

Propuesta de mejora en el proceso de tapado de cajas basada en el enfoque de la industria 4.0  
para el centro de distribución de la empresa Yanbal en Tenjo (Cundinamarca).

Anteproyecto de investigación

Sergio Felipe Barrera Hernández

Henry David Medina Chaves

Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecatrónica

Facatativá, Cundinamarca

Noviembre de 2023

Propuesta de mejora en el proceso de tapado de cajas basada en el enfoque de la industria 4.0  
para el centro de distribución de la empresa Yanbal en Tenjo (Cundinamarca).

Sergio Felipe Barrera Hernández

Henry David Medina Chaves

Director de documento monografía

Ing. Luis Alexander Ramírez Riaño

Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecatrónica

Facatativá, Cundinamarca

Noviembre de 2023

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>13</b>
<b>4. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2. MARCO HISTÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>4.3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3.1. Automatización industrial.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3.5. Sensores.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3.6. Actuadores .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.7. PLC (Controlador Lógico Programable).....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.8. Interfaces .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.9. Supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.10. CODESYS.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>30</b>
<b>4.4.1. PICKING .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4.2. A-FRAME.....</b>	<b>30</b>
<b>4.4.3. FILING POINT.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.4. INDUSTRIA 4.0 .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5. MARCO LEGAL .....</b>	<b>32</b>
<b>5. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>35</b>
<b>6. FASES DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>37</b>
<b>6.1. ANÁLISIS SISTEMA ACTUAL .....</b>	<b>37</b>
<b>6.2. SISTEMA PROPUESTO .....</b>	<b>40</b>
<b>7. RECURSOS DISPONIBLES.....</b>	<b>47</b>
<b>8. CRONOGRAMA .....</b>	<b>48</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>49</b>

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Mal estado en el encelofanado y abolladuras en el empaque.....	8
Figura 2. Compresor de tornillo lubricado Kaeser.....	21
Figura 3. Unidad de mantenimiento con filtro lubricado.....	22
Figura 4. Sensor fotoeléctrico con autoreflex.....	23
Figura 5. Rodillo motor para banda transportadora.....	25
Figura 6. Actuador de doble efecto marca FESTO.....	26
Figura 7. Sistema de banda transportadora de rodillos.....	26
Figura 8. Controlador Lógico Programable FESTO.....	27
Figura 9. Interfaz del software de CODESYS.....	29
Figura 10. Parámetros de calidad de aire según norma ISO 8573-1.....	33
Figura 11. Procesos del Centro de Distribución de Yanbal Tenjo.....	37
Figura 12. Armadora de cajas.....	37
Figura 13. Impresora etiquetadora marca Zebra.....	38
Figura 14. Sistema de indicadores lumínicos del PBL.....	39
Figura 15. Diagrama de las fases de la propuesta.....	40
Figura 16. Diseño sistema propuesto.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de selección sensores.....	41
Tabla 2. Matriz de selección PLC.....	42
Tabla 3. Matriz de selección actuador.....	43
Tabla 4. Datos actuales de sobrellenado.....	45
Tabla 5. Datos estimados de sobrellenado.....	46

## 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“Yanbal es una compañía multinacional peruana que fabrica y vende sus productos de belleza y cosméticos por medio del modelo de negocio de la venta directa. La empresa fue establecida en Lima, Perú, en 1965.” (VIVAELNETWORKING, 2023). Hoy en día una de sus principales sedes se encuentra en Colombia que cuenta con tres (3) plantas principales (Joyería, Cosméticos y Fragancias) y un (1) centro de distribución.

Yanbal ha crecido a lo largo de los años y ha diversificado su oferta de productos para incluir no solo productos de belleza, sino también joyería y accesorios de moda. La empresa se ha expandido a varios mercados internacionales y ha desarrollado una sólida presencia en la industria de la venta directa. Los productos de Yanbal incluyen una amplia gama de artículos de belleza, como maquillaje, fragancias, cuidado de la piel y cuidado del cabello.

El proceso de fabricación de productos inicia en las plantas de Cosméticos, Joyería y Fragancias; cabe aclarar que los procesos que se pueden encontrar en cada planta presentan un nivel de automatización a la par con actividades manuales de operarios adecuadamente capacitados para la labor que se desea realizar, después de esto los productos ya empacados son enviados al centro de distribución donde se clasifican, empacan y distribuyen a lo largo del país; dichas plantas se encuentran ubicadas en puntos estratégicos a lo largo del departamento de Cundinamarca: Plantas de Cosméticos y Joyería se localizan en el municipio de Facatativá y Planta de Fragancias junto con el centro Distribución en el municipio de Tenjo.

En cualquier centro de distribución, la etapa de preparación de pedidos es una de las más importantes. En esta se garantiza que el producto sea el correcto y que su preparación y embalaje sean los adecuados para llegar en perfectas condiciones a su destino final. Por lo

tanto, si la etapa de preparación de pedidos no es eficiente, la productividad de la empresa y la experiencia del cliente pueden verse afectadas. (DistatchTrack, 2021).

El centro de distribución Yanbal Colombia cuenta con la instalación logística clave en la cadena de suministro de la empresa, diseñada para almacenar la mercancía, donde llegan directamente los productos hechos y fabricados en las plantas de Fragancias, Cosméticos y Joyería; en dicho centro se encuentra el proceso de Picking (Preparación de pedidos), el cual se compone de 8 áreas: armado de cajas, etiquetado, impresión, A-Frame y Filling Point, PBL, revisado, tapado y despacho.

Es en el área de tapado donde se vienen presentando dificultades que afectan la operación completa del proceso. Aquí se tienen dos (2) máquinas tapadoras de cajas que usan un adhesivo caliente suministrado en los bordes de la tapa para un correcto sellado.

Al momento de introducir los productos (lociones, cremas, labiales, joyas, entre otros), algunos de estos poseen empaques o presentaciones de gran tamaño (entre los 15 a 19 cm de altura) como es el caso de fragancias o cosméticos que generan un sobrellenado en la caja del pedido, esto ocasiona que al pasar por la máquina que se encarga de tapar la caja para su distribución se afecte la calidad del producto (ralladuras y deformaciones en los empaques).

La máquina tapadora es capaz de sellar 1000 cajas por hora de las cuales 35 son las que presentan defectos en el tapado de la caja por un sobrellenado, esto quiere decir que, en un turno de día con 2 turnos, cada uno de 8 horas se dañan 560 cajas (Yanbal C. , 2023), por esto es necesario que se realice el ajuste por parte de un operario para adaptarse al tamaño de la caja ya sea pequeña (13.5 cm de altura), mediana (25 cm de altura) o grande (30 cm de altura). Si los ajustes no son precisos, pueden surgir problemas como cajas mal selladas o daños en estas. Dichas máquinas deben sellar las cajas de forma segura y uniforme, por lo que en algunas ocasiones se pueden presentar problemas en el sellado debido a cajas que poseen una altura superior a la establecida

para su tamaño, esto puede llegar a ser ocasionado específicamente por productos ubicados de forma errónea en el proceso de empaclado o por un sobre exceso de estos mismos, lo que puede provocar daños tanto en los productos, la caja e incluso la misma máquina tapadora.

“El hecho de circular y manipular materiales conlleva la posibilidad de ocurrencia de diversos tipos de accidentes, principalmente caídas, golpes, atropellos y choques.” (Área de Seguridad e Higiene del IRSST, 2013); en el caso de Yanbal en este proceso se presentan pérdidas o daños en los productos, ya sea ocasionados por el mismo personal (caídas o mal distribución de los productos) o por inconvenientes presentados por la maquinaria situada en el proceso, aquí hay casos donde la misma máquina tapadora raya, deforma o incluso aplasta la mercancía por un sobrellenado de la caja referente al pedido.

