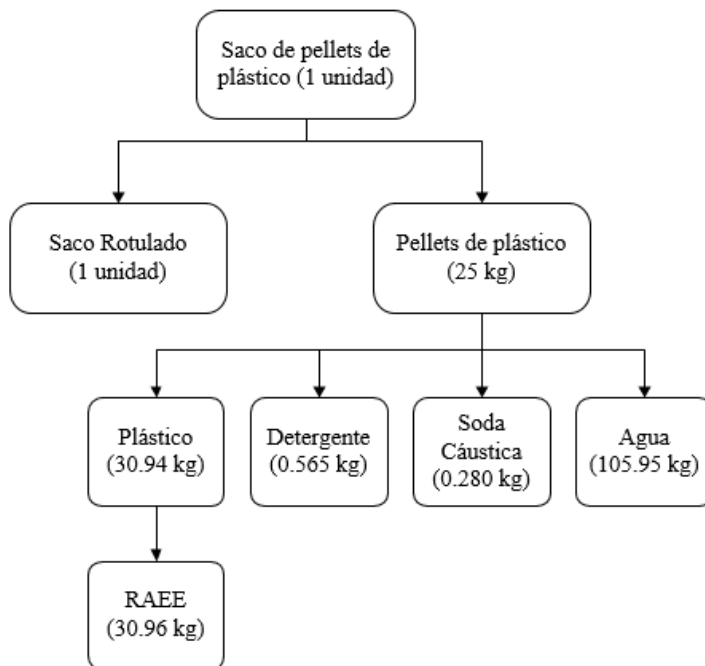
Tomando como base los cálculos realizados en el balance de materia, se pudo determinar los requerimientos de insumos necesarios para la obtención de los sacos de pellets de plástico. Se realizó el diagrama de Gozinto, el cual es una representación gráfica de las relaciones que existen entre los componentes del producto, para visualizarlos de mejor manera.

En el caso de los metales y circuitos electrónicos, no requieren la adición de insumos ya que solo son separados y prensados en bloques para ser exportados.

A continuación, se presentará el diagrama de Gozinto del plástico:

Figura 5.25

Diagrama de Gozinto para el plástico



Del mismo modo, se realizó el cálculo del requerimiento de materia prima, la cual está conformada por los RAEE y de los insumos necesarios para el procesamiento del plástico, necesarios por año, los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5.17

Requerimiento de insumos y materia prima

Año	RAEE (ton)	Sacos (unidades)	Detergente (kg)	Soda Cáustica (kg)	Agua (kg)
2021	708,31	761,50	425,99	211,11	54 717,18
2022	778,29	630,24	352,56	174,72	66 112,80
2023	847,94	498,98	279,13	138,33	52 343,89
2024	917,33	367,73	205,71	101,94	38 574,98
2025	986,51	236,47	132,28	65,56	24 806,07
2026	1055,50	105,21	58,86	29,17	11 037,16

5.11.2 Servicios

La operación de la planta de reciclaje de RAEE requerirá del consumo de algunos servicios, como lo son el agua, la electricidad, y el combustible. A continuación, se detallarán los requerimientos de cada uno de ellos:

- **Energía Eléctrica:**

Este es un recurso clave para la operación, ya que la maquinaria requerida en el proceso, utiliza electricidad para funcionar. Además, también es importante para las zonas administrativas, para la iluminación, e incluso para mantener funcionando las cámaras y todas las pantallas del área de seguridad. El siguiente cuadro muestra el consumo de energía eléctrica por cada máquina en el área de producción, considerando que trabajan 8 horas efectivas al día con un factor de utilización de 89%, y se considera que el consumo del área administrativa y de seguridad equivale al 10% del consumo de producción:

Tabla 5.18

Consumo de energía eléctrica

Equipos	# maquinas	Potencia (Kw)	Energía diaria (Kw/h)	Energía anual (Kw/h)
Faja Transportadora	1	1,49	10,62	3716,57
Trituradora	1	109,99	783,13	274 096,90
Tornillo Alimentador	1	2,98	21,24	7433,14
Tanque de Lavado por Flotación	1	2,20	15,66	5482,40
Centrífuga	1	6,71	47,78	16 724,56
Peletizadora	1	70,00	498,40	174 440,00
Empaquetadora	1	4,20	29,90	10 466,40
Electroimán	1	3,30	23,50	8223,60
Separadora Industrial	1	162,19	1154,79	404 176,78
Prensa de Chatarra	2	90,00	1281,60	448 560,00
Total Kw/h (planta)			3 867	1 353 320
Zona administrativa	-		386,66	135 332,03
Total Kw/h			4 253	1 488 652

En conclusión, se requerirá de aproximadamente 1 488 652 kW/hora al año.

- **Agua potable:**

Para el cálculo del consumo de agua potable, se tomó en cuenta el balance de materia presentado en el punto 5.2.2.3., y con ello se pudo determinar la cantidad necesaria de agua por día requerida por el área de producción.

Teniendo en cuenta que para lavar 56,28 kg de plástico se necesitan 211,90 kg de agua, y que en el primer año de operación del proyecto la demanda será de 15,60 toneladas de plástico, se calcula la cantidad de agua requerida para un año:

$$\frac{0,09941 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O}}{56,28 \text{ kg plástico}} \times \frac{15 600 \text{ kg plástico}}{1 \text{ año}} = 27,56 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O al año}$$

Además, se tuvo en cuenta que, según indica la Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamientos (SUNASS, s.f.), en Lima y provincias una persona consume en promedio 250 lts de agua potable al día, tanto para consumo como para cuestiones de higiene personal.

Por lo tanto, con la cantidad total de trabajadores (36), ya sean operarios o administrativos, propios o de terceros, que se encontrarán trabajando en la planta, se calculó que el consumo anual de agua potable que requerirá el proyecto es de 2619,56 m³.

Tabla 5.19

Consumo de agua potable

Proceso	Consumo diario (m3)	Consumo mensual (m3)	Consumo anual (m3)
Lavado del plástico	0,10	2,30	27,56
Uso del Personal	9,00	216,00	2592,00
Total m3	9,10	218,30	2619,56

- **Combustible (GNV)**

Este recurso lo utilizarán el camión que recolectará los RAEE y el montacargas que se encontrará en el almacén de productos terminados. Se llenará el tanque del camión y el del montacargas según requerimiento, considerando que no se encontrarán encendidos toda la jornada laboral y los recorridos que realizarán dentro de las instalaciones son cortos.

Es por ello que teniendo en cuenta la capacidad de los tanques de combustible de cada uno, se calcula el consumo anual total requerido, el cual será de 10 560 litros.

Tabla 5.20

Consumo de Combustible

Equipo	Cantidad	Consumo mensual (Lts)	Consumo anual (Lts)
Camiones	1	600	7200
Montacargas	1	280	3360
Total (Lts)		880	10 560

5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos

La planta de reciclaje de RAEE tiene una fuerte presencia de mano de obra en lo que respecta al desmontaje y clasificación de los RAEE, puesto que este proceso no puede

realizarlo una máquina. En el punto 5.4 se especifica el cálculo de mano de obra directa necesaria para la operación de la planta. Se definió que para el primer año de operación se tendrán 22 operarios.

Por otro lado, las operaciones ajenas al proceso de reciclaje como lo son los puestos administrativos conforman la mano de obra indirecta. Las personas que trabajen en dichos puestos se encargarán de coordinar la recolección de RAEE, la compra de insumos, el transporte de los bloques de chatarra al puerto y su posterior exportación, entre otros. El cuerpo administrativo de la empresa estará conformado por el gerente general, los jefes de cada área, sus respectivos asistentes y una recepcionista.

En conclusión, el proyecto requerirá un total de 36 trabajadores, entre operarios y personal administrativo, para cumplir con todas las labores propuestas y los objetivos de la empresa.

En la siguiente tabla se especifica el número de trabajadores requeridos según la actividad que realicen o el puesto administrativo que ocupen:

Tabla 5.21

Cantidad de trabajadores directos e indirectos

Mano de obra directa		Mano de obra indirecta	
Proceso/actividad	N° de operarios	Puesto	N° de trabajadores
Recolección de raee		Área administrativa	
Transporte	2	Gerente general	1
Desmonte y clasificación	11	Jefe del área de producción	1
Plástico		Jefe de finanzas y rrhh	1
		Jefe comercial	1
		Asesores de Venta	2
Transporte	2	Asistente de producción	1
Separación		Asistente de finanzas	1
Triturado		Recepcionista	1
Lavado		Terceros	
Secado y centrifugado		Puesto de vigilancia	1
Peletizado y empaquetado		Puesto de limpieza	4
Metales		Total m.o. indirecta	14
Transporte	2		
Separación	1		
Prensado	3		

(continúa)

(continuación)

Mano de obra directa	Mano de obra indirecta	
Circuitos electronicos		
Transporte	1	
Triturado		
Prensado		
Total m.o. directa	22	Total general (MOD y MOI)
		36

5.11.4 Servicios de terceros

El proyecto requiere de la contratación de empresas terceras que realicen las actividades de limpieza y seguridad de las instalaciones.

Para el servicio de limpieza se contratará a una empresa especializada en este rubro. En total se requerirán 4 personas que realicen esta actividad. Se encargarán de la limpieza de todas las áreas de la planta, tanto las administrativas, como las operativas. La empresa de limpieza suministrará a sus trabajadores con los elementos e insumos necesarios para realizar el trabajo.

En el caso de la seguridad, se contratará una empresa que brinde el servicio de guardianía las 24 horas, siendo una persona por el día y otra por las noches. El sistema de seguridad como cámaras y centro de monitoreo serán implementadas por este proyecto.

Por otro lado, las actividades de mantenimiento a la maquinaria instalada se realizarán por los mismos operarios, pero de ocurrir una falla mayor se contratará a un técnico especializado en este rubro.

Por último, los servicios de telecomunicaciones, tales como telefonía e internet serán contratados a una empresa especializada que ofrezca servicios personalizados. Se buscará líneas telefónicas con tarifa plana e internet con alta velocidad y con la opción de respaldo técnico siempre que sea necesario.

5.12 Disposición de planta

5.12.1 Características físicas del proyecto

En este punto se describirá el factor edificio, el cual está conformado por las estructuras que conforman el establecimiento de la planta, dentro de las cuales se ubican los procesos de desmontaje y clasificación de RAEE, el de producción de pellets de plástico y el prensado de los metales. Dichos procedimientos deberán ser diseñados con el objetivo de permitir un flujo continuo de los materiales u operaciones y brindar seguridad a todo el personal.

Es por ello que la construcción de la planta, que será ubicada en un terreno en la provincia constitucional del Callao, contará con las siguientes características:

- Patio de maniobras amplio, para el fácil tránsito de los camiones de entrega de RAEE, de los montacargas y también para el recojo de productos terminados.
- La planta deberá cumplir con habilitaciones para el uso industrial que indican: las pistas deben ser de asfalto al igual que las aceras, las cuales también contarán con sardineles, los servicios de agua potable, energía eléctrica y desagües deberán tener una conexión domiciliaria. (Ministerio de Vivienda, 2006)
- La planta será de un solo nivel para facilitar el movimiento de material e integrar las operaciones procurando que éstas sean en línea, para reducir tiempos de espera y trabajar de manera eficiente.
- Las estructuras de la planta serán metálicas y de forma rectangular de mínimo 3 metros de altura, debido al tamaño de las máquinas del proceso de producción y con amplias aberturas en la parte superior, para la correcta ventilación del ambiente. En el caso de los almacenes esta altura puede variar según lo requerido.
- El techo será laminado y de tipo armadura, para evitar la acumulación de lluvia. Y los pisos serán de uretano cemento, el cual es un encubrimiento que no tiene grietas, por lo que facilitará la limpieza y el movimiento de los montacargas.

- El área administrativa se encontrará dentro de la planta y las instalaciones serán en un ambiente de dos pisos que se construirán sobre una base de concreto con vigas del mismo material. Los pisos serán de un material versátil que faciliten la limpieza y se contará con múltiples ventanas para que ingrese luz natural. Los pasillos y las puertas de las oficinas deberán ser de mínimo 1 metro y 80 cm de ancho respectivamente (Ministerio de Vivienda, 2006).
- Las oficinas contarán con todas las medidas necesarias para personas con discapacidad: rampas de acceso, estacionamiento preferencial, entre otros.
- Para el área de producción, deberá existir un mínimo de 2,5 metros de ancho para el tránsito de montacargas y el espacio para que circulen los operarios estará debidamente señalizado. (Ministerio de Vivienda, 2006)
- Las instalaciones del área de producción y de las áreas administrativas estarán debidamente iluminadas y ventiladas para optimizar el trabajo de los colaboradores y brindar un ambiente agradable.

5.12.2 Determinación de las zonas físicas requeridas

El funcionamiento de la planta de reciclaje requiere de servicios anexos, cuya ubicación debe ser estudiada y analizada para facilitar las operaciones, minimizar los costos y mejorar el ambiente de trabajo para los operarios y personal administrativo. Este es el denominado factor servicio, el cual se describirá en 3 puntos:

- **Servicios relativos al personal**

Para garantizar la productividad del personal en la empresa, éste debe estar cómodo, seguro y motivado. Es por ello que se deben poner a su disposición servicios como la buena iluminación y ventilación de todas las áreas de trabajo.

Por otro lado, el comedor y área de descanso para los trabajadores contará con mesas, microondas, lavatorios y casilleros para guardar objetos personales. El área del comedor será de 40 m² puesto que se cuenta con un total de 36 operarios y personal administrativo y este espacio será suficiente para que estén cómodos.

En el caso de los baños, se contará con un espacio de 40 m² en los cuales se incluye un baño para hombres y otro para mujeres, los cuales incluirán duchas y vestidores puesto que serán para el uso exclusivo del personal de producción.

El área administrativa contará con un área construida de de 110 m², dentro de los cuales está la instalación de baños en un área de 24 m² donde se incluye también un baño para personas discapacitadas.

Por último, los estacionamientos ocupan un área de 5 x 2,40 metros, cada uno (Colegio de Arquitectos del Perú, 2018), la planta contará con 3 estacionamientos más uno para personas discapacitadas que ocupará un área de 5 x 3,80 metros (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, s.f.), lo que da un total de 55 m².

- **Servicios relativos al material**

Los materiales usados para la construcción de los establecimientos dentro de la planta, tanto para el área de producción como para el área administrativa fueron especificados en el punto 5.12.1.

En lo que respecta a los almacenes, estos estarán ubicados en el patio de maniobras de manera que sea fácil el transporte de material hacia el área productiva y el recojo de los productos terminados. El área que ocuparán los almacenes depende de la cantidad de material que ingrese a la planta y también de los lotes de producción.

- **Servicios relativos a la maquinaria**

Las máquinas y equipos elegidos para el proyecto con las áreas que cada una ocupa se encuentran descritas en el punto 5.3. Todas las máquinas requieren de energía eléctrica por lo que se instalarán tableros de control con conexión a tierra para mayor seguridad. Todos ellos deberán estar debidamente señalizados.

Con respecto a la protección contra incendios, se instalarán extintores en las áreas productivas y administrativas, almacenes y patio de maniobras. Todos estarán señalizados al igual que la ubicación de las alarmas contra incendios.

5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona

Se realizó el cálculo de las áreas de cada zona dentro de la planta de reciclaje, siendo explicadas a continuación.

Para el cálculo del área del almacén de productos terminados se tuvo en cuenta que se trabajará con parihuelas de 1 m² para el manejo más sencillo de los productos. Se utilizó la producción mensual hallada en el punto 5.10, y con las medidas y pesos de cada

producto, se obtuvo que para los sacos de pellets de plástico de 25 kg se requerirá 1 parihuela mensual, considerando que, en cada una, se apilarán 15 sacos.

En el caso de los bloques de cobre, aluminio, hierro y acero y circuitos electrónicos; se calcula que por mes se necesitarán 1, 3, 4 y 2 parihuelas respectivamente, teniendo en cuenta que cada una apilará 12 bloques de 50x60x50 cm cada uno, el peso dependerá del material. Cabe resaltar que, para poder exportar el material, se tendrá un stock de seguridad equivalente a 3 meses de cada tipo de material excepto el plástico.

