



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“AUTOMATIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DE LOS PROCESOS  
BAJO EL ENFOQUE DE LA INDUSTRIA 4,0 EN UNA EMPRESA  
ATUNERA DEL ECUADOR”**

**Autor:**

**Pachay Rivera Samuel Steven**

**Tutor de Titulación:**

**Ing. Bernal Barcia Erika Cleopatra, Mg.**

**Manta - Manabí - Ecuador**

**2024**

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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“AUTOMATIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DE LOS PROCESOS  
BAJO EL ENFOQUE DE LA INDUSTRIA 4,0 EN UNA EMPRESA  
ATUNERA DEL ECUADOR”**

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  
Dr. Héctor Cedeño**

---

**DIRECTOR  
Ing. David Loor**

---

**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 **Pachay Rivera Samuel Steven**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2025-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“AUTOMATIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DE LOS PROCESOS BAJO EL ENFOQUE DE LA INDUSTRIA 4,0 EN UNA EMPRESA ATUNERA DEL ECUADOR”**.

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. Bernal Barcia Erika Cleopatra, Mg.  
**TUTOR DE TITULACIÓN**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Pachay Rivera Samuel Steven, 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 **“Automatización Y Digitalización De Los Procesos Bajo El Enfoque De La Industria 4,0 en una empresa atunera del Ecuador”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Bernal Barcia Erika y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



---

Pachay Rivera Samuel Steven  
C.I. 1350643324



Erika Cleopatra  
Bernal Barcia



---

Ing. Bernal Barcia Erika Cleopatra, Mg.  
C.I. 1306266097

## **Dedicatoria**

Dedicado a mi madre Tanya, la mujer más increíble que mis ojos han visto, gracias por sostenerme incluso cuando tú también necesitabas que te sostuvieran, por darme alas para volar tras mis sueños y estar presente en cada uno de ellos, gracias por ser tú. A mi padre Kleber por enseñarme a tener paciencia y resiliencia cuando las cosas no van bien, nadie mejor que él para enseñarme que las cosas no siempre pueden salir bien, pero en cada uno está el avanzar. A mi hermana Esther por tenerme tanta paciencia en mis cambios de humor y apoyarme cuando no estoy bien. A mis abuelos Digna y Perfecto, Simón y Ramona, porque a pesar del tiempo y las situaciones de salud nunca han olvidado el amor que tienen por mi y lo mucho que esperan de mí. A las compañeras más leales que he tenido el gusto de cuidar, Luna y Canela, para algunas personas son solo animales, pero muchas veces no dimensionamos lo transparentes que son, el amor y lealtad que entregan en toda su corta vida.

Por todo lo antes mencionado, ustedes son el motivo por el cual me levanto cada día, me esfuerzo y este trabajo es solamente un recordatorio de lo mucho que falta, pero también lo mucho que hemos avanzado, lo digo en plural porque no solo es esfuerzo mío, si no de todas las personas importantes con las que he compartido en el camino, agradecido completamente con todos, este trabajo es dedicado a ustedes, los amo.

## **Reconocimiento**

Agradezco principalmente a Dios que en su infinita misericordia ha sido bueno conmigo y me ha permitido seguir cada día con bienestar y junto a mi familia que es mi apoyo incondicional.

A mi familia por haber hecho todo lo posible por darme una vida digna, por nunca soltarme, por dirigirme, por apoyarme y amarme.

A los amigos que han estado en todo este proceso, sin ustedes la universidad no hubiese sido tan divertida, los llevo siempre en mis recuerdos.

Al Ing. Luis Ojeda por darme la oportunidad de trabajar, aprender y mejorar como profesional, gracias a él es posible esta tesis. Puedo decir que aprendí de una persona muy inteligente, un ejemplo a seguir en lo laboral y como persona, admiro el amor que tiene por Dios y su familia, gracias por cada enseñanza y por su amistad, estoy eternamente agradecido.

Gracias totales.

# Contenido

Resumen Ejecutivo .....	1
Introducción.....	2
Planteamiento del problema .....	3
Formulación del problema.....	8
Preguntas directrices.....	8
Objetivos .....	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos .....	9
Justificación.....	10
1    Capítulo.....	12
1.1    Antecedentes Investigativos.....	12
1.2    Bases Teóricas.....	15
1.2.1    Industria 4.0.....	15
1.2.2    Automatización de procesos.....	16
1.2.3    Digitalización y sistemas de información. ....	16
1.2.4    Sistemas de información y control de la producción. ....	17
1.2.5    Transformación Digital y Desafíos en la Industria Atunera bajo el Enfoque de la Industria 4.0.....	18
1.2.6    Sensores industriales y sistemas de control automático.....	19
1.2.7    Trazabilidad digital y control automatizado de insumos y productos 20	
1.3    Marco Legal.....	21
1.4    Marco Metodológico .....	24
1.4.1    Modalidad Básica de la Investigación.....	24
1.4.2    Enfoque .....	25
1.4.3    Nivel de investigación .....	25

1.4.4	Población de estudio .....	26
1.4.5	Tamaño de la muestra .....	26
1.4.1	Técnicas de recolección de datos.....	30
1.4.2	Plan de recolección de datos .....	31
1.4.3	Procesamiento de la Información .....	33
2	Capítulo.....	34
2.1	Diagnostico situacional a nivel institucional .....	34
2.2	Partes del proceso donde se evidencia trabajo manual en Goodmarcom.....	35
2.3	Diagrama de proceso de la línea de atún .....	37
3	Capítulo.....	39
3.1	Resultados.....	39
3.1.1	Distribución temporal de los artículos seleccionados .....	39
3.1.2	Clasificación de tecnologías encontradas y análisis para aplicación a la industria atunera .....	43
3.1.3	Sectores o áreas de aplicación identificados.....	44
3.1.4	Variables de impacto asociadas a la automatización .....	45
3.1.5	Barreras identificadas para la implementación de tecnologías 4.0	45
3.1.6	Implementación de Tecnologías 4.0 en Sectores Relacionados: Lecciones para la Industria Atunera .....	46
3.1.7	Beneficios observados de la Industria 4.0 .....	48
3.2	Propuesta de Mejora para el Proceso Productivo de Goodmarcom S.A.	49
3.2.1	Objetivo de la propuesta .....	49
3.2.2	Procesos seleccionados para intervención .....	49
3.2.3	Descripción técnica de las mejoras propuestas .....	50
3.2.4	Viabilidad técnica y económica de la propuesta.....	52

3.2.5	Impacto esperado de la propuesta .....	55
4	Conclusiones .....	58
4.1	Recomendaciones.....	59
	Bibliografía .....	60
	Anexos .....	64
	Presupuesto .....	64
	Cronograma .....	64
	Documentación de formatos manuales.....	65
	Documentación de trabajos manuales.....	67

#### **Índice de tablas**

Tabla 1	<i>Fases de metodología SLR</i> .....	27
Tabla 2	<i>Recolección de datos</i> .....	32
Tabla 3	<i>Listado de autores metodología SRL</i> .....	39
Tabla 4	<i>Áreas de aplicación</i> .....	44
Tabla 5	<i>Barreras identificadas en los artículos</i> .....	45
Tabla 6	<i>Tipos de industria y su aplicación de tecnologías 4.0</i> .....	46
Tabla 7	<i>Impacto esperado de las mejoras en proceso</i> .....	53
Tabla 8	<i>Estimación económica de las propuestas</i> .....	54
Tabla 9	<i>Presupuesto de la investigación</i> .....	64

#### **Índice de figuras**

Figura 1	<i>Diagrama de flujo de procesos atún en conservas</i> .....	37
Figura 2	<i>Distribución temporal de los artículos seleccionados</i> .....	39
Figura 3	<i>Tecnologías encontradas aplicables a la industria atunera</i> .....	43
Figura 4	<i>Variables de impacto asociadas de la automatización</i> .....	45
Figura 5	<i>Beneficios observados de la industria 4.0</i> .....	48
Figura 6	<i>Cronograma</i> .....	64
Figura 7	<i>Formatos utilizados para contar insumos y cajas de producción</i> .....	65
Figura 8	<i>Formatos utilizados para contar envases y tapas consumidos</i> .....	66
Figura 9	<i>Trabajos manuales en pesaje de latas</i> .....	67

Figura 10 <i>Trabajos manuales en área de autoclave</i> .....	68
Figura 11 <i>Trabajos manuales en área de bodega de empaquetado y etiquetado</i> .....	68

## **Resumen Ejecutivo**

Palabras clave: Automatización, digitalización, Industria 4.0, competitividad.

El presente estudio analiza el impacto potencial de la automatización y digitalización de procesos productivos bajo el enfoque de la Industria 4.0 en Goodmarcom S.A., ubicada en la provincia de Manabí. A través de una revisión bibliográfica, se examinan las tecnologías emergentes aplicables al sector atunero, como el Internet de las cosas (IoT), los sistemas ciberfísicos y la inteligencia artificial, considerando sus beneficios teóricos en términos de productividad, eficiencia operativa y sostenibilidad.

El objetivo principal es explorar y caracterizar estas tecnologías para identificar cómo podrían contribuir a la modernización y competitividad de la industria atunera. Se analizan casos de estudio en sectores industriales similares, lo que permite contextualizar las oportunidades y los desafíos de su posible adopción en empresas ecuatorianas. Además, se evalúan los impactos que estas innovaciones podrían tener en la productividad y sostenibilidad de la empresa.

Este análisis busca proporcionar una base sólida para futuras investigaciones y para la toma de decisiones estratégicas en el sector industrial atunero. Al centrarse en una metodología teórica y descriptiva, el estudio ofrece una visión integral de las posibilidades que la Industria 4.0 presenta para este sector, sin implicar una implementación directa.

## Introducción

En la actualidad, la automatización y digitalización de procesos han emergido como pilares fundamentales en el desarrollo industrial bajo el enfoque de la Industria 4.0, revolucionando sectores clave como el de alimentos y bebidas. En Ecuador, la industria atunera ocupa un lugar destacado, especialmente en la provincia de Manabí, donde la ciudad de Manta alberga importantes empresas dedicadas a la producción y exportación de atún. Sin embargo, esta industria enfrenta desafíos relacionados con la productividad y gestión de recursos, que pueden ser abordados mediante la implementación de tecnologías avanzadas.

La Industria 4.0 combina herramientas como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT), la robótica y los sistemas ciberfísicos, permitiendo un control más preciso de los procesos productivos. En el contexto de la industria atunera, estas tecnologías tienen el potencial de optimizar operaciones críticas, reducir costos, minimizar el impacto ambiental y mejorar la calidad del producto final. No obstante, la adopción de estas innovaciones requiere un análisis detallado de las capacidades tecnológicas actuales, las necesidades específicas de cada empresa y los posibles beneficios a corto y largo plazo.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo investigar el impacto de la automatización y digitalización de procesos en la productividad y sostenibilidad en Goodmarcom S.A. A través de un análisis exhaustivo, se busca identificar tecnologías aplicables a este sector, evaluar casos de éxito en industrias similares y desarrollar propuestas concretas que impulsen la eficiencia y competitividad de las empresas atuneras en el marco de la Industria 4.0. Este enfoque no solo pretende fortalecer el posicionamiento de la industria atunera ecuatoriana en el mercado global, sino también promover prácticas sostenibles que contribuyan al desarrollo económico y ambiental del país.

## **Planteamiento del problema**

La Cuarta Revolución Industrial, o Industria 4.0, representa un cambio de paradigma impulsado por el avance de la tecnología y las TIC. Este desarrollo ha facilitado la automatización y digitalización de procesos en diversos sectores, mejorando la productividad y sostenibilidad. Al adaptarse a estas innovaciones, las empresas incrementan su competitividad y contribuyen al crecimiento y sostenibilidad global de las industrias (Rozo-García, 2020).

Las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial están revolucionando la gestión empresarial, impulsadas por el impacto de la globalización y las sociedades interconectadas en red. La adopción de estas tecnologías permite redefinir cómo las empresas y organizaciones son gestionadas, organizadas y financiadas, además de transformar la manera en que se comunican, interactúan con sus clientes y conciben su propio funcionamiento (Rey Sanchez, Garivay Torres, Jacha, & Malpartida, 2022).

La creciente demanda mundial ha acelerado la transformación de materias primas en productos manufacturados, impulsando la llegada de la Industria 4.0, surgida en 2011 en Alemania. Este modelo industrial requiere la interconexión entre la instrumentación, el control, la supervisión y la fábrica, mediante una estructura jerárquica que permita procesos de automatización más eficientes y de bajo costo. Su objetivo es satisfacer la demanda de productos de manera competitiva, mejorando la eficiencia de las empresas en el sector industrial (López & Velasteguí, 2021).

Las nuevas tecnologías son un fenómeno global que transforma las estructuras y procesos industriales. Esta reconfiguración genera modelos productivos innovadores que involucran a todos los actores en la generación y consumo, con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como elementos centrales. Estas transformaciones plantean desafíos y oportunidades para las empresas, lo que resalta la necesidad de analizar su impacto en la competitividad y sostenibilidad del sector industrial (Casalet, 2020).

El contexto global se distingue cada vez más por cambios significativos impulsados por el avance de nuevas tecnologías. La sociedad contemporánea, compleja y dinámica, requiere organizaciones que puedan innovar de manera ágil, fomentar un aprendizaje constante y, especialmente, adoptar tecnologías fundamentales para satisfacer las demandas de los clientes. Esto implica que las empresas deben estar dispuestas a adaptarse rápidamente y a integrar soluciones tecnológicas que les permitan mejorar su competitividad y eficiencia (Llanes-Font & Lorenzo-Llanes, 2021).

Según la Organización Internacional del Trabajo (2020), la integración y automatización de procesos industriales bajo el enfoque de la Industria 4.0 está estrechamente relacionada con el desempeño organizacional. En industrias como la atunera, la falta de una integración tecnológica efectiva puede ocasionar problemas como baja productividad y alta rotación de personal. Implementar una automatización adecuada no solo optimiza los procesos, también favorece el desarrollo de la empresa.

Las empresas de países desarrollados como Alemania, China y Estados Unidos lideran en innovación y estrategias de producción. Su posición les permite optimizar procesos y adaptarse rápidamente a las fluctuaciones del mercado. Al invertir en investigación y desarrollo, mejoran la eficiencia de sus líneas de producción e implementan tecnologías avanzadas para satisfacer las demandas cambiantes de los consumidores, consolidando así su ventaja competitiva a nivel global (Zamorano, 2021).

El Foro Económico Mundial (2022) estima que la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 podría incrementar la disponibilidad de las líneas de producción entre un 5% y un 15%. Estas optimizaciones no solo ofrecen oportunidades de ahorro energético, sino que también fomentan la sostenibilidad. Un estudio de caso en una empresa multinacional del sector plástico demostró que la incorporación de sensores de energía permitió reducir el consumo energético en un 40%, lo que se tradujo en un ahorro anual superior a 200,000 dólares.