*Figura 1. Mal estado en el encerofanado y abolladuras en el empaque.*



*Fuente: Autores*

Durante el transporte interno en el centro de distribución o durante el envío hacia el cliente, los productos pueden estar expuestos a choques y colisiones con otros productos, equipos o estructuras, lo que puede causar daños como ralladuras, abolladuras en los empaques o en el peor de los casos fracturas en la estructura del producto. Algunos de estos errores humanos son muy costosos para las empresas. En este caso, Yanbal tiene una pérdida de un aproximado de 1'350.000

pesos colombianos al día, esto depende de que tanto producto se dañe. (Yanbal F. , 2023) “Existen diversas soluciones tecnológicas de gestión de almacenes que ayudan a reducir o incluso eliminar estos errores.” (Practics Business Solutions, 2021), por esta misma razón es que Yanbal prioriza la seguridad del transporte de sus productos, debido a que esto puede ser costoso y afectar la calidad del servicio al cliente. Con todo esto surge la siguiente pregunta problema *¿Cómo la automatización industrial junto con los conceptos de la industria 4.0 pueden mejorar el proceso de tapado de cajas en Yanbal Colombia y así reducir los daños generados a la mercancía?*

## 2. JUSTIFICACIÓN

La automatización industrial se presenta como una solución integral a esta problemática. Al implementar sistemas automatizados en el proceso de preparación de pedidos, Yanbal Colombia puede mejorar significativamente la eficiencia y la precisión de las operaciones. Los sistemas de automatización pueden realizar tareas repetitivas y delicadas con precisión milimétrica, asegurando el sellado adecuado de las cajas sin importar las variaciones en los tamaños de los productos.

La automatización y el uso de la robótica en las líneas de embalaje han estado en constante evolución en los últimos años, esto es debido a la necesidad de los productores en facilitar las actividades de empaque y a su vez asegurar la calidad de sus productos, para esto se buscan implementar sistemas que al ser programados permiten manejar diversas tareas al mismo tiempo, incluido el proceso de tapado de cajas el cual es el caso de estudio. Los sistemas robóticos de igual forma han mejorado la precisión y la velocidad del proceso de tapado a través de maquinaria con la capacidad de facilitar actividades que los operarios considerarían peligrosas o complejas para su ejecución.

Los robots industriales son los que podemos encontrar en muchas fábricas de automoción y de manufactura. Son el tipo de máquinas que estamos acostumbrados a ver en la industria pesada, trabajando en ambientes difíciles, con rapidez y precisión, facilitando tareas a los humanos. (Vives, 2021)

Este tipo de automatización es posible gracias a la implementación de sistemas de visión y sensores avanzados que le permiten al usuario una inspección más precisa del estado de las cajas antes y después del tapado. Estos sistemas pueden detectar defectos en las cajas y garantizar un cierre adecuado sin comprometer los productos en su interior. La combinación junto con una

programación permite establecer un sistema automático capaz de detectar y detener un proceso en el caso de ser necesario para evitar inconvenientes con los productos.

En cuanto al ámbito logístico, la industria 4.0 se caracteriza por la introducción de sistemas automáticos de transporte y almacenamiento en centros de distribución. Esta implementación tiene como meta principal mejorar los procesos, asegurar la seguridad de las operaciones y optimizar tanto las actividades logísticas dentro como fuera del almacén.

“Es importante que las compañías cuenten con una herramienta de automatización para soportar el crecimiento, para no correr el riesgo de disminuir su rentabilidad abruptamente, experimentar pérdidas en productos o sufrir retrasos en tiempos de respuesta.” (GIEICOM, 2018)

Los beneficios que ofrece la automatización industrial junto con la industria 4.0 para empresas como lo es Yanbal son los siguientes:

- **Aumento de la Eficiencia Operativa:** Los sistemas automatizados pueden trabajar las 24 horas del día, los 7 días de la semana, sin fatiga ni errores humanos, lo que aumenta la productividad y reduce los tiempos de preparación de los pedidos.
- **Reducción de Costos:** Al eliminar errores humanos y reducir las pérdidas por productos dañados, Yanbal puede ahorrar significativamente en costos operativos y reclamos de clientes.
- **Mejora en la Experiencia del Cliente:** Los pedidos llegarán a los clientes en perfectas condiciones, mejorando la satisfacción del cliente y fortaleciendo la reputación de la empresa.
- **Mejora en la Calidad del Producto:** La automatización garantiza que los productos se manipulen con cuidado y precisión durante el proceso de empaque y tapado de los pedidos, lo que reduce el riesgo de que se produzcan daños en estos.

Por esto se proyecta una propuesta de mejora en el proceso de tapado de cajas basada en el enfoque de la industria 4.0 para el centro de distribución de la empresa Yanbal en Tenjo (Cundinamarca), que se encargue de detectar las cajas en el proceso de tapado que superen su límite de altura por cuestiones de sobrellenado deteniendo el sistema para que el operario corrija dicho error. Esto ayudará a evitar el desperdicio de material, optimizará el proceso y reducirá los costos de producción, asegurando que los productos se entreguen en óptimas condiciones sin marcas, arrugas y deformaciones.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar una propuesta para la mejora del proceso de tapado de cajas en el centro de distribución de Yanbal Colombia mediante la implementación de tecnologías de automatización industrial y conceptos de la industria 4.0.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar los diferentes procesos que se llevan a cabo en el centro de distribución de Yanbal Colombia que están relacionados con el tapado de las cajas.
- Identificar las etapas correspondientes al centro de distribución y como pueden afectar el tapado de las cajas de pedidos.
- Reconocer elementos de la industria 4.0 para ser aplicados en la mejora del tapado de cajas.

## **4. MARCO REFERENCIAL**

### **4.1. ESTADO DEL ARTE**

“En el mercado existen soluciones automáticas para centros de distribución con diferentes niveles de complejidad, pudiendo llegarse incluso a la robotización total del sistema, por lo que la intervención de los empleados se limita a la supervisión y control.” (Aerts, 2022)

En el centro de distribución de la empresa “Natura” el proceso de Picking comienza con la recepción de los pedidos de los clientes a través de la plataforma en línea de Natura, aplicaciones móviles o por otros canales de venta. Los pedidos son registrados en el sistema de gestión de la empresa y paso seguido son clasificados y guardados en un almacén o centro de distribución. Antes de comenzar el proceso de Picking, es esencial organizar dicha zona de manera eficiente, esto implica asegurarse de que los productos estén ubicados de manera ordenada y que exista un sistema de almacenamiento lógico, como estanterías o estantes, que permita acceder fácilmente a los productos requeridos.

El área de Picking by light es el sistema innovador de la planta y consiste en una operación manual, donde el operador recibe la indicación de qué productos y cuántos de ellos se tienen que insertar en la caja del pedido, a través de un sistema de luces. (Rivera, 2019).

Mediante el sistema de gestión de inventario Wamas, 14 robots se encargan de mantener el suministro de productos en los puestos durante todo el día. Estos robots tienen la capacidad de detectar los productos faltantes e insertan las cajas con dichos productos y las colocan en los puestos correspondientes, esto a través de la combinación de procesos manuales por parte de los operarios y sistemas automáticos basados en sensores basados en el internet de las cosas. De no contar con este sistema automatizado, cada operador tendría que gestionar su propio inventario y

buscar los productos cada vez que se agotan en las líneas de suministro, lo que causaría la interrupción del proceso de llenado de las cajas.

Además de este sistema, el centro de distribución de Natura también cuenta con otros sistemas automatizados, como los encargados del armado y sellado de las cajas, así como dispositivos para despachar el catálogo de productos.

Otros referentes de este tipo de sistemas se encuentran en empresas a nivel internacional como: Amazon, Walmart y Alibaba donde son utilizados para automatizar sus procesos de almacenamiento, embalaje y envío de sus productos, aunque no es el mismo sistema propuesto, cumple con la funcionalidad de clasificar la mercancía dependiendo de su tamaño y peso a través de una programación, sensórica y actuadores.