Es con ello que, teniendo el número total de parihuelas, fue posible hallar el área total requerida para el almacén de productos terminados, sabiendo que el hierro y acero ocupará un espacio de 16 m², el cobre 3 m², el aluminio 9 m², los circuitos electrónicos 4 m² y el plástico 2 m². Cabe recalcar que se apilarán las parihuelas hasta una altura de 3 metros.

Para los pasadizos se definió que serán de 3 metros de ancho para facilitar el tránsito de los montacargas y los operarios.

Por otro lado, el almacén de materia prima será donde se descarguen todos los RAEE recolectados que llegarán a la planta de reciclaje en camiones. Debido a la naturaleza del proyecto, al tratarse de residuos de distintos tamaños y pesos, no se requerirá el uso de anaqueles o parihuelas. El diseño será abierto y techado con las especificaciones descritas en el punto 5.12.2. Tendrá una puerta amplia para la fácil descarga de los camiones.

También se destinará un espacio dentro del almacén de materia prima para los insumos del reciclaje del plástico como lo son el detergente, la soda cáustica y los sacos. Dicho espacio será pequeño y cerrado. El cálculo del área necesaria de esta parte del almacén se realizó con el requerimiento mensual de los insumos al quinto año de operación de la planta y las medidas de los empaques en los que llegarán los insumos:

Tabla 5.22

Requerimiento Mensual de Insumos

Insumo	Requerimiento Mensual	Presentación	Cantidad	Dimensiones
Sacos (und)	63,46	unidades	64	65x45 cm
Detergente (kg)	35,50	Sacos de 4 kg	9	40x18x10 cm

(continúa)

(continuación)

Insumo	Requerimiento Mensual	Presentación	Cantidad	Dimensiones
Soda Cáustica (kg)	17,59	Tambores de 1,25 kg o 1 lts	15	13,3x8,4x19,4 cm

Este espacio será de 6x2 metros (12 m²) con un estante dividido en 3 partes de 2x1 metros cada uno, donde se almacenarán los insumos, y un espacio de 1 m de ancho para el cómodo movimiento de los operarios.

En total se requerirá de un espacio de 100 m² para el almacén de materia prima contando con los 12 m² del espacio de almacenaje de insumos.

Por último, la zona administrativa consta de un área de 110 m² en total, divididos en 2 pisos, en el primer piso se encontrará la zona de recepción, con una pequeña sala para la espera de los clientes y la sala de reuniones, dentro de esta área también se ubicarán el baño de mujeres y el de personas discapacitadas. En el segundo piso se encontrarán las oficinas del Gerente General, el Jefe de Finanzas y RRHH y el Jefe Comercial, el jefe de Producción, la oficina compartida para los asistentes y también el baño para varones.

A continuación, se muestra una tabla con las medidas específicas en m² según la zona:

Tabla 5.23

Áreas por zona de trabajo

Clasificación	Tipo	Usuario	Area (m ²)
Patio de Maniobras	Patio	Camiones	200
Almacén	Abierto y Techado	RAEE	100
Almacén	Cuarto Cerrado	Insumos	12
Almacén	Cuarto cerrado	Productos Terminados	143
Administración	Oficina	Gerente General	14
Administración	Recepción	Recepcionista	16
Administración	Oficina	Jefe de Producción	12
Administración	Oficina	Jefe Contabilidad / Finanzas	12
Administración	Oficina compartida	Asistente de Producción	8
Administración	Oficina compartida	Asistente de Finanzas	8
Administración	Estacionamiento	Personal administrativo	55
Servicios	Baños	Personal administrativo	24
Servicios	Baños	Personal de planta	40
Servicios	Comedor	Personal	40
Seguridad	Caseta	Personal de seguridad	4
Total			704

5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

En el capítulo de seguridad y salud en el trabajo se vieron los principales riesgos y peligros que se encontraron en las operaciones del proceso de reciclaje a los cuales están expuestos los operarios, del mismo modo se explicaron las medidas de control y prevención que se tomarán para evitarlos o minimizarlos.

Estas medidas no tendrían el resultado requerido si no fueran acompañadas de capacitaciones al personal y del cumplimiento de las normas de seguridad con la debida señalización dentro de la planta. Las principales señales a utilizarse en la planta serán las siguientes:

- **Señales de obligación:** Son de color azul e indican al personal que el uso de EPP's e implementos de seguridad son obligatorios. Se encontrarán ubicadas a la entrada de cada área de trabajo y también en el patio de maniobras.

Figura 5.26

Señales de obligación



Nota: De "Señales de seguridad", por INDECI, s.f. (<https://www.indeci.gob.pe>)

- **Señales contra incendios:** Son de color rojo. Indican la ubicación de los extintores y las alarmas contra incendios. En la planta no se trabajan con sustancias inflamables, por lo que no será necesario señalar las máquinas.

Figura 5.27

Señales contra incendios



Nota: De “Señales de seguridad”, por INDECI, s.f. (<https://www.indeci.gob.pe>)

- **Señales de evacuación:** Son de color verde. Indican el camino más seguro y las salidas en caso de emergencia, serán ubicadas en todo el establecimiento.

Figura 5.28

Señales de evacuación



Nota: De “Señales de seguridad”, por INDECI, s.f. (<https://www.indeci.gob.pe>)

- **Señales de riesgo:** Son de color amarillo. Indican los riesgos de trabajos de altura, espacios confinados, maquinaria, entre otros. También indican la presencia de electricidad, toxicidad, radiación, etc.

Figura 5.29

Señales de riesgo

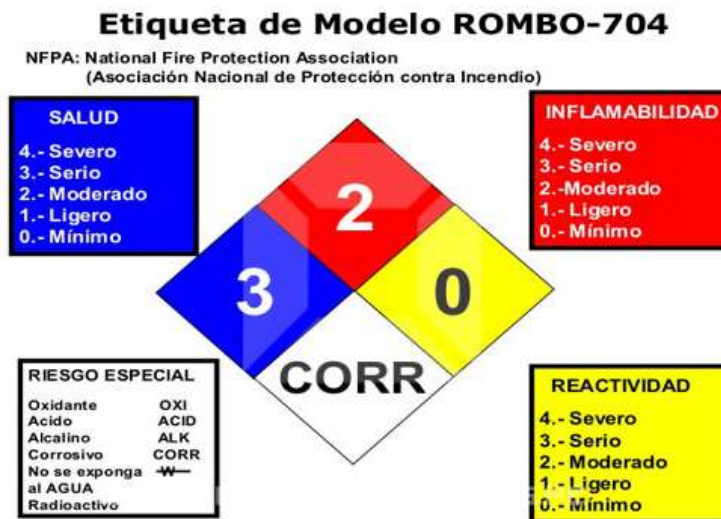


Nota: De “Señales de seguridad”, por INDECI, s.f. (<https://www.indeci.gob.pe>)

- **Señales para trabajo con sustancias tóxicas:** Son representadas por el rombo NFPA de 4 colores. Indica la presencia de una sustancia inflamable, radioactiva o tóxica. Debe ubicarse sobre los contenedores de dichas sustancias y en las máquinas que trabajen con ellas.

Figura 5.30

Señal para trabajo con sustancias tóxicas



Nota: De “Señales de seguridad”, por INDECI, s.f. (<https://www.indeci.gob.pe>)

Por otro lado, también es necesario demarcar las diferentes áreas de trabajo y circulación del personal o vehículos dentro de la planta.

Se deben tener en cuenta y demarcar: la ubicación de puertas de emergencia y salida; los pisos, pasillos, rampas y plataformas; los almacenes de materia prima, productos terminados y materiales tóxicos y los procesos productivos que se realicen en la planta.

5.12.5 Disposición de detalle de la zona productiva

Para analizar las relaciones existentes entre las actividades que se realizarán dentro de la planta y su ubicación relativa en el área total del proyecto, se utilizó la técnica del análisis relacional, el cual optimizará la distribución de las áreas sean estas administrativas o de producción. Esta técnica permite observar todas las actividades de acuerdo al valor de proximidad entre ellas presentado en la siguiente tabla, así como la lista de motivos de las mismas:

Tabla 5.24

Valor de proximidad

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable
XX	Altamente no recomendable

Tabla 5.25

Lista de motivos

Código	Motivo
1	Flujo de productos
2	Flujo de información
3	Uso del personal de planta
4	Ambiente: ruido, malos olores

Tomando estos datos en cuenta, se consideró que, para la óptima ubicación de las áreas dentro de la planta, es absolutamente necesario que el patio de maniobras se encuentre entre ambos almacenes, tanto el de materia prima como el de productos terminados, de este modo se facilitará la entrega de RAEE que llegará a la planta en camiones y la salida de los productos terminados como lo son los sacos de pellets de

plástico y bloques de metales y circuitos electrónicos. Debido a las dimensiones con las que se trabaja es necesario tener el espacio suficiente para que los camiones realicen maniobras dentro de la planta.

En cuanto al área de producción, ésta cuenta con la línea de desmontaje de RAEE como proceso inicial, en el cual se clasificarán los distintos elementos, pasando luego a sus líneas de tratamiento respectivas.

El tratamiento del plástico es el que comprende la mayor cantidad de maquinaria, siendo absolutamente necesario que se encuentren unas tras otras para garantizar la producción en línea. En cuanto a los metales, éstos pasarán por el área de separado y prensado siendo necesario que dichas áreas se encuentren cerca del proceso de desmontaje y clasificación.

Asimismo, los almacenes deberán encontrarse próximos a la zona de tratamiento de RAEE para garantizar el correcto flujo de materiales.

Debido a que la zona administrativa contará con sus propios baños, es recomendable que los baños de la planta no se encuentren cerca, así como el comedor para evitar los olores fuertes cerca de la zona administrativa, debido a que esta es aquí donde se atenderá las posibles visitas de clientes.

Por otro lado, la zona de seguridad y los estacionamientos se encontrarán en la zona de ingreso a la planta, cerca al patio de maniobras y a la zona administrativa para facilitar el desplazamiento del personal y visitas.

Con la información anterior se realizó la siguiente tabla relacional, y posteriormente se elaboró el diagrama relacional de actividades:

Figura 5.31

Matriz relacional

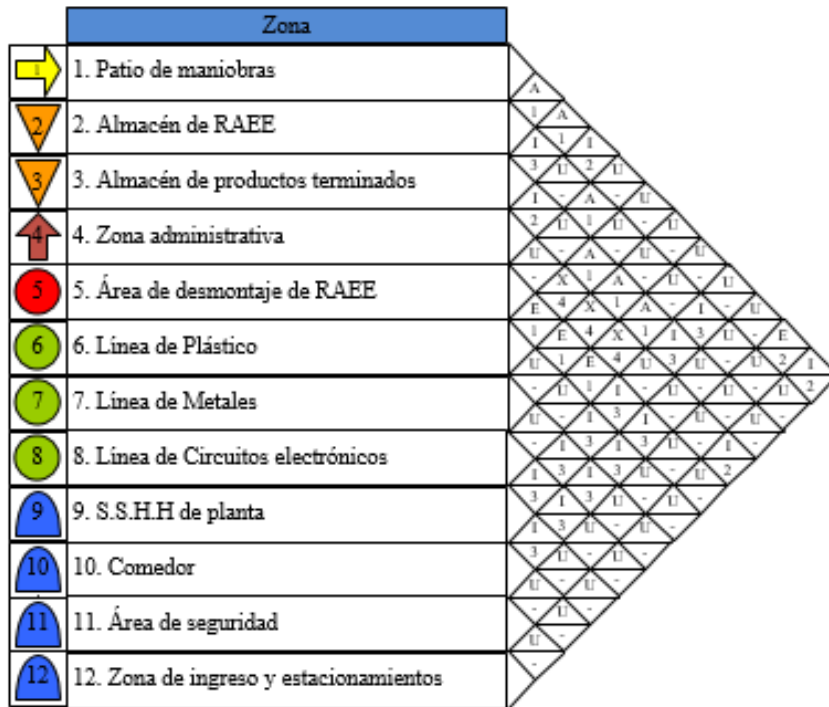
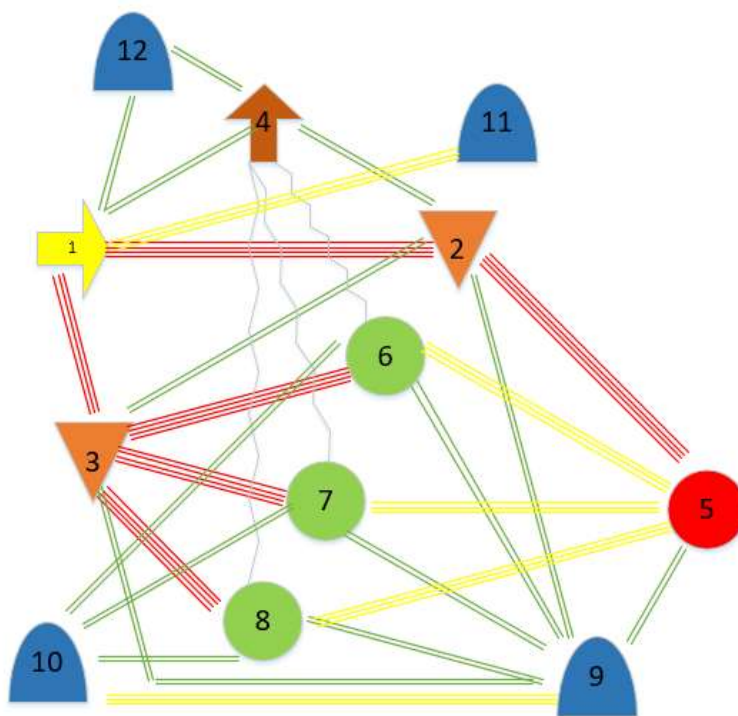


Figura 5.32

Diagrama relacional de actividades



5.12.6 Disposición general

Para distribuir las diferentes áreas que conformarán la planta de reciclaje, es necesario establecer el área total de la zona productiva, ya que es la más importante y la de mayores dimensiones; conociendo esta área, se podrán ubicar estratégicamente las máquinas y estaciones de trabajo para el correcto y eficiente desarrollo de las actividades. Se utilizó el método Guerchet para calcular las dimensiones requeridas por las diferentes estaciones de trabajo, para cada elemento, la superficie total necesaria se calcula a partir de tres superficies:

- **Superficie estática (Ss):** Es el área que ocupan las máquinas, tomando en cuenta también las palancas, bandejas de depósito, tableros, pedales y demás objetos necesarios para su funcionamiento.

$$Ss = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

- **Superficie de gravitación (Sg):** Es la superficie alrededor de las máquinas o puestos de trabajo, usadas por los operarios o el material acopiado. Toma en cuenta en número de lados a partir de los cuales la máquina debe ser usada (N).

$$Sg = Ss \times N$$

- **Superficie de evolución (Se):** Es la superficie entre puestos de trabajo para el libre desplazamiento del personal o de elementos móviles y también es usada para la salida del producto terminado. Toma en cuenta el coeficiente de evolución (K), el cual es una medida ponderada entre la altura de los elementos móviles y los elementos estáticos.

$$K = \frac{h(em)}{2 \times h(ee)}$$

$$h(em) = \frac{\sum(Ss \times n \times h)}{\sum(Ss \times n)} ; h(ee) = \frac{\sum(Ss \times n \times h)}{\sum(Ss \times n)}$$

$$Se = (Ss + Sg) \times K$$

Después de realizar el cálculo de dichas superficies, es posible hallar la superficie total del área productiva, tomando en cuenta el número de elementos móviles o estáticos utilizadas en cada operación (n), se utiliza la siguiente fórmula:

$$St = n \times (Ss + Sg + Se)$$

Es importante resaltar que los almacenes no forman parte del análisis Guerchet y sus áreas debes ser calculadas por separado. Por otro lado, para los operarios se consideró una altura promedio de 1,65 metros y una superficie estática de 0,5 m².