Los países de América Latina se enfrentan al reto de acceder a nuevos mercados y aumentar el comercio, la productividad laboral y el valor agregado de sus exportaciones, tanto en la región como a nivel global. Esto se presenta en un contexto en el que el mundo está adoptando nuevas dimensiones y características debido al paradigma de la Cuarta Revolución Industrial (Basco & Lavena , 2021).

América Latina enfrenta un rezago tecnológico en su parque industrial en comparación con el resto del mundo, especialmente en las Micro y Pequeñas y Medianas Empresas (Micro-PyMEs), que representan el 99% del total en la región. A pesar de esto, hay un creciente reconocimiento de la importancia de la Industria 4.0. Proyectos como "Rumbo a la Industria 4.0" en Brasil y las iniciativas en Argentina y Colombia buscan integrar estas tecnologías para mejorar la competitividad y el desarrollo tecnológico, aunque la asimilación integral de la tecnología sigue siendo un desafío para la industria (Chacón-Ramirez, 2019).

La implementación de la Industria 4.0 en América Latina presenta oportunidades significativas y desafíos sustanciales para el desarrollo regional. Según un análisis realizado por Cirion Technologies, se estima que cerrar la brecha en digitalización podría aportar un crecimiento adicional del 3% para 2030, generando alrededor de 700 mil millones de dólares y creando cerca de 400 mil empleos anuales en la región. Sin embargo, la inversión en tecnología en países como México es apenas del 0.5% del PIB, muy por debajo del promedio mundial de 2.2% (Duran, 2022).

En América Latina, las industrias enfrentan mayores desafíos debido a su baja automatización, y esto es especialmente relevante para las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), que ven en la Industria 4.0 un potencial riesgo. Este trabajo presenta un plan de apoyo orientado a la implementación de la Industria 4.0, adaptado a las condiciones del sector industrial latinoamericano. Este plan incluye una guía de pasos que ayuda a las PyMEs a adoptar tecnologías avanzadas y prácticas de la Industria 4.0, con el objetivo de mejorar su competitividad y facilitar su crecimiento en un entorno global complejo (Ludeña , 2023).

En Ecuador, la implementación de la Industria 4.0 ha comenzado en los últimos años, marcando los primeros pasos hacia la transformación digital. Este proceso inicial destaca la importancia del aprendizaje práctico y el "saber hacer" para adoptar eficazmente las tecnologías avanzadas, mejorando la competitividad y optimizando los procesos industriales (Flores-Sanchez & Viger, 2020).

Al analizar el contexto industrial de Ecuador en relación con los índices vinculados a la Industria 4.0, el país presenta un notable rezago en términos de preparación tecnológica. Ecuador ocupa el puesto 89 de 100 en el ranking global de preparación para la producción futura, lo que refleja una posición desafiante en cuanto a su capacidad para adoptar tecnologías avanzadas y competir en un entorno industrial global cada vez más digitalizado. Esto subraya la necesidad de desarrollar estrategias más efectivas para impulsar la adopción de la Industria 4.0 en el país (WORLD ECONOMIC FORUM & Kearney, 2018).

Ecuador enfrenta retos significativos en términos de conectividad y capital humano, aspectos críticos para la implementación de la Industria 4.0. Según el "Network Readiness Index 2020", que evalúa la conectividad y el acceso a internet, el país se sitúa en el puesto 85 de 134 a nivel mundial. Además, en cuanto a la producción científica, Ecuador ocupa el puesto 66 de 234 según el SCImago Journal & Country Rank de 2020. Por otro lado, el "Global Human Capital Report" de 2017 posiciona a Ecuador en el puesto 76 de 130, resaltando la importancia del capital humano para el desarrollo y la competitividad en la era digital (SCImago, 2021).

Ecuador enfrenta una clara desventaja en el ámbito global, además, en comparación con las industrias de los principales países industrializados como Japón, Corea y Alemania. La industria ecuatoriana puede considerarse de tamaño mediano o pequeño, por lo que debe ser evaluada en esos términos. Según Rauch, es crucial transformar a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en fábricas inteligentes, en estrecha relación con el desarrollo y la evolución del trabajo, así como con los perfiles de cualificación requeridos para

las personas que trabajarán en las futuras fábricas inteligentes (Rauch, Linder , & Dallasega, 2020).

Manabí, una provincia costera del Ecuador, alberga a las ciudades de Manta y Jaramijó, siendo Manta un importante puerto pesquero y comercial en la región. Aunque Manta es reconocida como el epicentro de la industria atunera en el país, donde se concentran varias empresas dedicadas al procesamiento y exportación de atún, nuestro enfoque se centrará en Jaramijó, una localidad cercana donde se ubica la empresa específica objeto de estudio. Esta proximidad a Manta refuerza la importancia de ambas ciudades en el sector pesquero, con un impacto significativo tanto a nivel nacional como internacional.

Goodmarcom S.A es una empresa dedicada a la producción de productos de consumo masivo, teniendo como una de sus líneas de producción el atún enlatado, un producto que constituye una parte esencial de su portafolio. En la actualidad, la creciente competencia en la industria atunera y las exigencias del mercado en términos de eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad han puesto de manifiesto la necesidad de innovar en los procesos productivos. En este contexto, se propone la implementación de automatización y digitalización bajo el enfoque de la Industria 4.0 en la línea de producción de atún de la empresa. Los motivos detrás de esta propuesta incluyen la optimización de los recursos, la reducción de tiempos improductivos, la mejora en el control de calidad y la capacidad de responder de manera ágil a las demandas del mercado. Además, la automatización permitiría una integración más eficiente de los sistemas, facilitando la toma de decisiones basada en datos en tiempo real y aumentando la productividad. La digitalización, por su parte, brindaría una mejor trazabilidad del producto, garantizando estándares de calidad más altos y mejorando la seguridad alimentaria. Con la implementación de esta propuesta, Goodmarcom S.A. podría posicionarse como un líder en innovación dentro de la industria atunera, asegurando un crecimiento sostenible y una mayor competitividad en el mercado global.

## **Formulación del problema**

¿Cómo puede una propuesta de implementación de tecnologías de automatización y digitalización, basadas en los principios de la Industria 4.0, contribuir a mejorar la productividad y la gestión de recursos en los procesos de producción de Goodmarcom S.A.?

## **Preguntas directrices**

¿Qué tecnologías de automatización y digitalización de la Industria 4.0 son aplicables específicamente a la industria atunera?

¿Cómo han sido implementadas las tecnologías de la Industria 4.0 en industrias similares o relacionadas y qué lecciones se pueden extraer de esos casos?

¿Cuáles serían las recomendaciones más efectivas para mejorar los procesos en una empresa atunera, mediante la implementación de tecnologías de automatización y digitalización basadas en la Industria 4.0?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Formular una propuesta de automatización y digitalización de procesos, alineada con los principios de la Industria 4.0, para mejorar la productividad y la gestión de recursos en Goodmarcom S.A.

### **Objetivos Específicos**

- Explorar las tecnologías de automatización y digitalización de la Industria 4.0 aplicables a la industria atunera.
- Analizar la aplicación de tecnologías de automatización y digitalización en industrias similares o relacionadas.
- Proponer recomendaciones para la mejora de procesos en una empresa atunera mediante el uso de tecnologías de la Industria 4.0.

## Justificación

La presente investigación se justifica en la necesidad de explorar y analizar tecnologías de la Industria 4.0 aplicables al sector atunero ecuatoriano, con un enfoque particular en la empresa Goodmarcom S.A., con el fin de mejorar su productividad y gestión de recursos. En un contexto industrial marcado por la rápida evolución tecnológica y la creciente demanda de productos seguros, sostenibles y de alta calidad, la digitalización y automatización de procesos representan una oportunidad fundamental para optimizar el uso de recursos, reducir costos operativos y asegurar altos estándares de producción. Este estudio, por tanto, busca identificar y analizar soluciones tecnológicas avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT), Big Data, la inteligencia artificial y los sistemas ciberfísicos, proporcionando una base sólida para que la empresa y el sector adopten estas tecnologías de manera efectiva.

Desde una perspectiva teórico-práctica, la investigación permitirá caracterizar las tecnologías emergentes y evaluar su pertinencia para la industria atunera, ofreciendo propuestas adaptadas a sus necesidades específicas. Al ser un sector clave para la economía nacional, la modernización de la industria atunera puede tener un impacto positivo en la productividad y la gestión de los recursos de la empresa. Este enfoque metodológico basado en la evaluación de tecnologías disponibles no solo contribuirá al desarrollo del conocimiento, sino que también sentará un modelo replicable para otras empresas del sector que busquen mejorar sus operaciones mediante la adopción de soluciones innovadoras.

El interés y la vigencia de este estudio radican en la necesidad de modernizar procesos productivos para enfrentar los retos del mercado y cumplir con normativas cada vez más estrictas en términos de sostenibilidad y calidad. La utilidad de la investigación se refleja en su capacidad para beneficiar a diversos actores, desde directivos y operarios hasta los propios consumidores, al promover una producción más eficiente, segura y responsable. La originalidad del trabajo se encuentra en su enfoque específico hacia la industria atunera ecuatoriana, integrando tecnologías que podrían transformar la manera en que

se gestionan y producen los recursos. Además, al ser un estudio basado en un análisis documentado y propuestas factibles, ofrece soluciones realistas y aplicables, con un impacto tangible en el desarrollo del sector. En última instancia, la investigación busca generar un cambio que impulse a la industria hacia un entorno más productivo y sostenible, contribuyendo al fortalecimiento de la economía nacional.

# 1 Capítulo

## 1.1 Antecedentes Investigativos

Trejo et al. (2021), en su investigación titulada “Digitalización y competitividad. La industria de alimentos procesados en la pandemia”, tuvo como objetivo general analizar la adopción de tecnologías 4.0 y la sustentabilidad en la industria alimentaria durante la pandemia. La metodología utilizada fue cualitativa, enfocándose en la comparación entre las empresas ubicadas en Europa y México. Como resultado, se identificaron importantes diferencias en cuanto a la adopción de estas tecnologías, observándose un mayor avance en las unidades empresariales europeas en comparación con las mexicanas. Las conclusiones indican que, aunque las grandes empresas mexicanas han tomado ciertas medidas, sus acciones en cuanto a digitalización y competitividad en la industria alimentaria aún son limitadas en relación con las empresas europeas.

Freire (2021), en su estudio realizado en Galicia, España, titulado "Digitalización e Industria 4.0 en el Sector Agroalimentario Gallego", tuvo como objetivo principal identificar las tecnologías de la Industria 4.0 que mejor se adaptan a las necesidades de una planta agroalimentaria. La metodología empleada fue una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el uso de tecnologías avanzadas en empresas del sector. Los resultados obtenidos indicaron que la implementación de un sistema MES, junto con la visión artificial, envases inteligentes y el análisis de Big Data, son las soluciones tecnológicas más apropiadas para mejorar la eficiencia de la planta. El estudio concluyó que la adopción de estas tecnologías incrementará la competitividad y garantizará la supervivencia de la planta en un mercado cada vez más exigente.

Álvarez (2022), en su investigación titulada “Inteligencia de negocios como estrategia para la toma de decisiones en la industria atunera” realizada en Manta, Ecuador, tuvo como objetivo general desarrollar un modelo de inteligencia empresarial para gestionar los datos generados por la industria atunera. La metodología utilizada fue de tipo analítica y sintética, con un

enfoque cuantitativo, bajo el diseño de experimentación post facto. Los resultados demostraron que la implementación de este modelo fue significativa e innovadora, mejorando los procesos de toma de decisiones del departamento comercial de la empresa. Asimismo, se evidenció la viabilidad de establecer un sistema de captura de datos mediante un tablero de control, que optimiza la vigilancia del proceso productivo del atún, basado en principios de responsabilidad y empoderamiento de la información alineados con el modelo de excelencia EFQM.

Martínez y Zaldívar (2023), en su investigación titulada "Automatización de procesos en la industria 4.0", publicada en la Revista de Investigación Formativa: Innovación y Aplicaciones Técnico-Tecnológicas, llevaron a cabo una revisión bibliográfica con el objetivo de analizar el impacto de la automatización en la industria actual bajo el enfoque de la Industria 4.0. Los autores resaltaron que la creciente dependencia tecnológica ha generado nuevas técnicas aplicables en diversos campos, impulsando el desarrollo efectivo de la sociedad. No obstante, se identificó la necesidad de un plan analítico para la implementación exitosa de sistemas automatizados. Entre los resultados, se concluyó que la automatización industrial presenta desafíos, pero ofrece ventajas significativas, como la simplificación de procesos, la reducción de costos, la mejora en la calidad de los productos y una mayor eficiencia en la producción. Además, destacaron que la automatización contribuye a reducir el riesgo para los trabajadores, al sustituir la intervención humana en tareas peligrosas, transformando así la infraestructura empresarial y potenciando actividades humanas mediante el uso de máquinas.

Guevara y Cortez (2022), en su investigación titulada "Diseño y simulación de una aplicación basada en el internet de las cosas (IoT) usando indicadores para el monitoreo de producción de enlatados de atún", realizada en Milagro, Ecuador, tuvo como objetivo general desarrollar dashboards que permitieran visualizar el estado y la eficiencia de la producción de atún enlatado en tiempo real. La metodología empleada fue el modelo en cascada. Los resultados demostraron que se logró diseñar tanto los dashboards como la interfaz gráfica para que los operadores pudieran monitorear el proceso en tiempo real. Con la

implementación de la tecnología IoT se recopilaron datos específicos que facilitaron la toma de decisiones, cumpliendo con los objetivos planteados tanto en la implementación como en la verificación del sistema.

Galdea (2023), en su investigación realizada en la ciudad de Santa Elena, Ecuador, titulada "Diseño y simulación de sistema automatizado para el control de calidad en la producción de enlatado de atún mediante visión artificial", tuvo como objetivo general desarrollar un sistema automatizado basado en visión artificial para optimizar el control de calidad en la producción de atún enlatado. La metodología aplicada fue experimental. Los resultados obtenidos demostraron que la implementación del sistema IoT permitió identificar el estado actual de la producción, detectar problemas de manera oportuna y corregirlos eficientemente. Además, el sistema de visión artificial ofreció ventajas significativas, permitiendo ejecutar tareas específicas sin la presencia constante de un operario, optimizando recursos y mejorando la calidad del producto final para su comercialización.

El análisis de los antecedentes mencionados evidencia la importancia creciente de la automatización y digitalización en diferentes sectores industriales, incluidas las industrias agroalimentaria y atunera, con enfoques particulares en la Industria 4.0. Por ejemplo, los estudios de Trejo et al. (2021) y Freire (2021) muestran que la adopción de tecnologías avanzadas, como la visión artificial y los sistemas MES, contribuyen significativamente a la competitividad de las empresas, aunque con diferencias marcadas entre regiones geográficas. La investigación de Álvarez (2022), centrada en la inteligencia de negocios, y la de Guevara y Cortez (2022), basada en el monitoreo mediante IoT, demuestran que la digitalización puede mejorar no solo la eficiencia en la producción, sino también la toma de decisiones estratégicas y operativas en tiempo real.

