



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN

DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

“Análisis de la generación de desechos comunes del proceso productivo en una planta procesadora de atún”

Autor:

Davis Johnson Espinales Ortega

Tutor de Titulación:

Ing. Patricio Barberán Cevallos, Mg.

Manta - Manabí - Ecuador

2026



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“Análisis de la generación de desechos comunes del proceso productivo en una
planta procesadora de atún”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería,
Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito
para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD
Ing.

DIRECTOR
Ing.

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Davis Johnson Espinales Ortega**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2026-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "**Análisis de la generación de desechos comunes del proceso productivo en una planta procesadora de atún**".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

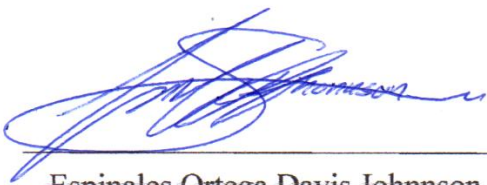
Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Patricio Barberán Cevallos, Mg.
TUTOR DE TITULACIÓN

Declaración de Autoría de Tesis

Espinales Ortega Davis Johnson, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado “Análisis de la generación de desechos comunes del proceso productivo en una planta procesadora de atún” Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Barberán Cevallos Patricio y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Espinales Ortega Davis Johnson
C.I. 1208824118



Ing. Barberán Cevallos Patricio
C.I. 1305583120

Dedicatoria

Dedico esta tesis al campo industrial pesquero para hacer conciencia y fomentar el correcto manejo y gestión de los desechos que generan las plantas de procesamiento de atún principalmente en el distrito Manta (Ecuador) enfocándose en reducir la contaminación ambiental e incluso para mejorar la eficiencia de las organizaciones. También dedico este estudio a las personas interesadas en realizar investigaciones académicas con enfoque en el estudio y manejo de desechos generados por industrias de un nicho grande como lo es el sector atunero.

Además quisiera dedicar este trabajo a dios y mis padres, mi papá Estalin Espinales y mi madre Vilma Ortega que siempre estuvieron presentes durante toda mi formación académica, supieron sacrificarse y dar lo mejor de si para que nunca me faltase la educación y estuvieron pendientes de que se logren mis objetivos, por lo que les estaré eternamente agradecido.

Reconocimiento

A la facultad de ingeniería industria y arquitectura y a la ULEAM por abrirme las puertas, darme las herramientas y la formación para culminar mi estudio universitario y terminar con éxito este proyecto.

A los buenos compañeros que me enseñaron mucho tanto de la vida como en lo académico ellos también fueron clave en mi desarrollo, me ayudaron cuando pudieron tanto en lo personal como en los estudios, me aconsejaron y me mostraron que mantener una buena relación con las demás personas es fundamental dentro de lo laboral y la vida en sí, que no siempre se debe estar solo por que siempre necesitamos de la ayuda de alguien más.

Índice de Contenido

Certificación del Tutor	iii
Declaración de Autoría de Tesis	iv
Dedicatoria.....	v
Reconocimiento	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de Tablas	x
Índice de Figuras	xi
Resumen Ejecutivo	xii
Executive Summary	xiii
Introducción	1
Planteamiento del problema	2
Formulación del problema.....	5
Objetivos.....	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
Justificación	7
Capítulo 1	9
1 Fundamentación Teórica.....	9
1.1 Antecedentes Investigativos.....	9
1.2 Bases Teóricas.....	13
1.2.1 Proceso Productivo del Atún	13
1.2.1.1 Recepción de la Materia Prima.....	13
1.2.1.2 Cocción.....	14
1.2.1.3 Limpieza y Fileteado	15
1.2.1.4 Acondicionamiento	16
1.2.1.5 Enlatado o Pouch	16
1.2.1.6 Sellado.....	17

1.2.1.7	Esterilización	17
1.2.1.8	Empaque Final.....	18
1.2.2	Tipos de Desechos en la Industria Atunera	18
1.2.2.1	Desechos Sólidos Orgánicos	19
1.2.2.2	Desechos Inorgánicos	19
1.2.2.3	Desechos Peligrosos	20
1.2.2.4	Desechos Reciclables	21
1.2.2.5	Desechos No Reciclables	21
1.2.2.6	Subproductos Aprovechables	22
1.2.3	Gestión de Residuos Industriales	22
1.2.4	Seguridad e Higiene Industrial Aplicada al Manejo de Residuos	23
1.3	Marco Legal y Ambiental	24
1.3.1	Regulaciones Sanitarias e Inocuidad Alimentaria	24
1.3.2	Artículos de la Constitución de la República del Ecuador	24
1.3.2.1	Código Orgánico del Ambiente	25
1.4	Operacionalización de las Variables.....	27
1.4.1	Operacionalización de la Variable Independiente	27
1.4.2	Operacionalización de la Variable Dependiente	27
1.5	Marco Metodológico	28
1.5.1	Modalidad Básica de la Investigación	28
1.5.2	Enfoque	28
1.5.3	Nivel de Investigación.....	29
1.5.4	Población de Estudio	30
1.5.5	Tamaño de la Muestra.....	30
1.5.6	Técnicas de recolección de datos.....	31
1.5.7	Plan de recolección de datos.....	31
1.5.8	Procesamiento de la Información	32
Capítulo 2		33
2	Diagnóstico o Estudio de Campo	33

2.1.1	Contexto General y Caracterización de la Planta	33
2.1.2	Descripción del Procesado del Atún	34
2.1.3	Identificación de Areas de Generación de Residuos	35
2.1.4	Cuantificación y Análisis del Registro de Pesajes.....	37
2.1.4.1	Composición Física de los Desechos Comunes	44
2.1.5	Balance de Materia.....	45
2.1.6	Indicadores de Desempeño Industrial (KPIs).....	49
Capítulo 3		51
3	Propuesta de Mejora.....	51
3.1	Diseño de estrategias operativas y de control visual para optimizar la gestión de desechos comunes	51
3.1.1	Estrategia 1: Uso de aros metálicos porta fundas.....	51
3.1.2	Estrategia 2: Control visual de las bolsas de basura mediante fundas de colores	55
3.1.3	Presupuesto	59
3.1.4	Estimación de venta de plástico y periodo de recuperación de inversión	61
Conclusiones		63
Recomendaciones		65
Bibliografía.....		66
Anexos.....		72

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Operacionalización de variable Independiente</i>	27
Tabla 2	<i>Operacionalización de la variable dependiente</i>	27
Tabla 3	<i>Plan de recolección de datos</i>	31
Tabla 4	<i>Matriz de identificación de áreas y flujo de desechos comunes</i>	36
Tabla 5	<i>Registro de Pesajes de Desechos Comunes (Kg)</i>	37
Tabla 6	<i>Composición de los Desechos Comunes</i>	44
Tabla 7	<i>Materia prima ingresada a producción durante los 3 meses</i>	45
Tabla 8	<i>Registro de la producción trimestral Global</i>	46
Tabla 9	<i>Subproducto Trimestral</i>	47
Tabla 10	<i>Desechos no reciclables y reciclables trimestral</i>	48
Tabla 11	<i>Presupuesto de inversión para la propuesta de mejora</i>	60

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Diagrama de Flujo en el Procesamiento del Atún</i>	35
Figura 2 <i>Kg de Desechos en Enero</i>	39
Figura 3 <i>Kg de Desechos en Febrero</i>	40
Figura 4 <i>Kg de Desecho en Marzo</i>	41
Figura 5 <i>Comparación de Desechos en Enero, Febrero y Marzo</i>	42
Figura 6 <i>Comparación de Desechos Reciclables y No reciclables en Enero, Febrero y Marzo</i>	43
Figura 7 <i>Comparación Total de Desechos para Cada Mes</i>	43
Figura 8 <i>Desechos Reciclables (RC) Vs Desechos No Reciclables (NR)</i>	44
Figura 9 <i>Esquema de entradas y salidas para el balance de materia</i>	45
Figura 10 <i>Botes de basura convencionales dentro de la planta</i>	52
Figura 11 <i>Aro metálico industrial propuesta para depositar la basura reciclable</i>	53
Figura 12 <i>Boceto inicial del diseño del soporte metálico porta funda</i>	53
Figura 13 <i>Diagrama de Venn comparando el contenedor plástico vs el Aro metálico propuesto</i>	55
Figura 14 <i>Contenedor de basura del centro de acopio</i>	56
Figura 15 <i>Modelo de funda plástica de basura azul propuesto</i>	57
Figura 16 <i>Cartón en el centro de acopio</i>	58
Figura 17 <i>Cartón y zunchos plásticos dentro del bote de desechos no reciclables (evidencia de la mala segregación de desechos)</i>	59
Figura 18 <i>Peso promedio del plástico film</i>	61

Resumen Ejecutivo

Mediante este estudio se analiza la generación de desechos comunes en el procesado del atún mediante la observación directa el pesaje de área y balance de materia en los desechos y materiales de la planta. Los resultados muestran un índice de generación de 11,01 kg de desechos comunes por tonelada de materia prima que ingresa a producción llevando 24.900 kg de basura en la cual se encuentra mezclado plástico reciclable al vertedero municipal. La ineficiencia está en el manejo y la cultura operacional por lo que se propone implementar soportes con aros metálicos portafundas de colores permitiendo la clasificación y separación de los desechos comunes con el resto de los materiales reciclables

Palabras clave: Desechos sólidos, industria atunera, proceso de producción, segregación de la basura, balance de materia.

Executive Summary

This study analyzes the generation of general waste during tuna processing through direct observation, weighing, and a material balance of plant waste and materials. The results show a generation rate of 11.01 kg of general waste per tonne of raw material entering production, resulting in 24,900 kg of waste containing mixed recyclable plastics being sent to the municipal landfill. The inefficiency stems from waste management practices and operational culture; therefore, the study proposes implementing stands with metal rings to hold color-coded bags, enabling the sorting and separation of general waste from recyclable materials.

Keywords: Solid waste, tuna industry, production process, waste segregation, material balance.

Introducción

El procesamiento del atún es un conjunto de etapas de trabajo hechas para convertir el atún que ingresa a la planta en un producto estable y apto para el consumidor, asegurándose de que el producto sea de buena calidad e inocuidad. De acuerdo con la FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (2020) a el proceso de producción lo conforman la recepción de la materia prima el cocinado el enfriamiento el fileteado el llenado y sellado y la esterilización térmica a parte de su importancia productiva existe un reto operacional altamente importante (el correcto manejo de los desechos sólidos producidos en cada etapa del procesamiento del atún) etapas como La cocción el fileteado el empaquetado y la esterilización del producto producen tanto desechos orgánicos como inorgánicos que si no se detectan ni se calculan de manera correcta pueden afectar la efectividad operativa del proceso aumentar las pérdidas de materia prima y causar daños ambientales de forma innecesaria durante la actualidad distintos estudios han examinado el manejo y control de desechos industriales principalmente en fabricas de procesamiento de alimentos y pesqueras mostrando lo importante que es aplicar metodologías de cuantificación para entender cual es el origen de los desechos sus variaciones entre las distintas áreas además de las oportunidades que existen para mejorar. Los estudios han mostrado que la examinación sistemática de los desechos además del uso de herramientas de calculo como lo es el balance de materia ayudan a detectar cuales son los puntos críticos de generación de desechos y tambien ayudan a la planeación y puesta en marcha de estrategias de mejora en los proceso.

Es de gran importancia la aplicación de un estudio que ayude a analizar y calcular los desechos comunes generados durante todo el proceso de producción de atún utilizando técnicas de observación directa tambien el pesaje de desechos y la clasificación de estos los cuales son claves para aplicar un balance de materia con el objetivo de entender el por qué de los volúmenes de desechos y el impacto que estos

tienen en el rendimiento de la fábrica. Esta tesis se plantea con el fin de mostrar y calcular información de importancia y actualizada que permita comprender el comportamiento real de los desechos en la fábrica y brinde una base sólida que ayude a la mejora del proceso y al uso correcto y eficiente de los recursos que posee la empresa.

Planteamiento del problema

Macro

A nivel mundial, la generación de los desechos comunes de las industrias aumenta cada vez mas, impulsada por el crecimiento de la población, la urbanización y los patrones de consumo intensivos en materiales de empaque. El United Nations Environment Programme (2024), menciona que el planeta generó en 2023 aproximadamente 2.100 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, y se proyecta que esa cifra aumente a 3.800 millones de toneladas para el año 2050 si no se implementan estrategias sostenibles de reducción y control. Este incremento refleja la falta de mecanismos eficientes de gestión y medición de residuos dentro de las industrias, donde una parte importante de los desechos corresponde a materiales de cartón, plástico y empaques utilizados en los procesos productivos.

Los costos globales directos de manejo de residuos alcanzaron 252 mil millones de dólares en 2020, pero si se incluyen los costos ambientales y sanitarios asociados, la cifra asciende a 361 mil millones de dólares anuales (United Nations Environment Programme, 2024).

Esta tendencia muestra la existencia de un problema que no solo es ambiental sino tambien economico pues el poco seguimiento de los residuos inorganicos industriales no permite calcular correctamente la cantidad de desechos comunes que se generan dentro del proceso productivo de la fabrica. Las industrias de alimentos asi como las fabricas que se dedican al procesamiento de productos del mar generan gran

cantidad de materiales secundarios como plástico cartones o empaques cuyo manejo ineficiente aumenta el impacto al medio ambiente.

En cuanto a los desechos plásticos el informe Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060 de la Organisation for Economic Co-operation and Development (2025) muestra que durante el año 2020 la producción de plásticos en el todo el mundo alcanzó aproximadamente los 435 millones de toneladas y se espera que la generación de desechos plásticos suba en un 70% para el año 2040 en el caso de que no se apliquen medidas para intentar corregir o disminuir el impacto ambiental.

Este aumento se está produciendo debido al crecimiento de la población mundial además de la economía global sobre todo en economías en crecimiento como Asia África y América Latina además se espera que las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al ciclo de vida de los plásticos aumenten de 1.8 GtCO₂e en 2020 a 4.3 GtCO₂e en 2060, lo que representa un aumento de más del 100% (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025).

Meso

En Ecuador la generación y recolección de residuos sólidos presenta cifras claras sobre composición y volúmenes, pero los registros públicos se centran en el ámbito municipal y no en la desagregación por proceso industrial de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023) en zonas urbanas la generación diaria de desechos promedio por persona llega a los 0,9 kg de desecho sólidos entre los que aproximadamente un 44,7 % de esos desechos forman parte de los residuos inorgánicos en los cuales hay plástico cartón y materiales de empaques que se utilizan en industrias y en el sectores comerciales.

El sector atunero en el país procesa cientos de toneladas al año pero las fábricas que segregan residuos en reciclable y no reciclable no siempre saben la cantidad de desechos comunes que se genera por cada tonelada de atún procesado dentro de la planta o por cada tipo de presentación de empaque como lo son atun en lata o en funda

pouch. Ese problema no permite que se calculen correctamente los indicadores como kilogramos de desechos comunes por tonelada de materia prima que ingresa al procesado, lo que limita las acciones dirigidas a mejorar la higiene, reducir costos y mejorar las rutas y contratos con el reciclaje.

De acuerdo con Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023), el 96,03 % de las empresas ecuatorianas generan tipos de desechos que no son peligrosos entre los que se encuentran materiales comunes como cartón plásticos chatarra y escombros. El total de residuos no peligrosos generados en el país durante 2023 alcanzó 11.547.390,84 toneladas lo que representa un incremento del 33,62 % con respecto al año 2022 reflejando un aumento en la presión ambiental derivada de las actividades industriales y comerciales.

Micro

Dentro de la planta de procesamiento de atún se presenta un problema relacionado con el manejo y control de los desechos comunes que se generan en el proceso. En las etapas del proceso se generan desechos como cartones plásticos y empaques además de materiales no reciclables aunque existen contenedores de basura para los distintos tipos de desechos estos no se clasifican de manera correcta debido al trabajo rápido y la presión en las actividades lo que hace que los trabajadores por trabajar rápido no le presten importancia a la clasificación de los desechos ejemplo de esto es la mezcla de materiales como film stretch y los zunchos plásticos con el grupo de desechos comunes (es importante tener en cuenta que estos materiales pueden ser aprovechados como reciclables si se los entrega a un gestor de reciclaje plástico especializado) posterior a esto el personal de sanitización recoge todos estos desechos en fundas negras y los agrupa en el centro de acopio dentro de los contenedores metálicos sin importar si estos dicen material no reciclable, reciclable, orgánicos o inorgánicos, volviéndose a mezclar los desechos comunes junto con algunos desechos reciclables solo materiales como el cartón son clasificados de manera correcta

apartándose de los demás materiales dentro del centro de acopio además el registro existente no es cien por ciento claro debido a la mala segregación lo cual no ayuda a conocer de manera precisa la cantidad de desechos que se generan en relación con las toneladas de atún procesado. La información incorrecta en los registros no permite que la empresa pueda analizar el desempeño ambiental y plantear medidas y estrategias que ayudan a reducir y aprovechar los desechos además la falta de datos cuantitativos bien clasificados imposibilita las oportunidades de mejorar la gestión y control de los desechos lo que puede afectar los costos operativos de la empresa en un mundo industrial en el que se exige una gestión sostenible y eficiente de los recursos no saber la proporción de desechos comunes generados por cantidad de materia prima es un defecto que afecta la correcta toma de decisiones y la formación de estrategias ambientales.