En la siguiente tabla se pueden ver los resultados obtenidos, la zona de producción dentro de la planta de reciclaje de RAEE requerirá un área mínima total de 206,36 m², pero debido a que en los elementos móviles se cuenta con un montacargas y con contenedores móviles, es necesario considerar mayor espacio en los pasillos para su movilización segura, es por ello que se considerarán 227,03 m² en total para el área de producción.



Tabla 5.26

Guerchet: Cálculo del área de la zona de producción

Máquinas	Dimensiones			N	n	Ss	Sg	Se	St	Cálculo de K	
	L	A	h							Ss*n*h	Ss*n
Elementos Estáticos											
Cinta transportadora	5	2,2	1,58	2	1	11,00	22	14,60	47,60	17,38	11,00
Punto de espera	1,14	1,77	1,4	1	3	2,02	-	0,89	8,73	8,47	6,05
Cinta transportadora	5	0,6	2,8	2	1	3,00	6	3,98	12,98	8,40	3,00
Trituradora	1,25	0,9	2,1	1	1	1,13	1,13	1,00	3,25	2,36	1,13
Tornillo alimentador	2,5	0,5	2	1	1	1,25	1,25	1,11	3,61	2,50	1,25
Lavadora	6	1,2	1,6	1	1	7,20	7,2	6,37	20,77	11,52	7,20
Secadora	1,2	1,1	1,8	1	1	1,32	1,32	1,17	3,81	2,38	1,32
Centrífuga	1	0,8	1,2	1	1	0,80	0,8	0,71	2,31	0,96	0,80
Peletizadora	3	1,6	1,8	1	1	4,80	4,8	4,25	13,85	8,64	4,80
Empaquetadora	3,28	2,24	3,45	2	1	7,35	14,69	9,75	31,80	25,35	7,35
Punto de espera	1,14	1,77	1,4	1	1	2,02	-	0,89	2,91	2,82	2,02
Electroimán	0,8	0,7	0,16	1	1	0,56	0,56	0,50	1,62	0,09	0,56
Separadora Industrial	1,58	2,2	1,58	2	1	3	7	4,62	15,04	5,49	3,48
Trituradora	1,2	1	1,6	1	1	1,20	1,20	1,06	3,46	1,92	1,20
Prensa	3	2	1,2	1	2	6,00	6,00	5,31	34,62	14,40	12,00
Área mínima total de la Zona Productiva (m2)									206,36	Hee	1,78
Elementos Móviles											
Montacarga	1,6	1	2	-	1	1,6	-	-	1,60	3,20	1,60
Operarios	-	-	1,65	-	22	0,5	-	-	11,00	18,15	11,00
Contenedor móvil	1,14	1,77	1,4	-	4	2,0	-	-	8,07	11,30	8,07
									20,67	Hem	1,58
Área total de la Zona Productiva (m2)									227,03	K	0,44

Después de analizar los resultados obtenidos, se establece que el área total de la planta de reciclaje de RAEE será de 931 m², ubicados en un terreno en la zona industrial de la provincia constitucional del Callao, el cual por facilidad de compra se redondeará a 950-1000 m².

La planta cuenta con un piso en todos los ambientes excepto en el área administrativa que se encuentra distribuida en dos pisos y en un total de 110 m² contando las oficinas, recepción, baños y pasillos. En el primer piso, se encuentra la recepción, la sala de reuniones y también los baños; en cuanto al segundo piso, éste se divide en las oficinas del gerente general, del jefe de producción, del jefe de finanzas y RRHH y el jefe comercial, y una sala compartida para los 2 asistentes. También se contarán con estacionamientos, los cuales ocuparán un espacio de 55 m².

La zona productiva cuenta con un total de 227,03 m² puesto que se consideró necesario incrementar la medida de los pasillos para que la circulación de la maquinaria y de los operarios sea óptima.

Por otro lado, el patio de maniobras ocupa un área de 200 m² para que la carga, descarga y circulación de los camiones que entregan los RAEE y los que distribuirán los productos terminados, se facilite y de este modo optimice dicho proceso.

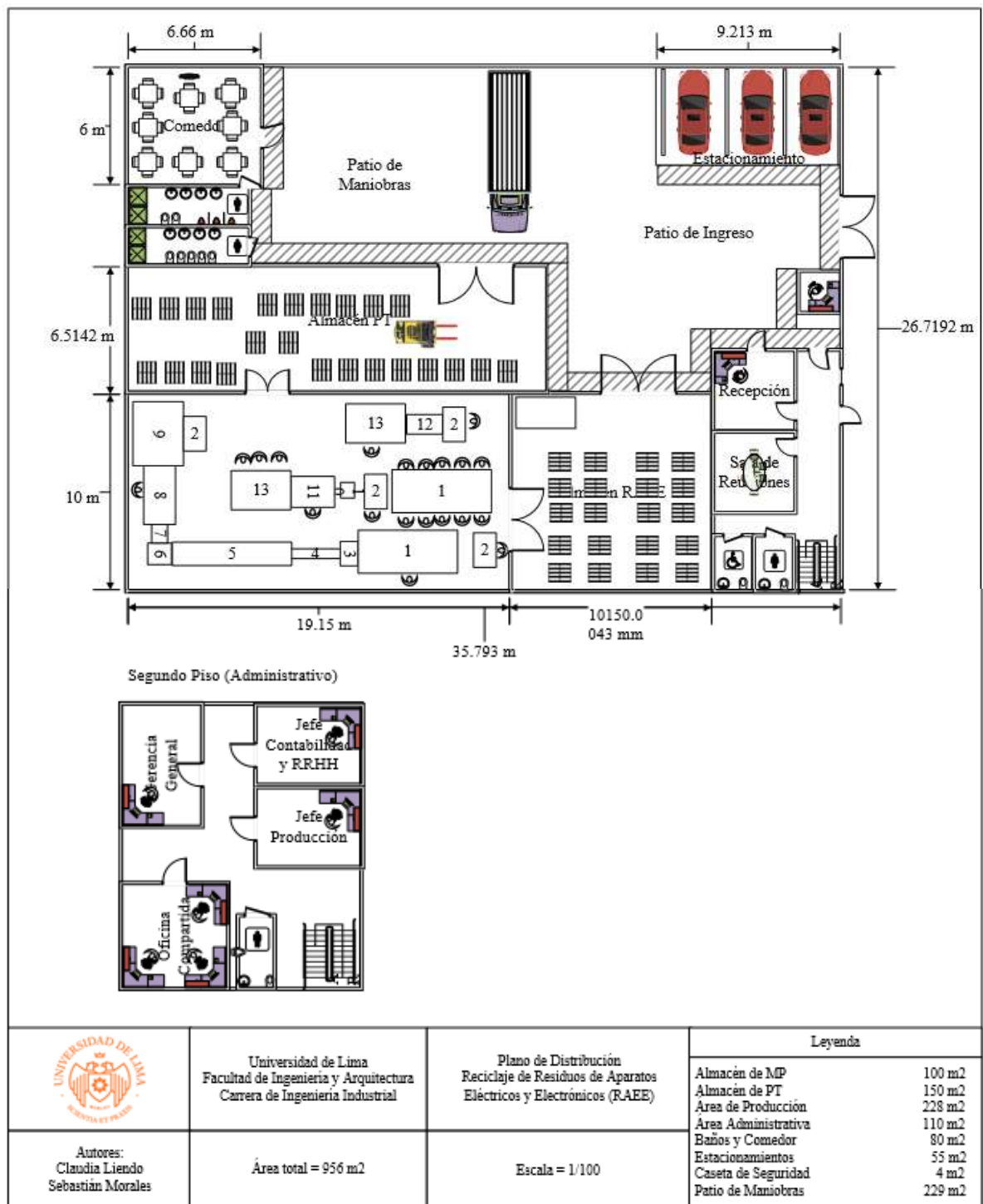
A continuación, se presenta la leyenda de máquinas en el área de producción y el plano general de la planta de reciclaje de RAEE:

Tabla 5.27*Leyenda de Máquinas en Área de Producción*

Procesos	Máquinas	Número en el Plano
Clasificación de RAEE		
Desmontar y Clasificar	Faja Transportadora	1
Reciclaje de Plástico		
Transportar	Faja Transportadora	1
Triturar	Molino	3
Transportar	Tornillo Alimentador	4
Lavar	Tanque de Lavado por Flotación	5
Secar	Secadora	6
Centrifugar	Centrífuga	7
Peletizar	Peletizadora	8
Empaquetar	Empaquetadora	9
Reciclaje de Metales		
Separar	Electroimán	10
Clasificar	Separadora Industrial	11
Prensar	Prensa de Chatarra	13
Reciclaje de Circuitos Electrónicos		
Triturar	Trituradora	12
Prensar	Prensa de Chatarra	13
Punto de espera	Contenedor Móvil	2

Figura 5.33

Plano General de la Planta de Reciclaje de RAEE

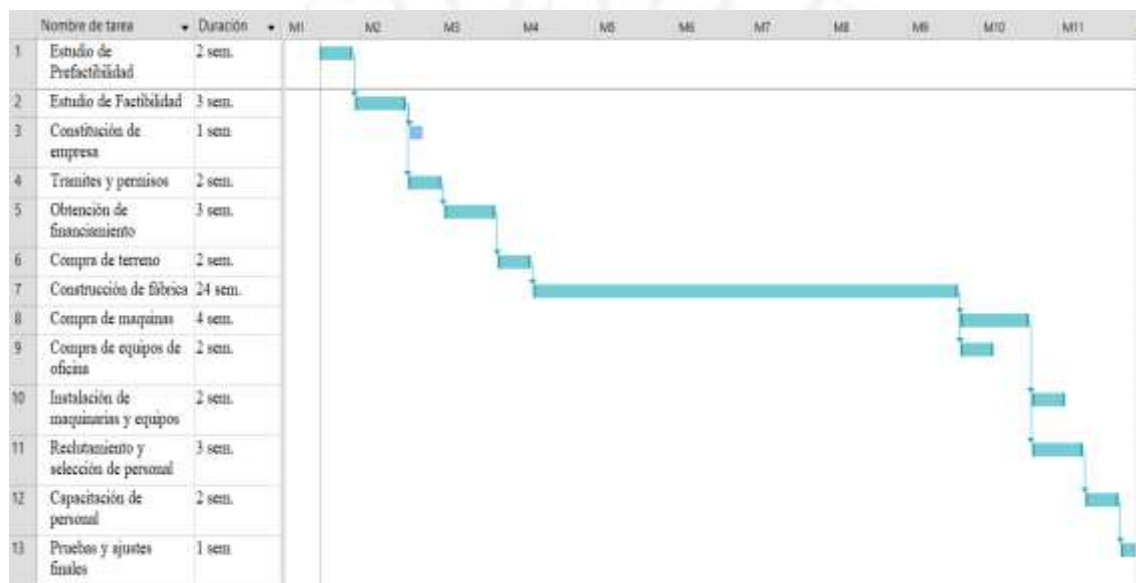


5.13 Cronograma de implementación del proyecto

Llevar al cabo la implementación de la planta de tratamiento de RAEE en la Provincia Constitucional del Callao, tomará en total 10 meses y 15 días, siendo la construcción de la fábrica la actividad que tomará el mayor tiempo. El siguiente cronograma detalla las actividades a realizar con sus tiempos correspondientes.

Figura 5.34

Cronograma de implementación



CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1 Formación de la organización empresarial

La empresa formada en este proyecto pertenecerá al régimen legal de una sociedad anónima cerrada (S.A.C.).

Dicho régimen es una sociedad donde la representación del capital social es mediante acciones, los socios responderán sólo por sus aportes. El número mínimo de socios es 2 y el máximo 20. No se pueden inscribir sus acciones en el Registro Público del Mercado de Valores y las funciones del directorio facultativo las puede desarrollar el gerente general de la empresa sin ningún inconveniente. (The Office, 2015)

Para la constitución de la empresa, existen ciertos pasos a seguir como lo son:

- Elaborar una minuta de constitución, el cual es un documento privado elaborado y firmado por un notario público, que contiene el acto de constitución de la empresa (Nombre de la empresa, documento de identidad del propietario y de los socios, descripción de la actividad económica, el capital de la empresa y el estatuto). (Bejarano, 2015)
- Elevar la minuta a escritura pública, realizado por un notario para darle formalidad. (Bejarano, 2015)
- Inscribir la empresa en el registro de personas jurídicas de la SUNARP. (Bejarano, 2015)
- Inscribir la personería jurídica en la SUNAT para obtener el Registro Unico de Contribuyente (RUC), con este trámite se controla el pago del tributo por parte del estado. (Bejarano, 2015)
- Inscribir a los trabajadores de la empresa en ESSALUD. (Bejarano, 2015)
- Sacar las autorizaciones y registros según rubro de la empresa, si fuera necesario. (Bejarano, 2015)
- Registrar las planillas de los trabajadores ante la autoridad competente (AAT). (Bejarano, 2015)
- Obtener la autorización de la licencia de funcionamiento. (Bejarano, 2015)

- Legalizar los libros contables, los cuales deberán estar reconocidos por un notario o un juez de paz letrado. (Bejarano, 2015)

6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios

Es necesario que las funciones que desempeña cada puesto de trabajo se realicen de manera eficiente y que exista una comunicación eficaz entre las distintas áreas para manejar bien los tiempos, reducir costos, realizar mejoras e incrementar la productividad.

Las funciones que realizará cada colaborador dentro de la empresa serán las siguientes:

- **Gerente General:** Es el responsable legal de la empresa. Vela por el cumplimiento de todos los requisitos legales que afecten el negocio y las operaciones del mismo. Entre sus principales funciones están: Planificar, controlar y supervisar los procesos de la empresa, organizar las herramientas y equipos necesarios para lograr los objetivos planteados y liderar al equipo de trabajo, buscando alcanzar un alto nivel de productividad.
- **Jefe de Producción:** Es el encargado de planificar, coordinar, organizar y controlar el proceso de producción de la planta, buscando que los productos se elaboren a tiempo, y dentro del presupuesto establecido. Del mismo modo, hará un seguimiento a la adquisición de materia prima, manteniendo un contacto continuo con los proveedores y coordinando la recolección de RAEE. También será el encargado de dar la autorización correspondiente para despachar los productos terminados, teniendo siempre en cuenta la revisión del stock en los almacenes y de las cantidades mínimas a exportar.
- **Jefe de Finanzas y Recursos Humanos:** Estará a cargo de gestionar las finanzas de la empresa y garantizar que siempre se cuente con capital de trabajo. También será el encargado de gestionar la remuneración del personal, así como de llevar al cabo capacitaciones y tramites como los contratos, nominas, etc.
- **Jefe Comercial:** Será responsable de las relaciones con los clientes. Se encargará de ofrecer el producto y mantener un seguimiento constante. Por otro lado, estará en contacto con los importadores de chatarra en el extranjero, sobre todo las recicladoras de RAEE de China y Alemania, que serán nuestros

principales compradores y también con las fábricas nacionales a las que se les venderá los pellets de plástico.