Además, los estudios de Martínez y Zaldívar (2023) y Galdea (2023) subrayan los beneficios directos de la automatización, como la mejora en la calidad de los productos, la optimización de recursos y la reducción de riesgos laborales, especialmente en la industria atunera. En conjunto, estas investigaciones destacan que, si bien la implementación de tecnologías 4.0 puede representar desafíos, también ofrece claras ventajas competitivas y operativas, lo que

resulta crucial para industrias como la atunera en Ecuador, donde la necesidad de modernización es clave para mantenerse competitivas en el mercado global.

## **1.2 Bases Teóricas**

### **1.2.1 Industria 4.0**

#### **1.2.1.1 Definición y principios de la industria 4.0.**

La Industria 4.0 se presenta como la integración eficaz de las tecnologías más avanzadas, junto con herramientas digitales y tecnológicas disponibles, así como otras innovaciones futuras, con el propósito de mejorar y optimizar los métodos de trabajo y las estrategias empresariales. Este enfoque no solo busca aumentar la eficiencia operativa, sino también fomentar una mayor flexibilidad y personalización en los procesos productivos, permitiendo a las empresas adaptarse más rápidamente a los cambios del mercado y a las necesidades de los clientes (Popkova, Ragulina, & Bogoviz, 2019).

La cuarta revolución industrial se dirige hacia la digitalización. La transformación social que va de una sociedad industrial a una postindustrial, caracterizada por estar centrada en el conocimiento, orientada al servicio y fundamentada en el manejo de la información, puede definirse como una revolución digital (Montero, 2020).

#### **1.2.1.2 Revolución tecnológica de la industria 4.0.**

La Industria 4.0 surge junto con la integración de tecnologías en un ecosistema digital, y los términos 'digitalización' e 'Industria 4.0' suelen emplearse de manera simultánea, aunque la digitalización, que ha influido en todos los aspectos de la sociedad durante años, abarca un ámbito mucho más amplio que la producción industrial. En el contexto de la Industria 4.0, la digitalización se refiere específicamente a la conectividad y la interacción entre máquinas y humanos, lo que se espera que transforme el diseño, la fabricación, la operación y el servicio de productos y sistemas de producción (Gálvez , Salgado , Méndez, Garzón , & Astudillo, 2021).

## **1.2.2 Automatización de procesos.**

### **1.2.2.1 Definición de automatización.**

Método que permite gestionar de manera automática el funcionamiento de un dispositivo, proceso o sistema compuesto por varios elementos, utilizando medios mecánicos, electrónicos y computacionales que reemplazan las funciones sensoriales y la capacidad de toma de decisiones del ser humano (Derby, 2004).

### **1.2.2.2 Implicaciones y características de la automatización.**

La automatización implica la eliminación total o parcial de la intervención humana en diversas actividades, ya sean industriales, agrícolas, domésticas, administrativas o científicas. Este concepto abarca tanto tareas simples, como la regulación de la temperatura de un horno, como tareas complejas, como el control de una unidad química mediante un ordenador o la gestión automatizada de un banco (Moreno, 2001).

Un sistema automatizado, ya sea una máquina o un proceso, se caracteriza por su capacidad de responder de manera automática a los cambios que ocurren en su entorno, sin necesidad de intervención humana. Este sistema lleva a cabo las acciones necesarias para cumplir con la función para la que fue diseñado, lo que resulta en una mayor eficiencia y precisión en la ejecución de tareas, además de minimizar errores y optimizar recursos (Llopis, Romero, & Ariño, 2010).

## **1.2.3 Digitalización y sistemas de información.**

### **1.2.3.1 Concepto de digitalización de procesos.**

La transformación digital implica reestructurar completamente el modelo de negocio de una empresa para aprovechar las nuevas tecnologías digitales. No se trata solo de digitalizar productos o servicios, sino de reinventarlos para alinearse mejor con las necesidades cambiantes de los clientes. Aplicada a la digitalización de procesos, significa no solo automatizar lo existente, sino rediseñar los procesos para mejorar la eficiencia y adaptarse más rápidamente a un entorno dinámico (Bashkar, 2024).

La digitalización de procesos consiste en convertir tareas manuales o en papel en procesos electrónicos mediante el uso de tecnologías digitales como software, aplicaciones y sistemas en línea. Esta transformación permite mejorar la eficiencia, disminuir costos y optimizar la toma de decisiones al recopilar y analizar datos de forma digitalizada. Además, facilita la colaboración entre equipos al centralizar la información y hacerla accesible en tiempo real, lo que fomenta una mayor agilidad en la respuesta a cambios del mercado y una mejor alineación de objetivos organizacionales (CEIPA, 2024).

### **1.2.3.2 Impacto de la Digitalización en la Distribución del Trabajo.**

La digitalización industrial está modificando la forma en que se distribuye el trabajo entre humanos, máquinas y algoritmos, lo que desplazará millones de empleos, pero también creará otros adaptados a esta nueva realidad. Esto demanda que la fuerza laboral se recalifique para aprovechar las oportunidades que surgen de la colaboración entre tecnología y personas, como en el caso de los ingenieros de procesos, quienes ahora, con herramientas digitales avanzadas, pueden mejorar la producción de manera más innovadora, potenciando la creatividad y la resolución de problemas sin reemplazar la intervención humana (World Economic Forum, 2022).

### **1.2.4 Sistemas de información y control de la producción.**

#### **1.2.4.1 Tecnologías claves para sistemas de información y control de producción.**

##### **Big Data o Análisis de datos.**

El Big Data se define como el proceso de recopilación y análisis de vastas cantidades de datos mediante software especializado, lo que facilita transformar información que suele ser desorganizada y caótica en datos valiosos y útiles. Su objetivo es aprovechar estos datos para realizar predicciones, mejorar la productividad y tomar decisiones informadas en diversas áreas, como las operativas, organizativas y financieras. Además, la correcta implementación de Big Data puede ayudar a las empresas a identificar tendencias del mercado y a personalizar sus productos y servicios según las necesidades de sus clientes (Galiana, 2022).

## **Internet de las cosas.**

El Internet de las Cosas (IoT) mejora los procesos de fabricación al recopilar datos de sensores que monitorean el estado de la maquinaria en tiempo real y predicen fallas, facilitando el mantenimiento preventivo. Los sensores de ubicación optimizan la planificación al rastrear suministros y mercancías, mientras que ofrecen una visión integral del proceso de producción para ajustes inmediatos y control de inventario. Además, los medidores inteligentes permiten un uso más eficiente de los recursos energéticos. Una aplicación emergente es la creación de gemelos digitales, que simulan objetos físicos en un entorno virtual, lo que permite probar procesos antes de implementarlos en el mundo real, reduciendo costos y recursos (OECD, 2023).

## **Sistema de control de Manufactura (Mes).**

Un Sistema MES (Sistema de Ejecución de Manufactura) es un software diseñado para controlar, monitorear y documentar en tiempo real la gestión de la producción en planta. Este sistema permite integrar todos los procesos productivos, proporcionando visibilidad completa de las operaciones, lo que facilita la toma de decisiones informadas y mejora la eficiencia. Además, los sistemas MES son clave para garantizar la trazabilidad y el cumplimiento de normativas, ya que registran cada etapa de la producción, optimizando tanto los recursos como la calidad del producto final (Camacho, Molina-Salazar, & Rico-Pérez, 2021).

### **1.2.5 Transformación Digital y Desafíos en la Industria Atunera bajo el Enfoque de la Industria 4.0**

#### **1.2.5.1 Contribuciones de la Digitalización a la Sostenibilidad y Competitividad en el Sector Atunero**

La digitalización contribuye a aumentar la competitividad de una industria a través de mejoras en la productividad, que pueden lograrse de tres maneras: optimizando los procesos, modificando los productos al añadirles servicios, e implementando nuevos modelos de negocio, muchos de los cuales se enfocan en el uso o experiencia en lugar de la propiedad. Esta transformación no solo permite a las empresas adaptarse a las demandas cambiantes del mercado,

sino que también les brinda la oportunidad de innovar y ofrecer soluciones más efectivas a sus clientes (Forradellas, 2024).

#### **1.2.5.2 Barreras y Requerimientos para la Implementación de la Industria 4.0: Infraestructura y Capacitación**

Es esencial no solo contar con la tecnología adecuada, sino también asegurar que los empleados estén bien capacitados para utilizar estas herramientas de manera efectiva. Esto requiere un compromiso continuo con la formación y el desarrollo profesional, lo que permite a los trabajadores adaptarse a las innovaciones tecnológicas y maximizar su potencial para mejorar la productividad. La falta de preparación puede limitar los beneficios de las tecnologías avanzadas, por lo que las organizaciones deben priorizar la capacitación como parte de su estrategia de adopción de la Industria 4.0, asegurando que su personal esté listo para los desafíos del entorno laboral actual (Ramachandran, 2022).

#### **1.2.5.3 Evolución del Capital Humano en el Contexto de la Industria 4.0: Nuevos Roles y Competencias**

El impacto de la tecnología en el mercado laboral, especialmente durante la actual revolución industrial, genera un intenso debate sobre la posible sustitución de trabajadores por máquinas. Aunque no se ha observado un efecto significativo en la creación o destrucción de empleos, la historia sugiere que, a largo plazo, se crean más puestos de trabajo de los que se pierden. La formación continua del personal es crucial, ya que la automatización tiende a eliminar trabajos repetitivos, lo que requiere una mano de obra más calificada. La educación debe adaptarse para preparar a los futuros trabajadores, lo que, a pesar de los temores sobre la automatización, puede resultar en una mayor creación de empleo si se prioriza el desarrollo de habilidades (González & Quiñonero, 2024).

#### **1.2.6 Sensores industriales y sistemas de control automático.**

Los sensores industriales son elementos clave dentro del ecosistema de la Industria 4.0, ya que permiten la captura de datos en tiempo real, la detección de condiciones físicas y la activación de sistemas de control automatizados. Existen sensores de posición, presión, flujo, temperatura y fuerza que facilitan

la digitalización de procesos industriales y la mejora de la eficiencia mediante el monitoreo continuo. Estos sensores, conectados mediante tecnologías del Internet Industrial de las Cosas (IIoT), permiten implementar controles inteligentes que mejoran la trazabilidad, seguridad y sostenibilidad en entornos de producción (Javaid, Haleem, Singh, Rab, & Suman, 2021).

En particular, los sensores térmicos han sido utilizados para monitorear procesos industriales de alta temperatura con sistemas de microcontroladores como Arduino, permitiendo no solo la regulación automática de condiciones críticas, sino también el almacenamiento de datos para análisis posteriores. Este tipo de tecnología es totalmente aplicable a la propuesta de sensores térmicos planteada en esta investigación, que busca regular válvulas de distribución de líquidos en función de la temperatura real del medio (Chang & Martin, 2021).

Además, los sensores forman parte de un sistema de control en bucle cerrado, donde el sensor detecta una variable del entorno, el controlador procesa esa información y el actuador ejecuta una acción. Esto garantiza una respuesta automática y precisa, ideal para tareas como la apertura y cierre automatizado del autoclave o el conteo de productos, reduciendo significativamente la intervención humana y aumentando la eficiencia del sistema.

### **1.2.7 Trazabilidad digital y control automatizado de insumos y productos**

La trazabilidad digital en la Industria 4.0 implica la capacidad de registrar automáticamente el recorrido de cada producto, insumo o lote a lo largo del proceso productivo. Esta visibilidad se logra a través de sensores, contadores digitales, sistemas RFID y software de gestión. El uso de estas tecnologías permite un monitoreo constante, seguro y preciso, facilitando tanto la supervisión de calidad como el control del inventario. Tecnologías como UAVs, blockchain y sensores conectados a la nube han transformado los procesos logísticos e industriales al permitir una trazabilidad segura, precisa y en tiempo real (Fernandez-Carames, Blanco-Novoa, Froiz-Miguez, & Fraga-Lamas, 2024).

El uso de sistemas de conteo automático, como los propuestos en esta tesis para latas, tapas y cajas, forma parte de estas prácticas modernas de trazabilidad. Su aplicación contribuye a eliminar errores manuales, mejorar la precisión de los registros y reducir los tiempos de despacho. Además, estos sistemas generan reportes digitales en tiempo real que fortalecen la toma de decisiones en producción y logística (Unhelkar, y otros, 2022).

Cuando estos sistemas se integran con plataformas de gestión como los sistemas ERP o MES, incluso en versiones simplificadas, permiten conectar producción, bodega y administración en una sola red digital. Esto garantiza no solo la trazabilidad completa del proceso, sino también un mayor control sobre los insumos utilizados, los productos terminados y la eficiencia general del sistema productivo (Fernandez-Carames, Blanco-Novoa, Froiz-Miguez, & Fraga-Lamas, 2024).

### **1.3 Marco Legal**

#### **Constitución del Ecuador**

La Constitución de la República del Ecuador establece los principios y derechos fundamentales que rigen las actividades económicas y laborales en el país, incluyendo aquellos que protegen la seguridad, el bienestar de los trabajadores, el medio ambiente y la protección de datos (Constitución de la republica del Ecuador , 2008).

- **Art. 14:** “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.”
- **Art. 32:** Se reconoce y garantizará a las personas: “El derecho a la protección de datos de carácter personal, que incluye el acceso y la decisión sobre información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección. La recolección, archivo, procesamiento, distribución o difusión de estos datos o información requerirán la autorización del titular o el mandato de la ley.”

- **Art. 33:** “El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.”
- **Art. 276:** Lit 2: “Construir un sistema económico, justo, democrático, productivo, solidario y sostenible basado en la distribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los medios de producción y en la generación de trabajo digno y estable.”  
Lit 3: “Fomentar la participación y el control social, con reconocimiento de las diversas identidades y promoción de su representación equitativa, en todas las fases de la gestión del poder público.”
- **Art. 281:** Lit 1: “Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.”  
Lit 3: “Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.”
- **Art. 321:** “El Estado reconoce y garantiza el derecho a la propiedad en sus formas pública, privada, comunitaria, estatal, asociativa, cooperativa, mixta, y que deberá cumplir su función social y ambiental.”