Formulación del problema

¿Ya se ha realizado un análisis de desechos comunes generados por cantidad de materia prima en la planta de procesamiento de atún y qué estrategias pueden aplicar para mejorar su control y manejo seguro e higiénico?

Preguntas directrices:

- ¿se ha evaluado correctamente el escenario de la planta de procesamiento y si se controla y clasifica de manera efectiva los desechos inorgánicos que genera la fabrica?
- ¿Qué cantidad de desechos comunes se genera por unidad de materia prima en la planta procesadora de atún?
- ¿Qué medidas pueden implementarse para optimizar el control, la gestión y el manejo seguro e higiénico de los desechos comunes generados durante el proceso productivo?

Objetivos

Objetivo General

Analizar la generación de desechos comunes en el proceso productivo de una planta procesadora de atún, con el fin de determinar la cantidad de residuos generados por unidad de producto para proponer estrategias de mejora de los materiales reciclables y no reciclables.

Objetivos Específicos

- Evaluar cual es la situación actual de la segregación y manejo de los residuos inorgánicos de la planta procesadora de atún.
- Calcular y clasificar los desechos comunes que produce la fabrica diferenciando entre los materiales reciclables y los no reciclables.
- Diseñar una propuesta para mejorar la gestión y el control seguro e higiénico de los desechos comunes generados en el procesado del atún..

Justificación

El manejo adecuado de los desechos comunes en las industrias alimentarias constituye un aspecto esencial para garantizar la sostenibilidad ambiental y la eficiencia productiva. Según Kamiche Zegarra (2021) en la industria alimentaria se observa con frecuencia una falta de sistemas para cuantificar los residuos sólidos generados en el proceso productivo lo que dificulta el diseño de estrategias de gestión y reducción de estos.

Esta tesis ayudará fortalecer el conocimiento que se tiene sobre la gestión de los residuos de las fabricas y su relación con la seguridad e higiene en los entornos productivos. Su aporte esta en la identificación de las áreas donde se generan mayores volúmenes de desechos y el calculo del peso de estos desechos lo que facilitará la aplicación de medidas de control y aprovechamiento de material reciclable aparte los resultados se podrán usar como base para elaborar estrategias y medidas de manejo interno que cumplan con las normativas ambientales vigentes.

Esta investigación es realizable porque se cuenta con acceso a registros de pesajes de los desechos que genera la planta y con ayuda del personal de seguridad e higiene de la planta además del personal de sanitizacion. La información de los registros obtenidos va a permitir que se realicen indicadores de generación de residuos y proponer mejoras sostenibles.

El impacto que se espera de cuantificar la cantidad de desechos comunes es la reducción del volumen de estos y el mejoramiento del manejo y la seguridad en las áreas de trabajo. La fabrica se va a beneficiar al mejorar su imagen ambiental mientras que los operarios y el entorno de la organizacion recibirán beneficios por que se reducirían los riesgos de contaminacion y se fomentará la protección del medio ambiente. La investigación es relevante por su aplicación directa en el sector atunero y

por su contribución al cumplimiento de estándares ambientales nacionales e internacionales.

Capítulo 1

1 Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

Albarracín y Arandia (2024), en su investigación titulada “Implementación de la metodología 5S y ciclo PDCA para la optimización de desperdicios generados en la línea de producción de conservas de atún en una empresa comercializadora de productos hidrobiológicos”, desarrollaron un estudio de mejora continua orientado a la reducción de residuos en la empresa peruana UmiFoods, dedicada a la producción de conservas de atún. El objetivo fue reducir la cantidad de desechos mediante la aplicación de un modelo de gestión basado en las metodologías 5S y PDCA aplicadas en un plan que incluyó a las áreas y operarios de la línea de producción donde se midieron indicadores de desechos comunes y no conformidades. Los resultados mostraron que hubo una disminución del porcentaje de desechos del 81 % al 55 % una disminución de unidades no conformes por materia prima no apta de 25 % a 20 % y por incumplimiento de materia prima de 28 % a 20 % aparte de una reducción de errores de empaquetado de 19 % a 12 %. El estudio concluyó que la aplicación de estas metodologías permitió optimizar los procesos, reducir considerablemente los desperdicios y fomentar la conciencia de los trabajadores respecto al orden, la limpieza y el control de calidad, destacando la importancia de la mejora continua y la estandarización de procesos como elementos esenciales para la sostenibilidad y eficiencia en la industria atunera.

González (2021), realizó una investigación sobre “Análisis del ciclo de vida del procesado de atún del Cantábrico”, en la que aplicó la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) según las normas ISO 14040 e ISO 14044, evaluando el impacto ambiental del procesado y envasado de bonito del norte en una conservera de Santoña, Cantabria. El análisis basado en datos productivos del año 2019 con una muestra de 9.277 kg de bonito en cinco formas de envasado demostró que el envasado equivale a

más del 50 % de la emisión total de CO₂ siendo el material aluminio del formato Dingley el mayor generador con el 60 % gracias a los resultados se mostró que sustituir el aluminio por polipropileno o hojalata puede disminuir las emisiones por cada lata en un 50 % y cambiar tapas de aluminio por tapas de hojalata disminuiría un 21,3 % lo que representa una disminución de aproximadamente 2.000 kg de CO₂ por año. En conclusión el autor dice que el envasado es el principal punto crítico del ciclo de vida y recomendó el uso de materiales reciclados y envases alternativos para avanzar hacia una producción más sostenible.

Arpasi (2021), desarrolló una investigación denominada “Propuesta de un plan de gestión de residuos sólidos para el Desembarcadero Pesquero Artesanal de Ilo”, realizó un estudio de tipo aplicado y descriptivo con enfoque mixto, que incluyó diagnóstico de la gestión de residuos, encuestas, entrevistas, observación directa, registro fotográfico y un estudio de caracterización de residuos sólidos. El objetivo primordial que se tuvo es proponer un plan de manejo que permitiera mejorar el control de los residuos en dicho desembarcadero. La población estuvo conformada por 3.620 personas relacionadas a trabajos pesqueros de las cuales se tomó una muestra de 488 participantes entre pescadores trabajadores de plataforma comerciantes y personal administrativo. Los resultados evidenciaron una gestión inadecuada de desperdicios sin plan de manejo ni clasificación efectiva con el vertido del 100 % de los residuos hidrobiológicos directamente al mar y una generación promedio de 828,32 kg diarios de desechos que son sólidos. En conclusión, el estudio determinó que la gestión de residuos en el DPA Ilo es deficiente y carece de infraestructura y procedimientos adecuados, lo que contribuye a la contaminación marina; por ello, se recomendó implementar un plan integral que contemple segregación, reciclaje, disposición adecuada y programas de capacitación ambiental.

Vásquez (2022), en su investigación titulada “Educación ambiental y el manejo en la segregación de los residuos sólidos por los trabajadores de la empresa pesquera

de Ilo 2021”, realizó un estudio descriptivo–correlacional, con diseño no experimental y transversal, aplicando encuestas, entrevistas y observación mediante dos cuestionarios: uno sobre educación ambiental y otro sobre segregación de residuos sólidos. La finalidad fue relacionar la educación ambiental con la conducta de segregación de residuos en los trabajadores de la empresa. La población constaba de 56 personas siendo 11 trabajadores propios y 45 terceros quienes formaron parte de un muestreo no probabilístico los resultados indicaron que los trabajadores con mas formación academica y con edad mayor a 30 años obtuvieron un mayor rendimiento en la segregación mientras que los resultados en pruebas de correlación Spearman mostraron una relación significativa en esos grupos pero no significativa en el grupo de los trabajadores terceros. En conclusión, el estudio reveló que existe una relación moderada e inversa entre educación ambiental y manejo de residuos, donde a mayor conocimiento se observan mejores prácticas de segregación; asimismo, destacó que los trabajadores propios tienen hábitos más consolidados, mientras que los terceros requieren mayor capacitación, confirmando que la edad y el nivel educativo influyen directamente en la adecuada segregación.

Canelo et al. (2023) plantean en su investigación sobre la gestión integral de residuos sólidos en la empresa Nicaraguan Tilapia S.A. un enfoque descriptivo, correlacional, no experimental y transversal que combina encuestas, entrevistas, observación estructurada y revisión documental para diagnosticar la situación y proponer acciones concretas. En dicho estudio, realizado con una muestra de 61 trabajadores de distintas áreas, se identificó que la mayor generación de residuos ocurría en el área de producción, principalmente restos orgánicos de pescado, seguidos de plásticos, metales y cartón, lo cual guarda relación con los desechos que se generan en el procesamiento de atún. Además se expuso la ausencia de un sistema de correcto manejo de clasificacion lo que elevaba costos y dificultaba el cumplimiento de seguir las normas ambientales a pesar de que más del 50% de los desechos tenían buen potencial

de ser utilizado como reciclaje. Finalmente los autores expusieron la necesidad de aplicar un sistema formal de clasificación y reciclaje para fortalecer la capacitación de los trabajadores y mejorar la infraestructura para el manejo de desechos. La propuesta tomaba en cuenta las capacitaciones ambientales además de convenios y estrechas relaciones con los recicladores programas de seguridad e higiene en el manejo de desechos y un sistema de mejora, además aspectos que sirven como referencia directa para diseñar estrategias que se pueden aplicar sin problemas en la planta de procesamiento de atún.

Los antecedentes presentados muestran lo importante que es llevar a cabo la gestión de residuos y la optimización de procesos en la industria pesquera y de conservación, aportando perspectivas complementarias al problema de investigación planteado. Albarracín y Arandia (2024) mencionan que utilizar métodos de mejora continua como lo son las 5S y PDCA ayudan a la reducción de los desechos en la producción de atún entre tanto que González (2021) habla de que a través del Análisis de Ciclo de Vida se destaca la importancia de etapas fundamentales en el producto (como el envasado) como punto crítico de impacto al medio ambiente recomendando opciones sostenibles en los materiales que se utilizan. Arpasi (2021) y Vásquez (2022) destacan los problemas estructurales y formativos que hay en el control de desechos sólidos en industrias pesqueras mostrando la necesidad que se tiene de planes de manejo y de fortalecimiento de educación y cultura ambiental de los trabajadores para lograr la clasificación y segregación efectiva. Canelo et al. (2023) proporcionan un enfoque aplicado a la industria alimentaria específicamente la atunera al indicar la falta de clasificación y el mal aprovechamiento que se tiene de los desechos reciclables recomendando respuestas que combinan la capacitación la infraestructura y las alianzas estratégicas. Estos estudios no solo tienen una gran relación con el problema de la generación de desechos comunes en una fábrica de procesamiento de atún sino que

también brindan información teórica metodológica y práctica que fomentan la importancia y la necesidad de este estudio.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Proceso Productivo del Atún

El procesamiento industrial del atún comprende una serie de operaciones secuenciales que garantizan la inocuidad del producto y la eficiencia productiva dentro de las plantas conserveras.

El procesamiento del atún en plantas industriales implica múltiples etapas diseñadas para garantizar la calidad, seguridad y durabilidad del producto final. Inicialmente el pescado se recibe y clasifica según su especie, peso y estado de congelación lo cual es esencial para mantener la calidad desde el primer paso, luego se descongela cuidadosamente, se limpia, filetea y se separa la carne comestible de la no útil posteriormente, el atún se cocina con vapor u otros métodos térmicos tras la cocción, se enfría para facilitar su manipulación (Food and Agriculture Organization, 2023).

La carne se empaca en latas o bolsas junto con medios de cobertura como agua o aceite, se sellan herméticamente y se esterilizan en autoclaves, lo que asegura su inocuidad microbiológica (Levapack, 2024).

Durante todo este proceso se utilizan técnicas avanzadas de control de temperatura, presión y tiempos de exposición para preservar las propiedades organolépticas y nutricionales del atún, al tiempo que se minimiza la generación de residuos y se optimiza la eficiencia industrial (Food and Agriculture Organization, 2023).

1.2.1.1 Recepción de la Materia Prima

La recepción de la materia prima en una planta procesadora de atún es una fase crítica que condiciona la calidad del producto final y el rendimiento del proceso, el tratamiento del pescado a bordo del barco como lavado y refrigeración o congelación y

el mantenimiento de temperaturas controladas hasta el desembarque son esenciales para preservar las características organolépticas del pez y evitar su deterioro (FAO Fisheries and Aquaculture, 2023).

La Inter-American Tropical Tuna Commission (2024) establece que todo atún capturado y descargado debe cumplir con protocolos de trazabilidad que incluyen información sobre fecha de captura, arte de pesca utilizado, zona de pesca y condiciones de almacenamiento durante el transporte estos requisitos permiten verificar la legitimidad y el estado del pescado en el momento de la recepción reduciendo riesgos de deterioro y garantizando que las plantas procesadoras reciban materia prima apta para consumo humano

Tas la descarga, el atún es inspeccionado según su especie, tamaño, temperatura y contenido de histamina antes de ser almacenado en congeladores bajo protocolos “FIFO” (First In, First Out) para asegurar una rotación adecuada y evitar el deterioro de la materia prima (Camara Ecuatoriana de Industriales y Procesadores Atuneros, S.f).

1.2.1.2 Cocción

La cocción se realiza generalmente mediante vapor saturado a presiones controladas, en ciclos que varían según la especie, el tamaño del pescado y el destino del producto final, pudiendo oscilar entre 60 y 180 minutos, esta etapa debe ejecutarse con precisión pues una cocción insuficiente produce carne dura y difícil de filetear, mientras que un exceso puede deteriorar textura y color afectando la calidad comercial del producto (INFOFISH, 2024).

La cocción no solo tiene un objetivo tecnológico, sino también sanitario, el proceso térmico debe mantenerse dentro de rangos que garanticen la inactivación de microorganismos, enzimas degradativas y parásitos posiblemente presentes en la materia prima. Para maximizar la calidad, los hornos de cocción industrial deben asegurar una distribución uniforme del vapor, control de humedad relativa y una

recuperación térmica estable, evitando variaciones bruscas de temperatura que pueden generar pérdidas de líquidos y grasa durante el proceso (International Seafood Sustainability Foundation, 2025).

Según la Food and Agriculture Organization (2013) se recomienda que la cocción se realice con vapor de buena calidad evitando la contaminación con partículas u otros residuos, y que el sistema de cocción esté diseñado para mantener uniformidad de temperatura y distribución del calor entre los lotes.

1.2.1.3 Limpieza y Fileteado

La etapa de limpieza y fileteado constituye uno de los puntos más sensibles del proceso productivo del atún ya que define el rendimiento de carne comestible y la cantidad de residuos generados durante la transformación, posterior a la cocción y enfriado, el atún se traslada al área de fileteado en mesas sanitarias o líneas mecanizadas, donde se separan las partes comestibles de la fracción no útil. Esta etapa conlleva la extracción de la piel las espinas la carne oscura el tejido y los sobrantes que quedan de la cocción y los desechos superficiales que quedan acumulados en el manejo térmico lo que fomenta la obtención de los filetes firmes y uniformes para la etapa de envasado (INFOFISH, 2024).

El procesamiento del atún empieza luego del cocinado y el enfriado cuando el pescado es transportado a zonas de manipulación higiénica y controladas donde se separa el tejido útil del pescado del material que no se come. El Codex establece que esta fase debe realizarse con utensilios sanitizados, superficies no porosas y personal capacitado en manipulación higiénica para minimizar contaminación y pérdidas de materia prima (FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2020).

El rendimiento de fileteado está directamente relacionado con el estado físico del pescado y con la calidad térmica alcanzada en la cocción. Un cocido uniforme facilita la separación limpia del músculo, evita desgarros y reduce pérdidas que en esta etapa pueden oscilar entre el 10 % y el 20 % del peso total de la materia prima. Una correcta

manipulación mitiga el deterioro oxidativo de la carne y evita contaminación cruzada con residuos sólidos generados durante el escamado y separación mecánica (International Seafood Sustainability Foundation, 2025).