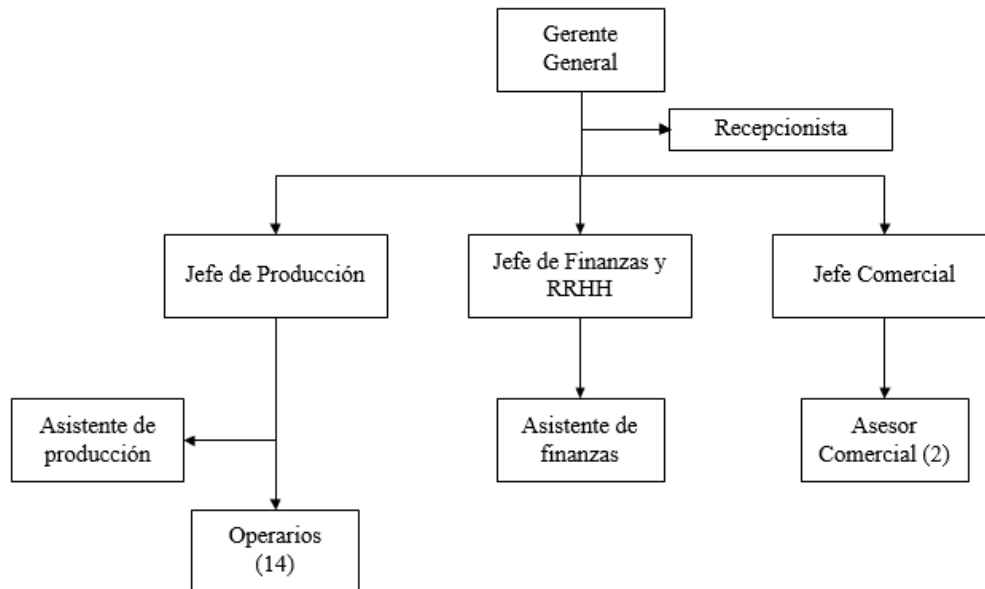
- **Asesores Comerciales:** Estarán a cargo de las mismas funciones que el jefe comercial, apoyándolo también en todo lo que necesite, pero tendrán un trabajo de campo, irán empresa por empresa buscando clientes potenciales y aspirando a formar las alianzas estratégicas con las entidades públicas y las empresas privadas. Estarán a cargo también de las campañas de recolección de RAEE tanto en Lima como en provincias.
- **Asistente de Producción:** Estará encargado del establecimiento de los objetivos de producción diarios, semanales y mensuales. Tendrá comunicación directa con los operarios e informará sobre cambios propuestos. Supervisará a los operarios asegurando su buen desempeño mediante la asignación de responsabilidades y la nivelación de carga de trabajo y verificará que todos usen correctamente los EPPs.
- **Asistente de finanzas:** Será el encargado de asegurar el correcto pago a los proveedores y fletes de exportación, como también encargarse de la cobranza a los clientes. También deberá gestionar las partidas de ingresos y gastos de la compañía.
- **Operarios:** Serán asignados, por el jefe de producción, y se encargarán desmontar y clasificar los RAEE que ingresen a la planta de reciclaje, también revisarán el buen funcionamiento de las máquinas, así como el correcto flujo del material. De requerirlo, trasladarán el material de una máquina a otra mediante los contenedores móviles disponibles y realizarán la limpieza de los equipos. Se asegurarán que las máquinas, equipos y herramientas utilizadas en el proceso de producción se encuentren en buen estado y funcionen de manera eficiente. Estarán encargados de la recepción de materia prima, ayudando en la descarga de los RAEE y su correcta división según lotes en el almacén de materia prima. Deberán mantener los almacenes limpios y ordenados y realizar un seguimiento del stock disponible. Controlarán la cantidad de producto que sale para ser despachado hacia los clientes.

6.3 Esquema de la estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa, en este proyecto, estará distribuida como se muestra en el siguiente organigrama, encabezados por el gerente general:

Figura 6.1

Organigrama de empresa



CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Inversiones

Para calcular la inversión total necesaria para la implementación de la planta de reciclaje de RAEE, es necesario tomar en cuenta la cantidad de dinero que se requerirá para los activos fijos tangibles, intangibles (largo plazo) y el capital de trabajo (corto plazo). Cabe resaltar que para todos los cálculos se usó el tipo de cambio de 4 soles por dólar.

7.1.1 Estimación de las inversiones de largo plazo

Para la estimación de las inversiones a largo plazo, en primer lugar, se tomó en cuenta el precio de la máquinas y equipos a utilizar en el proceso de reciclaje de los RAEE, que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.1

Inversión total en maquinaria

Máquinas/Equipos	Nº de máquinas	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)	Costo Total (S/)
Camión	1	\$20 000	\$20 000	S/80 000
Cinta transportadora (1)	1	\$5000	\$5000	S/20 000
Cinta Transportadora (2)	1	\$3500	\$3500	S/14 000
Molino	1	\$7500	\$7500	S/30 000
Tornillo alimentación	1	\$700	\$700	S/2800
Lavadora	1	\$6000	\$6000	S/24 000
Sistema de secado	1	\$2500	\$2500	S/10 000
Centrifuga	1	\$2500	\$2500	S/10 000
Peletizadora	1	\$15 000	\$15 000	S/60 000
Empaquetadora	1	\$10 000	\$10 000	S/40 000
Electroimán	1	\$500	\$500	S/2000
Separadora	1	\$25 000	\$25 000	S/100 000
Prensa	2	\$11 300	\$22 600	S/90 400
Trituradora	1	\$10 000	\$10 000	S/40 000
Montacarga	1	\$8000	\$8000	S/32 000
TOTAL			\$138,800	S/555 200

En segundo lugar, se realizó un listado de los equipos y muebles a utilizar tanto en el área administrativa como en el resto de la planta de reciclaje. Cabe resaltar que también se consideraron los equipos de vigilancia y seguridad del personal. En la siguiente tabla se especifican por área y tipo:

Tabla 7.2*Inversión total en muebles y equipos*

Artículo	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo Total (USD)	Costo Total (S/)
Área de Producción y Almacén				
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS				
Destornillador eléctrico	4	\$63	\$250	S/1000
Juego de destornilladores manuales	6	\$81	\$488	S/1950
Tenaza	6	\$38	\$225	S/900
Juego de llaves mecánicas	6	\$40	\$240	S/960
Martillos	6	\$10	\$60	S/240
Set de Alicates	6	\$20	\$120	S/480
Parihuelas	50	\$10	\$500	S/2000
Contenedor móvil	4	\$500	\$2000	S/8000
Estante de madera	1	\$75	\$75	S/300
TOTAL			\$3958	S/15 830
Área Administrativa				
EQUIPOS				
Laptops	8	\$875	\$7875	S/31 500
Telefonos de oficina	4	\$25	\$100	S/400
MUEBLES				
Mesa de recepción	1	\$213	\$213	S/850
Mesa de oficina	6	\$88	\$525	S/2100
Mesa de reuniones	1	\$300	\$300	S/1200
Sillas	13	\$38	\$488	S/1950
Sillones	2	\$138	\$275	S/1100
Archivador	4	\$74	\$295	S/1180
TOTAL			\$10 070	S/40 280
Comedor y Servicios				
EQUIPOS				
Microondas	3	\$50	\$150	S/600
MUEBLES				
Juego de comedor (mesa y sillas)	8	\$100	\$800	S/3200
Juego de baño completo	12	\$113	\$1350	S/5400
Duchas	4	\$25	\$100	S/400
TOTAL			\$2400	S/9600
Vigilancia y Seguridad				
EQUIPOS				
Cámaras de Seguridad	10	\$50	\$500	S/2000
Equipo de monitoreo de cámaras	1	\$75	\$75	S/300
MUEBLES				
Mesas	1	\$75	\$75	S/300
Sillas	1	\$38	\$38	S/150
TOTAL			\$688	S/2750
Seguridad en Planta				
EQUIPOS				
Extintores (PQS)	10	\$18	\$175	S/700
Equipo de Protección Personal	12	\$35	\$420	S/1680
TOTAL			\$175	S/2380

En tercer lugar, se cotizó el terreno en la provincia constitucional del Callao a 900 USD el m², el costo de la construcción de la planta se estimó con el ratio de edificaciones industriales: 300 USD por m² y para la construcción del área administrativa se consideraron 600 USD por m² (CAPECO, 2021).

En la siguiente tabla se puede ver dichos cálculos junto a la inversión en maquinaria, equipos y muebles especificados anteriormente. Todos ellos se encuentran dentro de los activos fijos tangibles que requieren de una inversión total de 5 176 710 soles.

Tabla 7.3

Activos fijos tangibles

Activos Fijos Tangibles	Monto (USD)	Monto (S/)
Maquinaria de producción	\$142 683	S/570 730
Equipo administrativo	\$8125	S/32 500
Terreno	\$810 000	S/3 240 000
Construcción de planta	\$240 000	S/960 000
Construcción de área administrativa	\$89 400	S/357 600
Muebles administrativos	\$2095	S/8380
Muebles en planta y servicios	\$987,50	S/3950
Servicios	\$137,50	S/550
Equipo de vigilancia	\$575	S/2300
Equipo de seguridad	\$175	S/700
Total AFT	\$1 294 178	S/5 176 710

Por último, dentro de las inversiones a largo plazo, también se incluyen los activos fijos intangibles, los cuales están conformados por los estudios previos a la edificación, la supervisión del proyecto, los gastos de la puesta en marcha, que incluyen los gastos de instalación de la maquinaria, los imprevistos, los gastos operativos y el interés pre operativo, éste último se calculó con una TEA del 17% anual (Banco de Crédito del Perú, s.f.) por 11 meses que es lo que durará la implementación del proyecto. En la siguiente tabla se puede ver el listado de dichos activos, los cuales requerirán de una inversión total de 1 350 097 soles.

Tabla 7.4

Activos fijos intangibles

Activos Fijos Intangibles	Monto (USD)	Monto (S/)
Estudio previo y definitivo	\$38 820	S/155 280
Supervisión del Proyecto	\$64 700	S/258 801
Gastos de puesta en marcha	\$6940	S/27 760

(continúa)

(continuación)

Activos Fijos Intangibles	Monto (USD)	Monto (S/)
Gastos operativos	\$140 446	S/561 785
Intereses Preoperativos	\$86 618	S/346 471
Total	\$337 524	S/1 350 097

En conclusión, para las inversiones a largo plazo, se requerirá un total de 1 631 702 dólares o 6 526 807 soles.

7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo

Dentro de las inversiones a corto plazo, se encuentra el capital de trabajo, el cual será calculado tomando en cuenta el ciclo de conversión de efectivo (CCE) del proyecto. Éste representa el tiempo en el que los recursos de la empresa se encuentran inmovilizados. Cabe resaltar que, el pago a los proveedores y el cobro a los clientes se realizará al contado por lo que tanto el periodo promedio de cobro (PPC), como el periodo promedio de pago (PPP) serán igual a 0 días, en el caso de las exportaciones, el pago será realizado cuando los términos de las cartas fianzas se hayan cumplido. Y se consideró un plazo de 90 días como periodo promedio de inventario (PPI). Con estos datos se calcula el ciclo de conversión de efectivo:

$$CEE=PPI+PPC-PPP$$

$$CEE=90+0-0=90 \text{ días}$$

Esto quiere decir que el capital de trabajo se calculará con el monto de activos circulantes que existan dentro de estos 3 meses, los cuales dan un resultado de S/ 545 386. En el siguiente cuadro se puede ver con mayor detalle los montos que conforman el capital de trabajo:

Tabla 7.5

Capital de Trabajo

Rubro	Monto Mensual (S/)	Monto Trimestral (S/)
Materia prima e insumos		
Sacos	S/79	S/236
Detergente	S/198	S/595
Soda Cáustica	S/1019	S/3058

(continúa)

(continuación)

Rubro	Monto Mensual (S/)	Monto Trimestral (S/)
Remuneraciones		
Mano de obra directa	S/45 436	S/136 308
Mano de obra indirecta	S/56 928	S/170 785
Servicios		
Energía eléctrica	S/51 464	S/154 393
Agua	S/1464	S/4393
Combustible	S/2077	S/6230
Telefonía e Internet	S/229	S/687
Transporte y Exportación	S/12 800	S/38 400
Limpieza	S/5600	S/16 800
Seguridad	S/4500	S/13 500
TOTAL	S/181 795	S/545 386

7.2 Costos de producción

7.2.1 Costos de las materias primas

Como se determinó en el punto 5.11.1., los insumos necesarios para la transformación de los RAEE en los productos finales son sacos, detergente y soda cáustica para los pellets de plástico. Los RAEE no tienen costo alguno, ya que son desechos, pero el costo de transporte y recolección de los mismos se verá reflejado en otros puntos, como el costo de los camiones, el combustible y la mano de obra necesaria. En la siguiente tabla se indican los precios sin IGV de los insumos necesarios para la obtención de los productos, de acuerdo a un promedio en el precio del mercado:

Tabla 7.6

Precio de insumos

Materia Prima	Costo	Unidad
Sacos	1,50	soles/und
Detergente	6,75	soles/kg
Soda Cáustica	70,00	soles/kg

Para el cálculo de los costos mensuales y anuales se tuvo en cuenta los datos de la tabla 5.27., donde se expresan los requerimientos anuales de cada uno de los insumos anteriormente mencionados. Estos datos y los precios de cada uno, permite calcular el costo total anual requerido para los insumos. Se realizó el cálculo para los primeros 5 años de operación de la planta de reciclaje de RAEE, tomando en cuenta también la inflación proyectada para los años siguientes. Según el BCRP se estima que la inflación

será de 2,9%, 3,0%, 3,2% y 3,3% del 2023 al 2026 respectivamente (BCRP ,2022). Con ello se halla el costo de los insumos por año, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 7.7

Cálculo del costo de insumos

Año	2022	2023	2024	2025	2026
Sacos					
Requerimiento anual (unds)	630,24	498,98	367,73	236,47	105,21
Costo mensual	S/ 79	S/ 64	S/ 47	S/ 31	S/ 14
Costo anual	S/ 945	S/ 770	S/ 568	S/ 366	S/ 163
Detergente					
Requerimiento anual(kg)	352,56	279,13	205,71	132,28	5,86
Costo mensual	S/ 198	S/ 162	S/ 119	S/ 77	S/ 34
Costo anual	S/ 2,380	S/ 1,939	S/ 1,430	S/ 921	S/ 410
Soda Cáustica					
Requerimiento anual (kg)	174,72	138,33	101,94	65,56	29,17
Costo mensual	S/ 1, 19	S/ 830	S/ 613	S/ 395	S/ 176
Costo anual	S/ 12 230	S/ 9 964	S/ 7350	S/ 4736	S/ 2109
Costo Total	S/ 15 556	S/ 12 673	S/ 9349	S/ 6023	S/ 2683

7.2.2 Costo de la mano de obra directa

Para el cálculo del costo de la mano de obra directa, se considerará el salario a pagar a los operarios que se encuentren involucrados directamente en el proceso productivo. Todos los operarios contarán con el mismo sueldo de S/ 2065 soles, los cuales incluyen todos los beneficios o aportes correspondientes por ley como lo son: las gratificaciones, el CTS, el pago por vacaciones, ESSALUD, la bonificación por gratificación (Ministerio del Trabajo del Perú, 2020), y un seguro de riesgo (1,5%) por el trabajo que realizarán. Del mismo modo, dentro de esta cantidad se encuentra la retención de la AFP (S/ 268), aplicada a todos los empleados. Por lo que cada operario recibirá un sueldo bruto de S/ 1797,00.

Con estos datos, es posible calcular el costo de la mano de obra directa anual, el cual se ve en la siguiente tabla:

Tabla 7.8*Costo mano de obra directa*

Puesto	Salarios Mensuales			Salario Anual
	N° de personas	Remuneración Individual	Remuneración Total	
Operarios de producción	22	S/2065	S/45 436,16	S/545 233,92
Total			S/45 436	S/545 234

7.2.3 Costo Indirecto de Fabricación

Dentro de los Costos indirectos de fabricación se considerarán los costos de la mano de obra indirecta, los servicios como terceros, agua potable, electricidad, telefonía e internet y el combustible, los cuales son recursos necesarios para el buen funcionamiento de las instalaciones, máquinas y equipos dentro de la planta de general.