## Leyes

### Ley orgánica de protección de datos

- **Art. 4:** Autoridad de Protección de Datos Personales: Autoridad pública independiente encargada de supervisar la aplicación de la presente ley, reglamento y resoluciones que ella dicte, con el fin de proteger los derechos y libertades fundamentales de las personas naturales, en cuanto al tratamiento de sus datos personales.
- **Art. 13:** -Derecho de acceso. -El titular tiene derecho a conocer y a obtener, gratuitamente, del responsable de tratamiento acceso a todos sus datos personales y a la información detallada en el artículo precedente, sin necesidad de presentar justificación alguna. El

responsable del tratamiento de datos personales deberá establecer métodos razonables que permitan el ejercicio de este derecho, el cual deberá ser atendido dentro del plazo de quince (15) días. El derecho de acceso no podrá ejercerse de forma tal que constituya abuso del derecho.

## **Normas**

La documentación debe estar disponible en la medida necesaria para asegurar que los procesos se ejecuten conforme a lo planificado. La organización tiene la responsabilidad de controlar los cambios previstos y de evaluar las consecuencias de los cambios inesperados, tomando medidas para reducir cualquier impacto negativo cuando sea necesario. Además, debe garantizar el control sobre los procesos, productos o servicios externos que resulten relevantes para el sistema de gestión de seguridad de la información (ISO 27001, 2022).

La información documentada de una organización abarca cualquier formato o medio y puede reflejar el sistema de gestión ambiental, los procesos operativos, y la evidencia de resultados, incluyendo los registros. Esta documentación, especialmente en el contexto de la digitalización, permite a las empresas optimizar el uso de recursos y monitorear su impacto ambiental, garantizando que las operaciones estén en línea con los objetivos de sostenibilidad y los estándares requeridos (ISO 14001, 2015).

## **Decretos y acuerdos**

### **Acuerdo MINTEL 0022**

**Art. 2.-** La Agenda busca establecer un marco de trabajo coordinado y multisectorial que impulse el proceso de transformación digital en el país. Su propósito es definir las líneas de acción necesarias, así como la gobernanza e institucionalidad de este proceso, teniendo en cuenta la relevancia transversal de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Mintel, 2022).

## **Código del trabajo**

El Artículo 160 establece que el aprendiz tiene las siguientes obligaciones: desempeñar sus funciones con dedicación y bajo las instrucciones del maestro; mantener buenas costumbres y respeto hacia el empleador, su familia y clientes del taller o fábrica; cuidar de los materiales y herramientas, evitando su deterioro; preservar la confidencialidad de la vida privada del empleador, sus familiares y compañeros de trabajo, actuando con lealtad; y procurar economía en el uso de los recursos durante su labor (Asamblea Nacional, 2005).

### **1.4 Marco Metodológico**

#### **1.4.1 Modalidad Básica de la Investigación**

La presente investigación se desarrollará bajo una modalidad documental, que incluye tanto la revisión de literatura científica especializada como el análisis de documentos internos de la empresa Goodmarcom S.A., ubicada en la provincia de Manabí, Ecuador. Esta modalidad permite recopilar información secundaria y técnica relevante para el diagnóstico de procesos y la formulación de propuestas de mejora en el contexto de la Industria 4.0.

El enfoque documental tiene como objetivo captar información de primera mano sobre los procesos productivos actuales, las capacidades tecnológicas instaladas y las áreas críticas que podrían beneficiarse de la automatización y digitalización. Para ello, se realizará una revisión detallada de documentos internos de la empresa Goodmarcom S.A., tales como diagramas de flujo del proceso (HACCP), registros operativos, formatos de control de peso, reportes de autoclave y otros documentos técnicos vinculados a la producción. Esta estrategia permitirá obtener evidencia directa del funcionamiento de los procesos y reconocer oportunidades de mejora desde una perspectiva técnica y operativa, sin necesidad de aplicar instrumentos de recolección directa como entrevistas o encuestas. Así, se busca construir un diagnóstico claro y contextualizado del entorno productivo de la empresa, que sirva de base para fundamentar la propuesta tecnológica planteada en esta investigación.

Paralelamente, la revisión bibliográfica se enfocará en el análisis sistemático de publicaciones científicas comprendidas entre los años 2021 y 2025, utilizando como fuente principal la plataforma Google Académico. Este análisis se desarrollará bajo la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura (SLR), aplicando filtros por tipo de documento, idioma, acceso abierto y palabras clave específicas. La literatura seleccionada permitirá fundamentar teóricamente las soluciones tecnológicas propuestas, contrastar casos similares y contextualizar las ventajas de la automatización en pymes del sector alimentario.

#### **1.4.2 Enfoque**

El enfoque de esta investigación es cualitativo, ya que se orienta a explorar, describir e interpretar el fenómeno de la automatización y digitalización de procesos en una pyme atunera, desde una perspectiva contextualizada y no numérica. A través del análisis de literatura científica y de documentos internos, se busca comprender las características, beneficios, aplicaciones y desafíos de tecnologías propias de la Industria 4.0 que puedan ser adaptadas al entorno productivo de Goodmarcom S.A.

Este enfoque permite analizar contenido documental de forma profunda, interpretativa y comparativa, sin aplicar métodos estadísticos ni experimentales. En lugar de medir variables cuantificables, la investigación se centra en la identificación cualitativa de procesos críticos, oportunidades de mejora y viabilidad de implementación tecnológica, de modo que se construya una propuesta aplicable y alineada a las condiciones reales de la empresa.

#### **1.4.3 Nivel de investigación**

El nivel de investigación es descriptivo, ya que su propósito principal es caracterizar el estado actual de los procesos productivos en Goodmarcom S.A. y describir el potencial de aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 para mejorar su eficiencia, sostenibilidad y competitividad.

A través de la revisión de literatura y de documentos internos, se describen funciones, aplicaciones y ventajas de tecnologías como sensores, sistemas automáticos de control, herramientas de digitalización y dispositivos de monitoreo. Este nivel permite construir un análisis detallado y fundamentado,

sin que sea necesaria la implementación directa de las tecnologías propuestas, pero con una orientación práctica para su futura adopción.

#### **1.4.4 Población de estudio**

La población para la revisión bibliográfica estuvo conformada por una amplia gama de fuentes secundarias disponibles en Google Académico, centradas en temáticas como Industria 4.0, automatización, digitalización de procesos, Internet de las Cosas (IoT) y otras tecnologías emergentes aplicadas al ámbito industrial y alimentario. La búsqueda inicial, realizada con combinaciones de palabras clave y filtros temporales, arrojó un total de 3,130 documentos publicados entre los años 2021 y 2025, los cuales constituyen la población base de esta revisión sistemática.

La población correspondiente a la revisión de documentos internos estuvo compuesta por el conjunto general de registros operativos y formatos técnicos utilizados en la empresa Goodmarcom S.A. relacionados con el proceso de producción de atún. Dado que no se dispone de un inventario estructurado ni de un sistema documental digitalizado, no fue posible determinar con exactitud el número total de documentos existentes. Sin embargo, la revisión se centró en aquellos archivos relevantes para identificar actividades manuales críticas, registros de control de calidad, consumo de insumos y condiciones operativas, los cuales sirvieron como insumo para el análisis y fundamentación de la propuesta de mejora tecnológica.

#### **1.4.5 Tamaño de la muestra**

##### **Metodología SRL**

- **Búsqueda inicial:** Se realizó una búsqueda general en **Google Académico**, empleando términos clave como *“industria 4.0”*, *“automatización”*, *“digitalización”*, *“IoT”*, *“inteligencia artificial”*, *“control de procesos”*, *“agricultura 4.0”*, entre otros relacionados. Esta búsqueda generó un total de **3,130 documentos**.
- **Año:** Se filtraron los resultados limitando el rango de publicación entre **2021 y 2025**, reduciendo el total a **2,110 documentos**.

- **Tipo de documento:** Se seleccionaron únicamente **documentos académicos o científicos** con enfoque técnico, excluyendo patentes, citas y artículos no revisados por pares (**856 documentos seleccionados**).
- **Revisión por título y resumen:** A través de una lectura rápida de los títulos y resúmenes, se descartaron los documentos que no abordaban directamente temas de automatización industrial, digitalización o aplicaciones tecnológicas en procesos productivos. Se preseleccionaron **80 documentos**.
- **Lectura completa:** Finalmente, se leyeron **25 documentos en su totalidad**, seleccionados por su pertinencia temática, aplicabilidad al contexto de una pyme procesadora de alimentos y fundamentación técnica relevante para el desarrollo de esta investigación.

**Tabla 1**

*Fases de metodología SLR*

<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad de documentos</b>
<b>Fase 1: Búsqueda inicial</b>	Búsqueda general bajo las siguientes palabras claves: “industria 4.0 y automatización e inteligencia artificial y iot en planta de alimentos”	3130
<b>Fase 2: Filtro por fecha</b>	Se limitaron los resultados desde el año 2021 al 2025	2110
<b>Fase 3: Filtro de orden</b>	Se ordenaron por relevancia	856
<b>Fase 4: Revisión por título y resumen</b>	Selección inicial de documentos relevantes según título y abstract.	80
<b>Fase 5: Lectura completa y análisis final</b>	Revisión detallada de los textos más pertinentes.	25

*Nota: Elaboración propia.*

La revisión bibliográfica se desarrolló siguiendo una estrategia sistemática basada en cinco fases secuenciales, con el objetivo de identificar estudios científicos relevantes sobre la automatización y digitalización de procesos industriales en el contexto de la Industria 4.0, específicamente aplicables al sector alimentario. A continuación, se describe cada fase:

### **Fase 1: Búsqueda inicial**

Se realizó una búsqueda general en Google Académico empleando palabras clave como: *“industria 4.0”*, *“automatización”*, *“inteligencia artificial”*, *“IoT”* y *“planta de alimentos”*. Esta búsqueda generó un total de 3,130 documentos, abarcando una amplia variedad de libros, artículos científicos y de revisión.

### **Pregunta de investigación principal:**

Con el objetivo de desarrollar un marco conceptual que permita el análisis, medición y gestión de la automatización y digitalización de procesos en la industria atunera, se establece la siguiente pregunta de investigación principal:

**¿Cómo puede la automatización y digitalización de procesos ser integrada dentro de la industria atunera para mejorar la productividad, sostenibilidad y competitividad en una empresa pequeña?**

Esta pregunta de investigación principal es apoyada por las siguientes sub-preguntas:

- ¿Cómo ha evolucionado la automatización y digitalización en la industria atunera y la industria alimentaria en general?
- ¿Qué métodos (cuantitativos y cualitativos) se utilizan para gestionar y medir la productividad en el proceso de producción?
- ¿Qué nodos, procesos y actores están involucrados en la producción de atún que podrían beneficiarse de la automatización?
- ¿Qué términos y conceptos están relacionados con la automatización en la industria atunera?
- ¿Cómo se conceptualiza la automatización en la industria atunera y qué beneficios se esperan de su implementación?

- ¿Qué riesgos enfrenta la industria atunera al adoptar tecnologías de automatización y digitalización?
- ¿Qué objetivos de sostenibilidad se consideran al automatizar los procesos de producción en la industria atunera?
- ¿Cómo pueden ser vinculados los procesos de automatización y digitalización para desarrollar un marco conceptual que favorezca la productividad y gestión de recursos en la industria atunera?

### **Fase 2: Filtro por fecha**

Se aplicó un criterio temporal para limitar los resultados únicamente a publicaciones comprendidas entre los años 2021 y 2025, lo cual redujo el número de documentos a 2,110, asegurando así la actualidad y pertinencia de los textos analizados.

### **Fase 3: Filtro de orden**

Los resultados se organizaron por relevancia, permitiendo priorizar aquellos documentos que presentaban una mayor coincidencia con los términos de búsqueda. Tras este filtro, se consideraron 856 documentos para revisión preliminar.

### **Fase 4: Revisión por título y resumen**

A partir de los documentos priorizados, se realizó una revisión rápida del título y el resumen (abstract) de cada publicación para evaluar su relación directa con el tema de estudio. Como resultado, se seleccionaron 80 documentos que abordaban aspectos clave como automatización industrial, procesos inteligentes, uso de sensores, digitalización de datos y tecnologías 4.0 aplicadas al sector alimentario o productivo.

### **Fase 5: Lectura completa y análisis final**

Finalmente, se procedió a una lectura detallada de 25 documentos, elegidos por su alta pertinencia, rigor académico y aplicabilidad al contexto de una pyme procesadora de alimentos como Goodmarcom S.A. Estos documentos sirvieron de base para el desarrollo del marco teórico, la identificación de tecnologías y la formulación de la propuesta de mejora.

## **Muestra de documentos internos revisados.**

Para complementar la revisión bibliográfica con información contextual de la empresa Goodmarcom S.A., se realizó una revisión dirigida de documentación técnica interna vinculada directamente con el proceso productivo del atún. Esta revisión no se basó en una muestra probabilística, sino en una selección intencional y estratégica de **4** documentos clave que permitieran evidenciar las áreas susceptibles de mejora mediante la automatización y digitalización.

Entre los documentos revisados se incluyen:

- El diagrama de flujo del sistema HACCP correspondiente al proceso de enlatado de atún, el cual permitió identificar las etapas críticas desde la recepción de materia prima hasta el encartonado final.
- Reportes de pesaje de lomos, utilizados para el control interno del rendimiento de materia prima.
- Formatos de control de peso drenado de atún, los cuales se llenan manualmente como parte del control de calidad del producto final.
- Registros manuscritos del autoclave, en los que se anota el historial de ciclos térmicos y que podrían integrarse directamente con un sistema automatizado de sala de control.

Esta documentación fue fundamental para detectar procesos manuales susceptibles de automatización, evaluar la calidad del registro de datos y definir los puntos críticos de control que forman parte de la propuesta de mejora. Además, estos insumos respaldan la viabilidad de implementar herramientas tecnológicas accesibles que fortalezcan la trazabilidad, precisión y eficiencia del proceso.

### **1.4.1 Técnicas de recolección de datos**

Para llevar a cabo una investigación detallada sobre la aplicación de tecnologías de la Industria 4.0 en Goodmarcom S.A, se emplearán dos técnicas principales de recolección de datos: revisión bibliográfica y revisión de documentos internos. Estas técnicas permiten obtener información tanto de

fuentes secundarias como primarias, permitiendo un enfoque integral del estudio.

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizaron dos técnicas principales de recolección de información: la **revisión bibliográfica sistemática** y la **revisión de documentos internos** de la empresa objeto de estudio.

La revisión bibliográfica se llevó a cabo mediante un proceso estructurado, siguiendo los lineamientos de la metodología SLR (Systematic Literature Review), que permitió identificar, filtrar y analizar estudios científicos relacionados con la automatización y digitalización de procesos industriales en el contexto de la Industria 4.0. Esta revisión incluyó publicaciones académicas comprendidas entre los años 2021 y 2025, extraídas de la plataforma Google Académico, aplicando criterios de relevancia, idioma, acceso abierto y uso de palabras clave específicas. El resultado final fue una muestra de 25 artículos leídos a profundidad, cuyos hallazgos sirvieron como sustento teórico para el desarrollo de la propuesta de mejora.