1.2.1.4 Acondicionamiento

El acondicionamiento contribuye a la eficiencia del proceso un acondicionamiento bien planificado reduce el desperdicio ya que las partes no aptas se canalizan a otras líneas (por ejemplo, para elaboración de harina de pescado) (Levapack, 2024).

El acondicionamiento incluye también un control riguroso del manejo higiénico, las manipulaciones se realizan bajo condiciones que minimizan la contaminación microbiana y se asegura la trazabilidad por lote para permitir un seguimiento en caso de no conformidades. Además, se controla la manipulación térmica para evitar que la textura de la carne se deteriore o que aparezcan defectos estructurales que afectarían la presentación final (Bratt, 2013).

La maquinaria usada en esta fase puede variar según la planta desde mesas ergonómicas con estaciones de trabajo para retirar piel y espinas hasta transportadores en circuito cerrado para reducir el desperdicio y facilitar la limpieza (Gaitech, 2024).

1.2.1.5 Enlatado o Pouch

El enlatado se fundamenta en un llenado controlado del pescado, la adición regulada de líquidos de cobertura y el cierre hermético del envase, operaciones que deben ejecutarse bajo estrictas condiciones higiénicas para garantizar la inocuidad. La uniformidad del envase tanto en peso neto como en la distribución del producto dentro de la lata es esencial para asegurar una adecuada transferencia de calor durante la esterilización térmica posterior (Huss et al., 2003).

Según Waterman (2001) el éxito del enlatado radica en mantener una estricta uniformidad en el llenado, el control del peso drenado y el adecuado vacío residual

dichas condiciones permiten evitar problemas de hinchazón, corrosión interna o pérdidas de hermeticidad, reafirmando que el proceso no solo es tecnológico, sino también de aseguramiento de calidad.

Los envases pouch en particular han sido adoptados por su resistencia al calor, menor peso y mejor eficiencia térmica, lo que permite ciclos de esterilización más uniformes y preserva mejor la textura del pescado, estos envases están compuestos por laminados multicapa con alta barrera al oxígeno y vapor de agua que aseguran la protección del alimento durante la distribución global (Seafood Source, 2020).

1.2.1.6 Sellado

Es un proceso mecánico de alta precisión que une el cuerpo de la lata con su tapa a través de una serie de pliegues sucesivos, diseñados para crear una barrera hermética capaz de resistir presión interna durante el proceso de autoclave, cualquier desviación en las dimensiones del cierre como el espesor, la superposición o el gancho del cuerpo puede comprometer la inocuidad del producto (Holdsworth y Simpson , 2016).

Los avances tecnológicos en equipos de sellado han permitido una mayor automatización y control digital del proceso lo cual reduce los márgenes de error y estandariza la calidad de la costura doble. Los sistemas modernos incluyen sensores para monitorear vibraciones, presión de rodillos y alineación de tapas garantizando así un sellado consistente y un producto final seguro (Rahman, 2020).

1.2.1.7 Esterilización

La esterilización térmica es una etapa fundamental en la producción de conservas de atún ya que garantiza la destrucción de microorganismos patógenos y esporas, especialmente de *Clostridium botulinum* para asegurar la inocuidad y vida útil del producto enlatado. Durante este proceso los envases llenos son sujetos a ciclos de retorta (autoclave) a temperaturas elevadas combinadas con tiempos específicos para

alcanzar un valor de letalidad que asegure la “esterilidad comercial” sin comprometer en exceso la calidad sensorial del atún (Food and Agriculture Organization, 2009).

La esterilización comercial implica la aplicación de tratamientos térmicos elevados en autoclaves, donde las latas selladas se someten a temperaturas superiores a 110–121 °C para asegurar la reducción logarítmica requerida de esporas bacterianas y mantener la inocuidad a largo plazo (Ramaswamy y Marcotte, 2006).

Las mejoras tecnológicas en la esterilización han incorporado sistemas de sobrepresión, perfiles térmicos programables y optimización del consumo de energía lo cual permite obtener una esterilización eficiente sin comprometer la calidad sensorial del producto, la esterilización es el paso decisivo que convierte a la conserva en un alimento estable, seguro y apto para almacenamiento prolongado sin necesidad de refrigeración (Brennan y Grandison, 2012).

1.2.1.8 Empaque Final

Esta fase es esencial para proteger el alimento de daños físicos, garantizar la trazabilidad y facilitar el manejo logístico. La inspección previa al empaque asegura que las latas no presenten defectos del cierre hermético ni deformaciones que comprometan la inocuidad del producto (Fellows, 2009).

El envase secundario (como cajas o bandejas) cumple funciones de agrupamiento, manejo logístico y protección adicional frente a impactos, el diseño del empaque final influye en la eficiencia de la cadena de suministro especialmente en procesos de paletización, transporte y almacenamiento en cámaras, un diseño adecuado contribuye a la reducción de pérdidas y mejora la presentación comercial del producto en mercados internacionales (Robertson, 2013).

1.2.2 Tipos de Desechos en la Industria Atunera

Según Food and Agriculture Organization (2018) los residuos generados por la industria pesquera incluyendo la atunera son subproductos que quedan tras retirar las

partes comercializables del pescado y cuya gestión adecuada es fundamental para prevenir contaminación ambiental y riesgos sanitarios, estos residuos pueden representar más del 50 % del peso total del pescado procesado lo que convierte su manejo en un aspecto central del sector industrial.

Los desechos son materiales no aprovechados del pescado y del proceso industrial que requieren sistemas de separación, almacenamiento, tratamiento y, en ciertos casos, valorización. Estos residuos pueden transformarse en productos útiles como harina de pescado, aceite, compost o insumos industriales lo que permite que el concepto de “desecho” no se limite a material descartado, sino que se extienda a componentes con potencial de reutilización si se gestionan adecuadamente (Aitken y Mackie, 1999).

1.2.2.1 Desechos Sólidos Orgánicos

Este tipo de desechos constituye la fracción más abundante en el procesamiento de tñidos debido a que solo una porción del peso total del pescado se destina al producto final, mientras que el resto pasa a clasificarse como subproducto o residuo según su aprovechamiento (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022).

Estos desechos poseen un alto contenido de materia orgánica biodegradable, lo que implica riesgos sanitarios como proliferación microbiana, generación de olores y atracción de vectores si no se manejan adecuadamente, debido al volumen significativo que representan, las plantas procesadoras deben contar con sistemas de recolección, almacenamiento y transporte interno que eviten la contaminación cruzada con áreas de producción limpia (International Seafood Sustainability Foundation, 2021).

1.2.2.2 Desechos Inorgánicos

Estos residuos incluyen principalmente plásticos, cartones, metales, empaques dañados, latas deformadas, cintas adhesivas, materiales de embalaje, restos de pallets

y componentes no aprovechables de maquinaria, los cuales se originan tanto en las líneas de producción como en actividades auxiliares de almacenamiento y logística (International Trade Centre, 2020).

Los desechos inorgánicos asociados a la industria alimentaria marina constituyen un desafío debido a su elevada persistencia en el ambiente y su volumen creciente, materiales como plásticos termo encogibles, polietileno de alta densidad, films para empaques y contenedores desechables pueden representar una parte sustancial de los residuos sólidos generados durante el empaquetado final del atún (United Nations Environment Programme, 2021).

Según Aitken y Mackie (1999) en las plantas procesadoras de pescado los residuos inorgánicos derivan principalmente de materiales de empaque, útiles operativos y dispositivos de protección industrial. Estos materiales necesitarán de sistemas específicos de recogida y clasificación debido a que su naturaleza es no biodegradable y a su potencial de contaminación física del entorno.

1.2.2.3 Desechos Peligrosos

Los desechos peligrosos en la industria atunera comprenden aquellos residuos que, por sus características químicas, biológicas o físico reactivas, pueden representar riesgos para la salud de los trabajadores, la seguridad industrial o el ambiente, estos materiales incluyen productos como disolventes, aceites lubricantes usados, grasas industriales, envases contaminados con químicos de limpieza, residuos de desinfectantes concentrados, trapos impregnados con sustancias corrosivas, lodos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas con agentes químicos, y baterías o lámparas usadas (U.S. Environmental Protection Agency, 2021).

Muchos de estos desechos pueden generar efectos adversos significativos si no se gestionan adecuadamente, especialmente aquellos asociados a detergentes alcalinos, sanitizantes a base de cloro o compuestos cuaternarios de amonio empleados en procedimientos de higienización (World Health Organization, 2020).

1.2.2.4 Desechos Reciclables

Los materiales metálicos empleados en el enlatado del atún presentan un alto potencial de reciclaje debido a su durabilidad, valor comercial y capacidad de ser reprocesados sin perder propiedades estructurales (United Nations Environment Programme, 2021).

Los plásticos industriales generados en plantas atuneras como envoltorios termo encogibles, películas protectoras y contenedores de polietileno cuentan con cadenas de reciclaje consolidadas siempre que sean segregados desde el origen y no estén contaminados con residuos orgánicos o químicos (World Bank Group, 2022).

En el sector industrial estos flujos suelen incluir metales (acero, aluminio), plásticos (PET, PE, PP), papel y cartón, vidrio y algunos polímeros técnicos; su correcta segregación en origen y su limpieza previa son determinantes para su valor comercial y su tasa de recuperación (Environmental Protection Agency, 2021).

1.2.2.5 Desechos No Reciclables

En la industria pesquera, los residuos sólidos contaminados con restos de proteína, aceites y salmuera deben ser clasificados como no reciclables cuando no existe un proceso viable para su limpieza o separación lo que obliga a su envío a rellenos sanitarios o a sistemas de disposición final aprobados por la normativa nacional (Food and Agriculture Organization, 2021).

Estos residuos representan uno de los principales desafíos en plantas procesadoras de alimentos, dado que su composición heterogénea y su alto nivel de contaminación orgánica reducen significativamente las posibilidades de recuperación material (United Nations Environment Programme, 2020).

Los empaques multilaminados utilizados en productos alimentarios particularmente aquellos compuestos por capas de plástico, aluminio y papel suelen clasificarse como no reciclables debido a la dificultad técnica de separar sus componentes sin daños estructurales (Environmental Protection Authority, 2022).

1.2.2.6 Subproductos Aprovechables

Una parte significativa del rendimiento del atún puede destinarse a la elaboración de harina y aceite de pescado, productos empleados en nutrición animal, acuicultura y suplementos nutricionales debido a su alto contenido proteico y su perfil lipídico rico en ácidos grasos omega-3 (Food and Agriculture Organization, 2020).

Según Hall et al., (2013) el atún es un recurso altamente versátil cuyo procesamiento genera residuos orgánicos que lejos de ser desechos finales pueden transformarse en insumos valiosos para usos industriales, alimenticios y energéticos. Dentro de estos subproductos se incluyen las cabezas, vísceras, espinas, recortes musculares, pieles y colas, los cuales contienen proteínas, aceites y minerales de alto valor comercial.

Las pieles y espinas procesadas pueden utilizarse para la obtención de colágeno y gelatina, insumos de creciente demanda en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2021).

Los recortes musculares y partes del pescado no aptas para enlatado pueden emplearse para producir productos formados o reestructurados, tales como hamburguesas, embutidos marinos o surimi aumentando así la eficiencia del uso de la materia prima (International Trade Centre, 2019).

1.2.3 Gestión de Residuos Industriales

La adecuada gestión inicia con la caracterización física y química del residuo, lo cual permite determinar su nivel de peligrosidad, su potencial de valorización y el tratamiento más apropiado. La jerarquía de gestión prioriza la prevención, reutilización, reciclaje y valorización energética dejando la disposición final como última alternativa (Environmental Protection Agency, 2025).

La gestión de residuos en industrias alimentarias incluyendo plantas procesadoras de pescado debe orientarse hacia modelos de economía circular. Esto implica redirigir subproductos y desechos hacia usos secundarios como ingredientes

para alimentos balanceados, fertilizantes, harinas proteicas o producción de energía, reduciendo así la presión ambiental asociada a los residuos orgánicos (Food and Agriculture Organization, 2021).

Según el Centro Peruano de Estudios Sociales (2023) la gestión de residuos industriales debe integrarse a los sistemas de gestión ambiental, incorporando diagnósticos iniciales, capacitación de personal, infraestructura adecuada y cumplimiento normativo continuo.

1.2.4 Seguridad e Higiene Industrial Aplicada al Manejo de Residuos

Su propósito fundamental es prevenir la exposición a agentes químicos, biológicos y físicos presentes en los residuos, reducir la probabilidad de accidentes y garantizar que las operaciones relacionadas con su gestión se ejecuten bajo condiciones seguras y controladas (Occupational Safety and Health Administration, S.f.).

Es obligatorio que las empresas que manipulan residuos peligrosos implementen programas escritos de seguridad y salud, incluyendo análisis de riesgos, planes de control, descontaminación, capacitación y respuesta ante emergencias (Occupational Safety and Health Administration, S.f.).

La gestión segura de residuos requiere, además, una caracterización y clasificación riguroso del residuo en origen, etiquetado claro y segregación física de corrientes incompatibles, estas prácticas reducen la probabilidad de mezclas reactivas y facilitan la selección de controles de ingeniería como ventilación localizada, sistemas de contención y barreras secundarias para derrames (World Health Organization, 2021).

1.3 Marco Legal y Ambiental

1.3.1 Regulaciones Sanitarias e Inocuidad Alimentaria

En Ecuador, esta normativa es supervisada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad) y el Ministerio de Producción, los cuales establecen requisitos obligatorios para la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y del sistema de Análisis fileteado de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) en todas las plantas procesadoras de alimentos de origen marino (Huss et al., 2003).

El Codex Alimentarius adoptado por Ecuador brinda principios técnicos que son específicos para controlar la inocuidad en productos pesqueros donde se incluyen criterios higiénicos durante la etapa de eviscerado cocción y envasado del atún (Food and Agriculture Organization, 2016).

En Mercados exigentes como el mercado Europeo, el Estadounidense y el mercado Japonés se necesitan que los productos cumplan con programas de manejo de inocuidad que sean reconocidos de forma internacional basados en HACCP, BPM y normas de trazabilidad. La implementación rigurosa de estas regulaciones no solo protege la salud de los consumidores, sino que también asegura la competitividad de las plantas procesadoras, fomentando prácticas de manejo higiénico que reducen el riesgo de deterioro y pérdida de calidad durante la cadena de producción y distribución (Huss et al., 2003).

1.3.2 Artículos de la Constitución de la República del Ecuador

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la

prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2021).

1.3.2.1 Código Orgánico del Ambiente

Art. 226.- Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad:

1. Prevención
2. Minimización de la generación en la fuente
3. Aprovechamiento o valorización
4. Eliminación
5. Disposición final

La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles. La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio (Asamblea Nacional del Ecuador , 2017).

Art. 228.- De la política para la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos. La gestión de los residuos sólidos no peligrosos, en todos los niveles y formas de gobierno, estará alineada a la política nacional dictada por la Autoridad Ambiental Nacional y demás instrumentos técnicos y de gestión que se definan para el efecto (Asamblea Nacional del Ecuador , 2017).

Art. 229.- Alcance y fases de la gestión. La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana asociados a cada una de las fases. Las fases de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos serán determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional (Asamblea Nacional del Ecuador , 2017).

Art. 237.- Autorización administrativa para el generador y gestor de desechos peligrosos y especiales. Todo generador y gestor de residuos y desechos peligrosos y especiales, deberán obtener la autorización administrativa de conformidad con los procedimientos y requisitos establecidos en la norma secundaria. La transferencia de residuos y desechos peligrosos y especiales entre las fases de gestión establecidas será permitida bajo el otorgamiento de la autorización administrativa y su vigencia según corresponda, bajo la observancia de las disposiciones contenidas en este Código (Asamblea Nacional del Ecuador , 2017).

Art. 239.- Disposiciones para la gestión de residuos y desechos peligrosos y especiales. Se aplicarán las siguientes disposiciones:

1. Considerando la disponibilidad de tecnologías existentes para el transporte, eliminación o disposición final de residuos y desechos peligrosos y especiales, la Autoridad Ambiental Nacional dispondrá, de conformidad con la norma técnica, la presentación de requerimientos adicionales como parte de la regularización
2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos definirán las rutas de circulación y áreas de transferencia, que serán habilitadas para el transporte de residuos y desechos peligrosos y especiales; y,
3. Todo movimiento transfronterizo de residuos y desechos peligrosos y especiales, incluyendo lo relacionado a tráfico ilícito de los mismos, será regulado por la normativa específica que la Autoridad Ambiental Nacional expida para el efecto, en cumplimiento con las disposiciones nacionales e internacionales respectivas y conforme las disposiciones de este Código (Asamblea Nacional del Ecuador , 2017).