Para el caso de la mano de obra indirecta, se trabajará de manera similar al cálculo de la mano de obra directa, tomando en cuenta los beneficios o aportes mencionados anteriormente y dentro de las retenciones, aparte de la AFP, se considerará también el descuento del impuesto de quinta categoría para los sueldos más altos. (SUNAT, s.f.). Por ello, la siguiente tabla muestra las remuneraciones individuales mensuales y anuales según cada puesto:

Tabla 7.9*Costo mano de obra indirecta*

Puesto	Salarios Mensuales			Salario Anual
	N° de personas	Remuneración Individual	Remuneración Total	
Mano de Obra Indirecta				
Gerente general	1	S/ 21 896	S/ 21 895,50	S/ 262 746,00
Jefe de producción	1	S/ 7299	S/ 7298,50	S/ 87 582,00
Jefe de finanzas y RRHH	1	S/ 7299	S/ 7298,50	S/ 87 582,00
Jefe Comercial	1	S/ 7299	S/ 7298,50	S/ 87 582,00
Asesor Comercial	2	S/ 3649	S/ 7298,50	S/ 87 582,00
Asistentes	2	S/ 1460	S/ 2919,40	S/ 35 032,80
Recepcionista	1	S/ 2919	S/ 2919,40	S/ 35 032,80
Total			S/ 56 928	S/ 683 140

Por otro lado, en el caso de los servicios requeridos, se considerarán los precios promedio del mercado. Los servicios de terceros se considerarán los siguientes costos:

Tabla 7.10*Costo servicios de terceros*

Servicios Terceros				
Servicio	N° de puestos	Costo Unitario	Costo Total	Costo Anual
Personal de Seguridad	1	S/4500	S/4500,00	S/54 000,00
Personal de Limpieza	4	S/1400	S/5600,00	S/67 200,00
Total			S/10 100	S/121 200

En cuanto a la energía eléctrica, se considera la tarifa establecida por Luz del Sur para la zona “Lima Sur” (BT2) (Luz del Sur, 2022). Cabe resaltar que debido a que solo se trabajará un turno de 8 horas al día, en horario de mañana, no se consumirá energía en horas fuera del horario de punta.

Tabla 7.11*Costo unitario de según servicio*

Servicio	Precio	Unidad
Energía Eléctrica	6,56	soles/mes
	0,41	soles/Kw.hr
Agua y Alcantarillado	6,71	soles/m3
Combustible	2,36	soles/Litro
Telefono/Internet	229,00	soles/mes

Con estos datos, se puede hallar el costo total de cada uno de los servicios, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos en el punto 5.11.3. y la inflación proyectada para los años siguientes. Según el BCRP se estima que la inflación será de 2,9%, 3,0%, 3,2% y 3,3% del 2023 al 2026 respectivamente (Banco Central de Reserva del Perú, s.f.). Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7.12*Costo de servicios*

Año	2022	2023	2024	2025	2026
Energía Eléctrica					
Requerimiento anual (Kw.h)	1 488	1 488	1 488	1 488	1 488
	652,00	652,00	652,00	652,00	652,00
Costo mensual	S/ 51 464	S/ 52 957	S/ 53 008	S/ 53 111	S/ 53 163
Costo Anual	S/ 617 572	S/ 635 481	S/ 636 099	S/ 637 334	S/ 637 951

(continúa)

(continuación)

Año	2022	2023	2024	2025	2026
Agua					
Requerimiento anual (m3)	2619,56	2619,56	2619,56	2619,56	2619,56
Costo mensual	S/ 1464	S/ 1507	S/ 1508	S/ 1511	S/ 1513
Costo Anual	S/ 17 572	S/ 18 082	S/ 18 099	S/ 18 134	S/ 18 152
Combustible					
Requerimiento (Its)	10 560,00	10 560,00	10 560,00	10 560,00	10 560,00
Costo mensual	S/ 2077	S/ 2137	S/ 2139	S/ 2143	S/ 2145
Costo Anual	S/ 24 922	S/ 25 644	S/ 25 669	S/ 25 719	S/ 25 744
Telefono/Internet					
Costos mensual	S/ 229	S/ 236	S/ 236	S/ 236	S/ 237
Costo Anual	S/ 2748	S/ 2828	S/ 2830	S/ 2836	S/ 2839
Costo Total	S/ 662 813	S/ 682 035	S/ 682 698	S/ 684 023	S/ 684 686

Por último, el costo indirecto de fabricación total del proyecto, para cada uno de los primeros 5 años de operación de la planta, serán los siguientes:

Tabla 7.13

Costo indirecto de fabricación total

	2022	2023	2024	2025	2026
CIF Total	S/ 1 482 708	S/ 1 499 047	S/ 1 496 386	S/ 1 494 386	S/ 1 491 708

7.3 Presupuesto Operativos

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas

Para el cálculo del ingreso por ventas, se usó la demanda del proyecto hallada anteriormente y el precio de venta de cada producto. Los resultados obtenidos, para los primeros 5 años de operación de la planta, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 7.14

Presupuesto de ingreso por ventas

Año	Producto	Peso unitario	Valor de venta unitario	Demanda	Unidades	Ingreso total anual
2022	Pellets de plástico	25 kg	S/ 193	623	Unidades	S/ 5 269 475,43
	Bloques de cobre	1344 kg	S/ 25 428,48	87	Unidades	

(continúa)

(continuación)

Año	Producto	Peso unitario	Valor de venta unitario	Demanda	Unidades	Ingreso total anual
2023	Bloques de aluminio	405 kg	S/ 2154,60	369	Unidades	
	Bloques de hierro y acero	1167,67 kg	S/ 6755,89	266	Unidades	
	Bloques de circuitos	154,5 kg	S/ 2781,00	124	Unidades	
	Pellets de plástico	25 kg	S/ 193	494	Unidades	
	Bloques de cobre	1344 kg	S/ 25 428,48	87	Unidades	
	Bloques de aluminio	405 kg	S/ 2154,60	373	Unidades	S/ 5 591 777,86
2024	Bloques de hierro y acero	1167,67 kg	S/ 6755,89	312	Unidades	
	Bloques de circuitos	154,5 kg	S/ 2781,00	134	Unidades	
	Pellets de plástico	25 kg	S/ 193	364	Unidades	
	Bloques de cobre	1344 kg	S/ 25 428,48	87	Unidades	
	Bloques de aluminio	405 kg	S/ 2154,60	377	Unidades	S/ 5 913 887,30
	Bloques de hierro y acero	1167,67 kg	S/ 6755,89	358	Unidades	
2025	Bloques de circuitos	154,5 kg	S/ 2781,00	144	Unidades	
	Pellets de plástico	25 kg	S/ 193	234	Unidades	
	Bloques de cobre	1344 kg	S/ 25 428,48	88	Unidades	
	Bloques de aluminio	405 kg	S/ 2154,60	380	Unidades	S/ 6 262 051,61
	Bloques de hierro y acero	1167,67 kg	S/ 6755,89	404	Unidades	
	Bloques de circuitos	154,5 kg	S/ 2781,00	155	Unidades	
2026	Pellets de plástico	25 kg	S/ 193	104	Unidades	
	Bloques de cobre	1344 kg	S/ 25 428,48	88	Unidades	
	Bloques de aluminio	405 kg	S/ 2154,60	383	Unidades	S/ 6 588 762,33
	Bloques de hierro y acero	1167,67 kg	S/ 6755,89	451	Unidades	
	Bloques de circuitos	154,5 kg	S/ 2781,00	165	Unidades	

7.3.2 Presupuesto operativo de costos

Para hallar el presupuesto operativo de costos, se incluye el costo de la materia prima e insumos, según su requerimiento, el costo de la mano de obra directa, los costos indirectos

de fabricación, los costos de exportación y la depreciación fabril. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7.15

Presupuesto operativo de costos

Año	2022	2023	2024	2025	2026
Costo de Insumos	S/ 15 556	S/ 12 673	S/ 9349	S/ 6023	S/ 2683
Costo de Mano de Obra Directa	S/ 545 234	S/ 561 046	S/ 561 591	S/ 562 681	S/ 563 227
Costo de Exportación	S/ 99 296	S/ 112 332	S/ 122 607	S/ 133 031	S/ 143 356
Costos Indirectos de Fabricación	S/ 1 482 708	S/ 1 499 047	S/ 1 496 386	S/ 1 494 386	S/ 1 491 708
Depreciación Fabril	S/ 150 301	S/ 150 301	S/ 150 301	S/ 150 301	S/ 150 301
Total	S/ 2 293 095	S/ 2 335 399	S/ 2 340 233	S/ 2 346 423	S/ 2 351 274

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos

Para calcular el presupuesto operativo de gastos, primero se tomó en cuenta los gastos de marketing, los cuales provienen de las campañas de recolección de RAEE que se realizarán en todo el Perú y la promoción de los productos que se obtendrán.

En segundo lugar, los gastos administrativos y de ventas están conformados por los salarios de los altos ejecutivos, también considera otros gastos dentro del área.

Por último, se tomó en cuenta la depreciación no fabril y la amortización de los activos fijos intangibles.

Los resultados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 7.16

Presupuesto operativo de gastos

Año	2022	2023	2024	2025	2026
Gastos de Marketing	S/ 40 000	S/ 30 000	S/ 30 000	S/ 30 000	S/ 30 000
Gastos de administración y Ventas	S/ 683 140	S/ 702 951	S/ 703 634	S/ 705 000	S/ 705 683
Amortización de Intangibles	S/ 135 010	S/ 135 010	S/ 135 010	S/ 135 010	S/ 135 010
Depreciación No Fabril	S/ 11 566	S/ 11 566	S/ 11 566	S/ 11 566	S/ 11 566
TOTAL	S/ 869 715	S/ 879 526	S/ 880 209	S/ 881 576	S/ 882 259

7.4 Presupuestos Financieros

Es importante elaborar los presupuestos financieros para poder obtener un plano general de la rentabilidad del proyecto (considerando las deudas que se tomarán para llevarlo al cabo). Con este fin, se construirá el presupuesto de servicio a la deuda, con lo cual se podrá elaborar el Estado de Resultados Proyectado. Además, se procederá a elaborar el Estado de Situación Financiera de apertura, y los flujos de fondo para finalmente conseguir el análisis económico y financiero del proyecto.

7.4.1 Presupuesto de Servicio de Deuda

El porcentaje establecido de endeudamiento con respecto al total de la inversión necesaria para llevar al cabo el proyecto es de un 60%, lo cual representa una suma de S/ 4 242 566 que se financiarán con un préstamo bancario. Las condiciones establecidas por el promedio del sector bancario para este tipo de proyectos son las siguientes:

- Plazo: 5 años
- TEA: 17%
- Amortizaciones constantes (cuotas decrecientes)
- Amortizaciones semestrales
- 6 meses de periodo de gracia

Con estos datos, se elaboró el cronograma de servicio a la deuda:

Tabla 7.17

Servicio de deuda

Año	Semestre	Deuda capital	Amortizacion Principal	Intereses	Saldo
A. Preop.	A. Preop.	S/ 4 242 566	S/ 0	S/ 346 471	S/ 4 242 566
1	1	S/ 4 242 566	S/ 424 257	S/ 346 471	S/ 3 818 309
	2	S/ 3 818 309	S/ 424 257	S/ 311 824	S/ 3 394 052
2	3	S/ 3 394 052	S/ 424 257	S/ 277 177	S/ 2 969 796
	4	S/ 2 969 796	S/ 424 257	S/ 242 530	S/ 2 545 539
3	5	S/ 2 545 539	S/ 424 257	S/ 207 882	S/ 2 121 283
	6	S/ 2 121 283	S/ 424 257	S/ 173 235	S/ 1 697 026
4	7	S/ 1 697 026	S/ 424 257	S/ 138 588	S/ 1 272 770
	8	S/ 1 272 770	S/ 424 257	S/ 103 941	S/ 848 513
5	9	S/ 848 513	S/ 424 257	S/ 69 294	S/ 424 257
	10	S/ 424 257	S/ 424 257	S/ 34 647	S/ 0
Total			S/ 3 394 052	S/ 2 148 119	

Por último, en la siguiente tabla se muestra el resumen del pago de la deuda en términos anuales sin considerar el periodo pre-operativo:

Tabla 7.18

Resumen pago de la deuda

Año	Amortizacion	Interes
1	S/ 848 513,11	S/ 658 294,41
2	S/ 848 513,11	S/ 519 706,11
3	S/ 848 513,11	S/ 381 117,81
4	S/ 848 513,11	S/ 242 529,52
5	S/ 848 513,11	S/ 173 235,37
Total	S/ 4 242 566	S/ 1 974 883

7.4.2 Presupuesto de Estado Resultados

En las siguientes tablas se presentan el estado de ganancias y pérdidas económicas y el estado de resultados financieros. Ambos están expresados en nuevos soles y cumplen con las siguientes consideraciones:

- La tasa de impuesto a la renta corresponde al 30% de la utilidad antes de impuestos y participaciones.
- La participación de los trabajadores es del 10% con respecto a la utilidad antes de impuestos y participaciones.
- La reserva legal corresponde a un 20% del capital social propiciado por los inversionistas, esto equivale a S/ 560 687.

Tabla 7.19

Estado de ganancias y pérdidas

Rubro	2022	2023	2024	2025	2026
Ingreso por Ventas	5 269 475	5 591 778	5 913 887	6 262 052	6 588 762
(-) Costo de Producción	2 293 095	2 335 399	2 340 233	2 346 423	2 351 274
(=) Utilidad Bruta	2 976 381	3 256 379	3 573 654	3 915 629	4 237 488
(-) Gastos Generales (sin Int. Preoper.)	835 068	844 879	845 562	846 929	847 612
(-) Gastos Financieros	-	-	-	-	-
(+) Valor de Mercado					2 183 063
(-) Valor Residual					4 366 125
(=) Utilidad antes de Impuestos	2 141 313	2 411 500	2 728 092	3 068 700	1 206 814
(-) Participaciones (10%)	214 131	241 150	272 809	306 870	120 681
(-) Impuesto a la Renta (30%)	642 394	723 450	818 427	920 610	362 044
(=) UTILIDAD ANTES DE RESERVA LEGAL	1 284 788	1 446 900	1 636 855	1 841 220	724 088
(-) Reserva Legal (20%)	56 568	169 703	282 838	56 568	
(=) Utilidad Disponible	1 228 220	1 277 197	1 354 017	1 784 652	724 088

Tabla 7.20*Estado de resultados*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Ingreso por Ventas	5 269 475	5 591 778	5 913 887	6 262 052	6 588 762
(-) Costo de Producción	2 293 095	2 335 399	2 340 233	2 346 423	2 351 274
(=) Utilidad Bruta	2 976 381	3 256 379	3 573 654	3 915 629	4 237 488
(-) Gastos Generales	869 715	879 526	880 209	881 576	882 259
(-) Gastos Financieros	658 294	519 706	381 118	242 530	173 235
(+) Valor de Mercado					2 183 063
(-) Valor Residual					4 366 125
(=) Utilidad antes de Impuestos	1 448 371	1 857 146	2 312 327	2 791 523	998 931
(-) Participaciones (10%)	144 837	185 715	231 233	279 152	99 893
(-) Impuesto a la Renta (30%)	434 511	557 144	693 698	837 457	299 679
(=) Utilidad antes de Reserva Legal	869 023	1 114 288	1 387 396	1 674 914	599 359
(-) Reserva Legal (20%)	56 568	169 703	282 838	56 568	
(=) Utilidad Disponible	812 455	944 585	1 104 558	1 618 346	599 359

La reserva legal termina de constituirse en el cuarto año de operación, por lo que de aquí en adelante la utilidad neta es igual a la utilidad de libre disposición.

7.4.3 Presupuesto de Estado de Situación Financiera

En la siguiente tabla se muestra el estado de situación financiera de apertura, el cual representa la composición de la inversión inicial. El total del activo se conforma por el capital de trabajo y los activos tangibles e intangibles, los cuales han sido financiados con capital propio (patrimonio) y por deudas a corto y a largo plazo, las cuales se encuentran indicadas en el pasivo corriente y no corriente respectivamente:

Tabla 7.21*Estado de situación financiera (apertura)*

Balance General de Apertura			
Activo corriente	S/ 545 386	Pasivo corriente	S/ 1 272 770
Capital de trabajo	S/ 545 386	Deuda a corto plazo	S/ 1 272 770
Activo no corriente	S/ 6 525 557	Pasivo no corriente	S/ 2 969 796
Tangibles	S/ 5 175 460	Deuda a largo plazo	S/ 2 969 796
Intangibles	S/ 1 350 097	Patrimonio	S/ 2 828 377
		Capital Social	S/ 2 828 377
Total Activo	S/ 7 070 943	Total Pasivo + Patrimonio	S/ 7 070 943

7.4.4 Flujo de fondos netos

Los cálculos de los flujos de fondos netos permitirán determinar el periodo de retorno de la inversión y la rentabilidad global del proyecto. Dentro de ellos encontraremos el flujo de fondos económico y el flujo de fondos financiero.