La revisión de documentos internos de la empresa Goodmarcom S.A. complementó la información teórica con evidencia práctica. Se analizaron registros operativos, reportes de producción, reportes de consumo de insumos, planillas de pesaje, documentos de control de calidad y diagramas de flujo de proceso. Esta técnica permitió identificar con precisión los puntos críticos dentro de la línea de producción, donde se presentan cuellos de botella, tareas manuales repetitivas o falta de trazabilidad, los cuales fundamentan las propuestas de automatización planteadas en esta investigación.

#### **1.4.2 Plan de recolección de datos**

El plan de recolección para la revisión bibliográfica se desarrollará en varias fases con el fin de recopilar, analizar y sintetizar información relevante sobre la Industria 4.0 y su aplicación en el contexto de la industria atunera. Este proceso permitirá identificar tendencias, tecnologías emergentes, casos de éxito y desafíos, así como obtener un marco teórico sólido para la investigación.

**Tabla 2***Recolección de datos*

Núm.	Preguntas frecuentes	Explicación
1	¿Para qué?	Para obtener información sobre el impacto de la automatización y digitalización en los procesos productivos de la empresa atunera.
2	¿De qué personas?	Personal fijo de la empresa atunera, incluyendo ingenieros de procesos, directivos y operarios clave.
3	¿Sobre qué aspectos?	Aplicación de tecnologías de la Industria 4.0, desafíos, beneficios y barreras en el contexto de la industria atunera.
4	¿Quién investiga?	Investigador responsable de la tesis.
5	¿Cuándo?	Durante el período establecido para la recolección de datos del proyecto de investigación.
6	¿Dónde?	En las instalaciones de la empresa atunera seleccionada, ubicada en la provincia de Manabí, Ecuador.
7	¿Cuántas veces?	Una vez, por medio de una jornada específica para las entrevistas y recopilación de información.
8	¿Qué técnica de recolección?	Entrevistas semiestructuradas y revisión bibliográfica.
9	¿Con qué?	Cuestionarios y notas de campo como soporte para documentar las entrevistas realizadas.
10	¿En qué situación?	En reuniones planificadas con el personal de la empresa, garantizando un ambiente cómodo y confidencial.

*Nota: Elaboración propia.*

### **1.4.3 Procesamiento de la Información**

El procesamiento de la información se llevará a cabo de manera estructurada, utilizando las dos técnicas principales de recolección de datos: la revisión bibliográfica y las entrevistas semiestructuradas.

En cuanto a la revisión bibliográfica, los datos recopilados serán organizados y categorizados utilizando software de gestión de referencias, lo que permitirá una clasificación por temas clave relacionados con la Industria 4.0 y la automatización en la industria atunera. El análisis de la información seguirá una metodología de lectura crítica, enfocándose en identificar patrones, conceptos relevantes, estudios de caso y tendencias que sustenten el marco teórico de la investigación. Se procederá a codificar la información en categorías temáticas y se buscarán similitudes y diferencias en la aplicación de tecnologías emergentes, evaluando tanto oportunidades como limitaciones para su adopción en el contexto ecuatoriano.

Para las entrevistas semiestructuradas, el procesamiento de la información implicará la transcripción completa de las respuestas obtenidas durante las sesiones, registrando con detalle las ideas clave y las observaciones relevantes compartidas por los participantes. Los datos se analizarán mediante técnicas de codificación cualitativa manual, identificando temas recurrentes, percepciones y posibles barreras relacionadas con la adopción de tecnologías de la Industria 4.0. Se crearán matrices de análisis para categorizar y organizar la información, facilitando la identificación de patrones y tendencias. Los resultados de las entrevistas se contrastarán con los hallazgos de la revisión bibliográfica, asegurando un enfoque integral y contextualizado. Este proceso permitirá identificar convergencias y divergencias en las opiniones de diferentes actores, enriqueciendo el análisis y proporcionando una base sólida para la formulación de propuestas específicas para la empresa atunera.

Finalmente, se realizará una triangulación de los resultados obtenidos a través de ambas técnicas, asegurando la validación de los hallazgos y generando un análisis robusto que respalde las recomendaciones para la digitalización y automatización de procesos en la empresa atunera objeto de estudio. Esto

permitirá una comprensión más profunda y aplicable de las tecnologías propuestas y su impacto potencial en el contexto local.

## **2 Capítulo**

### **2.1 Diagnóstico situacional a nivel institucional**

El diagnóstico actual de la institución revela una línea productiva que enfrenta desafíos significativos. A pesar de contar con un sistema proporcionado por la empresa a la cual esta anexa, que permite revisar y registrar la trazabilidad de los productos, todavía depende de varios procesos manuales y de papeleo extenso. Esta dependencia interfiere en la optimización del espacio y afecta a la precisión en el registro de datos.

Además, la falta de digitalización en los procesos limita la capacidad de la institución para realizar el seguimiento correcto de la información y el producto. Los trabajadores a menudo se sobrecargan de tareas manuales que no solo aumentan el margen de error, sino que retrasa la toma de decisiones y dificulta evaluar la trazabilidad del producto. Esta falta de digitalización y automatización impide contar con información actualizada y centralizada, afectando tanto el aumento de producción y la sostenibilidad de la empresa.

Ciertas tareas realizadas manualmente dentro de la planta representan no solo una carga operativa significativa, sino también un esfuerzo físico constante que, a largo plazo, puede derivar en problemas de salud ocupacional para los trabajadores, como trastornos musculoesqueléticos o fatiga crónica. Actividades que requieren movimientos repetitivos, posturas forzadas y manipulación de cargas, lo cual incrementa el riesgo de lesiones y disminuye la productividad. Además, existen procesos que, si bien actualmente se ejecutan de forma manual por razones de hábito o falta de recursos, pueden ser automatizados con tecnologías accesibles, lo cual no solo agilizaría las operaciones y reduciría los tiempos de producción, sino que también permitiría optimizar la estructura de personal, disminuyendo progresivamente la masa salarial en áreas críticas. Aunque la implementación de soluciones automatizadas representa una inversión inicial, esta puede ser recuperada a corto o mediano plazo mediante el aumento de la eficiencia, la mejora en la

calidad del producto y la reducción de errores o desperdicios asociados al factor humano.

## **2.2 Partes del proceso donde se evidencia trabajo manual en Goodmarcom.**

Actualmente, el control de peso de las latas se realiza de forma manual, mediante el muestreo aleatorio por parte de una operaria que utiliza una balanza de mesa para verificar si el peso neto del producto cumple con los estándares establecidos por el cliente o por norma. Este procedimiento presenta varios inconvenientes: en primer lugar, el muestreo limitado no garantiza un control efectivo del 100 % de la producción, por lo que es posible que algunas latas no conformes lleguen a etapas posteriores del proceso o incluso al cliente final. En segundo lugar, al depender de la disponibilidad y atención de la operaria, se corre el riesgo de variabilidad en la toma de datos, errores de anotación o falta de seguimiento estadístico. Esto afecta directamente la consistencia del producto, la trazabilidad y la eficiencia del proceso de control de calidad.

El proceso de pesaje de lomos una vez extraídos y colocados en bandejas se realiza manualmente. Este paso, crucial para determinar el rendimiento de la materia prima, carece de integración con sistemas digitales que permitan capturar automáticamente la información. Los registros suelen anotarse a mano o en hojas de cálculo, lo que expone a la empresa a pérdidas de información, duplicidad de datos, errores en la transcripción y dificultad para consolidar estadísticas de rendimiento. Además, la generación de etiquetas con códigos únicos mejora el seguimiento de la trazabilidad por lote y la planificación eficiente de recursos para la producción diaria.

En la actualidad, el proceso de esterilización en el autoclave involucra operaciones manuales tanto en la apertura y cierre del equipo como en el transporte de los coches con latas hacia su interior. Estas acciones no solo exigen esfuerzo físico significativo al personal, sino que también incrementan el riesgo de accidentes, quemaduras o lesiones por manipulación de carros pesados y superficies calientes. Además, la intervención humana constante puede generar variabilidad en los tiempos de cierre o arranque del proceso,

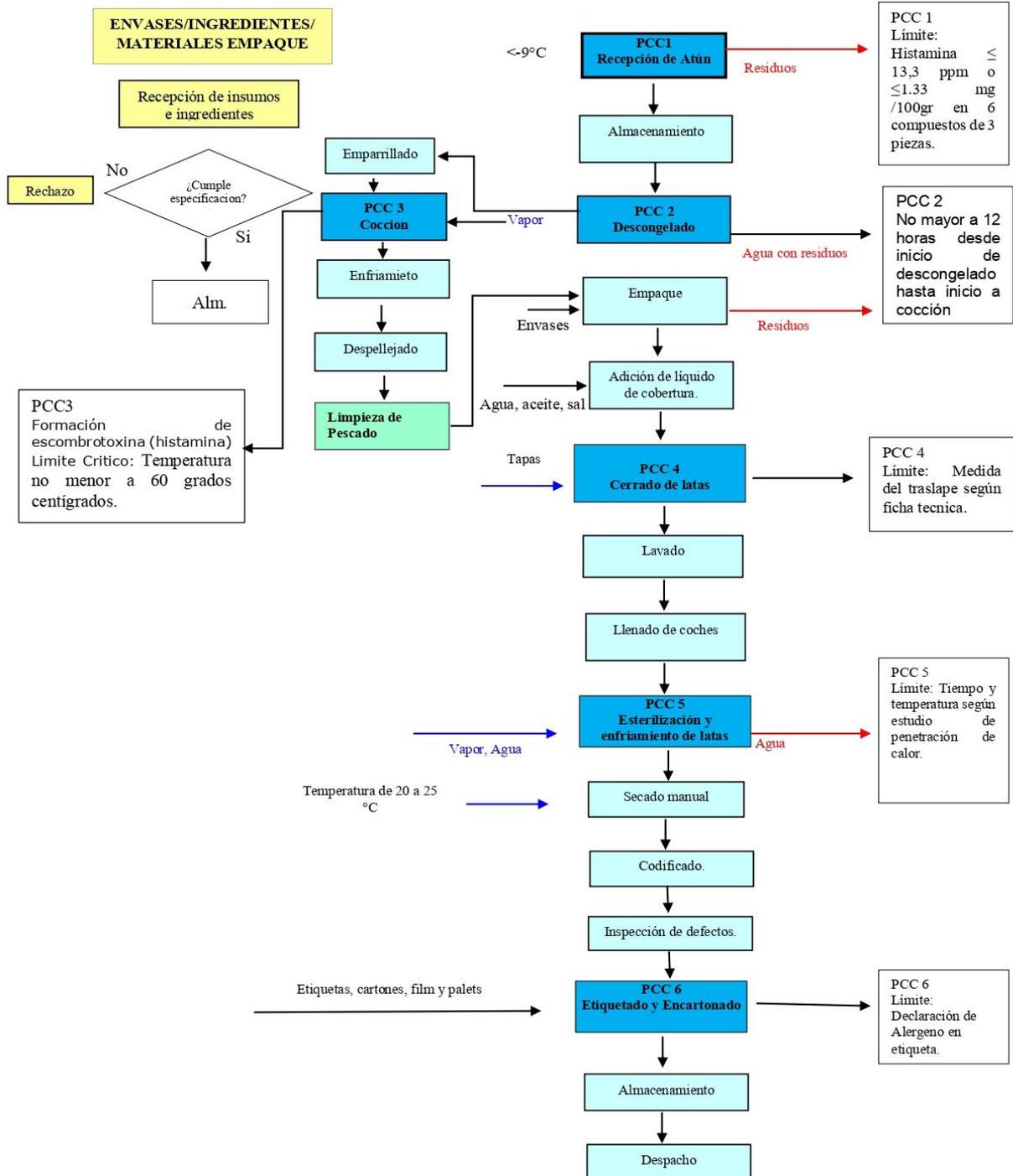
afectando la uniformidad del tratamiento térmico. La falta de automatización también dificulta el monitoreo preciso y en tiempo real del estado de los ciclos desde una sala de control.

En la etapa final de la producción, el etiquetado y encartonado de las latas procesadas se realiza de forma completamente manual. Esto implica que operarios deben colocar una a una las etiquetas en los envases y organizar el producto final en cajas para su despacho. Este tipo de operación, además de ser lento y demandar mayor personal, está expuesto a errores humanos como el etiquetado incorrecto, roturas, desalineación de etiquetas o embalaje deficiente. Asimismo, al no contar con una integración con sistemas de gestión, no se registra automáticamente el número de unidades por lote o los tiempos de empaque, lo que dificulta la planificación logística, el control de inventario y la trazabilidad postproducción.

## 2.3 Diagrama de proceso de la línea de atún

Figura 1

Diagrama de flujo de procesos atún en conservas



Nota: Diagrama de flujo de procesos línea de atún, documento interno no publicado.

El proceso inicia con la recepción de insumos e ingredientes, incluyendo envases, materiales de empaque y atún. Se verifica si estos insumos cumplen con las especificaciones; en caso contrario, se rechazan. Si son aceptados, se almacenan de forma adecuada.

El primer Punto Crítico de Control (PCC1) es la recepción del atún, donde se controla que el nivel de histamina no supere los 13.3 ppm o  $\leq 1.33$  mg/100g en seis compuestos de tres piezas. El atún se almacena a temperaturas menores de 9°C para conservar su calidad.

Luego se realiza la descongelación del atún (PCC2), que tiene como límite crítico un máximo de 12 horas desde el inicio del descongelado hasta el inicio de la cocción. Tras ello, se procede al emparrillado y la cocción del pescado (PCC3), donde se debe alcanzar una temperatura crítica no menor a 60 °C para evitar la formación de escombrotóxina (histamina).

Después de la cocción, el producto se enfría y se despelleja, pasando por una etapa de limpieza de pescado. A continuación, el pescado limpio es empacado en envases, al que se le añade líquido de cobertura como agua, aceite o sal. Luego se colocan las tapas.

El cerrado de latas representa el PCC4, y se controla la medida del traslape según la ficha técnica. Posteriormente, las latas cerradas son lavadas y colocadas en coches para su tratamiento térmico.

En el PCC5, se realiza la esterilización y enfriamiento de latas, donde se controlan parámetros de tiempo y temperatura conforme a estudios de penetración de calor. Tras este tratamiento, las latas se secan manualmente, se codifican, y se lleva a cabo una inspección de defectos.

Finalmente, el producto pasa a la etapa de etiquetado y encartonado (PCC6), donde se verifica que la declaración de alérgenos esté presente y correcta en la etiqueta. Luego, los productos se almacenan y son enviados a despacho.