1.4 Operacionalización de las Variables

1.4.1 Operacionalización de la Variable Independiente

- **Variable Independiente:** Estrategia de control visual y diseño de soportes de aros metálicos porta fundas

Tabla 1

Operacionalización de variable Independiente

Variable	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Estrategia de control visual y diseño de soportes de aros metálicos porta fundas	Diseño ergonómico de soportes metálicos	Numero de aros metálicos instalados	Nominal
	Control visual	Uso de fundas de colores	De razón
		Carteles guía en el centro de acopio	Nominal
	Viabilidad económica	Gasto total de la mejora	De razón

Nota. Elaboración propia.

1.4.2 Operacionalización de la Variable Dependiente

- **Variable Dependiente:** Eficiencia en la segregación de los desechos solidos.

Tabla 2

Operacionalización de la variable dependiente

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Eficiencia en la segregación de los desechos solidos.	Separación de la basura	Indice de desechos comunes por cantidad de materia prima	De razón
		Nivel de mezcla de los desechos	De razón

Plástico reciclado	El Porcentaje de reciclaje logrado	De razón
Fallos del personal	Errores en la segregación	Nominal

Nota. Elaboracion propia.

1.5 Marco Metodológico

1.5.1 Modalidad Básica de la Investigación

Para esta investigación la modalidad básica será de campo, bibliográfico y no experimental ya que el estudio va a desarrollarse directamente en la planta procesadora de atún con el propósito de obtener información real sobre los desechos comunes generados durante el proceso productivo. La modalidad de campo va a permitir observar de manera directa las diferentes etapas de producción además de identificar los puntos donde se generan mayores volúmenes de residuos y registrar la cantidad y tipo de materiales (reciclables y no reciclables).

La modalidad bibliográfica va a complementar la fase de campo mediante la revisión de documentos, artículos científicos, académicos, informes y normativas ambientales vigentes, con el objetivo de sustentar la investigación teóricamente y fortalecer la comprensión del problema, estas bases bibliográficas respaldarán el análisis de la gestión de residuos y la formulación de estrategias de mejora acorde con las buenas prácticas del sector industrial. Se aplicará la modalidad no experimental debido a que el estudio no modificará las condiciones existentes ni las variables del entorno, sino que describirá y analizará los hechos tal como ocurren en la realidad ya que se busca examinar la situación actual de la generación de desechos comunes.

1.5.2 Enfoque

La investigación se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, porque el problema planteado requiere medir, analizar y comparar información de manera objetiva. Este enfoque permite trabajar con datos numéricos que reflejan con precisión lo que ocurre

en la realidad, garantizando que los resultados no dependan de percepciones subjetivas, sino de valores verificables y consistentes.

El enfoque cuantitativo resulta el más adecuado porque la finalidad de este trabajo es obtener resultados que puedan describir una situación concreta y, si corresponde, comprobar si existe influencia o relación entre factores previamente definidos. Este tipo de análisis solo puede lograrse mediante métodos que permitan procesar la información de forma estadística, lo cual aporta rigor y aumenta la confiabilidad de las conclusiones. Además, usar este enfoque hace posible generalizar los resultados hacia la población estudiada, ya que la información recolectada representa tendencias reales y medibles.

1.5.3 Nivel de Investigación

El nivel de investigación que se empleará en este estudio es descriptivo, debido a que la finalidad principal del trabajo es caracterizar con detalle la situación actual del fenómeno analizado, sin manipular variables ni intervenir en el entorno. Este nivel es apropiado ya que permite ver medir y describir cómo se muestran ciertos aspectos dentro de un contexto de análisis proporcionando una clara visión de la realidad. La investigación descriptiva se basa en detallar los comportamientos o condiciones que tiene la población de estudio lo cual tiene sentido junto con la necesidad de comprender cómo se muestra la problemática antes de plantear las posibles propuestas de mejora.

El enfoque descriptivo también se asocia a este estudio ya que la investigación necesita indicar patrones tendencias y relaciones básicas entre las distintas variables, sin necesariamente llegar a plantear causalidades. Esto ayuda hacer un diagnóstico concreto sobre los factores que forman el problema de forma que los resultados que se obtienen sirvan como base solida para luego tomar decisiones ademas este nivel de investigación favorece el uso de técnicas de recolección de información estructuradas como encuestas u observaciones que posibilitan la obtención de información calculable y ordenada de acuerdo al enfoque cuantitativo de la investigación.

1.5.4 Población de Estudio

La población de estudio estará constituida por el conjunto de trabajadores, áreas operativas y unidades funcionales de la planta procesadora de atún que intervienen de forma directa o indirecta en la generación manipulación clasificación y control de los residuos sólidos producidos a lo largo del proceso industrial. Esta población abarca a los operarios que participan en etapas fundamentales como la recepción de la materia prima, cocción, enfriado, limpieza y fileteado, enlatado, empaque y esterilización, donde se originan los principales desechos orgánicos e inorgánicos asociados al procesamiento del atún. Asimismo la población toma en cuenta a supervisores inspectores de control de calidad y técnicos responsables del control de las condiciones higiénicas y del cumplimiento de manejo de desperdicios dentro de la fábrica además las áreas físicas donde se manipulan o se acumulan los residuos son parte de la población también zonas de cortado y fileteado estaciones de empacado áreas de almacenado temporal y centros de acopio. En conjunto, esta población representa a todos los actores y espacios del proceso productivo que influyen en la generación y tratamiento de los residuos sólidos, lo que permite obtener una visión completa y descriptiva del fenómeno investigado.

1.5.5 Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra en este estudio se definirá según la naturaleza descriptiva de la investigación y la necesidad de evaluar de manera directa la generación y el pesaje de los desechos sólidos por área dentro del proceso productivo de la planta atunera. En lugar de aplicar una fórmula estadística tradicional, se utiliza un muestreo no probabilístico por criterio, ya que el objetivo no es obtener representatividad estadística, sino información precisa del volumen de los residuos. Por ello, la muestra incluye a los operarios, supervisores y unidades operativas de las etapas de cocción, limpieza y fileteado, empaque, esterilización y control de calidad, que son los puntos donde se observarán las actividades y se registrará el peso de los desechos generados.

La decisión de no usar una fórmula se basa en que los datos se obtienen mediante mediciones reales del proceso y no dependen del azar, por lo que la pertinencia operativa de las áreas seleccionadas garantiza la validez de la información sin necesidad de realizar un cálculo estadístico formal.

1.5.6 Técnicas de recolección de datos

Se utilizará la observación directa estructurada, aplicada en cada una de las áreas operativas vinculadas al proceso productivo, con el propósito de registrar de manera sistemática las actividades que generan residuos y las prácticas empleadas para su manejo añadido a esto se aplicarán pesajes y registros cuantitativos la cual es una técnica esencial en esta investigación que radica en pesar directamente los desechos sólidos lo que permite la obtención de resultados numéricos concretos sobre la cantidad de desechos comunes generados en etapas del procesamiento de atun y el volumen de desechos por cantidad de materia prima de igual manera se realizará una revisión interna de la documentación que busca analizar y examinar los registros y procedimientos relacionados con el manejo de desechos. Estas técnicas permiten obtener información confiable y suficiente para describir el comportamiento real del proceso, acorde con el enfoque cuantitativo y el nivel descriptivo de la investigación.

1.5.7 Plan de recolección de datos

Tabla 3

Plan de recolección de datos

N°	Preguntas frecuentes	Explicación
1	¿Para qué?	Para obtener información directa, cuantitativa y verificable sobre la generación, manejo y pesaje de los desechos sólidos producidos por cantidad de atún procesado.

2	¿De qué personas?	Operarios de las áreas de cocción, limpieza y fileteado, empaque, esterilización y personal de control de calidad que intervienen en la producción y manejo de residuos.
3	¿Sobre qué aspectos?	Cantidad y tipo de residuos generados, prácticas de manejo, puntos de generación y resultados del pesaje directo de los desechos.
4	¿Quién investiga?	Davis Johnson Espinales Ortega
5	¿Cuándo?	Durante el periodo asignado para el levantamiento de información dentro de la planta (2025/2026)
6	¿Dónde?	Planta procesadora de atún ubicada en Jaramijó (Ecuador)
7	¿Cuántas veces?	Entre 1 y 3 días por semana
8	¿Qué técnica de recolección?	Observación directa estructurada y medición cuantitativa (pesaje de residuos)
9	¿Con qué?	Hojas de registro, balanza para el pesaje de residuos, listas de verificación, bitácora de observación y registros de la planta.
10	¿En qué situación?	Durante el desarrollo normal de las actividades productivas, observando las operaciones y pesando los desechos generados en la planta sin alterar el proceso.

Nota. Elaboración Propia.

1.5.8 Procesamiento de la Información

Los datos obtenidos mediante observación directa y el pesaje de los desechos sólidos por área serán registrados en hojas de control y posteriormente organizados según el tipo de residuo y cantidad obtenida en cada jornada. Una vez clasificados los registros serán digitalizados y verificados para asegurar su consistencia y evitar errores. Con la información depurada se aplicarán cálculos como el balance de materia, cálculos de totales, indicadores de desempeño KPIs y porcentajes para comparar la generación de residuos. Estos datos se integrarán en un balance de materia, permitiendo relacionar la cantidad de materia prima procesada con los residuos generados y evaluando

pérdidas y rendimientos del proceso. Este procedimiento garantiza transformar los datos recolectados en información clara y útil para el análisis e interpretación de resultados.

Capítulo 2

2 Diagnóstico o Estudio de Campo

2.1.1 Contexto General y Caracterización de la Planta

La fábrica de atún en lata y Pouch en la que se basa esta tesis es una empresa que ha logrado establecerse como una fábrica referente dentro del sector industrial atunero en la provincia de Manabí (ecuador) específicamente entre la ciudad de Jaramijó y Manta la cual es reconocida como el punto central pesquero y de procesado de atún en el Pacífico Sur. Desde que se fundó la empresa ha mantenido sus esfuerzos en el procesamiento los recursos marinos, orientando su crecimiento en la modernización y el rígido cumplimiento de normas y certificaciones internacionales de calidad y seguridad alimentaria. La ubicación de esta empresa es privilegiada ya que se encuentra dentro de una zona de alto tránsito portuario lo que no solo facilita la recepción inmediata de materia prima fresca desde la flota pesquera, sino también la agilidad logística que es necesaria para el proceso de exportación hacia mercados globales. La actividad principal de la compañía se centra en el procesamiento integral del atún, abarcando diversas líneas de presentación que incluyen conservas en lata, formatos en Pouch y la elaboración de lomos precocidos, productos que se caracterizan por su alto valor nutricional y trazabilidad controlada. El dinamismo operativo de la planta se evidencia en su robusta capacidad instalada, la cual permite gestionar volúmenes masivos de producción que, según registros operativos recientes, superan los dos millones de kilogramos de materia prima en periodos trimestrales, asegurando un flujo constante de productos que abastecen tanto al consumo nacional como a exigentes clientes en la Unión Europea, Estados Unidos y diversos países de América Latina. Este

nivel de rendimiento se sostiene gracias a un proceso productivo meticulosamente estructurado que inicia con la recepción y clasificación de la materia prima, seguido por las etapas de descongelado, cocción térmica y una fase crítica de limpieza y fileteado manual donde se separan los lomos de los subproductos aprovechables.

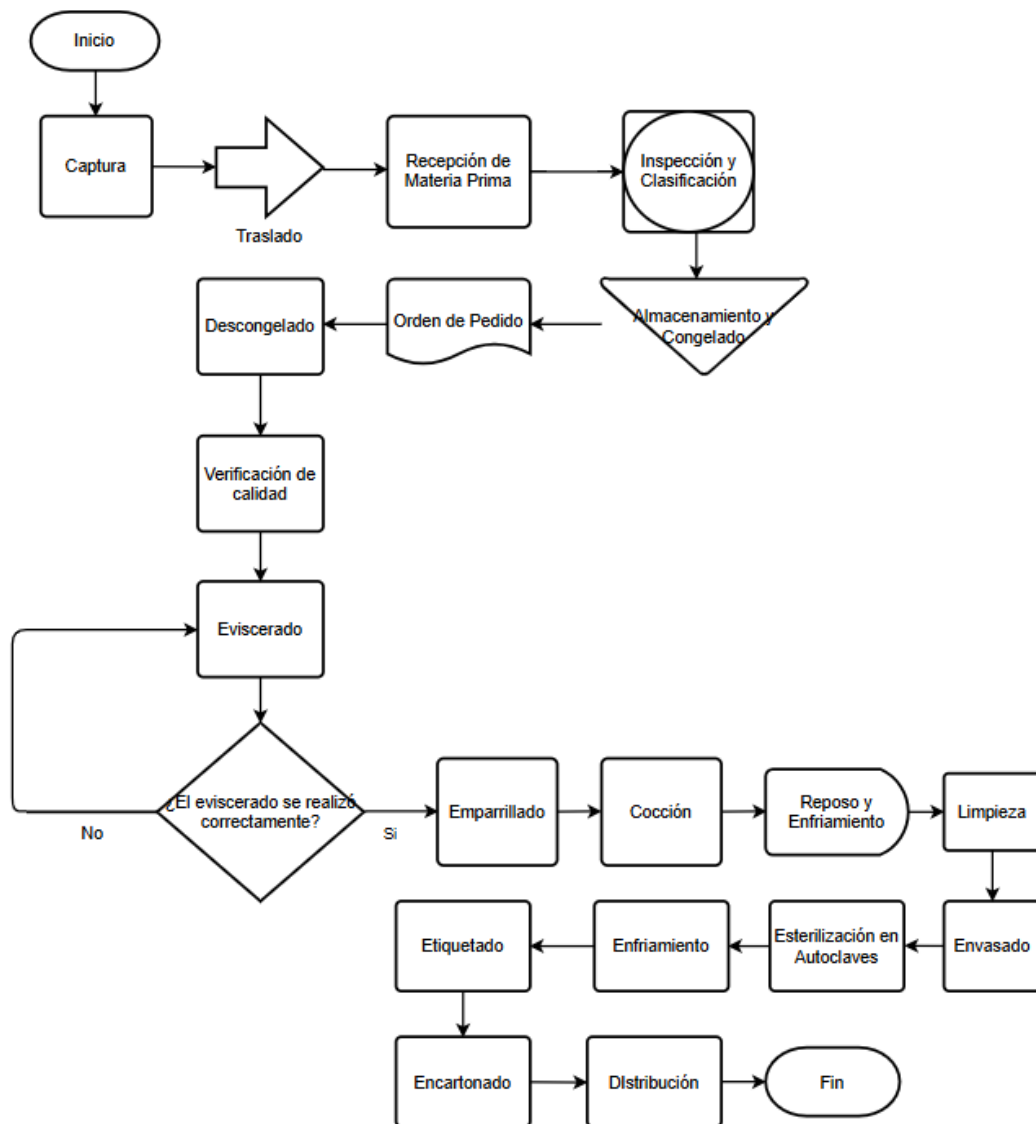
2.1.2 Descripción del Procesado del Atún

El proceso se organiza bajo un flujo técnico que asegura la transformación eficiente de la materia prima desde su llegada hasta el despacho final. Todo inicia con la recepción y el almacenamiento en cámaras frigoríficas donde se garantiza que el atún conserve sus propiedades antes de pasar al descongelado y a la cocción por vapor este tratamiento térmico es fundamental pues facilita el desprendimiento de la piel y las espinas de manera limpia. Tras un enfriamiento controlado que estabiliza la textura de la carne y evita su oxidación se procede a la limpieza manual que constituye el núcleo de la operación.

En esta etapa, el personal separa cuidadosamente los lomos y la miga de los subproductos orgánicos es precisamente aquí donde se generan los residuos inorgánicos, como plásticos y cartones, que son el objeto central de este estudio. Una vez obtenido el lomo limpio el producto se coloca en latas o empaques tipo pouch, se añade el líquido de cobertura (aceite o salmuera) y se realiza el sellado al vacío. El ciclo culmina con la esterilización en autoclaves para asegurar la inocuidad del alimento y un etiquetado final que permite la trazabilidad del producto en los mercados internacionales. Este orden lógico permite que la planta gestione un volumen masivo de más de dos millones de kilogramos trimestrales con una estructura operativa clara y repetible.