7.4.4.1 Flujo de fondos económicos

Dentro del flujo de fondos económico, no se toma en cuenta el préstamo bancario, y el aporte de capital representa la inversión total. En la siguiente tabla se puede observar el flujo neto de fondos económico, en nuevos soles, calculado para el año preoperativo y los 5 primeros años de operación del proyecto:



Tabla 7.22*Flujo de fondos económico*

Rubro	Año					
	0	1	2	3	4	5
Inversión Total	-6 724 472					
Utilidad antes de Reserva Legal		1 284 788	1 446 900	1 636 855	1 841 220	724 088
(+) Amortización Intangibles (sin int. Preope.)		100 363	100 363	100 363	100 363	100 363
(+) Depreciación Fabril		150 301	150 301	150 301	150 301	150 301
(+) Depreciación No Fabril		11 566	11 566	11 566	11 566	11 566
(+) Participaciones (0%)		-	-	-	-	-
(+) Gastos Financieros		-	-	-	-	-
(+) Valor Residual (recupero)						4 911 511
Flujo Neto de Fondos Economico	-6 724 472	1 547 017	1 709 129	1 899 085	2 103 450	5 897 829

7.4.4.2 Flujo de fondos financieros

El flujo de fondos financiero sí toma en cuenta el préstamo bancario y muestra la circulación del efectivo dentro de la empresa, que es producto de su actividad económica. Los resultados calculados reflejan el escenario real del proyecto. En la siguiente tabla se muestra el flujo neto de fondos financiero, en nuevos soles, del año preoperativo y de los 5 primeros años de operación del proyecto:

Tabla 7.23*Flujo de fondos financiero*

Rubro	Año					
	0	1	2	3	4	5
Inversión Total	-7 070 943					
Préstamo	4 242 566					
Utilidad antes de Reserva Legal		869 023	1 114 288	1 387 396	1 674 914	599 359
(+) Amortización De Intangibles		135 010	135 010	135 010	135 010	135 010
(+) Depreciación Fabril		150 301	150 301	150 301	150 301	150 301
(+) Depreciación No Fabril		11 566	11 566	11 566	11 566	11 566
(+) Participaciones (0%)		-	-	-	-	-
(-) Amortización del Préstamo		-848 513	-848 513	-848 513	-848 513	-848 513
(+) Valor Residual						4 911 511
Flujo Neto De Fondos Financiero	-2 828 377	317 386	562 651	835 760	1 123 278	4 959 233

7.5 Evaluación Económica y Financiera

Para poder calcular la rentabilidad del proyecto de la manera más óptima, es necesario hallar el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC). Este es la ponderación de las fuentes de financiamiento y patrimonio con las que contará el proyecto. Su objetivo es determinar la mínima rentabilidad requerida para que la inversión se vea justificada de acuerdo a las expectativas de los agentes financieros.

Tabla 7.24

Costo Promedio Ponderado de Capital

Rubro	Importe	% Participación	Interes	"Tasa de DCTO."
Accionistas	2 828 377	40%	18%	7,20%
Prestamo	4 242 566	60%	17%	10,20%
Total	7 070 943	100%		17,40%

Una vez realizados los cálculos, la ponderación da como resultado un CPPC igual a 17,40%.

Por otro lado, se realizó el cálculo del COK del proyecto tomando en cuenta la tasa libre de riesgo, la cual se obtiene de los bonos emitidos por el gobierno el presente año (Ministerio de Economía y Finanzas, s.f.); la prima de riesgo del mercado, la cual es 7,60% para el sector industrial (Bolsa de Valores de Lima, s.f.); y el valor de beta de la industria se calculó usando como referencia el beta desapalancado de industrias similares. Obteniendo de este modo un COK de 12,95% con la siguiente fórmula:

$$COK = Rf + \beta * (Rm - Rf)$$

Tabla 7.25

Cálculo del COK

Tasa libre de riesgo (Rf)	3,32%
Beta de la Industria	2,25
Prima de Riesgo (Rm)	7,60%
COK	12,95%

7.5.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Se considera un horizonte de 5 años para la evaluación económica, utilizando los flujos económicos establecidos en el acápite 7.4.4.1., junto con la tasa de oportunidad establecida:

Tabla 7.26*Indicadores de evaluación económica*

VAN Económico	S/ 1 965 330
Relación B / C	1,292
TIR Económico	22,04%
Periodo De Recuperación (Años)	4,90

Con estos resultados, se concluye que el proyecto es rentable visto desde una perspectiva económica. El VAN resulta mayor a cero, lo cual indica que la inversión inicial del proyecto se recupera. La relación beneficio/costo es superior a uno, lo que indica que el retorno es superior a la inversión realizada. El TIR es mayor que el COK establecido. Y el tiempo de recupero del proyecto es de 4,90 años.

7.5.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Se considera un horizonte de 5 años para la evaluación económica, utilizando los flujos económicos establecidos en el acápite 7.4.4.2., junto con la tasa de oportunidad establecida:

Tabla 7.27*Indicadores de evaluación financiera*

VAN Económico	S/ 1 861 426
Relación B / C	1,658
TIR Económico	28,27%
Periodo De Recuperación (Años)	6,78

Con estos resultados, se concluye que el proyecto es rentable visto desde una perspectiva financiera. El VAN resulta mayor a cero, lo cual indica que la inversión inicial del proyecto se recupera. La relación beneficio/costo es superior a uno, lo que indica que el retorno es superior a la inversión realizada. El TIR es mayor que el CPPC establecido. Y el tiempo de recupero del proyecto es de 6,78 años.

7.5.3 Análisis de ratios

Se realizó el análisis de ratios del primer año de operación del proyecto, teniendo en cuenta el estado de situación financiera que se tendría al final de dicho año, puesto que

en el análisis de apertura presentado en el punto 7.4.3. no se evidencian los principales movimientos de efectivo.

En el siguiente cuadro, se pueden ver los ratios de liquidez, solvencia, gestión y rentabilidad hallados para el proyecto, con sus respectivas interpretaciones:

Tabla 7.28

Análisis de Ratios

	Ratio	Fórmula	Resultado	Interpretación
Liquidez	Liquidéz Corriente	Activo Corriente/ Pasivo Corriente	1,13	Como el valor es mayor a 1, la empresa posee circulante suficiente para cumplir con sus obligaciones más inmediatas.
	Prueba Ácida	(Activo Corriente - Inventario)/ Pasivo Corriente	1,12	Como el valor es mayor a 1 existe buena capacidad de pago a corto plazo.
Solvencia	Razón de Deuda	Pasivo/ Activo	59,1%	El resultado está entre el 40% y 60%, por lo que la empresa no está ni muy endeudada ni desaprovechando sus recursos.
	Relación Deuda/ Capital	Pasivo Total/ Patrimonio	1,45	La empresa no tiene el patrimonio neto suficiente como para pagar la deuda de inmediato, pero el valor es muy bajo por lo que no existirán problemas a largo plazo.
	Apalancamiento	Activo/ Patrimonio	2,45	Refleja que el patrimonio total invertido genera 2,45 veces su valor en activos para la empresa.
Gestión	Cobertura Gastos Financieros	U. Operativa/ Gastos financieros	2,20	La utilidad generada por la operación corriente de la empresa es más que capaz de sostener el costo financiero de la deuda.
	Rotación Activo	Ventas/Activo	0,55	Por cada sol de activo, se genera 0,55 soles en ventas para la empresa. Se espera mejorar el resultado en los próximos años de operación.
	Ciclo Operativo	PPI + PPC	90 días	Transcurrirán 90 días desde el inicio de producción hasta el cobro efectivo de los productos terminados.
	ROE	Utilidad Neta/ Patrimonio	22,4%	Se espera un retorno del 22,4% sobre el patrimonio al cierre del año 1.
Rentabilidad	ROA	Utilidad Neta/ Activo Total	9,1%	El activo total trae consigo un 9% de utilidad neta para la empresa.
	ROS	Utilidad Neta/ Ventas Netas	16,5%	Existe alta rentabilidad en las ventas y como son generadas desde el primer año, reflejan la rentabilidad del negocio.
	Margen Bruto	Utilidad Bruta/ Ventas Netas	56,5%	El alto resultado significa que los costos de producción están cubiertos adecuadamente.

7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

Conocer el comportamiento del proyecto de inversión en escenarios distintos al planteado es importante poder analizar el potencial y rentabilidad del mismo. Los escenarios a analizar son 3: pesimista, normal y optimista. En cada uno de estos la venta se verá afectada de acuerdo a los porcentajes que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7.29

Escenarios de análisis

Escenario	Probabilidad	% Ventas
Pesimista	30%	90%
Normal	40%	100%
Optimista	30%	110%

Con ello, se procede a calcular el estado de resultados y el flujo neto de fondos financieros bajo el supuesto de un escenario pesimista (solo se logra el 90% de las ventas proyectadas), así como los respectivos indicadores:

Tabla 7.30

Estado de resultados de escenario pesimista

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Ingreso por Ventas	4 742 528	5 032 600	5 322 499	5 635 846	5 929 886
(-) Costo de Producción	2 293 095	2 335 399	2 340 233	2 346 423	2 351 274
(=) Utilidad Bruta	2 449 433	2 697 201	2 982 265	3 289 423	3 578 612
(-) Gastos Generales	869 715	879 526	880 209	881 576	882 259
(-) Gastos Financieros	658 294	519 706	381 118	242 530	173 235
(+) Valor de Mercado					2 183 063
(-) Valor Residual					4 366 125
(=) Utilidad antes de Impuestos	921 423	1 297 969	1 720 938	2 165 318	340 055
(-) Participaciones (10%)	92 142	129 797	172 094	216 532	34 005
(-) Impuesto a la Renta (30%)	276 427	389 391	516 281	649 595	102 016
(=) Utilidad antes de Reserva Legal	552 854	778 781	1 032 563	1 299 191	204 033
(-) Reserva Legal (20%)	56 568	169 703	282 838	56 568	
(=) Utilidad Disponible	496 287	609 079	749 725	1 242 623	204 033

Tabla 7.31*Flujo de fondos financiero de escenario pesimista*

Rubro	Año					
	0	1	2	3	4	5
Inversión Total	-7 070 943					
Préstamo	4 242 566					
Utilidad antes de Reserva Legal		552 854	778 781	1 032 563	1 299 191	204 033
(+) Amortización De Intangibles		135 010	135 010	135 010	135 010	135 010
(+) Depreciación Fabril		150 301	150 301	150 301	150 301	150 301
(+) Depreciación No Fabril		11 566	11 566	11 566	11 566	11 566
(+) Participaciones (0%)		-	-	-	-	-
(-) Amortización del Préstamo		-848 513	-848 513	-848 513	-848 513	-848 513
(+) Valor Residual						4 911 511
Flujo Neto De Fondos Financiero	-2 828 377	1 218	227 145	480 926	747 554	4 563 908

Tabla 7.32*Indicadores de evaluación financiera bajo escenario pesimista*

VAN Financiero	S/ 626 390
Relacion B/C	1,221
TIR Financiero	18,08%
Periodo De Recuperacion (Años)	16,88

En un escenario pesimista, donde solo se logra un 90% de las ventas proyectadas, el proyecto sigue siendo rentable. El VAN, si bien es menor, sigue siendo positivo, el TIR es óptimo porque sigue siendo mayor al COK. Lo mismo sucede con la relación beneficio/costo; y en cuanto a el periodo de recupero, éste será de 16,88 años.

Por otro lado, se procederá a realizar el escenario optimista, siendo éste el incremento del 10% en las ventas. En las siguientes tablas se podrá observar el estado de resultados y el flujo neto de fondos financiero-afectados por este escenario, al igual que los indicadores:

Tabla 7.33

Estado de resultados de escenario optimista

RUBRO	2021	2022	2023	2024	2025
Ingreso por Ventas	5 796 423	6 150 956	6 505 276	6 888 257	7 247 639
(-) Costo de Producción	2 293 095	2 335 399	2 340 233	2 346 423	2 351 274
(=) UTILIDAD BRUTA	3 503 328	3 815 557	4 165 043	4 541 834	4 896 364
(-) Gastos Generales	869 715	879 526	880 209	881 576	882 259
(-) Gastos Financieros	658 294	519 706	381 118	242 530	173 235
(+) Valor de Mercado					2 183 063
(-) Valor Residual					4 366 125
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	1 975 319	2 416 324	2 903 715	3 417 728	1 657 807
(-) Participaciones (10%)	197 532	241 632	290 372	341 773	165 781
(-) Impuesto a la Renta (30%)	592 596	724 897	871 115	1 025 319	497 342
(=) UTILIDAD ANTES DE RESERVA LEGAL	1 185 191	1 449 795	1 742 229	2 050 637	994 684
(-) Reserva Legal (20%)	56 568	169 703	282 838	56 568	
(=) UTILIDAD DISPONIBLE	1 128 624	1 280 092	1 459 392	1 994 070	994 684

Tabla 7.34*Flujo de fondos financiero de escenario optimista*

Rubro	Año					
	0	1	2	3	4	5
Inversión Total	-7 070 943					
Préstamo	4 242 566					
Utilidad antes de Reserva Legal		1 185 191	1 449 795	1 742 229	2 050 637	994 684
(+) Amortización De Intangibles		135 010	135 010	135 010	135 010	135 010
(+) Depreciación Fabril		150 301	150 301	150 301	150 301	150 301
(+) Depreciación No Fabril		11 566	11 566	11 566	11 566	11 566
(+) Participaciones (0%)		-	-	-	-	-
(-) Amortización del Préstamo		-848 513	-848 513	-848 513	-848 513	-848 513
(+) Valor Residual						4 911 511
Flujo Neto de Fondos Financiero	-2 828 377	633 555	898 158	1 190 593	1 499 001	5 354 559

Tabla 7.35*Indicadores de evaluación financiera de escenario optimista*

VAN Financiero	S/ 3 096 461
Relacion B/C	2,095
TIR Financiero	38,55%
Periodo De Recuperacion (años)	4,22

Como se puede observar, bajo este supuesto, donde se logra exceder en un 10% de las ventas proyectadas, el proyecto es aún más rentable. El VAN, es mucho mayor y continúa siendo positivo. El TIR es mayor y supera al CPPC por un gran margen. La relación beneficio/costo es mayor. Y en cuanto al periodo de recupero, este se reduce a 4,22 años, un periodo bastante óptimo y muy poco visto para una inversión de esta magnitud.



CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

En este capítulo se analizará el impacto que el proyecto tendrá en la sociedad. Para ello se calcularán y analizarán ciertos indicadores que permiten conocer y valorar los beneficios y costos del proyecto desde el punto de vista del bienestar social.

Primero es necesario definir las áreas de influencia del proyecto. El área de influencia directa está conformada por el espacio físico que ocupará la planta de reciclaje, en las etapas de construcción y operación.

Por otro lado, el área de influencia indirecta la constituirán los alrededores de la planta, estos espacios serán afectados por las actividades de la misma como, por ejemplo, incremento del tránsito en la etapa de construcción, generación de ruido en la etapa de operación, entre otros. Se fijará un radio de influencia de 7 km que rodeen la planta.

Por último, el área de influencia social del proyecto hace referencia a la zona industrial de la provincia constitucional del Callao, que es donde se ubicará la planta de reciclaje, que no tiene efectos negativos puesto que aún no es considerada una zona residencial.