## 3 Capítulo

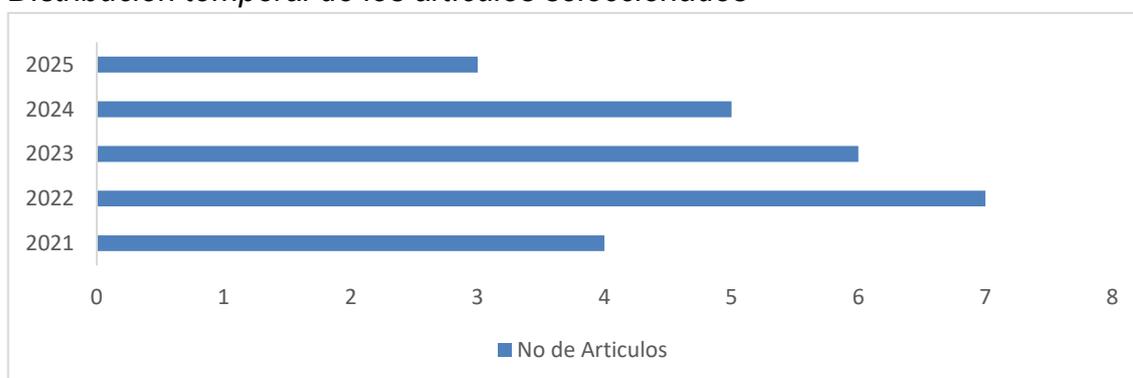
### 3.1 Resultados

#### 3.1.1 Distribución temporal de los artículos seleccionados

A continuación, se presenta la distribución de los artículos seleccionados según su año de publicación, lo cual permite evidenciar la vigencia y el creciente interés en la aplicación de la Industria 4.0 en sectores como la manufactura, la alimentación y la logística:

**Figura 2**

*Distribución temporal de los artículos seleccionados*



*Nota: Elaboración propia.*

*De acuerdo a la ilustración 2, la mayor concentración de artículos se encuentra entre 2022 y 2023, lo que demuestra la relevancia actual del tema y su rápida evolución.*

**Tabla 3**

*Listado de autores metodología SRL*

Autor(es)	Título	Año
Bustamante, Verónica	Oportunidades tecnológicas de la industria 4.0 en el sector empresarial de la economía circular	2021
Ramos, Fernando	Implicancias transformadoras de la Cuarta Revolución Industrial en el mercado laboral	2023
Sigala, J. A. G., Ríos, V. A. D., Ávila, J. R. A., &	El futuro es hoy: Industria 4.0 y su contribución al desarrollo productivo y social	2024

---

de Fatima		
Alvidrez, M. D. R.	Diseño IoT de invernadero para el control de variables mediante técnicas de inteligencia artificial	2022
Guerras Pastor, E	La cadena de suministro. Influencia de la Industria 4.0	2024
López, B. D. C., Campos, S. A., Plata, B. R., Altamirano, M. A. G., Espinoza, M. G. G., & García, E. A. C	Seguridad alimentaria en la industria 4.0: control y monitoreo de cultivo hidropónico mediante microcontrolador ESP-32	2025
Pimenta, C. C. D. C., Prieto, D. Z., García, A. B., Calderón, J. A. G., & Sánchez, S. B.	Industria 4.0: Impacto De la Digitalización Y la Automatización En la Transformación Social e Industria	2025
Díaz Leal, M. A.	Estudio de las tecnologías de la industria 4.0 en la logística interna	2022
Giner Antón, P	Modelado digital y simulación de plantas industriales para dar soporte a la transformación digital de la industria	2021
Seijas, H. S., Puerta, E. M., & Montoya, I. V.	Aplicación de la inteligencia artificial para la optimización de procesos logísticos en la cadena de suministro del sector cárnico colombiano con enfoque en el comercio Nacional e Internacional	2025

---

---

Ruiz Sesmero, V.	La industria 4.0: la implementación de la tecnología en el sector agroalimentario	2022
Mateo, F. W., Redchuk, A., & Tornillo, J. E.	Gestión de datos de la operación en la industria a través de plataformas IIoT. Experiencia en una empresa del sector alimentos	2023
González, M., & Vidal, L. M. S.	Industrias Inteligentes para el agregado de valor a los procesos productivos en la cadena regional: Caso de estudio: Empresa alimenticia marplatense	2022
Penagos-Figueroa, J. S., Velasco-Olarte, S. V., Martínez-Amariz, A. D., Hakspiel-Rodríguez, M. A., & Galeano-Barrera, C. J.	Diseño de Sistema Automatizado de Innovación en los Cultivos Hidropónicos Mediante Tecnologías 4.0	2023
Lachman, J., & Stubrin, L.	La transformación digital de la industria argentina: un estudio exploratorio del sector de maquinaria para alimentos	2024
Zanfrillo, A. I.	Hacia la industria 4.0 en el sector pesquero: el proceso de transformación digital	2023
Salinas, K. V. S.	Una revisión de la revolución industrial 4.0 y sus métodos de implementación en las nuevas industrias	2022
Tituaña, C. F. P., & Chávez, D. C. Q.	Estado del arte sobre la aplicación de la industria 4.0 en los sistemas de planificación y control de operaciones.	2022

---

---

Castro, V. G. A., & Ramírez, D. C. P.	Análisis de variables agrícolas implementando un gemelo digital	2024
Viloria Amaya, R. R.	Evaluación del rol del lot en la transformación digital en una organización de manufactura	2024
Herrera Tapia, B. D., & Zapata Panchi, D. D.	Metodología para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa láctea “Frilac” mediante la aplicación de las herramientas de la industria 4.0	2022
Dubinsky, F.	La Industria 4.0 Caso Acotec S.A.	2021
Pistelli, D. E.	Implementación de Industria 4.0 en la Industria Argentina de galletas	2021
Muñoz Rodríguez, M.	Plataforma IoT para la provisión de servicios en procesos industriales	2023
Chicaiza, R. P. M., & Tipantasig, D. A. T.	Sistematización teórica de la Industria 4.0 en el área de logística	2023

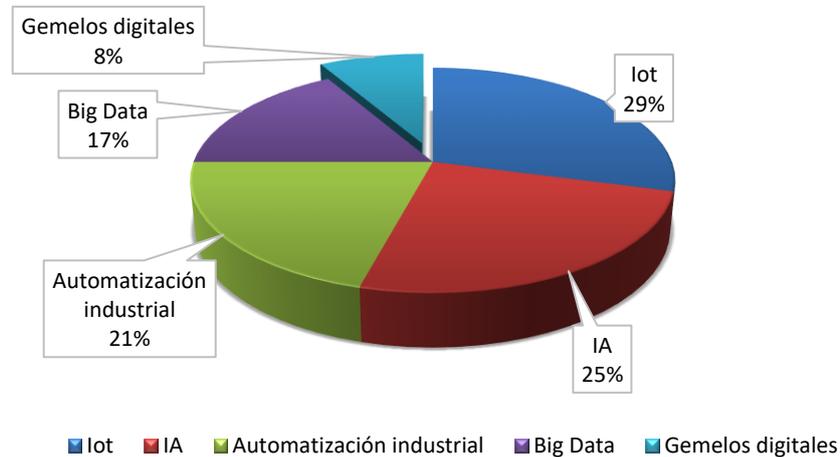
---

*Nota: Elaboración propia.*

### 3.1.2 Clasificación de tecnologías encontradas y análisis para aplicación a la industria atunera

**Figura 3**

*Tecnologías encontradas aplicables a la industria atunera*



*Nota: Elaboración propia.*

La Industria 4.0 ha traído consigo una serie de tecnologías emergentes que están transformando los procesos productivos en diversos sectores. En el caso de la industria atunera, estas tecnologías ofrecen oportunidades significativas para mejorar la eficiencia, trazabilidad, sostenibilidad y calidad de los productos. De acuerdo a la ilustración 3, se presenta un análisis de las tecnologías más relevantes aplicables a este sector, basado en una revisión de literatura reciente.

Una de las tecnologías más destacadas es el Internet de las Cosas (IoT), que permite el monitoreo en tiempo real de variables críticas como temperatura, humedad, salinidad y ubicación de embarcaciones o contenedores de almacenamiento. López et al. (2025) demostraron la aplicación del IoT mediante microcontroladores ESP-32 para el monitoreo de cultivos hidropónicos, lo cual puede adaptarse al monitoreo de condiciones en plantas procesadoras de atún.

La Inteligencia Artificial (IA) también representa una herramienta poderosa para la industria atunera. Esta tecnología puede ser utilizada para la clasificación automática del atún, predicción de demanda, mantenimiento predictivo de

maquinaria y control de calidad. Seijas, Puerta y Montoya (2025) evidenciaron cómo la IA mejora la logística en el sector cárnico, lo cual es extrapolable al procesamiento y distribución del atún.

El análisis de grandes volúmenes de datos, conocido como Big Data, permite tomar decisiones estratégicas sobre producción, distribución y sostenibilidad pesquera. Mateo, Redchuk y Tornillo (2023) destacaron el uso de plataformas IIoT para la gestión de datos operativos, lo cual puede aplicarse al seguimiento de la trazabilidad del atún desde la captura hasta el consumidor.

Los gemelos digitales permiten simular procesos industriales para optimizar la producción, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia energética. Castro y Ramírez (2024) aplicaron esta tecnología en el análisis de variables agrícolas, pero su potencial en la simulación de líneas de procesamiento atunero es evidente.

La automatización de líneas de producción puede mejorar la velocidad y precisión del procesamiento del atún, reduciendo errores humanos y aumentando la seguridad alimentaria. Pistelli (2021) mostró cómo la industria argentina de galletas implementó automatización, un enfoque replicable en la industria atunera.

### 3.1.3 Sectores o áreas de aplicación identificados.

**Tabla 4**

*Áreas de aplicación*

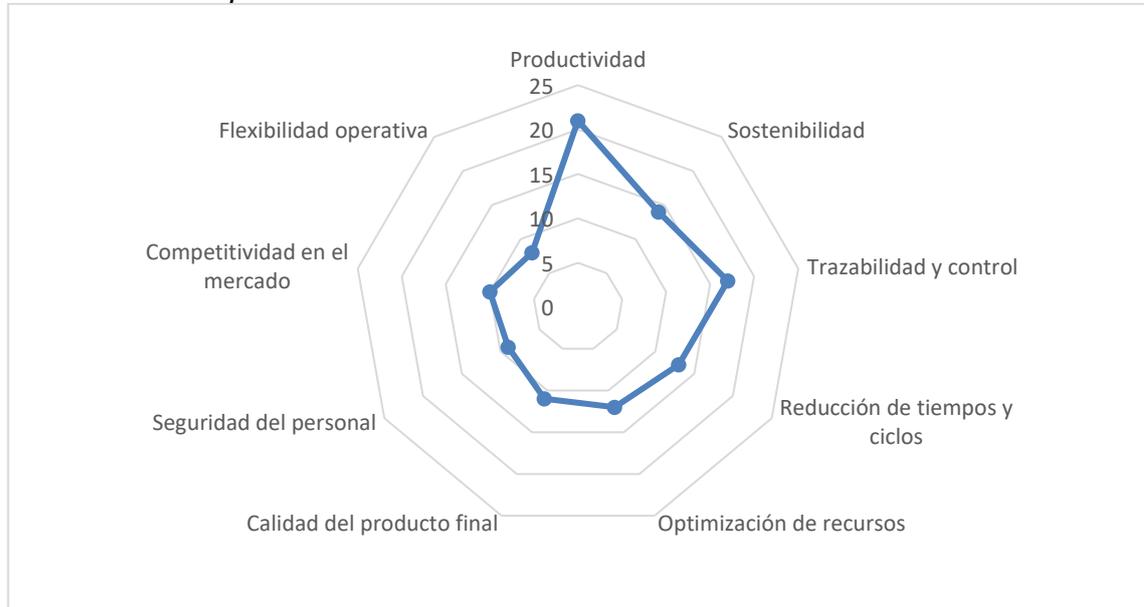
<b>Sector o área de aplicación</b>	<b>Nº de artículos</b>
Industria alimentaria / agroindustria	9
Logística interna / externa	6
Manufactura en general	5
Sector pesquero / pesquero-atunero	2
Agricultura / cultivos hidropónicos	3

*Nota: Elaboración propia.*

### 3.1.4 Variables de impacto asociadas a la automatización

**Figura 4**

*Variables de impacto asociadas de la automatización*



*Nota: Elaboración propia.*

### 3.1.5 Barreras identificadas para la implementación de tecnologías 4.0

Pese a los beneficios observados, los artículos también advierten sobre ciertas barreras comunes en la adopción de tecnologías de automatización, especialmente en contextos de pequeñas y medianas empresas:

**Tabla 5**

*Barreras identificadas en los artículos*

Barrera identificada	Nº de artículos
Costo inicial de inversión	18
Falta de capacitación del personal	15
Resistencia al cambio organizacional	10
Infraestructura limitada o anticuada	9

*Nota: Elaboración propia.*

De acuerdo con la tabla 5 estos obstáculos deben ser considerados en el diseño de cualquier propuesta de implementación para evitar fallas y asegurar una adopción gradual y efectiva.

### 3.1.6 Implementación de Tecnologías 4.0 en Sectores Relacionados: Lecciones para la Industria Atunera

**Tabla 6**

*Tipos de industria y su aplicación de tecnologías 4.0*

<b>Tipo de industria</b>	<b>Tecnologías implementadas</b>	<b>Lecciones aprendidas</b>
Economía circular	Industria 4.0 general	Impulsa sostenibilidad y eficiencia
Mercado laboral	Transformación digital	Requiere adaptación de habilidades
Productiva y social	Industria 4.0	Fomenta desarrollo integral
Agricultura (invernadero)	IoT, IA	Optimiza variables ambientales
Cadena de suministro	Industria 4.0	Mejora trazabilidad y logística
Agricultura (hidropónica)	IoT, microcontroladores	Monitoreo eficiente de cultivos
General industrial	Digitalización, automatización	Transformación social e industrial
Logística interna	Industria 4.0	Optimiza procesos internos
Plantas industriales	Modelado digital, simulación	Soporta decisiones estratégicas
Cárnica	IA, logística inteligente	Optimiza cadena de suministro
Agroalimentario	Tecnología 4.0	Moderniza producción agrícola
Alimentos	IIoT, gestión de datos	Mejora control operativo
Alimentos regionales	Industrias inteligentes	Agrega valor a procesos
Agricultura (hidropónica)	Automatización, tecnologías 4.0	Innovación en cultivos
Maquinaria alimentaria	Transformación digital	Moderniza sector tradicional
Pesquero	Transformación digital	Digitaliza procesos productivos
General industrial	Revisión de métodos 4.0	Guía implementación tecnológica
Planificación y control	Industria 4.0	Optimiza operaciones

Agrícola	Gemelo digital	Simula y mejoras variables
Manufactura	IoT	Facilita transformación digital
Láctea	Herramientas 4.0	Mejora procesos productivos
Industrial (caso Acotec)	Industria 4.0	Caso práctico de adopción
Galletas	Industria 4.0	Automatiza producción
Procesos industriales	IoT	Provisión de servicios eficiente
Logística	Industria 4.0	Sistematiza procesos logísticos

*Nota: Elaboración propia.*

Según la tabla 6, diversas industrias relacionadas con la alimentaria, agrícola, logística y manufacturera han adoptado tecnologías de la Industria 4.0 con resultados significativos. Por ejemplo, en el sector agrícola, el uso de IoT y microcontroladores ha permitido monitorear variables ambientales en cultivos hidropónicos (López et al., 2025), mientras que, en la industria cárnica, la inteligencia artificial ha optimizado la logística y la cadena de suministro (Seijas et al., 2025). Estas experiencias demuestran que la digitalización no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fortalece la trazabilidad y la sostenibilidad, aspectos clave para la industria atunera.