En el caso de Amazon se implementan maquinarias y software para optimizar la efectividad de los centros logísticos, para esto se hace uso del internet de las cosas de mano con la automatización industrial a través del control de sus centros de almacenamiento y distribución desde la nube. “Amazon Robotics diseñó el Sistema de Detección de Intenciones, un sistema de visión artificial basado en el aprendizaje profundo que se forma con millones de videos de ejemplos de acciones de almacenamiento.” (Amazon, 2022), dicho sistema hace parte del machine learning donde a través de la inteligencia artificial se entrenan los robots transportadores para el correcto clasificado y almacenamiento de la mercancía.

En Walmart su centro logístico cuenta con automatización industrial basada en inteligencia artificial que combina el hardware y software con la robótica para mejorar y garantizar la calidad de los productos a la hora de su sellado y transporte. “La compañía estadounidense prepara cuatro nuevos centros de distribución en los próximos tres años que incluyen una combinación de personas, robótica y machine learning que sentarán un hito en la historia del retail moderno.” (De

Marzo, 2022), esto se hace por medio de sistemas como lo es el Picking y el clasificado de las cajas de pedidos por su peso y tamaño a través de conjuntos de robots y transelevadores.

En cuanto a las máquinas tapadoras estas son usadas en todo tipo de industrias y junto con esto se presentan de diferentes formas, un claro ejemplo de esto es Bavaria que en su proceso de pasteurización se presenta una envasadora y tapadora de botellas que le permite conservar una temperatura entre los 160 y 180 °F en sus productos antes de ser enfriados, esto le permite reducir de forma drástica cualquier producción de bacterias.

La automatización en procesos industriales se pueden encontrar un sinfín de proyectos de mejora que favorecen un proceso en específico, esto haciendo uso de sensores y actuadores neumáticos a través de un PLC, un ejemplo de esto es un proyecto realizado en Santiago De Querétaro que busca la automatización de un proceso de remachado “Control de la máquina de remachado mediante la programación mediante sus sistemas automático y reset para el funcionamiento correcto de la maquina verificando posibles errores mediante los estados que define la Gemma.” (Cruz Reyes, 2017)

Otro claro ejemplo de esto es un proyecto realizado con el fin de automatizar el sistema de embalaje en una empresa planificadora donde se realizan varias propuestas para la mejora de la calidad en este aspecto haciendo uso de la robótica y la neumática para reducir los problemas planteados en el retardo de la distribución de los productos.

La implementación de sistemas basados en la automatización industrial, permiten la reducción de los tiempos de operación en el área de distribución y de esta manera, es posible responder oportunamente a los diferentes clientes. Adicionalmente, se espera una disminución de los costos asociados a las novedades de calidad en el área de embalaje respecto a faltantes o sobrantes por canasta embalada. (ROMERO ESCOVAR, 2009)

## 4.2. MARCO HISTÓRICO

La automatización industrial se ha encontrado presente en la vida del ser humano desde el siglo XVIII donde los aspectos más relevantes son:

- 1784 (Telar de Jacquard): Fue inventado el primer telar mecánico, el cual usaba tarjetas perforadas para así controlar el patrón de tejido según lo que quería el usuario, dicho invento fue una innovación considerada uno de los primeros usos de la automatización industrial, su creación se atribuye a Joseph Marie Jacquard.
- 1930 (Control Numérico): Se desarrollan las primeras máquinas herramienta de control numérico, que permiten la automatización de procesos de fabricación mediante la programación de instrucciones codificadas.
- 1940 - 1950 (Automatización Electromecánica): Se introducen sistemas electromecánicos para el control de procesos industriales, utilizando relés y componentes electrónicos para la automatización de tareas.
- 1960 (Control por Computadora): La automatización industrial comienza a utilizar computadoras para el control y supervisión de procesos. Se desarrollan sistemas de control distribuido para fábricas y plantas industriales.
- 1970 (Robótica Industrial): Se empiezan a diseñar robots programables con la capacidad de realizar actividades de forma repetitiva para facilitar labores en el ámbito industrial.
- 1980 (Auge del PLC): “En la década de 1980, la tecnología PLC había hecho grandes avances. En este punto, el software basado en PC podía manejar los requisitos de programación, la velocidad de procesamiento aumentó considerablemente y ahora había nuevas funciones disponibles.” (UpKeep, s.f.)

- 2000 (Industria 4.0): En este punto se introduce a la industria el concepto de industria 4.0, el cual consiste en la integración de tecnologías como el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), la Big Data y el uso de la nube para automatizar los procesos industriales. Este año fue ayudó en “el crecimiento de la industria agrícola debido a que disminuyó el tiempo de producción, todo se volvió más sencillo, se sustituyó el trabajo manual y el uso de animales por máquinas de producción.” (Mejía Cruz).
- 2010 – 2023 (Automatización Avanzada): La automatización industrial continúa evolucionando con el desarrollo de tecnologías como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y la robótica colaborativa, permitiendo una mayor flexibilidad y adaptabilidad en los procesos de fabricación.

La Industria 4.0 fue acuñado durante la Feria de Hannover de 2011 para describir la organización de los procesos de producción basados en dispositivos que se comunican entre sí de forma autónoma, induciendo una mutación de la fábrica común a la anhelada fábrica inteligente. (Niño-Ruiz, Allain, Montoya, & Mejía Arango, 2020).

El adjetivo “4.0” hace referencia a su aplicabilidad en campos como las comunicaciones, la construcción, la agricultura, medicina entre otros. Donde se basa en la implementación de tecnologías digitales que ayudan a la mejora de la productividad y calidad de los procesos donde se implemente. Este concepto se caracteriza por la digitalización del sector manufacturero, que surge debido a la necesidad de gestionar grandes cantidades de datos, mejorar los sistemas informáticos y garantizar una conectividad excepcional. Al considerar estos elementos, se puede observar cómo esta nueva era industrial permite que las empresas y entidades gubernamentales evolucionen y se vuelvan más competitivas. Participar en esta

revolución implica eliminar las fronteras entre lo físico, lo biológico y lo digital, lo que conduce a una transformación significativa en la forma en que se hacen negocios y se gestionan los procesos industriales.

### **4.3. MARCO TEÓRICO**

#### **4.3.1. Automatización industrial**

Se basa en la implementación de diferentes tecnologías para el monitoreo y control de sistemas repetitivos normalmente en el aspecto industrial, para esto se hace uso de sensores, actuadores, sistemas neumáticos y eléctricos combinándolos con una programación para su autonomía sin la constante intervención de las personas. “El objetivo principal de la automatización de los procesos industriales es fabricar el mayor número de productos en el menor tiempo posible, reduciendo costos y garantizando calidad.” (Adaptive, 2019)

#### **4.3.2. Sistema neumático**

“La neumática es un término que responde al estudio y la aplicación del gas o aire como medio transportador de la energía neumática, la cual es utilizada para facilitar el movimiento mecánico en el sector industrial.” (Pardo García, 2022) En la actualidad el uso de sistemas neumáticos se ha visto en constante aumento gracias a todas las aplicaciones que esta ofrece, entre sus principales características es que permite movimientos rápidos, precisos y de una elevada complejidad, logrando a través de una programación controlar la fuerza generada de manera sencilla.

#### **4.3.3. Compresor**

Los compresores son elementos capaces de generar y transportar aire presurizado a una velocidad establecida por el usuario dependiendo de su aplicación, aparte de esto ayuda a la distribución del aire a varios elementos al mismo tiempo ayudando a la eficiencia de los sistemas a un bajo costo. “Los compresores de aire se utilizan en una amplia gama de industrias importantes, como la fabricación, semiconductores, alimentos y bebidas, atención médica, electrodomésticos, energía y petróleo y gas.” (Compressors, 2020).