Figura 1

Diagrama de Flujo en el Procesamiento del Atún



Nota. Elaboración propia.

2.1.3 Identificación de Areas de Generación de Residuos

Dentro del proceso productivo de una planta procesadora de atún se generan diferentes tipos de desechos comunes como resultado de las actividades operativas, de limpieza y manipulación realizadas en cada una de las áreas de producción. La identificación de estas áreas permite conocer los puntos donde existe mayor generación de residuos y facilita posteriormente el análisis de cantidades, clasificación y manejo interno de los mismos.

Mediante el levantamiento de información en campo, se determinó que la planta cuenta con diez áreas operativas y de soporte, las cuales han sido agrupadas en tres grandes bloques generadores para facilitar su evaluación técnica: áreas de recepción y logística, áreas de transformación y proceso, y áreas de soporte técnico y control.

A continuación, se presenta la matriz de identificación donde se detalla el perfil de generación de cada sector, identificando el tipo de desecho común que se dispone en los contenedores y la justificación operativa de su origen.

Tabla 4

Matriz de identificación de áreas y flujo de desechos comunes

Etapas de operación	Area	Tipo de desecho generado
Recepción	Recepción y clasificación	Film stretch además de zunchos plásticos
	Bodega de Insumos	Cartón corrugado, film plástico y restos de embalaje usado en cajas y pallets.
	Bodega de producto terminado	Film plástico que está dañado y restos de madera de los pallets defectuosos
Producción y procesos	Lavado y Eviscerado de la materia prima	Equipos de protección personal descartables como lo son los guantes, botas de PVC y las cofias
	Cocción y Enfriamiento	EPP y materiales de mantenimientos pequeños.
	Limpieza de lomos (producción)	Fundas plásticas de transferencia y EPPs.
	Envasado y Sellado del atun	Recortes de pouch, envases defectuosos y plástico film.
	Autoclaves	EPIs y precintos de control térmico.
Soporte y Control	Etiquetado y Encartonado del producto	Papel, etiquetas defectuosas y cartón desechado.

Laboratorio de calidad	Plásticos de muestras guantes y reactivos usados para medir las muestras.
------------------------	---

Nota. Elaboracion Propia.

Un hallazgo crítico derivado de esta identificación es el destino final de los residuos poliméricos (plásticos tipo film y pouch defectuosos). Debido a principios operativos de la empresa basados en la presencia de contaminación orgánica por fluidos del atun por la mala segregación, estos elementos no se clasifican de forma independiente y correcta. Como consecuencia, áreas como Producción y Envasado desvían un volumen considerable de plásticos hacia el flujo de desechos comunes no reciclables lo cual conlleva la falta de registros de material plástico en las anotaciones oficiales de la planta y representa un foco de atención para esta investigación.

2.1.4 Cuantificación y Análisis del Registro de Pesajes

Para tener un análisis claro y con información relevante que permitan el análisis para lograr la clasificación y llevar una buena cuantificación de los datos, se ha realizado un registro de pesajes detallando el tipo de desecho común que se produjo durante los primeros 3 meses del año (enero, febrero y marzo) además se muestra el peso total de estos durante dichos meses ubicando en la parte inferior el total tanto de desechos reciclables (RC) como no reciclables (NR).

Tabla 5

Registro de Pesajes de Desechos Comunes (Kg)

Fecha	NR	Desechos Reciclables				Observaciones
		Cartón	Plástico	Chatarra	Bota PVC	
9/1/2026	900					
9/1/2026	750					
14/1/2026	1200					
16/1/2026	1200					
20/1/2026	1050					
23/1/2026	900					
23/1/2026	900					

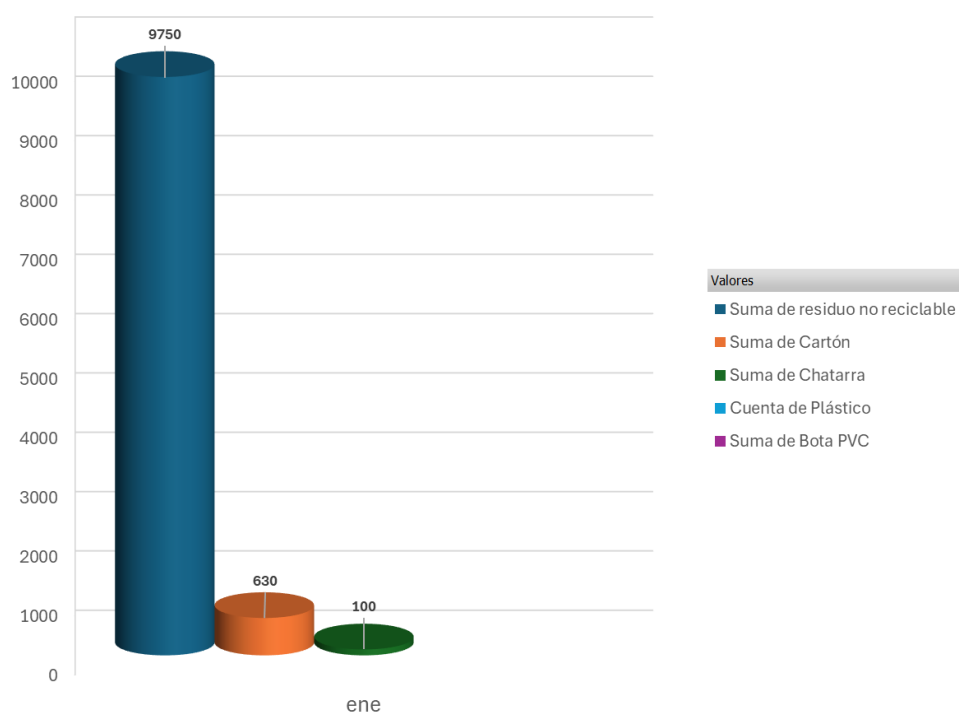
23/1/2026		630		100	
26/1/2026	1050				
30/1/2026	900				
30/1/2026	900				
6/2/2026	750				
6/2/2026	750				
10/2/2026		765		720	235
11/2/2026	600				
11/2/2026	750				
19/2/2026	1050				
21/2/2026	1500				
21/2/2026		745		875	170
25/2/2026	900				
25/2/2026	600				
27/2/2026	1200				
3/3/2026	900				
3/3/2026	600				
13/3/2026		855			
13/3/2026	900				
17/3/2026	1050				
23/3/2026	900				
25/3/2026	900				
27/3/2026	750				
31/3/2026	1050				
TOTAL	24900	2995	0	1695	405

Nota. NR hace referencia a los desechos no reciclables mientras que RC son aquellos reciclables, todas las cantidades relacionadas al peso de desechos en esta tabla se encuentran en unidades de Kilogramos, Elaboración propia.

Realizando las graficas de barras para cuantificar la cantidad en Kilogramos de desechos por mes se evidencia que para el mes de enero se registraron 9750 kg de desechos no reciclables y 730 kg de desechos reciclables, para el mes de febrero se registró 8100 kg de desechos no reciclables y 3510 kg de desechos reciclables y en el mes de marzo se registró 7050 kg de desechos no reciclables y 855 kg de desechos reciclables.

Figura 2

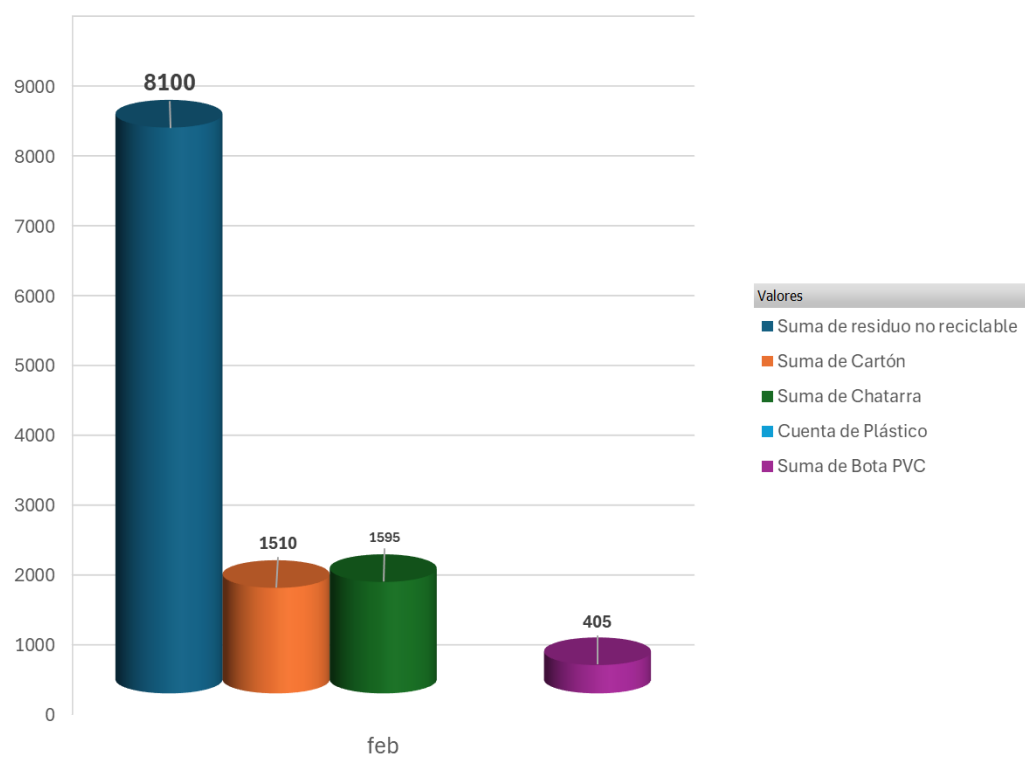
Kg de Desechos en Enero



Nota. Elaboración propia

Figura 3

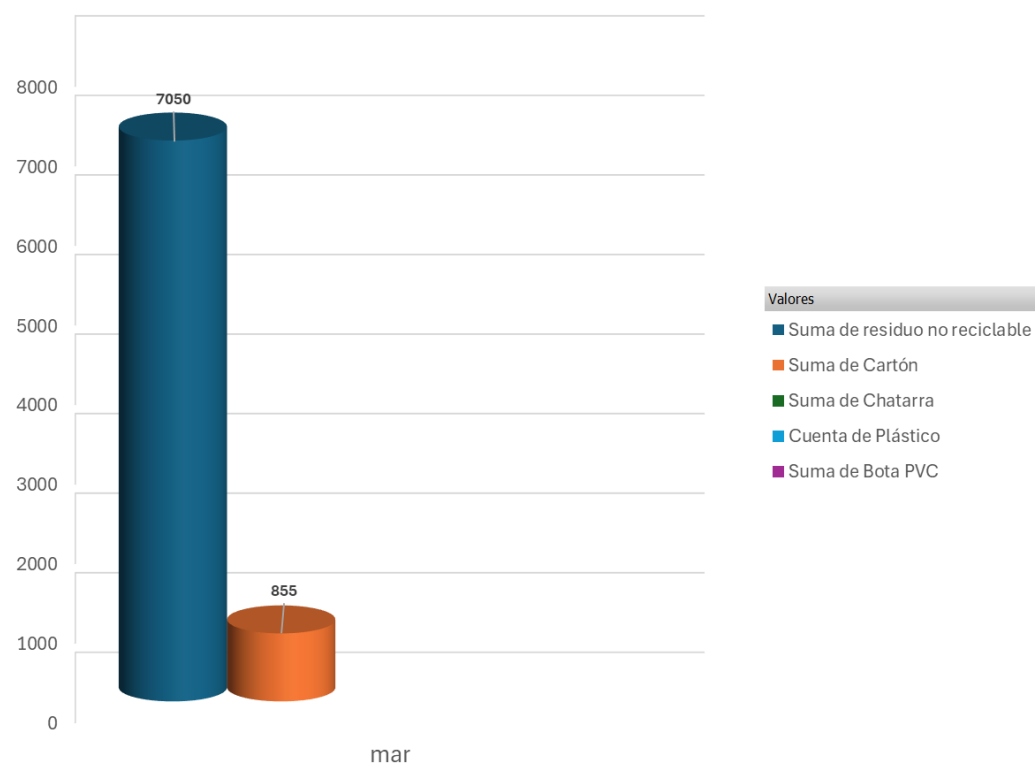
Kg de Desechos en Febrero



Nota. Elaboración propia

Figura 4

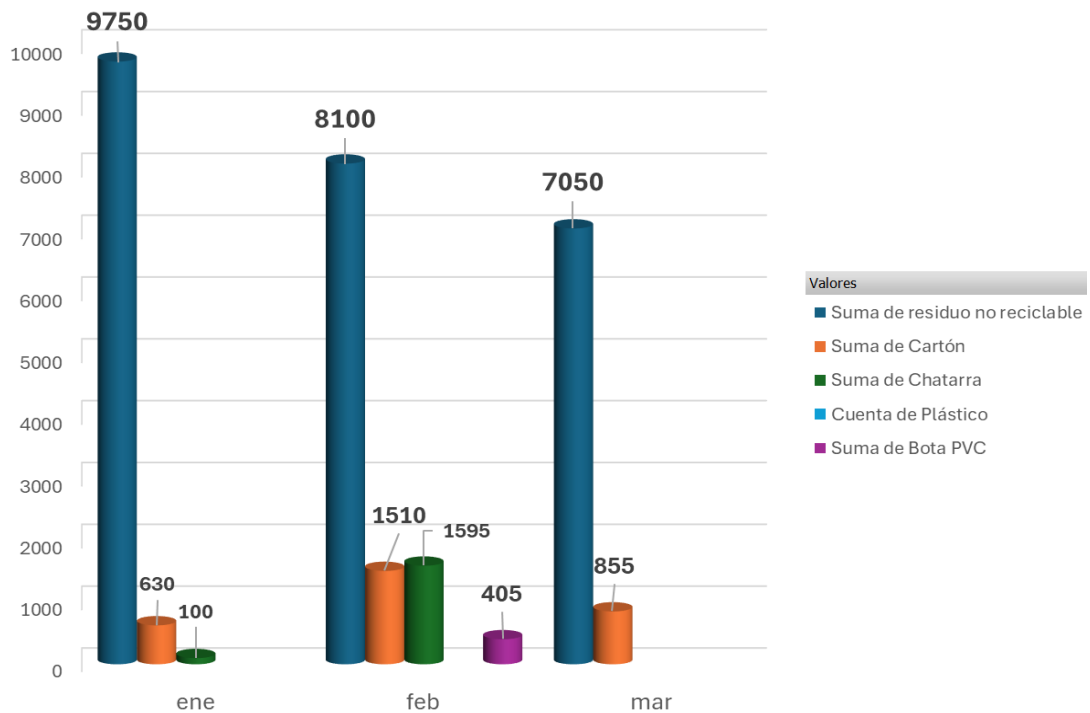
Kg de Desecho en Marzo



Nota. Elaboración propia

Figura 5

Comparación de Desechos en Enero, Febrero y Marzo

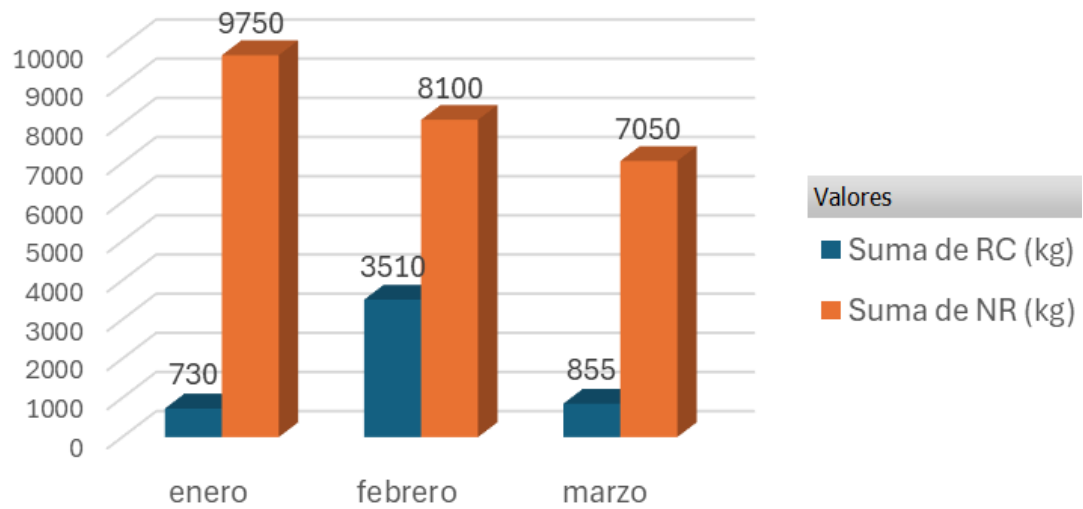


Nota. Elaboración propia.