8.1 Indicadores Sociales

- **Valor agregado:**

Este indicador permite dimensionar el beneficio social que se espera que el proyecto genere. La tasa a considerar para los cálculos fue la del CPPC establecida en el capítulo anterior, la cual es 17,40%. Como se muestra en la siguiente tabla, se presenta un valor total de 12 061 111 soles para el año 5 del proyecto, que representan los beneficios del mismo. Este valor también ayudará a calcular otros indicadores sociales.

Tabla 8.1*Cálculo del valor agregado*

Items	Años				
	1	2	3	4	5
Sueldos y salarios	1 349 574	1 349 574	1 349 574	1 349 574	1 349 574
Depreciación	150 301	150 301	150 301	150 301	150 301
Gastos financieros	658 294	519 706	381 118	242 530	173 235
Utilidad antes de impuestos	1 448 371	1,857 146	2 312 327	2 791 523	998 931
Valor agredado	3 606 540	3 876 727	4 193 319	4 533 927	2 672 041
Valor agregado actual	3 072 010	2 812 736	2 591 514	2 386 724	1 198 126
Valor agregado acumulado	3 072 010	5 884 747	8 476 261	10 862 985	12 061 111

- **Densidad de capital**

Se realizó el cálculo con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Inversión Total}}{\text{Empleos generados}} = \frac{7\,070\,943 \text{ soles}}{36 \text{ puestos}} = 196\,415 \text{ soles/trabajador}$$

La densidad de capital indica que es necesario invertir 196 415 soles para generar un puesto de trabajo. Es importante resaltar que mientras más bajo es este indicador, es más óptimo ya que se requeriría de menor inversión para generar una mayor cantidad de empleos.

- **Intensidad de capital**

Se realizó el cálculo con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Inversión Total}}{\text{Valor agregado}} = \frac{7\,070\,943 \text{ soles}}{12\,061\,111 \text{ soles}} = 0,5863$$

Este indicador sirve para cuantificar la cantidad de valor que se genera a través de la inversión en el proyecto. El resultado indica que para poder generar 1 sol de valor agregado es necesario invertir 0,5863 soles, el resultado es óptimo ya que se puede comprobar la rentabilidad del proyecto.

- **Productividad de mano de obra**

Se realizó el cálculo con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Valor prom. de prod. anual}}{\text{Empleos generados}} = \frac{5\,925\,191 \text{ soles}}{36 \text{ puestos}} = 164\,589 \text{ soles/trabajador}$$

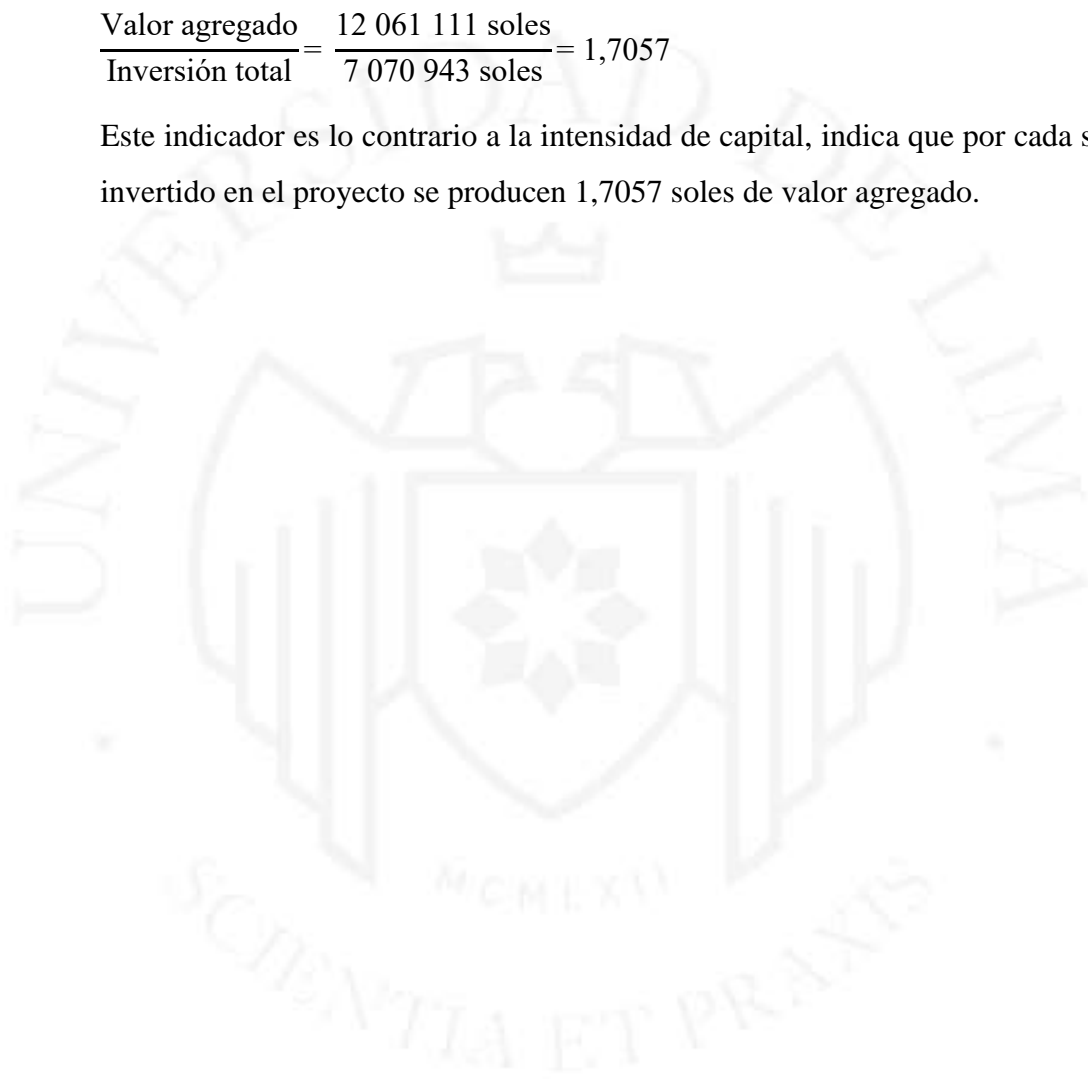
La productividad con respecto a la mano de obra indica que cada trabajador produce anualmente 164 589 soles, este número es especialmente alto debido a la baja cantidad de trabajadores que se requiere, se espera que con el pasar de los años se pueda contratar mayor cantidad de personal.

- **Relación producto-capital**

Se realizó el cálculo con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión total}} = \frac{12\,061\,111 \text{ soles}}{7\,070\,943 \text{ soles}} = 1,7057$$

Este indicador es lo contrario a la intensidad de capital, indica que por cada sol invertido en el proyecto se producen 1,7057 soles de valor agregado.



CONCLUSIONES

- En el Perú, existen muy pocos centros de tratamiento exclusivo de RAEE, por lo que la instalación de una planta de reciclaje de los mismos, implementada con todas las máquinas y procesos propuestos, abre las puertas a un mercado amplio y con potencial de seguir creciendo con el paso de los años. Es por ello que la demanda del proyecto se concluye como favorablemente alta.
- Con respecto a la localización de la planta, ésta será construida en la provincia constitucional del Callao, por ser una zona industrial, contar con terrenos amplios y accesibles tanto tecnológica como económicamente y estar cerca al puerto para facilitar las exportaciones.
- En el estudio de la ingeniería del proyecto, se analizaron distintos aspectos como: la tecnología existente más favorable, los procesos de recolección y reciclaje, la producción de materias primas secundarias, la selección de la maquinaria y equipos requeridos, entre otros. Concluyendo que el proyecto es tecnológicamente viable.
- Por otro lado, se realizó el análisis del impacto ambiental que tendrá el proyecto, que resultó ser positivo por el crecimiento social y la mejora de calidad de vida de las personas que trae consigo, si bien también presenta algunos impactos negativos, éstos son fáciles de prevenir o mitigar con las distintas medidas de control presentadas.
- Por último, después de realizar el análisis económico y financiero del proyecto, se obtuvo que, a pesar de requerir una suma importante para la inversión inicial, los ingresos son favorables desde el primer año de implementación, lo que permite tener un periodo de recupero bastante favorable. También se calcula un retorno financiero favorable para los accionistas, lo cual facilitará el conseguir inversores. Con estos datos, se concluye que el proyecto es económica y financieramente factible.
- El impacto ambiental positivo se verá reflejado en la generación de empleo que incrementará una vez empezadas las actividades de construcción y operación y en la reducción de residuos.
- En conclusión, se puede afirmar la hipótesis del proyecto. La instalación de una planta que se dedique al reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos es viable técnica, económica y financieramente.

RECOMENDACIONES

- Durante la realización del presente proyecto, se notó la falta de información sobre temas de reciclaje y sobre todo sobre los RAEE, por parte de las empresas y de las municipalidades que no enfocan sus intereses en el cuidado medio ambiental. Es por ello que este proyecto busca también la concientización de la población y hacer partícipe a todas las entidades correspondientes para poder tener un mayor alcance.
- Otro punto a considerar es la necesidad de realizar programas de capacitación tanto para las empresas comerciales como para el sector industrial con el objetivo de implantar las economías circulares y aprovechar los recursos basándose en las 4 R's: Reducir, reciclar, reparar y reusar.
- Por otro lado, debido a la amplia demanda obtenida, se recomienda la instalación de más plantas de reciclaje de RAEE en sectores específicos del país como por ejemplo Arequipa en la zona sur y Trujillo en la zona norte. Con ello se reducirían los costos de transporte y recolección de RAEE y también se incrementaría el alcance en las provincias alejadas.
- En lo que respecta al estudio del impacto ambiental, se recomienda tener programas de mejora continua para la optimización de los procesos y el aprovechamiento de la mayor cantidad de residuos posible.
- Por último, es recomendable buscar y evaluar entre las distintas opciones que brindan los bancos para realizar el préstamo, y de este modo encontrar la mejor opción con las tasas de interés más atractivas.

REFERENCIAS

- ACRR. (s.f.). *Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Recuperado el 05 de Setiembre de 2019, de Guía dirigida a Autoridades Locales y Regionales:
<http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/LaGestionRAEE.pdf>
- ALACERO. (s.f.). *Especificaciones técnicas del acero*. Recuperado el Junio de 2020, de <https://www.alacero.org/es/page/el-acero/caracteristicas-del-acero>
- Alibaba. (s.f.). *Desgasificador de aluminio líquido de purificación*. Recuperado el 14 de Setiembre de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/best-degasser-for-aluminum-liquid-purification-60560279916.html>
- Alibaba. (s.f.). *Jinniu-elevador Industrial Circular, fuerte electroimán de elevación*. Recuperado el Febrero de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/jinniu-big-discounts-circular-industrial-elevator-strong-electro-lifting-magnet-1600106677617.html>
- Alibaba. (s.f.). *Scrap steel block moulding machine*. Recuperado el Mayo de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/scrap-steel-block-moulding-machine-scraped-car-briquetting-press-equipment-60689140502.html>
- ANDINA. (21 de Enero de 2012). *Solo el 12% de recicladores trabaja de manera formal en el Perú*. Andina Agencia Peruana de Noticias.
<https://andina.pe/agencia/noticia-solo-12-recicladores-trabaja-manera-formal-el-peru-informan-396247.aspx#:~:text=Bicentenario,Solo%20el%2012%25%20de%20recicladores%20trabaja%20de%20manera%20formal%20en,manera%20formal%20en%20el%20Per%C3%BA>.
- AMIXON Mixing Technology. (s.f.). *Mischer, Trockner und Reaktoren für die Plastikindustrie [Mezcladores, secadores y reactores para la industria del plástico]*. Recuperado el 30 de Junio de 2020, de <https://www.amixon.com/de/industrie/plastik>
- Andritz. (s.f.). *Separadora Industrial*. Recuperado el 14 de Setiembre de 2020, de http://www.dsp-technik.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/Prospekt_qz_e.pdf
- APEIM. (Octubre de 2020). *Niveles Socioeconómicos 2020*. apeim.com.pe:
<http://apeim.com.pe/nse-2020/>
- ArcoMet7. (s.f.). *Ensacadora Continua FILM ECF*. Recuperado el Mayo de 2020, de <http://www.arcomet7.com/wp-content/uploads/2014/12/ENSACADORA-CONTINUA-FILM-ECF-espanol-ingles.pdf>
- Asian Machinery USA. (s.f.). *Sistema de Lavado para Reciclaje de Plástico*. Recuperado el 05 de Octubre de 2020, de <https://asianmachineryusa.com/Reciclado-de-plasticos>

- Banco de Crédito del Perú. (s.f.). *Intereses Mensuales*. Recuperado el 10 de diciembre de 2021, de <https://www.viabcp.com/inversiones/deposito-plazo-fijo/pago-de-intereses-mensuales>
- Banco Central de Reserva del Perú. (s.f.). *Reporte de inflación*. Recuperado el 20 de marzo de 2022, de <https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/reportes-de-inflacion.html>
- Baufor. (s.f.). *Máquinas Lavadoras Industriales*. Recuperado el 25 de Octubre de 2020, de <https://www.baufor.com/lavadoras-industriales/lavadoras-industriales.html>
- Bejarano, S. (26 de Febrero de 2015). *Pasos para constituir una empresa en el Perú*. Abogados Empresariales. <https://www.abogadosempresariales.pe/pasos-para-constituir-una-empresa/>
- Bolsa de Valores de Lima. (s.f.). *Índices en bolsa*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2021, de <https://www.bvl.com.pe/estadist/mercindicesmercado.html>
- Braskem. (2015). *Química e Plástico*. Recuperado el 21 de noviembre de 2021, de <https://www.braskem.com.br/>
- Bueno, P. M. (18 de Noviembre de 2018). *Metales, minerales y el “oro blanco”*. Blog del curso de Química 2 Prof. P. Morales B. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/qm2-202-131/2018/11/18/metales-minerales-y-el-oro-blanco/>
- Business Empresarial. (s.f.). *Adondevivir: ¿Cuánto cuesta el metro cuadrado en Lima y Callao?* Recuperado el 19 de Febrero de 2019, de <https://www.businessempresarial.com.pe/adondevivir-cuanto-cuesta-el-metro-cuadrado-en-lima-y-callao/>
- CAPECO. (2021). Sigamos Construyendo el Perú. *Construcción e Industria* (Nº 358), 100. <https://es.calameo.com/read/0059805585613446af7a7?page=1>
- Castells, E. (2012). *Reciclaje y Tratamiento de Residuos Diversos*. Diaz de Santos M.U.A.
- CAT. (s.f.). *Cargadores de ruedas pequeños*. Recuperado el Febrero de 2020, de https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/wheel-loaders/small-wheel-loaders/1000008786.html
- CERVISIMAG. (s.f.). *Reparación, Mantenimiento y Distribución de Maquinaria y Camiones*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2019, de <https://cervisimag.com/es/p/empresa/empresa-1-1>
- Colegio de Arquitectos del Perú. (2018). Título III. 1 Arquitectura, Norma A.010: Condiciones Generales de Diseño. En *Reglamento Nacional de Edificaciones*. https://issuu.com/residente/docs/rnc_ilustrado_peru/35
- COMIMTEL Recycling. (s.f.). *Comimtel Recycling*. Recuperado el 21 de Mayo de 2021, de <https://comimtel.com/>

- COMIMTEL Recycling. (s.f.). *Recolección y transporte*. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de <https://comimtel.com/recoleccion-y-transporte/>
- Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública. (2019). Perú, Población 2019. *Revista Market Report*. 1-12.
http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_poblacional_peru_201905.pdf
- Coparm. (s.f.). *Cintas Transportadoras de Cadena*. Recuperado el 14 de Setiembre de 2020, de <http://coparm.es/cintas-transportadoras/cintas-transportadoras-de-cadena/>
- Decreto Legislativo N° 1278. Decreto Legislativo que aprueba de Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (23 de Diciembre de 2016). *El Peruano N° 607472*. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decreto-legislativo-n-1278-1466666-4>
- DIGESA. (s.f.). *Gestión de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Instituciones públicas*. Recuperado el 18 de Febrero de 2021, de http://www.digesa.minsa.gob.pe/Orientacion/Gestion_RAEE_Intituciones_Publicas.pdf
- DIGESA. (s.f.). Regulación Sanitaria. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de <http://www.digesa.minsa.gob.pe/>
- DISA. (s.f.). *Contenedores metálicos*. Recuperado el Febrero de 2020, de <https://disa.com.pe/productos-items/gc-contenedor-metalico-1700-lts/>
- ECOLEC. (s.f.). *Proceso de Reciclaje*. Recuperado el 20 de Junio de 2021, de <https://www.ecolec.es/wp-content/uploads/2017/06/Ecolec-Proceso-de-reciclaje.pdf>
- EMGRISA. (21 de Octubre de 2014). *Tipos de Residuos: Clasificación de residuos*. <https://www.emgrisa.es/publicaciones/tipos-de-residuos/>
- ENERPAT. (s.f.). *Metal Briquetting Machine*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2021, de <https://www.enerpatrecycling.com/Metal-Briquetting-Machine-pd6975283.html>
- Ensigner. (s.f.). *ABS - Acrilonitrilo butadieno estireno*. Recuperado el 28 de Octubre de 2021, de <https://www.ensingerplastics.com/es-br/semielaborados/plasticos-industriales/abs>
- Environment Mnagement Group (EMG). (Setiembre de 2017). *United Nations System-wide Response to Tackling E-waste*. <http://archive.zoinet.org/web/sites/default/files/publications/E-Waste-EMG-WEB.pdf>
- Escobar Trujillo, L. A. (2012). *Buenas Prácticas Ambientales en el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*.