Los compresores desempeñan un papel fundamental en la Industria 4.0, ya que son los encargados de proporcionar la energía necesaria para una variedad de aplicaciones industriales y contribuyendo a la eficiencia y automatización de los procesos industriales. Además, la integración de tecnologías de monitoreo y control avanzadas ha mejorado significativamente la forma en que se utilizan y mantienen estos compresores en el contexto de la Industria 4.0.

#### **4.3.3.1. Compresor de tornillo**

Los compresores de tornillo son impulsados por un motor de combustión interna que utiliza gasolina o diésel. Pueden ser encontrados en unidad portátil o fija y son los más demandados por el mercado debido a su adaptabilidad sencilla y múltiple uso, además de ser más eficaces y económicos que los sistemas hidráulicos. (KAESERMEXICO, 2017).

En cuanto a su funcionamiento se basa en la generación de aire comprimido a través de dos tornillos (Hembra y Macho), estos succionan el aire mientras en cada una de sus cavidades se va aumentando la presión de este para ser almacenado en tanque de almacenamiento o más conocido como tanque pulmón.

*Figura 2. Compresor de tornillo lubricado Kaeser.*



*Fuente: Kaeser.*

#### 4.3.4. Unidad de mantenimiento

“Una unidad de mantenimiento neumático (FRL) es un aparato diseñado para depurar el aire comprimido en una planta. Se le llama FRL por las iniciales de filtros, reguladores y lubricadores.” (Mancuzo, 2020), esto es bastante importante para la actualidad incluso para el concepto de la industria 4.0 ya que a través de este elemento se puede automatizar y facilitar labores como el filtrado que se encarga de eliminar partículas de polvo, óxido, agua, entre otros contaminantes que se pueden encontrar en el aire comprimido, este se realiza normalmente en sistemas donde se tratan con alimentos o productos del cuidado personal. El regulado se encarga de controlar la presión a la que se desea enviar el aire comprimido a la maquinaria que lo requiera, esto debido a que dependiendo de su aplicación se pueden encontrar elementos que requieren mayor o menor presión para su correcto funcionamiento. Por último, el lubricado se utiliza en ocasiones cuando los componentes internos de las herramientas o dispositivos requieran una lubricación, por lo que se le adiciona una pequeña cantidad de lubricante al aire comprimido.

*Figura 3. Unidad de mantenimiento con filtro lubricado.*



*Fuente: Festo.*

#### 4.3.5. Sensores

“Los sensores son dispositivos capaces de medir magnitudes físicas o químicas y transformarlas en magnitudes eléctricas. Es decir que, un sensor puede leer variables como; temperatura, distancia, fuerza, presión, humedad, etc.” (Ingeniería Mecafenix, 2023) Principalmente son implementados para la automatización de sistemas a nivel industrial, esto debido a sus múltiples funciones y tipos existentes en el mercado, entre los más usados se encuentran los sensores ópticos. Los sensores son componentes fundamentales en el internet de las cosas (IoT) ya que se encargan de tomar datos del mundo físico y los convertirlos en información digital que puede ser procesada y utilizada para tomar decisiones inteligentes.

Su aplicabilidad junto con el IoT se puede basar en monitoreo del sistema, retail inteligente, control de calidad de aire, seguridad, vigilancia y en la parte logística de las empresas.

- **Sensores ópticos**

“Los potentes sensores en carcasa miniatura detectan con fiabilidad los objetos brillantes, planos, irregulares, perforados y transparentes y capturan un gran número de parámetros, tales como los valores de reflexión difusa y distancia.” (SICK, s.f.) Entre los más usados en la industria se encuentran las fotocélulas utilizadas para detectar objetos opacos o transparentes en líneas de ensamblaje.

*Figura 4. Sensor fotoeléctrico con autoreflex.*



*Fuente: SICK Sensor Intelligence.*

#### 4.3.6. Actuadores

“Un actuador es un dispositivo que recibe una entrada de energía y la convierte en movimiento o fuerza, y es un componente esencial en muchas tecnologías modernas y campos de la ingeniería.” (Thangam Joy, 2023) Entre su amplia gama de presentaciones dependiendo de su aplicabilidad se dividen principalmente en 4 subcategorías:

- **Mecánicos:** Estos utilizan mecanismos físicos como palancas o engranajes para generar un movimiento.
- **Neumáticos:** Estos tipos de actuadores generan movimiento de maquinaria o válvulas a través de una fuente de aire comprimido.
- **Hidráulicos:** Los actuadores hidráulicos utilizan la presión del fluido para generar movimiento
- **Eléctricos:** Los actuadores eléctricos utilizan energía eléctrica para generar movimiento.

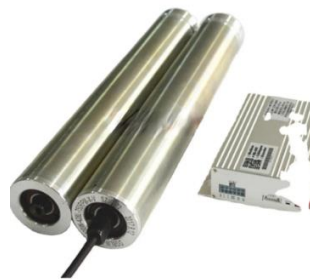
“Pueden accionarse mediante motores de CA o CC y suelen utilizarse en aplicaciones que requieren un control preciso, poco ruido y escaso mantenimiento.” (Thangam Joy, 2023) , aparte poseen la ventaja de transformar señales eléctricas y neumáticas en movimiento físico ya sea para el movimiento de un brazo robótico o el avance y frenado de una banda transportadora.

- **Motores**

“Los motores se encargan de producir energía mecánica a partir de combustibles fósiles, electricidad u otros recursos. De este modo, permiten la realización de un trabajo.” (Pérez Porto & Gardey, 2019) Estos tienen una amplia aplicabilidad en la industria, se encuentran presentes en la robótica para simular movimientos de forma más precisa como lo es en el caso de los brazos robóticos, también están en mecanismos de transporte como las bandas transportadoras en

almacenes y centros de distribución. Los motores eléctricos permiten la automatización de procesos industriales al proporcionar energía para máquinas y equipos que realizan tareas repetitivas y continuas, a su vez pueden controlarse con precisión para variar la velocidad de las máquinas según las necesidades del proceso. Esto es esencial para tareas que requieren alta precisión y consistencia.

*Figura 5. Rodillo motor para banda transportadora.*



*Fuente: SSI Schaefer.*

- **Cilindros de efecto**

“En los cilindros de doble efecto existen dos tomas de aire (una a cada extremo del cilindro). Permitiendo que el movimiento del émbolo se lleve a cabo en 2 direcciones: avance y retroceso.” (Structuralia, 2021) Este tipo de cilindro se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones industriales y mecánicas donde se requiere un movimiento bidireccional, como en maquinaria, equipos de construcción, sistemas de transporte y muchas otras aplicaciones que implican el control preciso del movimiento lineal. Este tipo de actuadores siguen siendo importantes para la industria 4.0 debido a su versatilidad precisión, entre sus principales características se encuentran que son esenciales para sistemas de fabricación que necesitan cambiar rápidamente entre diferentes configuraciones para la producción personalizada, también son usados en sistemas robóticos y al ser complementado con sensores en su interior permiten monitorear su estado y así determinar cuándo es necesario realizar mantenimiento preventivo.

*Figura 6. Actuador de doble efecto marca FESTO.*



*Fuente: Festo.*

- **Banda transportadora**

“Las bandas transportadoras son una pieza fundamental en el traslado de materiales y mercancías tanto en las plantas de producción como en un almacén ayudando a que el transporte sea eficiente y rápido, adaptado a lo que las empresas y el mercado demandan actualmente.” (Administrador, 2018).

Al integrar las bandas transportadoras con el Internet de las cosas (IoT), se pueden lograr beneficios significativos en términos de eficiencia operativa, monitoreo en tiempo real y mantenimiento predictivo.