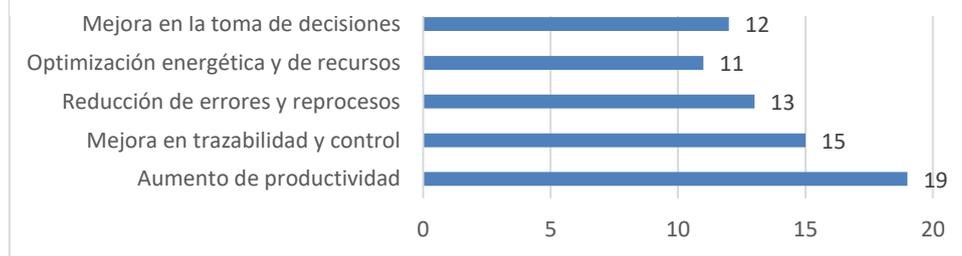
En el ámbito alimentario, la automatización de procesos ha sido clave para aumentar la productividad y reducir errores humanos, como se evidenció en la industria argentina de galletas (Pistelli, 2021). Asimismo, el uso de plataformas IIoT para la gestión de datos en empresas del sector alimentos (Mateo et al., 2023) ha facilitado la toma de decisiones estratégicas. Estas implementaciones sugieren que la industria atunera puede beneficiarse al adoptar soluciones similares, adaptadas a sus particularidades, como la variabilidad del recurso pesquero y la necesidad de cumplir con estándares internacionales de calidad y trazabilidad.

Estas experiencias ofrecen lecciones valiosas: la importancia de una infraestructura tecnológica adecuada, la capacitación del personal, y la integración de sistemas para lograr una transformación digital efectiva. La industria atunera, al observar estos casos, puede diseñar una hoja de ruta tecnológica que no solo modernice sus procesos, sino que también la posicione competitivamente en mercados globales.

### 3.1.7 Beneficios observados de la Industria 4.0

**Figura 5**

*Beneficios observados de la industria 4.0*



*Nota: Elaboración propia*

Como se puede ver en la ilustración 5 el análisis de los 25 artículos revisados revela que la implementación de tecnologías vinculadas a la Industria 4.0 genera beneficios significativos y recurrentes en diversos sectores industriales. Entre los más destacados se encuentran el incremento de la productividad, mencionado en 19 estudios, lo que evidencia la capacidad de la automatización para optimizar tiempos de proceso, reducir cuellos de botella y elevar el volumen de producción con menor esfuerzo humano. Asimismo, la mejora en la trazabilidad y el control se identificó en 15 artículos, resaltando la importancia de los sistemas digitales y sensóricos en la gestión precisa de datos en tiempo real. También se reconocen beneficios como la reducción de errores y reprocesos, la optimización del consumo energético y el fortalecimiento en la toma de decisiones operativas, todo lo cual contribuye a generar sistemas productivos más eficientes, sostenibles y competitivos. Estos hallazgos validan las proyecciones planteadas en la presente tesis respecto a las ventajas que puede obtener una pyme atunera al incorporar soluciones tecnológicas adaptadas a su contexto operativo.

La revisión sistemática de la literatura permitió identificar y analizar los principales aportes teóricos y prácticos relacionados con la automatización y digitalización de procesos industriales bajo el enfoque de la Industria 4.0. Los resultados muestran una tendencia clara hacia la incorporación de tecnologías como IoT, inteligencia artificial, digital twins y sistemas de calidad 4.0 en diversos sectores productivos, los cuales reportan beneficios en productividad, sostenibilidad, trazabilidad y competitividad.

Si bien los estudios analizados se desarrollan en contextos variados, los hallazgos son altamente aplicables al caso de una pyme procesadora de atún como Goodmarcom. La literatura revisada respalda la hipótesis de que, con una adecuada planificación y capacitación del personal, la implementación progresiva de tecnologías digitales puede mejorar significativamente el desempeño operativo y estratégico de la empresa.

Estos resultados sirven como base teórica para sustentar las propuestas que se presentarán en el siguiente capítulo, orientadas a la mejora del proceso productivo de atún mediante soluciones tecnológicas viables y contextualizadas.

## **3.2 Propuesta de Mejora para el Proceso Productivo de Goodmarcom S.A.**

### **3.2.1 Objetivo de la propuesta**

La presente propuesta tiene como objetivo implementar soluciones de automatización y digitalización en procesos clave de la planta atunera Goodmarcom S.A., con el fin de mejorar su productividad y eficiencia en la gestión de recursos. Esta propuesta busca introducir tecnologías accesibles y viables para una pyme ecuatoriana, sin alterar el flujo operativo existente, pero elevando el nivel de control, trazabilidad y estandarización del proceso.

### **3.2.2 Procesos seleccionados para intervención**

Los procesos fueron seleccionados con base en observaciones en planta, entrevistas con personal operativo y revisión de literatura especializada. Se identificaron cuatro puntos críticos donde el trabajo manual genera sobrecarga operativa, errores o falta de trazabilidad, y donde es posible aplicar tecnología para mejorar el rendimiento general del sistema. Estos procesos son:

1. Pesaje de latas para control de cumplimiento del peso por pedido.
2. Pesaje de bandejas de lomos con etiquetado y registro automatizado.
3. Automatización del abierto y cerrado de autoclave, e ingreso de coches desde una sala de control.

4. Etiquetado y encartonado automático en bodega.
5. Conteo de latas y tapas para liquidación de insumos, y así mismo conteo de cajas producidas.

### **3.2.3 Descripción técnica de las mejoras propuestas**

#### **3.2.3.1 Pesaje automático de latas en línea**

Se propone implementar un sistema de pesaje automatizado en línea mediante básculas dinámicas (checkweighers) que verifiquen el peso de cada lata a medida que avanzan por la cinta transportadora. Estas básculas estarán conectadas a un sistema de alarma visual y sonora que indicará cuando una lata no cumple con el peso mínimo o máximo establecido por el cliente o la normativa. Los datos serán registrados en un sistema digital, permitiendo llevar trazabilidad por lote, turno y operario.

#### **3.2.3.2 Pesaje de bandejas de lomos con etiquetado automático**

El segundo punto de mejora consiste en instalar una estación de pesaje electrónico con una impresora de etiquetas integradas. Cada vez que una bandeja con lomos es pesada, el sistema imprimirá una etiqueta con el peso exacto, fecha, hora y código del lote, y automáticamente almacenará esa información en una base de datos interna. Esto permitirá rastrear el rendimiento de materia prima, evitar pérdidas y mejorar la planificación de producción.

#### **3.2.3.3 Automatización de autoclave desde sala de control**

En la etapa de esterilización, actualmente se realiza manualmente el ingreso y cierre del autoclave, lo cual implica riesgos físicos y baja eficiencia. Se propone automatizar este proceso incorporando:

- Sistema neumático de apertura y cierre de puertas
- Motores eléctricos para desplazar los coches automáticamente dentro del autoclave
- Sistema SCADA básico o HMI táctil desde sala de control, para monitorear y ejecutar ciclos desde un solo punto, sin exposición directa al calor ni necesidad de desplazamiento.

#### **3.2.3.4 Etiquetado y encartonado automático**

Finalmente, en la zona de bodega, se propone incorporar una etiquetadora automática rotativa o lineal y un sistema de encartonado asistido por brazos mecánicos o guías. Esto reduciría la carga manual, aumentaría la velocidad de empaque, y garantizaría que todas las latas sean correctamente identificadas y empacadas según estándares comerciales y de exportación.

#### **3.2.3.5 Control térmico automatizado en la dosificación de líquidos de cobertura**

Durante la etapa de llenado de las latas con agua, aceite u otros líquidos de cobertura, actualmente no existe un sistema que controle o registre la temperatura exacta del líquido al momento de la dosificación. Esto representa un riesgo tanto para la calidad del producto como para la eficiencia del posterior tratamiento térmico en autoclave, ya que un líquido demasiado frío puede afectar la esterilización o generar deformaciones en las latas.

Se propone la instalación de sensores térmicos tipo PT100 o termopares digitales en las líneas de conducción del líquido de cobertura, justo antes del punto de dosificación. Estos sensores estarán conectados a un sistema de monitoreo automático que:

- Registre en tiempo real la temperatura del líquido dosificado
- Active o cierre válvulas neumáticas o eléctricas que regulen el flujo según rangos críticos programados
- Almacene los datos en una base de datos interna para trazabilidad por lote
- Active alertas si la temperatura cae por debajo del mínimo requerido (por ejemplo,  $<60\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Además, este sistema puede integrarse con las palancas de distribución existentes, permitiendo que su apertura o cierre se ajuste automáticamente en función de la temperatura, evitando que se llenen latas con líquido fuera de especificación.

### **3.2.3.6 Conteo automático de latas, tapas y cajas producidas**

En el proceso actual, el control del número de latas y tapas utilizadas durante la producción, así como el conteo de cajas generadas y embarcadas en bodega, se realiza de forma manual o semiautomática. Esto genera riesgos de errores en los registros, subregistro de insumos y dificultades para realizar un seguimiento preciso del rendimiento por lote o por turno. Además, complica la liquidación exacta de materia prima y empaques al cierre de cada jornada productiva.

Se propone la instalación de contadores automáticos en puntos estratégicos de la línea de producción: uno al inicio de la línea para registrar el ingreso de latas vacías, otro en el área de tapas, y un sistema de conteo en bodega para las cajas producidas y embarcadas. Estos dispositivos estarán conectados a un sistema digital (PLC o microcontrolador con almacenamiento), que permitirá:

- Registrar automáticamente la cantidad exacta de latas y tapas utilizadas, por lote y turno.
- Contabilizar en tiempo real el número de cajas llenas producidas y las despachadas desde bodega.
- Generar reportes automáticos de liquidación de insumos, facilitando el control de inventario y la trazabilidad.
- Sincronizar datos con el sistema central o Excel, si la empresa aún no cuenta con ERP, para mantener una gestión digital simple pero efectiva.

Esta propuesta refuerza la trazabilidad interna del proceso, reduce el margen de error humano, y aporta una herramienta clave para el control de costos, cumplimiento de pedidos y toma de decisiones operativas. Su instalación es técnicamente simple y puede realizarse con equipos de bajo costo y alta durabilidad.

### **3.2.4 Viabilidad técnica y económica de la propuesta**

La viabilidad de la propuesta planteada se sustenta tanto en criterios técnicos como económicos. Desde el punto de vista técnico, las soluciones

propuestas se basan en tecnologías disponibles en el mercado ecuatoriano o regional, de fácil adaptación y con bajo requerimiento de infraestructura adicional. Además, cada uno de los sistemas propuestos puede ser implementado de forma modular y progresiva, lo cual favorece su incorporación sin necesidad de interrumpir el flujo operativo.

Desde el enfoque económico, si bien las inversiones iniciales pueden representar un reto para una pyme, los beneficios a corto y mediano plazo en términos de reducción de errores, aumento de la productividad, ahorro de tiempo y mejora en la trazabilidad justifican su aplicación. A continuación, se presenta un cuadro comparativo que resume el estado actual de los procesos y los cambios esperados con la implementación de las mejoras.

**Tabla 7**

*Impacto esperado de las mejoras en proceso*

<b>Proceso</b>	<b>Estado actual</b>	<b>Mejora propuesta</b>	<b>Nivel de impacto</b>
Pesaje de latas	Muestreo manual aleatorio	Pesaje automático con sensor en línea	Alto
Pesaje de bandejas de lomos	Manual, sin registro digital	Pesaje con etiquetado automático y registro digital	Alto
Manejo de autoclave	Apertura/cierre manual, traslado físico	Automatización desde sala de control con SCADA	Alto
Etiquetado y encartonado	Manual, lento y con errores	Sistema automático de etiquetado y empaque	Medio
Control térmico en líquidos de cobertura	Medición manual	Sensor térmico con control automático de válvulas	Medio-Alto

Conteo de latas, tapas y cajas	Conteo manual, posible error o subregistro	Instalación de contadores automáticos con conexión al sistema	Medio-Alto
--------------------------------	--	---	------------

*Nota: Elaboración propia.*

**Tabla 8**

*Estimación económica de las propuestas*

<b>Mejora propuesta</b>	<b>Costo estimado (USD)</b>	<b>Tiempo estimado de implementación</b>	<b>Observaciones</b>
Báscula dinámica (checkweigher)	2,000 – 3,000	1 semana	Requiere calibración, integración con línea existente.
Pesaje + etiquetado de bandejas	1,200 – 1,800	1 semana	Software básico + etiquetadora + formación.
Automatización de autoclave (puerta + riel + HMI)	3,500 – 6,000	3 a 4 semanas	Implica adaptación física e integración eléctrica.
Etiquetadora automática + encartonado	2,000 – 4,000	2 semanas	Puede integrarse en línea existente o en módulo aparte.
Sensores térmicos + control de válvulas	800 – 1,200	1 semana	Instalación sencilla con conexión a panel de control.
<b>Contadores automáticos (latas, tapas, cajas)</b>	900 – 1,300	1 semana	Se integran en puntos clave de la línea + enlace con sistema.

<b>Total estimado (rango)</b>	<b>10,400 – 17,300</b>	<b>9 a 11 semanas (total estimado)</b>	Implementación progresiva por impacto y complejidad.
-------------------------------	------------------------	--	--

*Nota: Elaboración propia.*

Aunque la inversión inicial es significativa para una pyme como se puede apreciar en la tabla 8, se espera una recuperación parcial en el primer año gracias a la reducción de pérdidas, mejoras en la eficiencia y disminución de personal en tareas repetitivas. La modularidad del sistema permite una implementación gradual, comenzando por los procesos críticos como el pesaje y el autoclave.

Además, la disponibilidad de componentes nacionales o regionales (como sensores, PLCs, balanzas y etiquetadoras) reduce costos de importación y facilita el mantenimiento local.

### **3.2.5 Impacto esperado de la propuesta**

La implementación de las mejoras tecnológicas propuestas en la planta de procesamiento de atún de Goodmarcom S.A. permitirá alcanzar impactos significativos en diversas áreas estratégicas del negocio. A continuación, se detallan los principales beneficios esperados según cuatro dimensiones clave: productividad, sostenibilidad, competitividad y gestión de recursos.