Es de esta manera que al analizar las gráficas se determina que independientemente del mes el residuo que predomina ante los demás es el no reciclable siendo el mes de enero el mes en el que se produjo mayor cantidad de estos desechos con 9750 kg, siguiéndole el mes de febrero con 8100 kg y por ultimo marzo con 7050 kg. En cuanto los desechos reciclables se muestra que el mes en el que se produjo mayor cantidad de estos fue durante el mes de febrero con 3510 kg siguiéndole el mes de marzo con 855 kg y por ultimo el mes de enero con 730 kg.

Figura 6

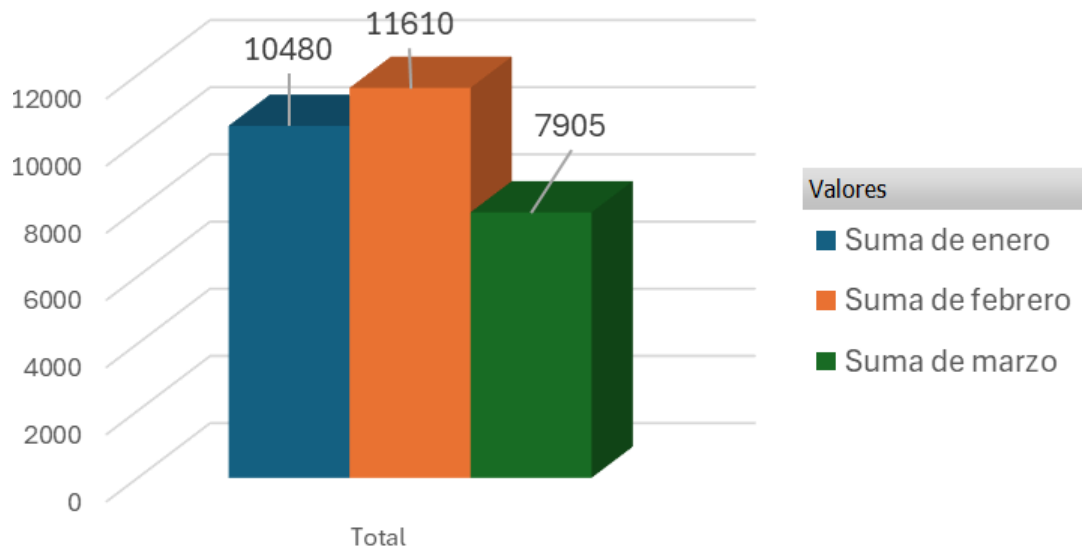
Comparación de Desechos Reciclables y No reciclables en Enero, Febrero y Marzo



Nota. Elaboración propia.

Figura 7

Comparación Total de Desechos para Cada Mes



Nota. Elaboración propia.

Si se observa la figura 7 se evidencia que el mes en el que la planta de procesamiento de atún produjo mayor cantidad de desechos comunes de manera general fue el mes de febrero con 11610 kg siguiéndole el mes de enero con 10480 kg y por ultimo marzo con 7905 kg.

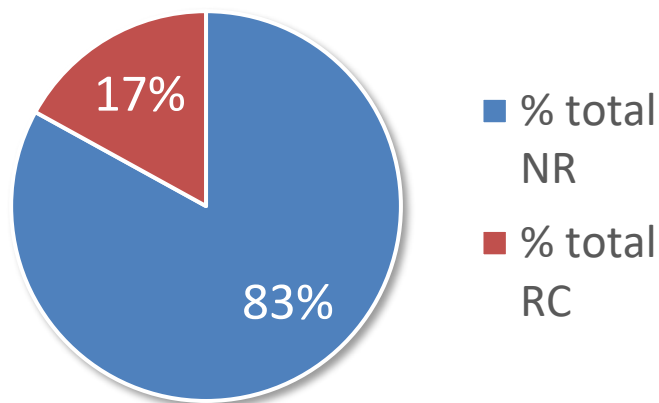
2.1.4.1 Composición Física de los Desechos Comunes

Gracias al registro de pesajes observado en la tabla 5 es más accesible el poder determinar los materiales que conforman los desechos, mediante cálculos porcentuales y gráficos de pastel (mostrado en la figura 8 y tabla 6) se establece que del 100% de los desechos el material que predomina es el no reciclable con un 83% y siguiéndole de manera minoritaria los reciclables con un 17%.

Del total de desechos reciclables se muestra que lo conforman un 9,98% de cartón 5,65% de chatarra y finalmente un 1,35% de botas de PVC.

Figura 8

Desechos Reciclables (RC) Vs Desechos No Reciclables (NR)



Nota. Elaboración propia.

Tabla 6

Composición de los Desechos Comunes

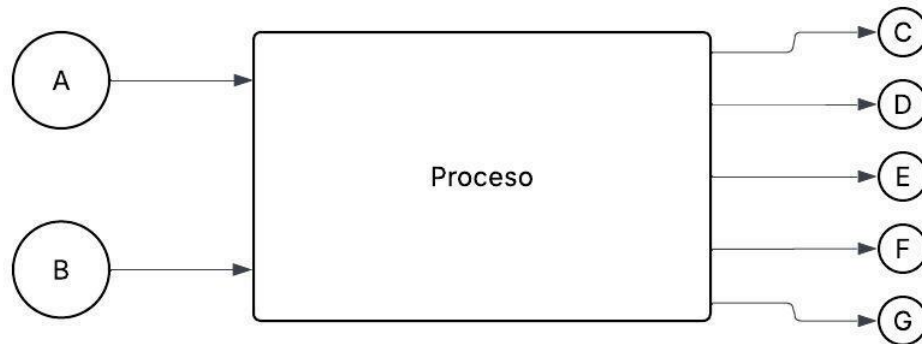
% de cada tipo				
NR	Cartón	Plástico	Chatarra	Botas PVC
83,0%	9,98%	0,00%	5,65%	1,35%
%Total NR		%Total RC		
83,0%		16,99%		

Nota. Elaboración propia.

2.1.5 Balance de Materia

Figura 9

Esquema de entradas y salidas para el balance de materia



Nota. Elaboración propia.

Respecto a la figura 9 se observan dos corrientes de entradas y cinco de salida la corriente A corresponde a la materia prima (el pescado entero tal cual llega a las cámaras y tanques) la corriente B son los insumos y materiales (rollos de plástico film), zunchos, cartón, sobres Pouch, EPP, etc.) la corriente C es el producto terminado la corriente D corresponde al subproducto (cabezas, colas, espinas, piel y vísceras) la corriente E son los desechos comunes mezclados (es la salida degradada de la corriente de insumos y materiales) la corriente F son los desechos reciclables segregados y por último la corriente G es la merma por evaporación y pérdidas líquidas (el agua que es evaporada cuando el pescado es cocinado y los jugos y sangre).

Para la elaboración del balance de materia se hará uso de la siguiente ecuación:

$$\sum Entradas = \sum Salidas$$

Tabla 7

Materia prima ingresada a producción durante los 3 meses

	Cantidad de Materia Prima	
	Kg	Ton
Enero	737.111,00	737,11

Febrero	672.451,00	672,45
Marzo	851.407,00	851,41
Total	2.260.969,00	2.260,97

Nota. Elaboración propia

Entonces una vez explicado las corrientes de entradas y de salida la ecuación quedaría así:

$Mp + \text{materiales e insumos} = PT + \text{subproducto} + \text{desechos comunes} + \text{desechos reciclables} + \text{mermas}$

Después de registrar los datos de los Kilogramos y toneladas de Materia prima durante los tres meses como lo muestra la figura 7 se interpreta que para la corriente A (materia prima) corresponde un valor de 2.260.969 kg.

$$A = 2.260.969 \text{ kg}$$

Para la corriente B se interpretará que todos los materiales de insumo y soporte que entran al proceso y no se van con el producto final salen como desechos entonces se utiliza el registro de pesajes de los 3 meses (tabla 5) en el que se suman los residuos no reciclables (24900 kg) cartón (2995 kg) chatarra (1695 kg) y botas (405 kg) quedando como resultado 29.995 kg entonces:

$$B = 29.995 \text{ kg}$$

Tabla 8

Registro de la producción trimestral Global

Mes	Proceso	Global kg Real
ENERO	Lata	72240
		17788
	Pouch	143815
		80366
FEBRERO	Lata	59985
		3875
	Lonjas	10005
	Pouch	174403
MARZO		49587
	Enlatado	25035
		20086

	Lonjas	46386
	Pouch	270348
		17731
	Valor Agregado	472
		1030
TOTAL:		993152

Nota. Elaboración propia.

En la corriente de salida C (el producto terminado) se hace la sumatoria de la columna Global Kg Real (el cual es la unión de la producción en lomos y migas) de la tabla 8 dando como resultado 993.152 kg

$$C = 993.152 \text{ kg}$$

Tabla 9

Subproducto Trimestral

Mes	Proceso	Subproducto Kg
ENERO	Lata	46274,6
		18815,5
	Pouch	98767,87
		86721,5
FEBRERO	Lata	55149
		3651,1
	Lonjas	6094
	Pouch	115985,2
		50294,7
MARZO	Enlatado	29427,45
		21935,22
	Lonjas	26787,4
	Pouch	190742,81
		21025,1
	Valor Agregado	396
		1091,9
TOTAL:		773159,35

Nota. Elaboración propia.

Para la corriente D (subproducto) se realiza la sumatoria de la columna subproducto kg (de la tabla 9) teniendo como resultado 773.159,35 kg.

$$D = 773.159,35 \text{ kg}$$

La corriente E que corresponde a los desechos comunes mezclados representa el material inorganico que desecha la fabrica y que se retira en el camion de la basura municipal hay que tener en cuenta que esta corriente debería tener solo desechos no reciclables como papel sanitario restos de comida entre otros pero la organización no segrega correctamente los plásticos como los rollos de film o los zunchos plásticos y los mezcla como desecho común aumentando de manera artificial el volumen de desechos comunes de la fabrica, se toma el valor de 24900 kg de desechos en la tabla 5.

$$E = 24.900 \text{ kg}$$

Tabla 10

Desechos no reciclables y reciclables trimestral

Mes	NR (kg)	RC (kg)
enero	9750	730
febrero	8100	3510
marzo	7050	855
TOTAL	24900	5095

Nota. Elaboracion propia.

En la corriente F (desechos reciclables que si son separados) se realiza la sumatoria de la columna de los reciclables (RC) ubicados en la tabla 10.

$$F = 5.095 \text{ kg}$$

Para la corriente G que corresponde a las mermas por evaporación de agua jugos y sangre del pescado se realiza la diferencia del total de las entradas 2.290.964 kg menos todas las salidas físicas 1.796.306,35 kg dando como resultado:

$$G = 2.290.964 - 1.796.306,35 = 494.657,65 \text{ kg}$$

Entonces para finalizar el balance se tiene lo siguiente

$$A + B = C + D + E + F + G$$

$$2.290.964 = 993.152 + 773.159,35 + 24.900 + 5.095 + 494.657,65$$

$$2.290.964 = 2.290.964$$

2.1.6 Indicadores de Desempeño Industrial (KPIs)

Para definir la eficiencia de la planta en la que se está basando este proyecto de investigación con respecto a los desechos es necesario realizar los Indicadores de Desempeño Industrial (KPIs) ya que estos indicadores van a relacionar los desechos comunes de la planta con el volumen de producción de la misma puesto que si la planta procesadora de atún produce más va también a producir mas desechos es por eso que se usa estos indicadores para medir en este caso el desecho por cada tonelada de atún que la planta vaya a procesar.

De acuerdo con Ortiz y Pardo (2021) los indicadores claves de rendimiento se pueden comprender como una agrupacion de metricas de utilidad en proyectos y organizaciones que sirve para medir ciertas variables ayudando a decidir que factores tienen mayor impacto en una organización.

Debido a la relevancia de temas como reciclaje y desechos en esa investigación, se realizarán dos indicadores claves el primero (indicador de generacion de desechos comunes) y el segundo (indicador de valorización o tasa de reciclaje).

Para el indicador de generación de desechos comunes se hará uso de la siguiente formula:

$$I_{gc} = \frac{D_{nr}}{MP_p}$$

El uso de esta formula se debe a que los valores absolutos de desechos (kg brutos) pueden llegar a ser engañosos si se tiene en cuenta que en un mes la fabrica produce el doble es normal que esta genere el doble de desechos y esto no significa que sea menos eficiente solo que hubo mas actividad, si se divide el residuo total para la materia prima procesada se normaliza el indicador y se elimina el sesgo del volumen de producción permitiendo evaluar la eficiencia real.

En esta formula I_{gc} representa el indicador de desechos comunes D_{nr} representa la masa total de desechos comunes generados en Kg y MP_p representa la materia prima

total procesada, hay que considerar que se tomará en cuenta el periodo de 3 meses (enero, febrero y marzo de 2026) en los que se registró los pesajes de desechos y la materia prima procesada.

Sustituyendo los valores acumulados de enero, febrero y marzo en los que se registro en total 24900 kg de desechos inorganicos frente a un procesamiento global de 2.260,97 toneladas de atún se obtuvo el siguiente resultado:

$$I_{gc} = \frac{24.900 \text{ kg}}{2.260,97 \text{ t}} = 11,01 \text{ kg/t}$$

Interpretandose de esta manera que la planta de procesamiento de atun en la que se basa este proyecto de investigación presenta un indice de generación de 11,01 kg de desechos comunes por cada tonelada de atun que ingresa a producción.

Por otro lado se realizará un indicador de valorizacion o tasa de reciclaje ya que este se encargará de evaluar que tan eficaz son los esfuerzos actuales de segregación este indicador medirá el porcentaje de materiales reciclables como (cartón, chatarra, pvc) que si logran ser separados con respecto al total de la basura que se generó, para esto se hará uso de la siguiente formula:

$$I_{rec} = \left(\frac{R_c}{R_{tc}} \right) \times 100$$

Dando respuesta al segundo objetivo específico de esta tesis que menciona clasificar y diferenciar los materiales reciclables de los no reciclables es que nace este indicador en donde I_{rec} representará la tasa de reciclaje expresada en porcentaje R_c es la masa total de desechos reciclables (kg) y R_{tc} es la masa total de desechos inorganicos generados (kg), sustituyendo los datos se obtiene lo siguiente:

$$I_{rec} = \left(\frac{5.095 \text{ kg}}{29.995 \text{ kg}} \right) \times 100 = 17\%$$

Es entonces que se determina que todos los desechos inorganicos que salen de la planta solo el 17% se maneja con criterios de reciclaje teniendo por el otro lado 83%

restante correspondiente a desechos comunes los cuales son destinados como material no reciclable al vertedero municipal.

Capítulo 3

3 Propuesta de Mejora

3.1 Diseño de estrategias operativas y de control visual para optimizar la gestión de desechos comunes

El principal objetivo de esta propuesta es desarrollar una estrategia que se encargue de optimizar de manera eficiente el manejo de los desechos comunes y hacer que materiales como el plástico film y zunchos sean incorporados al reciclaje en lugar de mezclarlos con los no reciclables minimizando de esta manera el indicador de basura de la fabrica.

Específicamente lo que se busca con esta propuesta es estandarizar las zonas de descarte rapido en los puntos de desempaque para capturar el plástico limpio mucho antes de que se mezcle o se ensucie, tambien lo que se quiere es rediseñar la forma en la que el personal de sanitización recolecta los desechos para eliminar el mal habito de mezclar las fundas de desechos.

3.1.1 Estrategia 1: Uso de aros metálicos porta fundas

Se debe tener en cuenta que en las fabricas sobre todo procesadoras de atún el trabajo rapido y bajo presión es algo de cada día por esta razón si se mantiene el uso de botes convencionales de basura con tapas o funcionamientos complejos será difícil que el personal pueda separar correctamente los materiales de reciclaje como el film plástico.

Es por esta razón que la primera estrategia dentro de esta propuesta de mejora y sobre todo planteando una solución realista y que sea posible de aplicar dentro de la

planta se propone instalar aros metálicos porta-fundas acoplados a cada área donde se abren los insumos.

Figura 10

Botes de basura convencionales dentro de la planta



Nota. Los botes de basura mostrados en la imagen corresponden al modelo de tachos comunes que se usan en todas las áreas de la planta para depositar la basura [Fotografía]. Elaboración propia.