*Figura 7. Sistema de banda transportadora de rodillos.*



*Fuente: Ssi Schaefer.*

#### 4.3.7. PLC (Controlador Lógico Programable)

“Un Controlador Lógico Programable es básicamente una computadora que se utiliza en la ingeniería de automatización para las industrias, es decir, para el control de la maquinaria de una fábrica o de situaciones mecánicas.” (Autycom, 2017) Los PLCs están diseñados para resistir entornos industriales, lo que significa que pueden funcionar en condiciones adversas como temperaturas extremas, vibraciones e interferencias electromagnéticas. Están equipados con entradas y salidas (I/O) que les permiten conectarse a sensores, interruptores y actuadores para monitorear y controlar diferentes dispositivos en un sistema.

*Figura 8. Controlador Lógico Programable FESTO.*



*Fuente: Festo.*

#### 4.3.8. Interfaces

- **Interfaz gráfica de usuario (GUI)**

La GUI es una interfaz entre la persona y la máquina. El objetivo de esta interfaz gráfica es representar el código del backend de un sistema de la forma más clara posible para el usuario para simplificarle las tareas diarias. (Desarrollo Web, 2020).

Gracias a estos sistemas el usuario es capaz de realizar sus actividades en la planta con mayor facilidad al basarse principalmente en imágenes y objetos gráficos que permiten la comunicación directa con el proceso que se desea automatizar.

- **Interfaz Humano-Máquina (HMI)**

Permite la interacción entre un operador humano y una máquina, como un ordenador, un sistema de control industrial o cualquier otro dispositivo automatizado. La HMI facilita la comunicación, control y supervisión de procesos y sistemas complejos a través de una interfaz gráfica intuitiva. “La función principal de los HMI es mostrar información en tiempo real, proporcionar gráficos visuales y digeribles que aporten significado y contexto sobre el estado del motor, la válvula, niveles y demás parámetros de un determinado proceso.” (Autycom, s.f.). Esta es una herramienta esencial en entornos industriales, ya que mejora la eficiencia operativa al proporcionar una forma fácil y accesible para que los operadores humanos interactúen con máquinas y sistemas automatizados.

#### **4.3.9. Supervisión, control y adquisición de datos (SCADA)**

Un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) es una herramienta clave de la automatización industrial. Es un sistema informático que permite supervisar y controlar el funcionamiento de instalaciones remotas a través de la recopilación, transmisión y análisis de datos en tiempo real. (AUTEXOPEN, 2022)

Este tipo de sistemas puede llegar a monitorizar variables como la temperatura, el nivel de un líquido, la humedad, presión, altura, entre otros. Estos datos son tomados a través de sensores conectados a una red de comunicación, dicha información es procesada a través de un software SCADA que permite la visualización y el análisis a través de gráficos o diagramas para controlar

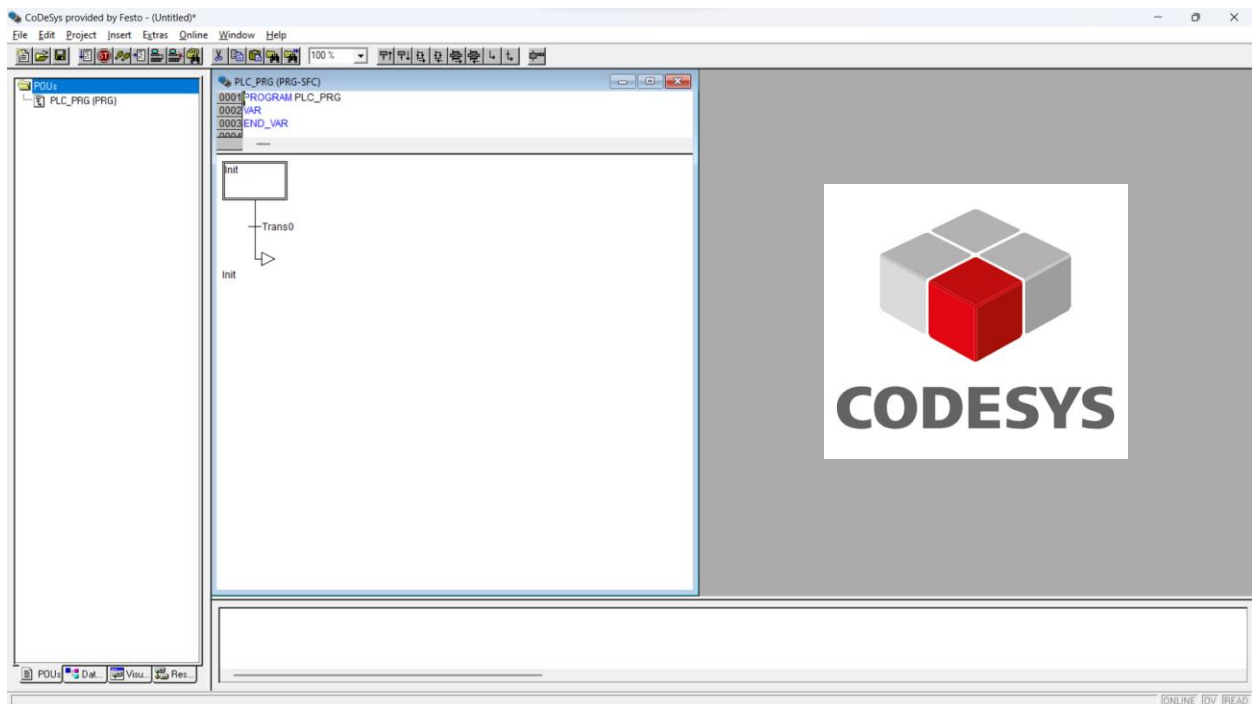
el funcionamiento del sistema, detectar anomalías en su comportamiento y ofrecer soluciones en el caso de que se presente algún inconveniente.

Actualmente, en la industria, se emplean sistemas SCADA para supervisar y gestionar los procesos en todos los sectores. Esto ayuda a garantizar el funcionamiento eficaz y seguro de los procesos, permitiendo alcanzar nuevas metas en el marco del desarrollo de la Industria 4.0.

#### 4.3.10. CODESYS

Es un software que permite al usuario el diseño y programación de sistemas para ser simulados en una interfaz relacionada con los PLC. “Ofrece a los usuarios soluciones integradas y orientadas a la práctica para la configuración cómoda de aplicaciones de automatización. El objetivo es proporcionarles apoyo práctico para sus tareas diarias.” (Grupo CODESYS, 2023).

*Figura 9. Interfaz del software de CODESYS.*



*Fuente: Codesys.*

## **4.4. MARCO CONCEPTUAL**

### **4.4.1. PICKING**

El Picking o preparación de pedidos es la actividad a través de la cual se seleccionan los productos que configurarán los pedidos de los clientes. El proceso de Picking es, en líneas generales el mismo que el de realizar la compra. Dos son las principales batallas que ha de enfrentar un responsable de almacén: El Picking es una fuente de errores y el Picker dedica casi todo su tiempo a desplazarse y buscar material. (Garcia Sabater, 2020).

Dicho proceso es esencial para garantizar que los pedidos de los clientes se preparen con precisión y eficiencia. Puede variar en complejidad según el tamaño del almacén y la variedad de productos que se gestionen. La optimización de este proceso es fundamental para la logística eficiente y la satisfacción del cliente.

### **4.4.2. A-FRAME**

El A-Frame destaca por su alta flexibilidad gracias a los canales de producto ajustables y a su fácil integración con los sistemas ya existentes. Se pueden preparar pedidos con hasta 40.000 productos por hora, independientemente de si son cilíndricos o rectangulares. Por ello, habitualmente los sistemas automáticos de preparación de pedidos son la solución elegida cuando se trata de preparar gran volumen de pedidos de muchos productos obteniendo un gran rendimiento. (SSI SCHAEFER)

Estas máquinas son especialmente eficientes para recoger productos pequeños o medianos que se almacenan en compartimentos, paquetes de cartón o envases similares. La automatización de este proceso reduce significativamente el tiempo de recogida de pedidos y minimiza errores humanos, lo que mejora la precisión y la velocidad en la preparación de pedidos en almacenes y centros de distribución. Esto es particularmente útil en industrias como la venta minorista, el

comercio electrónico y la logística donde la eficiencia en el proceso de preparación de pedidos es esencial.