#### **3.2.5.1 Productividad**

La automatización del pesaje de latas y bandejas, así como la integración de control automático en el autoclave y la línea de empaque, permitirá:

- Aumentar la velocidad de procesamiento y reducir tiempos muertos.
- Eliminar tareas repetitivas que actualmente representan cuellos de botella.

- Minimizar errores humanos y rechazos por peso o etiquetado incorrecto.
- Generar datos continuos para monitorear eficiencia por turno y por lote.

Esto se traduce en una mayor capacidad de producción diaria con el mismo recurso humano, optimizando así la rentabilidad del proceso.

### **3.2.5.2 Sostenibilidad**

La incorporación de sensores térmicos y control automático en la dosificación de líquidos reduce el consumo de energía al asegurar temperaturas óptimas en el llenado, lo que mejora la eficiencia del tratamiento térmico posterior. Además:

- Se disminuye el uso innecesario de recursos (aceite, agua, energía térmica).
- Se mejora la inocuidad y estabilidad del producto, reduciendo desperdicios.
- Se evita la generación de residuos derivados de productos fuera de especificación.

Estos cambios están alineados con una producción más limpia y responsable, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y operativa de la empresa.

### **3.2.5.3 Competitividad**

El uso de herramientas de automatización y digitalización genera un diferencial frente a empresas que mantienen procesos manuales. Se espera:

- Cumplimiento más riguroso con estándares de exportación y normativas sanitarias.
- Mejora en la presentación, trazabilidad y uniformidad del producto final.

- Mayor capacidad de respuesta ante pedidos de grandes volúmenes.

Esto fortalece la imagen de Goodmarcom S.A. en el mercado, abriendo posibilidades de expansión a nuevos segmentos o cadenas comerciales más exigentes.

#### **3.2.5.4 Gestión de recursos**

La digitalización del pesaje, los controles automáticos y el almacenamiento de datos en línea permiten:

- Obtener registros históricos de procesos para tomar decisiones basadas en datos.
- Planificar mejor el uso de materias primas y minimizar pérdidas.
- Reasignar al personal que hoy realiza tareas repetitivas a funciones de mayor valor operativo.
- Mejorar la trazabilidad por lote y facilitar auditorías internas o externas.

Esto representa una mejora significativa en la capacidad de gestionar de forma eficiente el tiempo, el talento humano y los recursos materiales, tres pilares críticos en una pyme.

## 4 Conclusiones

La investigación llevada a cabo permitió construir una comprensión amplia sobre el potencial de aplicación e impacto de las tecnologías de automatización y digitalización, enmarcadas dentro de la Industria 4.0, en una empresa atunera del Ecuador, en este caso Goodmarcom S.A. Mediante el desarrollo de una revisión sistemática de literatura (SLR) y el análisis de documentos internos proporcionados por la empresa, se identificaron posibilidades reales para mejorar los procesos productivos a través de la adopción paulatina de herramientas tecnológicas y sistemas automatizados.

Durante el análisis se definieron cinco áreas clave con alto potencial de mejora: la automatización del pesaje de insumos, la emisión y almacenamiento automático de etiquetas, la digitalización del sistema de operación del autoclave junto con su transporte interno, el control térmico automatizado en líquidos de dosificación, y el registro digital del uso de insumos y productos terminados. Estas acciones no solo optimizarían la eficiencia operativa, sino que también reforzarían la trazabilidad, mejorarían la administración de recursos y disminuirían la intervención humana en procesos críticos.

Los resultados obtenidos mediante la revisión bibliográfica confirmaron que tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), sensores inteligentes, sistemas de ejecución de manufactura (MES) y plataformas de control digital ya han sido implementadas con éxito en sectores industriales afines, generando beneficios en términos de sostenibilidad, control operativo y competitividad. De igual forma, el análisis documental interno evidenció que aún existen procesos dependientes de registros manuales, lo cual representa una limitación para el monitoreo en tiempo real y la confiabilidad de los datos.

En conclusión, las propuestas presentadas se ajustan a las demandas actuales de la empresa y se respaldan en referencias teóricas y experiencias prácticas pertinentes. Su implementación gradual podría fortalecer significativamente el desempeño operativo de Goodmarcom S.A., además de mejorar su posición dentro del mercado global.

#### 4.1 Recomendaciones

- Implementar un plan piloto de automatización en una de las áreas propuestas, como el sistema de pesaje automatizado con etiquetas digitales. Esto permitirá validar los beneficios técnicos y operativos sin generar un cambio disruptivo en la totalidad del proceso.
- Priorizar inversiones en sensores y sistemas de registro automático, especialmente aquellos vinculados a la trazabilidad de insumos (latas, tapas, líquidos) y control térmico en autoclaves. Esta tecnología es crítica para garantizar la inocuidad y calidad del producto.
- Adoptar una plataforma digital de integración de datos, como un sistema MES o una solución ERP modular que permita centralizar y analizar la información de producción, bodega y control de calidad en tiempo real.
- Capacitar al personal en el uso de tecnologías digitales y automatizadas, priorizando a los operadores de autoclave, pesaje y bodega, con el fin de asegurar una transición efectiva, reducir la resistencia al cambio y maximizar el aprovechamiento de las tecnologías.
- Establecer una hoja de ruta para la transformación digital, con etapas definidas, metas mensurables y revisiones periódicas. Esto facilitará la planificación estratégica de los recursos, la evaluación del impacto y la toma de decisiones informadas a lo largo del proceso.
- Continuar con la revisión y análisis documental interno, a fin de identificar nuevas oportunidades de mejora y fortalecer la toma de decisiones basada en datos reales y actuales de la operación.

## Bibliografía

Asamblea Nacional. (2005). *Código de Trabajo*.

Basco, A., & Lavena, C. (2021). *América Latina en movimiento*. BID.

Bashkar, S. (5 de 08 de 2024). *Nimble Work*. Obtenido de Digital Transformation – How it is Changing the way Organizations Work?: <https://www.nimblework.com/blog/digital-transformation/>

Camacho, S., Molina-Salazar, J., & Rico-Pérez, L. (2021). *Manufacturing Execution System State-Of-The-Art: Its Evolution and Dynamism Focused on Industry 4.0*.

Casalet, M. (2020). *El futuro incierto de la digitalización en México: ¿Podremos despegar?* Scielo.

CEIPA. (2024). *Revista Industria Procesadora de Atún*. Revista Industria Procesadora de Atún.

Chacón-Ramírez, E. (2019). *Industria 4.0 en América Latina: Una ruta para su implantación*. Santander: Revista Ingenio.

Chang, V., & Martin, C. (2021). *An industrial IoT sensor system for high-temperature measurement*. Elsevier.

Constitución de la república del Ecuador. (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008*.

Derby, S. (2004). *Design of Automatic Machinery (Mechanical Engineering)*.

Duran, J. (2022). *Industria 4.0, clave para el desarrollo de América Latina*. DIARIOTI.

Fernandez-Carames, T., Blanco-Novoa, O., Froiz-Miguez, I., & Fraga-Lamas, P. (2024). *Towards an autonomous industry 4.0 warehouse: A UAV and blockchain-based system for inventory and traceability applications in big data-driven supply chain management*. Arvix.

Flores-Sanchez, G., & Vigir, H. (2020). *El impacto del modelo educativo dual en la formación profesional del estudiante*. Revista Colombiana de Educación.

Foro Económico Mundial. (05 de 2022). *¿Qué es la "Industria 4.0" y qué significará para los países en desarrollo?* Obtenido de <https://es.weforum.org/agenda/2022/05/que-es-la-industria-4-0-y-que-significara-para-los-paises-en-desarrollo/>

Forradellas, R. (2024). *Impacto de la digitalización en los nuevos modelos de negocio*.

Galiana, J. (18 de 04 de 2022). *Big Data en Industria 4.0, cómo funciona y por qué es el futuro*. Obtenido de Toyota Material Handling: <https://blog.toyota-forklifts.es/big-data-futuro-industria-4.0>

Gálvez, L., Salgado, J., Méndez, V., Garzón, J., & Astudillo, A. (2021). *Industria 4.0 – Gestión del conocimiento*. Cali: Universidad Icesi.

González, A., & Quiñonero, D. (2024). *Estudio sobre la Implementación de la Industria 4.0 en las empresas murcianas en 2020*.

ISO 14001. (2015). *Sistemas de Gestión Ambiental – Requisitos con orientación para su uso*.

ISO 27001. (2022). *Seguridad de la información, ciberseguridad y protección de la privacidad — Controles de seguridad de la información*.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R., Rab, S., & Suman, R. (2021). *Significance of sensors for industry 4.0: Roles, capabilities, and applications*. Chinese roots global impact.

Llanes-Font, M., & Lorenzo-Llanes, E. (2021). *La cuarta revolución industrial y una nueva aliada: calidad 4.0*. Holguin: Redalyc.

Llopis, R., Romero, J., & Ariño, C. (2010). *Automatización industrial*. Universitat Jaume I.

López, G., & Velasteguí, L. (2021). *Automatización de procesos industriales mediante Industria 4.0*. Quito: Alpha.

Ludeña , M. (2023). *Principales desafíos que enfrenta América Latina bajo la Industria 4.0. Los proyectos de ciencia, tecnología e innovación ¿una alternativa viable?* Universidad de la Habana.

Mintel. (2022). *ACUERDO Nro. MINTEL-MINTEL-2022-0022.*

Montero, E. (2020). *Industria 4.0 conceptos, tecnologías habilitadoras y retos.* Berlin: Ediciones Pirámide.

Moreno, E. (2001). *Automatización de procesos industriales.* Valencia: Alfaomega.

OECD. (13 de 10 de 2023). *Measuring the Internet of Things.* Obtenido de [https://www.oecd.org/en/publications/measuring-the-internet-of-things\\_021333b7-en/full-report/component-8.html#chapter-d1e12278-509abcdb0c](https://www.oecd.org/en/publications/measuring-the-internet-of-things_021333b7-en/full-report/component-8.html#chapter-d1e12278-509abcdb0c)

OIT. (2020). *El futuro del trabajo. En el mundo de la industria 4.0.* Obtenido de [https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos\\_aires/documents/publication/wcms\\_749337.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_749337.pdf)

Popkova, E., Ragulina, Y., & Bogoviz, A. (2019). *Industry 4.0: Industrial Revolution of the 21st Century.* Warsaw.

Ramachandran, R. (16 de 12 de 2022). *The Future of Skills Preparing for Industry 4 0 and Beyond.* Obtenido de Isaca: <https://www.isaca.org/resources/news-and-trends/isaca-now-blog/2022/the-future-of-skills-preparing-for-industry-4-0-and-beyond>

Rauch, E., Linder , C., & Dallasega, P. (2020). *Anthropocentric perspective of production before and within Industry 4.0.* ScienceDirect.

Rey Sanchez, S., Garivay Torres, F. d., Jacha, J., & Malpartida, J. (2022). *Industria 4.0 y gestión de calidad empresarial.* Zulia: Revista Venezolana De Gerencia.

Rozo-García, F. (2020). *Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0.* Obtenido de Redalyc: <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>

SCImago. (2021). *NoScimago Journal & Country Rank*. Obtenido de SCImago: <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2020>

Unhelkar, B., Dinesh Joshi, S., Sharma, M., Prakash, S., Krishna Mani, A., & Prasad, M. (2022). *Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the industry 4.0—A systematic literature review*. Elsevier.

World Economic Forum. (20 de 05 de 2022). *Cómo la digitalización de las industrias puede empoderar a la humanidad*. Obtenido de <https://es.weforum.org/agenda/2022/05/como-la-digitalizacion-de-las-industrias-puede-empoderar-a-la-humanidad/>

WORLD ECONOMIC FORUM, & Kearney, A. (2018). *Readiness for the Future of production report 2018*.

Zamorano, D. (2021). *Análisis de la industria 4.0 en Latinoamérica y países desarrollados*. Santiago de Cali.

## Anexos

### Presupuesto

**Tabla 9**

*Presupuesto de la investigación*

Presupuesto de la investigación	
Concepto	Valor
Transporte	\$300
Tiempo consulta internet	\$200
Tiempo investigación	\$300
Impresiones y papelería	\$100
Refrigerios	\$100
Llamadas telefónicas de coordinación	\$75
<b>TOTAL</b>	<b>\$1075.00</b>

### Cronograma

**Figura 6**  
*Cronograma*

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Definición del tema de investigación	X							
Búsqueda y selección de fuentes bibliográficas	X	X						
Revisión del marco teórico preliminar			X					
Estructuración del anteproyecto			X	X				
Revisión y análisis profundo de la bibliografía seleccionada				X	X			
Organización de la información				X	X			
Redacción del informe técnico preliminar								
Revisión y retroalimentación								
Corrección y refinamiento del documento final								
Elaboración de conclusiones y recomendaciones								
Diseño de la presentación								
Entrega y defensa del proyecto								

## Documentación de formatos manuales

### Figura 7

Formatos utilizados para contar insumos y cajas de producción

<b>GOOD MARCOM</b> <sub>S.A.</sub>		DEPARTAMENTO DE PRODUCCION			
		CONTROL PRODUCCION			
FECHA DE PROCESO:					
RESPONSABLE:			H.I.		
TURNO:			H.F.		
<b>ATUN</b>					
ENVASE INICIO			ENVASE FINAL		
DAÑOS MEZZANINE			TAPA INICIO		
DAÑOS MAQ 1			TAPA INGRESO		
REEMPAQUE MAQ1			TAPA FINAL		
LATAS DC			CONSUMO DE TAPAS		
CALDO VEGETAL	S. Inicial =	Consumo =	Saldo =		
ACEITE	S. Inicial =	Consumo =	Saldo =		
<b>RESUMEN</b>					
LATAS PRODUCIDA					
LATAS PRODUCIDA					
					GM-MAN-GP-3-P1-F4
ELABORADO POR			REVISADO POR		

Nota: Documento interno

### Figura 8

Formatos utilizados para contar envases y tapas consumidos

		DEPARTAMENTO DE PRODUCCION					
		CONTROL DE ENVASES Y TAPAS					
FECHA PROCESO:		RESPONSABLE:					
<b>CONTROL DE ENVASES ATÚN 108</b>							
N ° DE PALLET	PROVEEDOR	LOTE	CONSUMO	HORA INICIO	HORA FINAL	LINEA	CLIENTE
RESUMEN CONSUMO DE INSUMOS		INICIO	TRASLADO	CONSUMO	SALDO	DAÑOS	OBSERVACIONES
<b>ENVASE 108</b>							
<b>TAPA 307</b>							

Nota: Documento interno

## Documentación de trabajos manuales

### Figura 9

*Trabajos manuales en pesaje de latas*



**Figura 10**  
*Trabajos manuales en área de autoclave*



**Figura 11**  
*Trabajos manuales en área de bodega de encartonado y etiquetado*