En cuanto al modo de operación convencional cuando se usa el bote de basura común al momento de que el trabajador quita el film plástico de un pallet de tapas, latas, envases, materiales y suministros etc. El operador debe levantar la tapa o pisar el pedal ubicado en la parte inferior del bote de basura común y depositar el desecho y debido a la presión y el trabajo rápido que se requiere en las áreas del trabajo el operador debido a esta prisa optará por desechar la basura en el bote de basura mas cercano sin importar el color del bote empezando aquí la mezcla de la basura que se indicó anteriormente (el plástico se mezcla con la basura no reciclable) además al momento de que el personal de sanitización realiza su trabajo deben abrir el tacho y retirar la bolsa de basura llena con dificultad debido a las paredes del tacho para posteriormente limpiar el tacho por el

interior asegurándose de que este quede perfectamente limpio evitando la humedad y el mal olor.

Figura 11

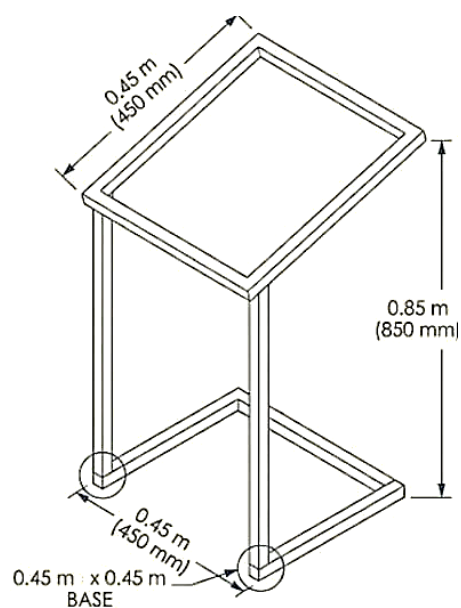
Aro metálico industrial propuesta para depositar la basura reciclable



Nota. Tomado de Recogedor de materiales reciclables de gran volumen, por DENIOS, 2026 (<https://n9.cl/x6m8xu>).

Figura 12

Boceto inicial del diseño del soporte metálico porta funda

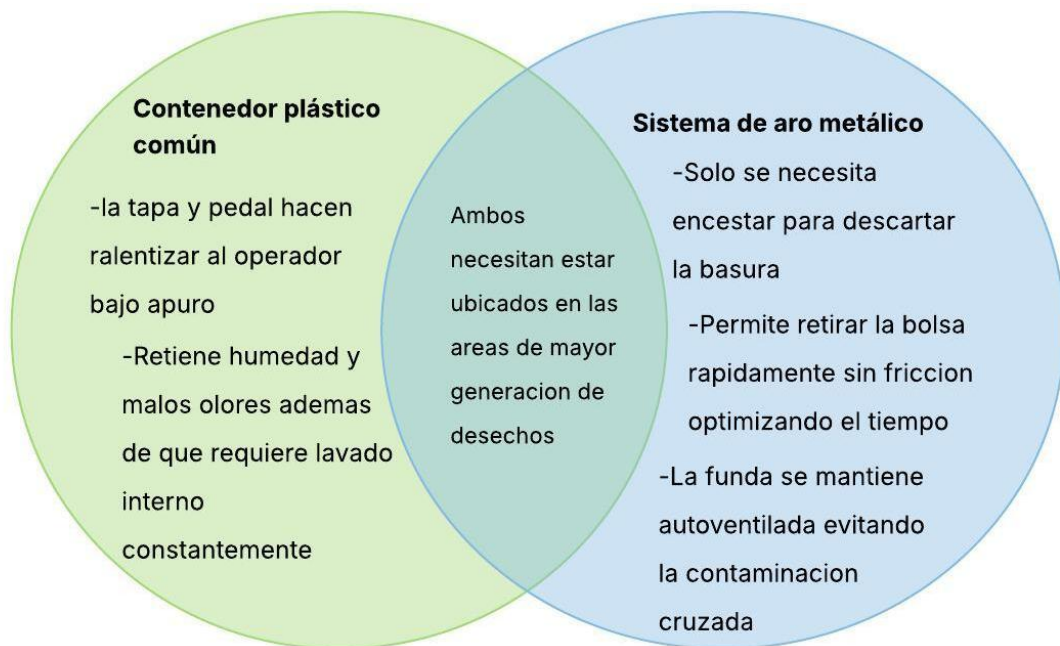


Nota. Elaboración propia.

Al momento de aplicar los aros metálicos porta-fundas a diferencia de los tachos de basura convencionales los aros metálicos son un sistema de boca abierta y al no tener paredes ni tapas que obstruyan al momento de retirar la funda el operador lo único que hace es depositar o dejar caer la basura dentro de la apertura de la funda que permanece abierta permanentemente además al mantenerse la funda suspendida en el aire esta se mantendrá autoventilada evitando el atrapamiento de olores y la humedad otra ventaja del uso de aros metálicos porta-fundas es que para el personal de sanitización el proceso de retirar la bolsa de basura es mas rapido ya que el personal lo único que tendría que hacer es levantar la funda de manera vertical y hacerle un nudo a la bolsa de esta manera gracias a la forma del soporte metálico del aro se evita fricción de la bolsa y se evita tambien que esta se rompa además otra ventaja es que el aro metálico no acumula suciedad tal como lo hace el tacho de basura convencional, de esta forma se evita el tedioso proceso de limpieza interior que si habría si se usara el tacho usado comúnmente. Hay que aclarar que el uso de aro metálico se recomienda solo para las áreas cerradas con mayor generación de desperdicio plástico como las bodega de insumo, producto terminado entre otras.

Figura 13

Diagrama de Venn comparando el contenedor plástico vs el Aro metálico propuesto



Nota. Elaboración propia.

3.1.2 Estrategia 2: Control visual de las bolsas de basura mediante fundas de colores

Una de las grandes problemáticas es el hecho de que al final del recorrido de la recolección de basura el personal de sanitización lleva las fundas de desechos al centro de acopio y las acumula en los contenedores metálicos (figura 13) dejando del lado el hecho de si estos dicen “material reciclable” o “material no reciclable” (a diferencia del cartón que si se separa correctamente en los contenedores de material reciclable véase la figura 15).

Figura 14

Contenedor de basura del centro de acopio



Nota. [Fotografía], Elaboración propia.

Para el material que no es cartón no hay un criterio claro de separación ya que para empezar todas las fundas de basura lucen de la misma forma (fundas negras) y al no distinguirse una de otra las mezclan depositandolas en los contenedores tanto de material reciclable como no reciclables. Es por esta razón que para solucionar esta problemática se propone el uso de fundas de distintos colores (negras y azules).

Aplicando esta estrategia quedará prohibido depositar material plástico como el film y los zunchos en las fundas de color negro de esta manera las bolsas de basura color negro quedarán reservadas para desechos comunes y las de color azul suspendidas dentro de los aros metálicos quedarán para los desechos plásticos .

Es importante aclarar que será muy necesario repintar los contenedores metálicos del centro de acopio tal que quede muy visible para que es cada contenedor si es este para material reciclable, no reciclable, desechos orgánicos etc., ya que en la

actualidad no es claramente visible el letrero indicativo de cada contenedor como se observa tanto en la figura 13 como en la figura 15.

Figura 15

Modelo de funda plástica de basura azul propuesto



Nota. Tomado de *Funda de basura azul*, por Kywi, 2026 (<https://n9.cl/a6bm4>).

Gracias a la aplicación de esta estrategia el personal encargado de los desechos de la planta no necesitará abrir las bolsas de basura para saber su contenido y si se detecta una funda de color azul dentro del grupo de fundas negras o viceversa el error se detectará a simple vista facilitando el control y la supervisión.

Figura 16

Cartón en el centro de acopio



Nota. [Fotografía]. Elaboración propia

El hecho de que las fundas azules tengan un tono transparente facilitará al comprador del material reciclable observar y verificar el contenido del interior de las bolsas antes de subirlo al camion asegurándose de que el material sea 100% reciclable y libre de materia orgánica evitando reclamos o disputas. Al aplicar esta estrategia se logra diferenciar el material reciclable y no reciclable del centro de acopio además se reducirán los 24.900 kg de desechos comunes trimestrales (como muestra la tabla 5) ya que parte de estos estaban mezclados con plástico cada kilogramo de plástico que estaba mezclado con los desechos comunes ahora será un kilogramo mas que se venderá al reciclaje.

Figura 17

Cartón y zunchos plásticos dentro del bote de desechos no reciclables (evidencia de la mala segregación de desechos)



Nota. [Fotografía]. Elaboración propia.

3.1.3 Presupuesto

En la tabla de presupuesto de inversión para la propuesta de mejora indicada en este estudio se muestra el costo de cada elemento teniendo al final un total de \$285, se plantea utilizar 5 soportes de aro metálico el soporte 1 se instalará en la línea de empaque 1 la cual es la estación de encajonado que representa un punto crítico en el que se descartan constantes desperdicios reciclables como el cartón corrugado y el film stretch que fueron usados para armado y embalaje del producto terminado la ubicación del soporte 2 se ubicaría en la línea de empaque 2 que cumple la misma función de la línea anterior esta zona también merece su propio punto de contención de desechos reciclables de descarte rápido ya que así se evita el movimiento y desplazamiento innecesario del personal operativo, el tercer soporte se ubicará en la zona de zunchado en esta área se descartan los restos de zunchos plásticos que como ya se vio anteriormente es uno de los materiales que no se segregan correctamente y se mezclan junto a los desechos comunes, el cuarto soporte se instalará en la zona de paletizado

que es el lugar en donde se usa en gran cantidad el plástico film stretch para cubrir y asegurar los pallets con el fin de que estos no se desarmen maltratando el producto y por ultimo el quinto soporte se colocará en la zona de desembalaje de la bodega de insumos en esta zona se reciben los materiales y se quitan los empaques primarios y secundarios antes de ingresar el producto a la siguiente etapa.

Tabla 11

Presupuesto de inversión para la propuesta de mejora

Elemento	Unidades	Costo unitario	Costo total
Soporte de aro metálico	5	\$40	\$200
Material de control visual	1	\$45	\$45
Fundas plásticas de colores	2	\$20	\$40
Total de inversión inicial			\$285

Nota. Elaboración propia.

Consultando con talleres de soldadura se cotizó el costo unitario por soporte en \$40 y que al ser 5 unidades queda un costo total de \$200 por todos la fabricación de todos los soportes este precio ya incluye la mano de obra y los materiales a usar para la fabricación, en cuanto al material de control visual consta la adquisición de letreros en acrílico y vinilos informativos de alta resistencia para evitar el desgaste con el tiempo esto se ha presupuestado en \$45, por ultimo las fundas plásticas se presupuestan en \$40 en total esto contempla la compra de dos bultos industriales de alta resistencia y capacidad con un costo unitario de \$20 cada bulto que contiene 100 paquetes, realizando la respectiva suma de todos los costos se tiene un total de \$285 de inversión para esta propuesta.

3.1.4 Estimación de venta de plástico y periodo de recuperación de inversión

En la ciudad de manta los gestores de ambientales que compran el plástico film stretch limpio lo compran aproximadamente entre \$0.25 y \$0.35 por cada kilogramo si se considera que entre los 5 puntos de empaque donde se ubican los soporte se llegue a generar un promedio de 4kg de plástico y una tarifa promedio de \$0.35 por kilogramo con los compradores autorizados de plástico en la ciudad se tiene el siguiente ingreso mensual:

$$\text{Ingreso mensual} = 4 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} * 23 \text{ dias laborales} * \$ \frac{0.35}{\text{kg}} = \$32.20 \text{ por mes}$$

Figura 18

Peso promedio del plástico film



Nota. Fotografía tomada en la planta de procesamiento de atún (2026).

Al tener una inversión total de \$285 y un beneficio al mes de \$32.20 que vienen del reciclaje del plástico el periodo de recuperación de la inversión o PRI se establece de la siguiente forma:

$$PRI = \frac{\text{inversión inicial}}{\text{ingreso mensual}} = \frac{\$285}{\$32.20/\text{mes}} = 8.85 \text{ meses}$$

Entonces se determina que este proyecto de mejora recupera el 100% del capital en 8.85 meses (o aproximadamente 8 meses y 25 días) y es desde el noveno mes que se genera un ingreso neto por la venta del plástico reciclado aquí se demuestra que la aplicación de esta propuesta de segregación y soportes ergonómicos es auto sustentable y factible para la planta procesadora de atún.

Conclusiones

Se realizó con éxito el análisis de generación de desechos comunes en el proceso productivo de la planta de procesamiento de atun llegando a determinar que la planta tiene un indicador de 11.01 kg de desechos comunes por tonelada de materia prima que ingresa a las líneas de producción de la planta, además se llegó a determinar que la planta presenta una acumulación de 24.900 kg de desechos no reciclables trimestral (durante los meses de enero, febrero y marzo de 2026), en este análisis se pudo observar que no había registro de desechos plásticos en la sección de desechos reciclables salidos de la planta y que estos estaban mezclados dentro de las fundas de desechos no reciclables concluyéndose que el problema no es tanto el volumen físico de desechos de la planta si no la ineficiencia del control, manejo y segregación de los desechos lo cual provoca que materiales como el film stretch y zunchos plásticos terminen mezclados con los desechos comunes.

Se evaluó la situación actual de la segregación y control de desechos inorgánicos determinando que la planta si cuenta con los botes de basura diferenciados para cada tipo de desecho pero padece de una falta de supervisión y cultura operacional debido al apuro y la presión del trabajo, los trabajadores mezclan el plástico en los tachos de desechos comunes o no reciclables posteriormente estos desechos al estar dentro de fundas negras no se diferencian los reciclables de los no reciclables ubicándose estos dentro de los contenedores del centro de acopio sin importar si se ubican dentro del contenedor de los reciclables o no reciclables, solo el cartón es el material reciclable que se segrega correctamente.

Gracias al balance de materia se logró clasificar y cuantificar el total de los residuos inorgánicos siendo estos 29.995 kg, determinando también que la fábrica trabaja con una tasa de reciclaje del 17% y un 83% restante es desechado dentro de la categoría de desecho común, este análisis permitió observar que materiales como el

cartón (2.995 kg) y la chatarra (1.695 kg) si se aíslan y segregan correctamente de los demás materiales sin embargo materiales como el plástico si se mezclan con el material no reciclable y se bota como desecho común.

Se logró diseñar una propuesta de mejora aplicando dos estrategias claves con enfoques ergonómicos y operativos la primera es la implementación de aros metálicos porta-fundas de boca abierta en las áreas de mayor generación de plásticos como las áreas de desempaque, bodegas de insumo, bodega producto terminado etc., permitiendo de esta manera que el operador simplemente encesta el film stretch o material plástico dentro de la funda suspendida en el aro evitando movimientos innecesarios y agilitando el tiempo de trabajo y la otra estrategia la cual consiste en el obligatorio uso de fundas de colores diferentes usando fundas de color azul transparente para los desechos plásticos y fundas de color negro para los desechos comunes facilitando el control y manejo de estos tipos de desechos y evitando tener que abrir las fundas de basura para saber el tipo de material dentro de estas y sabiendo que si dentro del centro de acopio hay una bolsa de basura de un color mezclada con la de otro color se evidenciaría al instante el problema de segregación. Además gracias al presupuesto de la propuesta de mejora y el calculo del periodo de recuperación de inversión se demuestra que del capital invertido de \$285 se recuperará la inversión en un periodo de 8 meses y al noveno mes la venta de plástico al reciclaje representará un ingreso neto para la fábrica de procesamiento atunero mostrando que la aplicación de la propuesta de mejora es factible y autosustentable.

Recomendaciones

Utilizar bitácoras de operación por cada turno de trabajo del personal encargado de recoger y movilizar las bolsas de basura al centro de acopio que en este caso dicho personal es el personal de sanitización, esta medida ayudará a mejorar el registro diario del manejo de los desechos comunes y ayudará a detectar los cuellos de botella que afecten la correcta segregación de los desechos

Desarrollar un plan de auditorías trimestrales para visualizar y controlar la reducción o crecimiento de la tasa de reciclaje así mismo estar pendiente del indicador de generación de desechos comunes es recomendable utilizar como inducción hacia los trabajadores el ejemplo de que materiales como el cartón si son clasificados correctamente y aislados en el centro de acopio de los demás materiales desechados demostrando que si es posible clasificar correctamente el material reciclable dentro de la planta.