#### **4.4.3. FILING POINT**

Este sistema consiste en recibir los productos que se dispensan por medio del Sistema A-Frame, el Filing Point tiene unas paletas que presionan la caja del pedido y sacuden muy levemente los productos dentro de la caja del pedido para que se reubiquen dentro de la caja.

#### **4.4.4. INDUSTRIA 4.0**

Hace referencia a la transformación de la industria manufacturera y la producción a través de la incorporación de tecnologías digitales y la automatización avanzada. Esta revolución se caracteriza por el uso de tecnologías como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IOT), la robótica avanzada, la realidad aumentada, la impresión 3D y la analítica de datos para mejorar la eficiencia, la calidad y la flexibilidad en los procesos de fabricación.

Por un lado, la Industria 4.0 permite crear nuevos bienes, estimulando así el aumento del nivel de vida de la población. Por otro lado, la reducción de la participación humana en los procesos de producción puede conducir al desempleo masivo, que es un factor de restricción en el camino del desarrollo de la industria 4.0. (Oficina Asesora de Planeación y Estudios Sectoriales, 2019)

Con esta se ofrecen oportunidades para la innovación y mejora de la calidad de vida, pero también plantea desafíos importantes, especialmente en términos de empleo y seguridad laboral. La gestión efectiva de estos desafíos es crucial para aprovechar al máximo los beneficios de la revolución industrial en curso.

#### **4.5. MARCO LEGAL**

- **Norma ISO 14001**


Esta norma de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) consigue que las empresas puedan demostrar que son responsables y están comprometidas con la protección del medio ambiente. Anteriormente hemos mencionado que lo consiguen a través de la gestión de los riesgos medioambientales que puedan surgir del desarrollo de la actividad empresarial. (Grupo ESGinnova, 2018).

La norma se centra en la mejora continua del desempeño ambiental de una organización. Esto significa que las empresas no solo deben cumplir con los requisitos legales y reglamentarios, sino que también deben esforzarse por superar estos estándares y trabajar constantemente en la reducción de su huella ambiental. Haciendo mejoras que puedan reducir el uso de aire, corriente o agua, es por esto por lo que se tiene en cuenta esta norma. En Yanbal se tiene en cuenta dicha normativa ya que la mayoría de los procesos que se realizan en esta empresa deben de cumplir con los lineamientos de gestión ambiental sin comprometer el proceso; por ejemplo, para la elaboración de joyas se producen una gran cantidad de contaminantes gaseosos que son tratados a través de lavadores de gases con el fin de que cuando sean expulsados al medio ambiente no generen ningún tipo de contaminación que pueda afectar la flora y fauna cercana a la zona.

- **Norma ISO 8573-1**

“Esta parte de la Norma ISO 8573-1 especifica las clases de pureza del aire comprimido con respecto a partículas, agua y aceite, independientemente de la ubicación en el sistema de aire comprimido en la que se especifica o mide el aire.” (Williams, 2013)

Figura 10. Parámetros de calidad de aire según norma ISO 8573-1.

ISO 8573-1 : 2010 	Partículas sólidas			Agua		Aceite		
	CLASE	Máximo número de partículas por m <sup>3</sup>			Concentración mg/m <sup>3</sup>	Punto de rocío a presión	Condensado líquido g/m <sup>3</sup>	Concentración total (líquido, aerosol y vapor)
		0,1 - 0,5 micras	0,5 - 1 micras	1 - 5 micras				mg/m <sup>3</sup>
0	Sujeto al acuerdo específico entre usuario y proveedor pero en valores más estrictos que la Clase 1							
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70 °C	-	0,01	
2	≤ 400.000	≤ 6000	≤ 100	-	≤ -40 °C	-	0,1	
3	-	≤ 90.000	≤ 1.000	-	≤ -20 °C	-	1	
4	-	-	≤ 10.000	-	≤ +3 °C	-	5	
5	-	-	≤ 100.000	-	≤ +7 °C	-	-	
6	-	-	-	-	≤ +10 °C	-	-	
7	-	-	-	5 - 10	-	≤ 0,5	-	
8	-	-	-	-	-	0,5 - 5	-	
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-	
X	-	-	-	> 10	-	> 10	> 10	

Fuente: Mundo Compresor.

La norma ISO 8573-1 se utiliza ampliamente en la industria para asegurar que el aire comprimido cumpla con los requisitos específicos de pureza y calidad que se necesitan en diferentes aplicaciones, como la industria alimentaria, farmacéutica, automotriz y electrónica. Al seguir esta norma, las organizaciones pueden garantizar que el aire comprimido no contenga contaminantes que puedan dañar equipos, procesos o productos finales. Esto es bastante importante en Yanbal, dado que al ser una empresa que fabrica productos de belleza debe de cumplir con una alta calidad del aire en los procesos donde es usado, esto es principalmente en los procesos de producción de la mercancía referente a cosméticos donde se usa maquinaria neumática para la elaboración de estos, principalmente en la mezcla de sustancias.

- **Ley 1607 del 2012**

Hasta el 2012, el ordenamiento jurídico colombiano no contemplaba ninguna particularidad frente al ingreso obtenido por sociedades extranjeras con respecto a la enajenación de bienes que se encontraban en Colombia al momento de la venta. Fue solo mediante dicha ley, que se le adicionó al artículo 25 el numeral c), el cual establece que los ingresos obtenidos por la enajenación de mercancías extranjeras de propiedad de sociedades extranjeras o personas sin residencia en el país, que se hayan ingresado desde el exterior a centros de distribución logística internacional (en

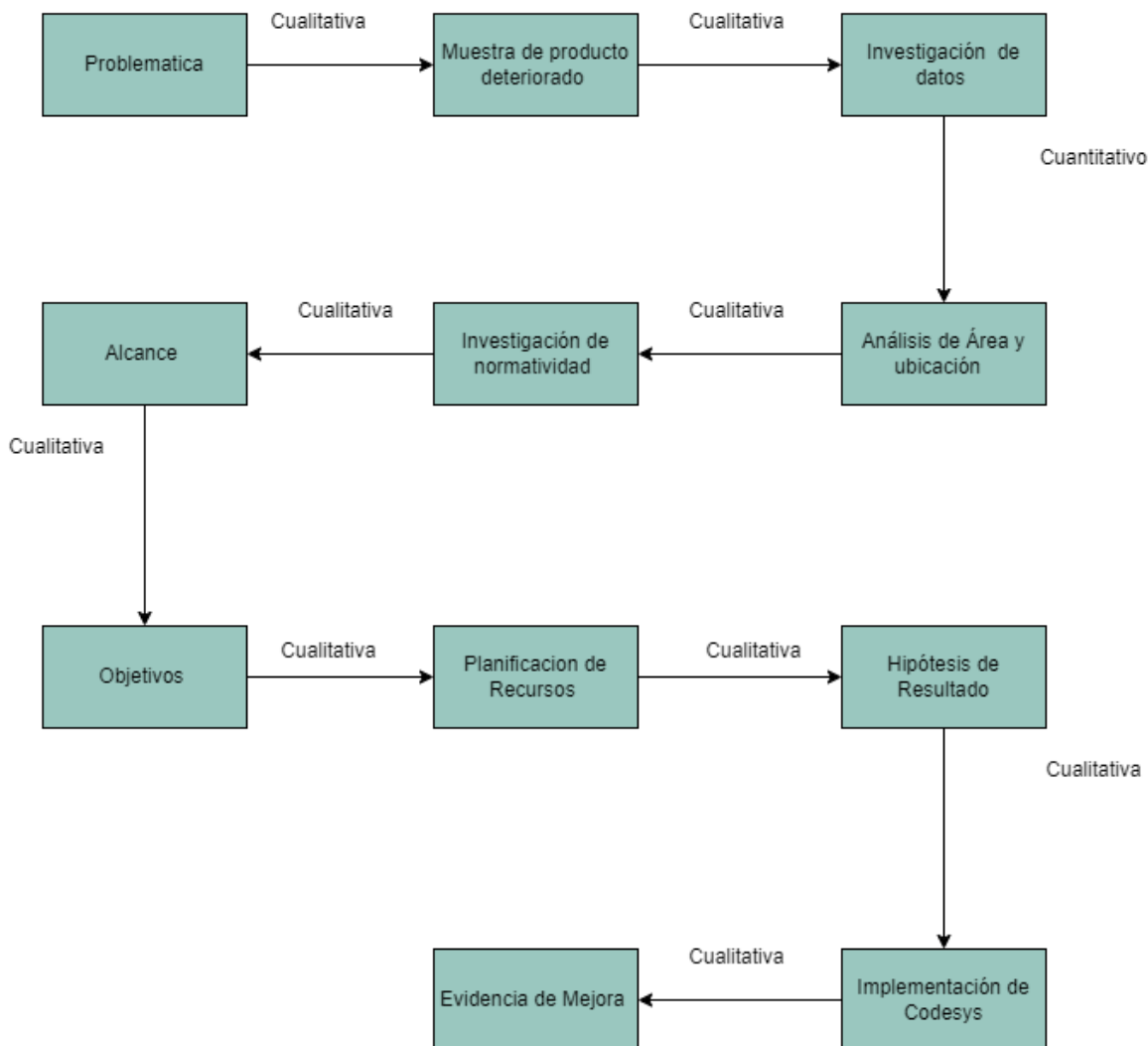
adelante CDLI) ubicados en puertos, no constituyen renta de fuente nacional y, por ende, no están gravados para efectos del impuesto sobre la renta. (POVEDA ARANGO & BARBOSA MARIÑO, 2018)