- GESTER. (s.f.). *¿En qué consiste el proceso de peletización del plástico?* Recuperado el 20 de Abril de 2020, de <https://www.gester.es/en-que-consiste-el-proceso-de-peletizacion-del-plastico/>
- Google. (s.f.). [Distancia entre distintos distritos de Lima al puerto del Callao, Provincia Constitucional del Callao, Perú]. Recuperado el 12 de Agosto de 2021, de <https://www.google.com/maps>
- Grupo Casa Lima. (s.f.). *Extintores*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2021, de <https://grupocasalima.com/contra-incendios/extintores/>
- HINO PERU. (s.f.). *Camión FC 1021*. Recuperado el Enero de 2020, de <https://www.hinoperu.com.pe/vehiculos/camiones/fc-1021>
- INDECI. (s.f.). *Señales de seguridad*. Recuperado el 27 de Agosto de 2021, de <https://www.indeci.gob.pe/>
- Indura. (s.f.). *Ficha Técnica Cobre*. Recuperado el Junio de 2020, de <http://www.indura.cl/content/storage/cl/producto/170e18dec733450bb261383436508020.pdf>
- INEI. (Diciembre 2020). *Demografía Empresarial en el Perú*. Inei.gob.pe. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin-demografia_empresarial.pdf
- INEI. (Octubre de 2021). *Estadísticas de la criminalidad, seguridad ciudadana y violencia*. Inei.gob.pe. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/estadisticas_de_criminalidad_seguridad_ciudadana_abr-jun2021.pdf
- INEI. (s.f.). *Población Económicamente Activa*. Recuperado el 17 de Setiembre de 2021, de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economically-active-population/>
- INFORECICLAJE. (s.f.). *Reciclaje del Aluminio*. Recuperado el 07 de Setiembre de 2020, de <https://www.inforeciclaje.com/reciclaje-aluminio.php>
- Landa Hurtado, R. A., & Miranda Gonzales, D. A. (2019). *Análisis de la cadena de suministros de los RAEE en el Perú 2013-2017* [Tesis de Posgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio Académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626003/Landa_H_R.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Lenntech. (s.f.). *Propiedades Químicas del Aluminio*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/al.htm>
- Lenntech. (s.f.). *Propiedades químicas del Cobre*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cu.htm>

- Luz del Sur. (Enero de 2022). *Pliego Tarifario*.
https://www.luzdelsur.com.pe/uploads/shares/PDF/Tarifas/pliegotarifario_lds_enero2022.pdf
- LYRSA. (s.f.). *Reciclaje y Medio Ambiente*. Recuperado el 12 de Julio de 2020, de <https://www.lyrsa.es/>
- MadeCentro. (s.f.). *Especificaciones técnicas del aluminio*. Recuperado el 21 de Julio de 2020. <https://www.madecentro.com/>
- Martí, E. B. (10 de Diciembre de 2019). *Maquinaria de fabricación de de granzas compuestos, masters y otros*. Interempresas.
<https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/260036-Extrusora-para-grancear-plastico-Que-es-y-como-funciona.html>
- Martínez, O. P., López, E. V., & Almiñana, J. G. (2013). *Situación e Impacto de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Caso de Estudio: los Ordenadores*. [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Barcelona].
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19666/TFM%20Olga%20Pernanyer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MeWa Recycling Anlagen (s.f.). *Universal Granulator Uni-Cut*. Recuperado el 16 de Setiembre de 2020, de <http://www.kiesel.se/fil/Granulator.pdf>
- Mexpo. (s.f.). *Fundición - Lingotera*. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de https://www.mexpogdl.com/equipo-info?id_Equipo=29
- MINAM, Otálora, D. M.-V., Sánchez-Moreno, D. M., Chávez, I. J., Pinto, I. R., & Tapia, I. S. (Diciembre de 2012). *Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*.
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/REGLAMENTO-RAEE-X5.pdf>
- MINAM. (s.f.). *Gestión y manejo de los residuos eléctricos y electrónicos*. Recuperado el 10 de Agosto de 2020, de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/RAEE-baja.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (s.f.). *Emisión de Bonos Soberanos 2020*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2020, de <https://www.mef.gob.pe/es/titulos-del-tesoro/bonos/bonos-soberanos/331-deuda-publica/bonos/6304-emision-de-bonos-soberanos-2020->
- Ministerio de Vivienda. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*.
<http://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (s.f.). *Accesibilidad para personas con discapacidad y de las personas adultas mayores*. Recuperado el

23 de Mayo de 2020, de
https://www.mimp.gob.pe/adultomayor/archivos/Norma_A_120.pdf

Ministerio del Trabajo del Perú. (s.f.). *Salarios Laborales, Aportes y Retenciones*. Recuperado el 20 de Febrero de 2021, de
[https://www.gob.pe/busquedas?institucion\[\]=mtpe&reason=sheet&sheet=1&term=salarios%20y%20aportes](https://www.gob.pe/busquedas?institucion[]=mtpe&reason=sheet&sheet=1&term=salarios%20y%20aportes)

MITECO. (s.f.). *Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Recuperado el 12 de Mayo de 2020, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/aparatos-electr/electricos-y-electronicos-materiales-y-componentes.aspx>

Nabertherm. (s.f.). *Hornos para aplicaciones especiales*. Recuperado el 13 de Noviembre de 2020, de
<https://nabertherm.com/es/productos/industria/fundicion/aplicaciones-especiales>

National Geographic. [Tecneweb2020]. (2008). *Reciclado de Aluminio* [Video]. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=njXw1nRt4GA&feature=emb_logo

OSHA. (s.f.). *Occupational Safety and Health Administration* [Administración de Seguridad y Salud Ocupacional], Recuperado el 15 Abril de 2020, de
<https://www.osha.gov/spanish/index.html>

PALSA. (s.f.). *Ficha Técnica ABS*. Recuperado el Junio de 2020, de
<file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/FICHA%20TECNICA%20ABS.pdf>

PolyStar. (s.f.). *Maquina de Reciclaje con alimentación por tolva*. Recuperado el Junio de 2020, de
https://www.polystarco.com/es/products_i_Hopper_feeding_single_stage.html

Portero, M. J. (2016). *Extracción de metales por pirometalurgia: Procesamiento de hierro, acero, cobre y aluminio* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio de la Universidad Politécnica de Valencia.

QuimiCogaDR. (s.f.). *Aditivos para lavado de botella*. Recuperado el 12 de Junio de 2020, de <http://quimicadr.com/pdf/generales/03-aditivos-para-lavado-de-botella.pdf>

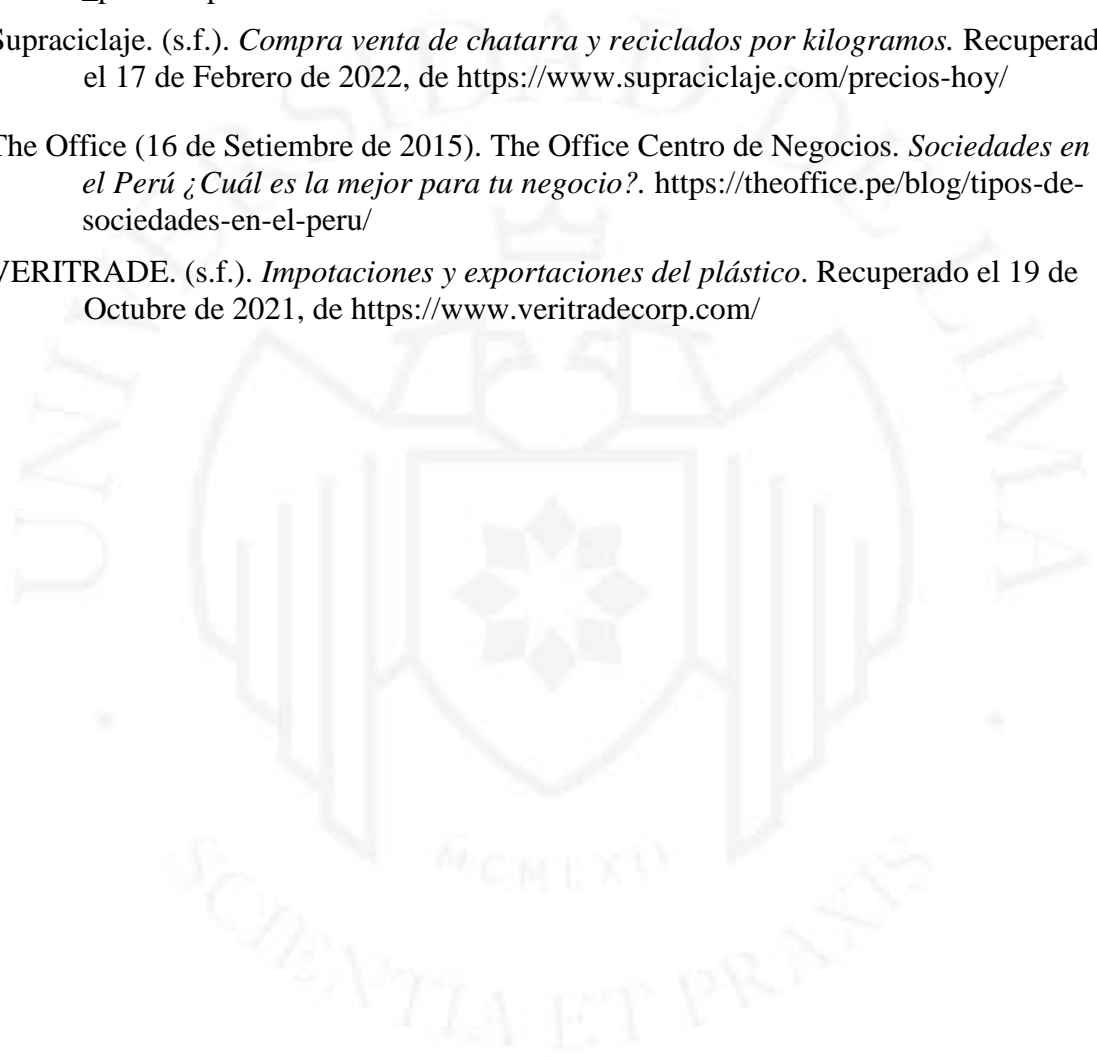
Reciclados Plásticos LA RED. (26 de Octubre de 2016). *El Proceso de Reciclaje del Plástico*. <http://www.recicladoslared.es/proceso-de-reciclaje-de-plasticos/>

RAEE Perú. (s.f.). *Flujo de los RAEE*. Recuperado el Agosto de 04 de 2020, de
<https://raee-peru.pe/flujos-de-los-raee/>

Sodimac. (s.f.). *Tachos y Contenedores*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2021, de
<https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/category/cat1189007/tachos-y-contenedores/>

SUNAT. (s.f.). *Impuesto a la Renta - Personas*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2021, de <https://orientacion.sunat.gob.pe/impuesto-a-la-renta-personas>

- SUNAT. (s.f.). Nota Tributaria y Aduanera. Recuperado el 26 de Enero de 2022, de <https://www.sunat.gob.pe/estadisticasestudios/exportaciones.html>
- SUNASS. (s.f.). Empresas prestadoras de servicios de saneamiento. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de <https://www.sunass.gob.pe/prestadores/empresas-prestadoras/>
- Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (11 de noviembre de 2020). *Comisiones y primas de seguro*. https://www.sbs.gob.pe/app/spp/empleadores/comisiones_spp/Paginas/comision_prima.aspx
- Supraciclaje. (s.f.). *Compra venta de chatarra y reciclados por kilogramos*. Recuperado el 17 de Febrero de 2022, de <https://www.supraciclaje.com/precios-hoy/>
- The Office (16 de Setiembre de 2015). The Office Centro de Negocios. *Sociedades en el Perú ¿Cuál es la mejor para tu negocio?*. <https://theoffice.pe/blog/tipos-de-sociedades-en-el-peru/>
- VERITRADE. (s.f.). *Impotaciones y exportaciones del plástico*. Recuperado el 19 de Octubre de 2021, de <https://www.veritradecorp.com/>

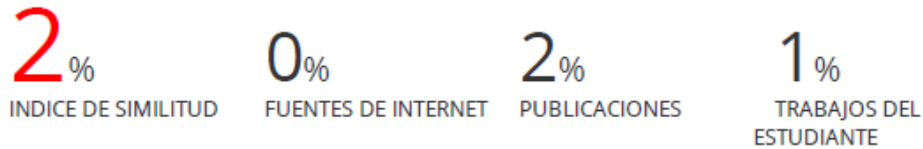


BIBLIOGRAFÍAS

- Diario Oficial de la Unión Europea. (4 de Julio de 2012). *Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012L0019&from=ES>
- Landa Hurtado, R. A., & Miranda Gonzales, D. A. (2019). *Análisis de la cadena de suministros de los RAEE en el Perú 2013-2017* [Tesis de Posgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Repositorio Académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626003/Landa_H_R.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Martínez, O. P., López, E. V., & Almiñana, J. G. (2013). *Situación e Impacto de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Caso de Estudio: los Ordenadores*. [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Barcelona]. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19666/TFM%20Olga%20Pernanyer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nureña, C. C. (2018). *Informe del diagnóstico de la situación actual de la gestión y manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. Lima.
- Saúl Holguín Quiñones, J. M. (2000). *Métodos de separación de los elementos metálicos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
- Theodore L. Brown, H. Eugene LeMay Jr., Bruce E. Bursten, & Julia R. Burdge. (2004). Metales y metalurgia. En *Química la Ciencia Central* (9.^a, pp. 918-947). <https://academia.utp.edu.co/quimica2/files/2018/09/quc3admica-la-ciencia-central-brown.pdf>

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS (RAEE) Tesis para optar por el Título de Ingeniero Industrial Claudia Patr

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
2	Paul Vanegas, Andrés Martínez-Moscoso, Dolores Sucozhañay, Pablo Paño et al. "E-waste management in Ecuador, current situation and perspectives", Elsevier BV, 2020 Publicación	<1 %
3	"Indicadores, criterios, herramientas y modelos (con excel), utilizados en la evaluación de inversiones", Universidad Católica de Pereira, 2012 Publicación	<1 %
4	MARÍA GUADALUPE ALEXANDRES GARCÍA. "Propuesta de una arquitectura tolerante a fallos basada en agentes inteligentes para el control de un robot móvil", Universitat Politecnica de Valencia, 2007	<1 %