Poner en marcha la propuesta de mejora y sus estrategias como la aplicación de aros metálicos porta-fundas ya que estos facilitan al operador desechar el film plástico sin realizar movimientos demás y agilizando la velocidad y tiempo de trabajo ya que en la mayoría de áreas de trabajo se requiere trabajar rápido y bajo presión otro punto clave es realizar charlas de al menos 10 minutos antes de que el personal de sanitización haga su ruta de recolección de desechos indicando que para material reciclable como el plástico se deben usar fundas de color azul y para el resto de desechos fundas de color negro solucionando la problemática que se tenía de que el plástico estaba siendo mezclado junto con el material no reciclable, será importante tener en cuenta que debe quedar prohibido mezclar fundas de color azul con las fundas de color negro en el centro de acopio.

Bibliografía

- Albarracin , P. A., y Arandia, A. (22 de junio de 2024). Implementación de la metodología 5s y ciclo PDCA para la optimización de desperdicios generados en la línea de producción de conservas de atún en una empresa comercializadora de productos hidrobiológicos. *[Tesis de pregrado]*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <http://hdl.handle.net/10757/675306>
- Aitken, A., y Mackie, I. (1999). *Fish Processing Technology*. Londres: Aitken.
- Arpasi, L. (7 de Diciembre de 2021). Propuesta de un plan de gestión de residuos sólidos para el desembarcadero pesquero artesanal de ILO . *[Tesis de pregrado]*. Moquegua, Perú: Universidad José Carlos Mariátegui. <http://3.17.44.64/handle/20.500.12819/1208>
- Asamblea Nacional del Ecuador . (12 de Abril de 2017). *Codigo Organico del Ambiente*. Asamblea Nacional del Ecuador : https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2022-02/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Bratt, L. (Mayo de 2013). *Technical guide to fish canning*. FAO: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76d7fdd2-9ef9-4e5d-bdd9-d947f0a18024/content>
- Brennan, J. G., y Grandison, A. S. (2012). *Food Processing Operations and Quality Assurance*. Oxford, Reino Unido: Wiley-Blackwell.
- Camara Ecuatoriana de Industriales y Procesadores Atuneros. (S.f). *Proceso del Atún*. CEIPA Web site: <https://ceipa.com.ec/corsea-2/>
- Canelo, L., Carballo, E., y Nathalia , N. (Noviembre de 2023). Gestión Integral de Residuos Sólidos en la empresa "Nicaraguan Tilapia S.A. ubicada en Nagarote, León. *[Tesis de pregrado]*. Managua, Nicaragua: Universidad de ciencias comerciales UCC - sede Managua . <http://repositorio.ucc.edu.ni/id/eprint/1268>
- Centro Peruano de Estudios Sociales. (2023). *Gestión integral de residuos industriales: Claves para cumplir normas ambientales*. CEPIS: <https://www.cepis.org.pe/gestion-integral-de-residuos-industriales-claves-para-cumplir-normas-ambientales-en-peru/>

- Constitucion de la Republica del Ecuador . (25 de Enero de 2021). *Registro Oficial 449*.
Ministerio de Defensa del Ecuador : https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Environmental Protection Agency. (2021). *National Recycling Strategy (Final Report)*. Washington D.C.: EPA. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/final-national-recycling-strategy.pdf?utm>
- Environmental Protection Agency. (2025). *Guide for industrial waste management*. EPA: <https://www.epa.gov/smm/guide-industrial-waste-management?>
- Environmental Protection Authority. (2022). *Assessment of Multilayer Packaging Waste and Its Disposal Options*. EPA NZ: <https://www.epa.govt.nz/>
- FAO Fisheries and Aquaculture. (2023). *Fish canning, Raw materials*. FAO Fisheries and Aquaculture: <https://www.fao.org/4/R6918E/R6918E03.htm>
- FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. (1 de Diciembre de 2020). *Code of Practice for Fish and Fishery Products (CAC/RCP 52-2003, Rev. 2020)*. FAO Web site: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Fellows, P. J. (2009). *Food Processing Technology: Principles and Practice* (Tercera ed.). Cambridge, Reino Unido: Woodhead Publishing.
- Food and Agriculture Organization. (2009). *Assessment and Management of Seafood Safety and Quality*. FAO: Food and Agriculture Organization
- Food and Agriculture Organization. (2013). *Manual para el mercado interno de productos pesqueros*. Roma: FAO.
- Food and Agriculture Organization. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016*. FAO: <https://www.fao.org/3/i5555e.pdf>
- Food and Agriculture Organization. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the Sustainable Development Goals*. Roma: FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6fb91ab9-6cb2-4d43-8a34-a680f65e82bd/content>
- Food and Agriculture Organization. (2020). *Utilization of Fish By-products in Modern Processing Industries*. FAO: <https://www.fao.org/home/en/>

- Food and Agriculture Organization. (2021). *Circular Economy and Food Loss in Fish Value Chains*. FAO: <https://www.fao.org/flw-in-fish-value-chains/overview/food-loss-and-waste-in-fish-value-chains/circular-economy/en/?>
- Food and Agriculture Organization. (2021). *Solid Waste Handling Practices in Fish Processing Facilities*. FAO: <https://www.fao.org/home/en/>
- Food and Agriculture Organization. (2023). *Planning and engineering data, Fish canning, Processing*. FAO Web site: <https://www.fao.org/4/R6918E/R6918E05.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Fish Processing, Waste Generation and By-Product Utilization*. FAO: <https://www.fao.org/home/en/>
- Gaitech. (31 de Julio de 2024). *Procesado del Atún en Conserva: Maquinaria necesaria*. Gaitech The Canning Machinery Company: <https://www.gaitech.com/blog/procesado-atun-conserva-maquinaria/>
- González, P. (9 de Julio de 2021). Análisis del ciclo de vida del procesado de atún del Cantábrico. *[Tesis de pregrado]*. Cantabria, España: Escuela técnica de ingenieros industriales y de telecomunicación. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/22365/435892.pdf?sequence=1>
- Hall, S. J., Delaporte, A., Phillips, M., Beveridge, M., y O'Keefe, M. (2013). *Blue Frontiers: Managing the Environmental Costs of Aquaculture*. Penang, Malasia: The WorldFish Center.
- Holdsworth, S. D., y Simpson, R. (2016). *Thermal Processing of Packaged Foods*. Londre, Reino Unido: Springer.
- Huss, H. H., Ababouch, L., y Gram, L. (2003). *Assessment and management of seafood safety and quality*. Roma, Italia: FAO/WHO.
- INFOFISH. (20 de Junio de 2024). *International Technical Newsletter – Tuna Raw Material Trends*. INFOFISH Web site: <https://v4.infofish.org/>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2021). *Buenas prácticas ambientales para plantas procesadoras de productos pesqueros*. IICA Web site: <https://iica.int/es/>

- Instituto Nacional de Estadística y Censos . (15 de Abril de 2023). *Registro de Gestión de Residuos Sólidos. Presentación GRS 2023*. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC): https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios/2023/Residuos_Solidos/Presentacion_GRS_2023.pdf?utm_source=
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (15 de Marzo de 2023). *Boletín Técnico: Módulo Ambiental Económico en Empresas 2023*. Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/2023/Boletin_Tecnico_Mod_Ambient_al_Empresas%202023_03.pdf?utm_source=
- Inter-American Tropical Tuna Commission. (6 de Septiembre de 2024). *Conservation and Management Measures*. IATTC Meetings: <https://www.iattc.org>
- International Maritime Organization. (2020). *Manual on fisheries waste and wastewater management*. IMO Publishing: <https://www.imo.org/>
- International Seafood Sustainability Foundation. (2021). <https://www.iss-foundation.org/>. ISSF Web site: <https://www.fao.org/home/en/>
- International Seafood Sustainability Foundation. (20 de Mayo de 2025). *Recognizing Progress in Tuna Fisheries Management*. ISSF : <https://www.iss-foundation.org/about-issf/what-we-publish/2025/05/20/recognizing-progress-in-tuna-fisheries-management/>
- International Trade Centre. (2019). *Value-added Product Development from Secondary Fish Raw Materials*. ITC: <https://www.intracen.org/>
- International Trade Centre. (2020). *Packaging and Material Waste in Food Export Industries*. ITC: <https://www.intracen.org/>
- Kamiche Zegarra, J. (2021). Gestión de residuos sólidos: ¿Qué puede hacer la industria alimentaria? En M. M. Schwalb, y A. Higuchi,, *Alimentemos el cambio: por una producción y un consumo sostenibles* (págs. 131-149). Lima, Perú: Universidad del Pacífico.

- Levapack. (2024). *Explicación del procesado del atún: Guía de equipos y calidad*. Levapack Web site: https://www.levapack.com/es/procesamiento-del-atun/?utm_source=
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2021). *Marine Collagen and Gelatin Production from Fish Processing Residues*. NOAA: <https://www.noaa.gov/>
- National Recycling Strategy (Final Report). (2021). *National Recycling Strategy (Final Report)*. Washington D.C.: EPA. EPA: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/final-national-recycling-strategy.pdf?utm>
- Occupational Safety and Health Administration. (S.f.). *Hazardous Waste Operations and Emergency Response (HAZWOPER) Standards*. OSHA: <https://www.osha.gov/emergency-preparedness/hazardous-waste-operations/standards?>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (15 de Julio de 2025). *Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD): <https://www.oecd.org/en/publications/global-plastics-outlook-2025.html>
- Rahman, M. S. (2020). *Food Preservation: Principles and Practices*. Amsterdam , Países Bajos: Elsevier.
- Ramaswamy, H. S., y Marcotte, M. (2006). *Food Processing: Principles and Applications*. Boca Raton, Florida, Estados Unidos: CRC Press.
- Robertson, G. L. (2013). *Food Packaging: Principles and Practice* (Tercera ed.). Boca Raton, Florida, Estados Unidos: CRC Press.
- Seafood Source. (2020). *Seafood Handbook: Tuna processing and packaging. Diversified Communications*. Seafood Web site: <https://www.seafoodsource.com/seafood-handbook>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2021). *Hazardous Waste Management Guidelines for Food Processing Industries*. EPA: <https://www.epa.gov/>
- United Nations Environment Programme. (2020). *Challenges in Managing Non-Recyclable Waste in Food Processing Industries*. UNEP: <https://www.unep.org/>

- United Nations Environment Programme. (2021). *Recycling Potentials of Metallic Packaging in the Food Industry*. UNEP: <https://www.unep.org/>
- United Nations Environment Programme. (2021). *Solid Waste Management in Marine-Based Industries*. UNEP Web site: <https://www.unep.org/>
- United Nations Environment Programme. (12 de Marzo de 2024). *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme (UNEP): https://www.unep.org/ietc/resources/report/global-waste-management-outlook-2024?utm_sourc
- Waterman, J. J. (2001). *Fish Processing Technology* (Tercera ed.). Londres, Reino Unido: Fish Processing Technology.
- World Bank Group. (2022). *Industrial Plastic Waste Management and Recycling Pathways*. World Bank Group Web site: <https://www.worldbank.org/ext/en/>
- World Health Organization. (2020). *Chemical Safety in Food Processing Environments*. WHO Web site: <https://www.who.int/>
- World Health Organization. (2021). *Chemical safety — overview and guidance on safe handling of chemicals and hazardous waste*. WHO: https://www.who.int/health-topics/chemical-safety#tab=tab_1

Anexos

Anexo 1

Tabla de rendimiento de la materia prima

Evaluación Comparativa de Rendimiento Proyectado vs Real																				
Mes	Proces o	Tip o de MP	Tonel aje	Lomo kg		Miga Kg		Global Kg		Comparacion porcentual						Met a	Subprod ucto kg	Subprod ucto %	Mer ma %	Cumplimi ento NETO
				Lomo kg Proyect ado	Lomo kg Real	Miga kg Proyect ado	Miga kg Real	Global kg Proyect ado	Glob al kg Real	Lomo %		Miga %		Global %						
										Lomo % Proyect ado	Lo mo % Rea l	Miga % Proyect ado	Mi ga % Re al	Global % Proyect ado	Glob al % Real					
ENER O	Lata	TIP O A	15317 0	65097,2 6	65347, 01	6892,65 09	9380,5 1	71990	7224 0	43%	43 %	5%	6%	47.0%	47.2 %	44.7 %	46274,6	30%	23%	100%
		TIP O B	47770	15525,2 5	15160, 69	2627,35	3406,4	18153	1778 8	33%	32 %	6%	7%	38.0%	37.2 %	36.1 %	18815,5	39%	23%	98%
	Pouch	TIP O A	31630 5	127470, 92	128948 ,41	14866,3 4	20301, 44	142337	1438 15	40%	41 %	5%	6%	45.0%	45.5 %	42.8 %	98767,87	31%	23%	101%
		TIP O B	21986 6	71456,4 5	68273, 65	12092,6 3	16640, 55	83549	8036 6	33%	31 %	6%	8%	38.0%	36.6 %	36.1 %	86721,5	39%	24%	96%
FEBRE RO	Lata	TIP O A	14444 1	54887,5 8	50913, 74	7222,05	9070,8 9	62110	5998 5	38%	35 %	5%	6%	43.0%	41.5 %	40.9 %	55149	38%	20%	97%
		TIP O B	9649	3135,93	3171,5	530,7	703,39	3667	3875	33%	33 %	6%	7%	38.0%	40.2 %	36.1 %	3651,1	38%	22%	106%

	Lonjas	TIP O A	20665	9402,58	8709,6 3	929,925	1295,6	10333	1000 5	46%	42 %	5%	6%	50.0%	48.4 %	47.5 %	6094	29%	22%	97%
	Pouch	TIP O A	36917 8	163545, 85	149006 ,42	17351,3 7	25396, 69	180897	1744 03	44%	40 %	5%	7%	49.0%	47.2 %	46.6 %	115985,2	31%	21%	96%
		TIP O B	12851 8	41768,3 5	39033, 44	7068,49	10553, 41	48837	4958 7	33%	30 %	6%	8%	38.0%	38.6 %	36.1 %	50294,7	39%	22%	102%
MARZ O	Enlata do	TIP O A	66404	21581,3	20709, 18	3320,2	4325,8 6	24901	2503 5	33%	31 %	5%	7%	37.5%	37.7 %	35.6 %	29427,45	44%	18%	101%
		TIP O B	55194	17938,0 5	16142, 14	3035,67	3943,4 1	20974	2008 6	33%	29 %	6%	7%	38.0%	36.4 %	36.1 %	21935,22	40%	24%	96%
	Lonjas	TIP O A	93926	41797,0 7	40517, 42	4226,67	5868,2 3	46024	4638 6	45%	43 %	5%	6%	49.0%	49.4 %	46.6 %	26787,4	29%	22%	101%
	Pouch	TIP O A	58087 9	239903, 03	231858 ,4	27301,3 1	38489, 84	267204	2703 48	41%	40 %	5%	7%	46.0%	46.5 %	43.7 %	190742,8 1	33%	21%	101%
		TIP O B	51108	16610,1	13747, 86	2810,94	3983,5 2	19421	1773 1	33%	27 %	6%	8%	38.0%	34.7 %	36.1 %	21025,1	41%	24%	91%
	Valor Agrega do	TIP O A	1125	405	395,34	56,25	76,77	461	472	36%	35 %	5%	7%	41.0%	42.0 %	39.0 %	396	35%	23%	102%
		TIP O B	2771	900,575	811,57	152,405	218,92	1053	1030	33%	29 %	6%	8%	38.0%	37.2 %	36.1 %	1091,9	39%	23%	98%
			22609 69				9931 52				773159,3 5									

Nota. Elaboracion Propia.

Anexo 2

Plano de Seguridad y rutas de operación de la planta procesadora de atún



Nota. Fotografía tomada en la planta de procesamiento de atún, (2026).

Anexo 3

Contenedores plasticos de deposito de basura en la planta



Nota. Fotografía tomada en la planta de procesamiento de atún, (2026).

Anexo 4

Contenedor metálico para la acumulación de cartones (Centro de Acopio)



Nota. Fotografía tomada en la planta de procesamiento de atún, (2026).

Anexo 5

Centro de Acopio de la Fábrica



Nota. Fotografía tomada en la planta de procesamiento de atún, (2026).

Anexo 6

Pesaje de fundas de desechos en la planta



Nota. Fotografía tomada en la planta de procesamiento de atún, (2026).

Anexo 7

Uso de la balanza industrial para el pesaje de desechos



Nota. Fotografía tomada en la planta de procesamiento de atún, (2026).

Anexo 8

Recolección en físico de las bolsas de basura



Nota. Fotografía tomada en la planta de procesamiento de atún, (2026).