Esta ley se debe tener muy en cuenta en Yanbal Colombia, ya que gran parte de sus materias primas, son productos relacionados con el extranjero, además de esto, el Centro de Distribución tiene un Gran despachos de pedidos fuera del país.

- **Ley 1562 de 2012**

“Es el conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos, destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan.” (Congreso de la República, 2023). En resumen, fue un hito en la regulación de la seguridad y salud en el trabajo en Colombia, con un enfoque en la prevención y la creación de un sistema más efectivo para gestionar los riesgos laborales. Su implementación y cumplimiento son esenciales para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable en el país. Junto con esto Yanbal tiene en cuenta dicha ley debido a que es primordial para ellos la salud de sus trabajadores, por lo que es obligatorio que en el caso de realizar algún plan de mantenimiento los operarios tengan sus EPP (elementos de protección personal) correspondientes y se encuentren en compañía en el caso de ser necesario.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO



La investigación realizada tiene en cuenta la metodología mixta, la cual parte de la integración de procedimientos cualitativos y cuantitativos debido a cada fase en la que se habla este estudio.

Es importante mencionar que, en una investigación con enfoque mixto, tanto el enfoque cuantitativo como el cualitativo son importantes y valiosos, ninguno prevalece respecto al otro; al contrario, se trabajan de forma conjunta, lo cual permite comprender la realidad que se estudia de una manera más integral. (Salas Ocampo, 2019)

Junto con esto y el anterior diagrama en su mayoría se hace uso de una metodología cualitativa, debido a que se obtiene la información a partir de experiencias vividas en el sector y la percepción de los participantes de la investigación. Sin embargo, no se deja a un lado la presencia del modelo cuantitativo en el que se recopila la información a respuestas que son medibles y útiles para llevar a cabo el presente estudio. Para la selección de la problemática se genera una investigación exploratoria en la que se hace un primer acercamiento al problema a partir del análisis del procedimiento de las áreas como lo son armado de cajas, etiquetado, impresión, A-Frame y Filling Point, PBL, revisado y por ultimo tapado los cuales son labores y funciones obtenidos a partir de la observación y las políticas de canjes y devoluciones de Yanbal, a lo cual se hace un acercamiento a los procedimientos por garantía de calidad o garantía de satisfacción. En este estudio se tienen en cuenta a los usuarios de Yanbal como población central para generar un grado de satisfacción elevado en cuanto a la calidad y diseño de cada producto; por tanto, como política de la empresa, se busca brindar productos de excelente calidad, respondiendo a las necesidades de cada consumidor.

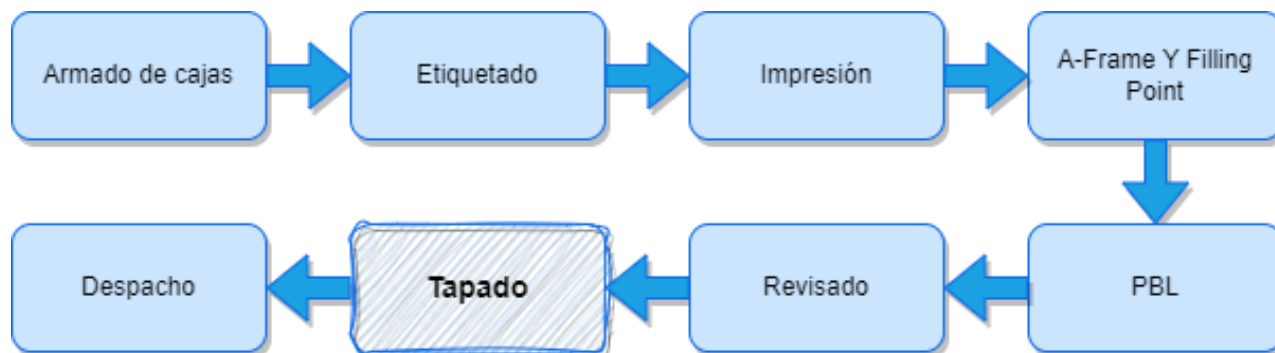
Se busca que con esta propuesta se utilice la automatización industrial en el proceso para reducir la problemática del tapado de cajas (el sobrellenado) en el Centro de Distribución de Yanbal Colombia, partiendo de la exploración de cada área llegando a la razón principal de la problemática, para ello se planea tener una mejora significativa en la operación, reduciendo los daños generados a la mercancía durante el proceso de preparación de pedidos. Junto con la de la industria 4.0 se debería de optimizar el sellado de las cajas, aumentar la seguridad en el transporte interno, lo que, en última instancia, contribuirá a una mayor satisfacción del cliente y una disminución de los costos asociados a pérdidas y daños en la mercancía.

## 6. FASES DE LA PROPUESTA

### 6.1. ANÁLISIS SISTEMA ACTUAL

Se identifican los procesos que se llevan a cabo en el centro de distribución de Yanbal Tenjo:

*Figura 11. Procesos del Centro de Distribución de Yanbal Tenjo.*



*Fuente: Autores.*

- Armado de cajas: Se compone de dos máquinas armadoras de cajas de marca Tamegar, cada una con sus respectivas actividades a través de programación de PLC, la primera se encarga del armado de cajas pequeñas (13.5 cm de altura), mientras que la segunda se encarga de las de tamaño mediano (25 cm de altura) y grande (30 cm de altura).

*Figura 12. Armadora de cajas.*



*Fuente: Embalajeparachile.*

- Etiquetado: En esta etapa se poseen dos etiquetadoras que trabajan de forma intercalada suministrando a cada caja un código de barras, el cual es el encargado de determinar a qué área debe de ser enviada la caja según la solicitud del pedido e imprime el rotulo de la marca referente a la transportadora que llevará el pedido al cliente (Envía, Servientrega, Interrapidísimo, entre otros).

*Figura 13. Impresora etiquetadora marca Zebra.*



*Fuente: Printer Service.*

- Impresión: En esta etapa se encuentran 4 impresoras de facturas que tras haber escaneado el código de barras del área anterior imprime un recibo correspondiente a los productos solicitados en el pedido, aquí se trabajan dos líneas en paralelo para la impresión de dos facturas simultaneas de pedidos diferentes.
- A-Frame y Filling Point: El A-Frame se basa en diferentes racks con los productos de Yanbal (Lociones, cremas, joyas, entre otros), dichos racks se reabastecen de los productos del almacén de forma manual por los operarios, al obtener la información de los productos que llevará pedido, el sistema los deja caer sobre una banda transportadora que los llevará al Filling Point donde se encarga de depositar en la caja los elementos solicitados en la factura.

- PBL: En este sistema a través de trabajo manual por parte de los operarios se introducen productos específicos dependiendo de la factura del pedido, esta área cuenta con indicadores lumínicos que suministran información con respecto a que productos y que cantidad el operario debe de incluir en la caja del pedido.

*Figura 14. Sistema de indicadores lumínicos del PBL.*



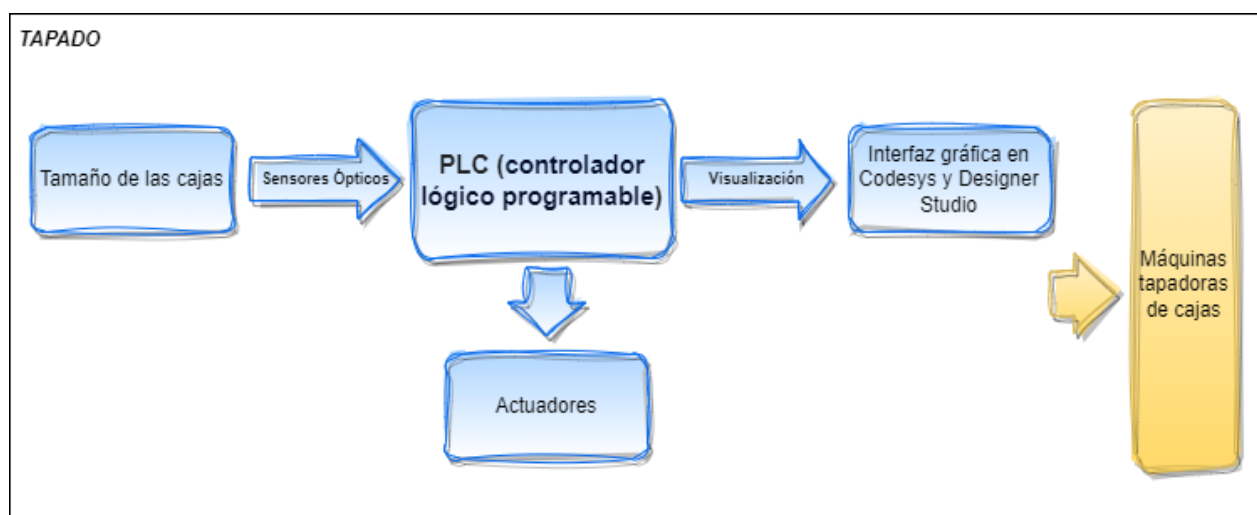
*Fuente: SSI Schaefer.*

- Revisado: Esta área es netamente manual por lo operarios, donde se escanea el código de barras y se rectifica que se cumpla con los productos solicitados en la factura, en el caso de no ser así el personal operativo se encargan de incluir los elementos faltantes para paso seguido indicar a través de un sticker que la revisión se realizó de forma satisfactoria.
- Tapado: Se tienen dos máquinas tapadoras de cajas que tras haber pasado por las áreas anteriores tapan la caja con un adhesivo caliente suministrado en los bordes de la tapa para un correcto sellado.
- Despacho: Antes de entrar al área se encuentra una cámara que al escanear el código de barras en la caja se encarga de clasificarla a través de la banda transportadora y unos desviadores hacia la respectiva transportadora que se encargará de hacer llegar el pedido al cliente.

## 6.2. SISTEMA PROPUESTO

Como se muestra en la Figura 15, para el correcto desarrollo de la propuesta se deben de tener en cuenta algunos aspectos y procedimientos del proceso en el centro de distribución de Yanbal Tenjo. Al enviar una caja por la línea de empackado, se encuentra que los 3 tipos de cajas que encontramos en Yanbal para los pedidos, se someten a un punto donde serán leídos por cada sensor óptico, este sensor es el encargado de tomar señales solo si la condición de que la altura de cada caja sobrepasa, enviará una señal al PLC, este proceso se desvía en 2 partes, la primera en la pantalla de gráficos se observara el debido funcionamiento por medio de una interfaz, dando a conocer de cómo es el actuar del sistema; la segunda es la encargada de enviar esa señal al PLC, dando así apertura a una válvula, la cual es la encargada de suplir el actuador con aire comprimido, ocasionando el avance del vástago, una vez el operario atiende a la parada que el actuador esta ocasionado, este oprimirá un botón el cual le dará la debida actuación a la válvula para obtener un retroceso del vástago y así poder continuar con la producción.



*Figura 15. Diagrama de las fases de la propuesta.*



*Fuente: Autores.*

- **Tamaño de las cajas:** Para este caso se tienen 3 tipos de cajas, pequeña (13.5 cm de altura), mediana (25 cm de altura) o grande (30 cm de altura). Estas cajas son distribuidas dependiendo de la cantidad de productos presentes en el pedido, estas poseen el mismo ancho para que las tapas encajen en cualquiera de los tamaños.
- **Sensores ópticos:** El sistema propuesto posee una detección óptica a través de sensores fotoeléctricos, estos pueden utilizarse para detectar la presencia o ausencia de un objeto basándose en la interrupción de un haz de luz entre un emisor y un receptor, en este caso son perfectos para detectar el sobrellenado de las cajas.

Tabla 1. Matriz de selección sensores.

Imagen				
	<b>SENSOR FOTOELÉCTRICO AUTOREFLEX SICK</b>		<b>SENSOR CAPACITIVO SICK</b>	
	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>Lectura</b>	Detecta la presencia de cualquier tipo de objeto con gran amplitud.	Es necesario un espejo reflectante.	Detecta cualquier tipo de objeto.	Tiene un rango pequeño de lectura.
<b>Instalación</b>	Fácil de instalar en cualquier soporte.	N/A	Mantiene una postura fija por lo que el cuerpo es roscado.	Se debe dejar en una posición exacta para que lea sin ningún problema.
<b>Voltaje</b>	10 V DC ... 30 V DC	N/A	10 V ... 36 V	N/A



Fuente: Autores.

Pese a que el valor del sensor fotoeléctrico (\$665.448) es más costoso que el sensor capacitivo (\$424.735) se escoge el sensor SICK fotoeléctrico con auto réflex porque es un sensor el cual tiene un láser continuo, si este se ve interrumpido, automáticamente se enviará una señal de lectura, por ende este sensor es mucho más fácil de implementar, el sensor capacitivo debe tener una lectura muy exacta para que funcione correctamente, esto es con el fin de evitar lo máximo posible los inconvenientes a la hora del tapado de las cajas, otro punto a tener en cuenta por parte del sensor capacitivo es que existe una limitante bastante grande con respecto a la distancia de detección que este ofrece, por esta razón es

que se desea la implementación de un sensor fotoeléctrico con réflex para el diseño de la propuesta.

- PLC: Se encargará de controlar el sistema basado en el siguiente procedimiento, principalmente el sensor ótico se detecta una señal (sobrellenado de la caja) y automáticamente dicho componente se encarga de abrir el paso de aire para poder activar el actuador y evitar el paso de la caja para que el operario se encargue de acomodar los productos y evitar que estos se dañen en el tapado.

Tabla 2. Matriz de selección PLC.


IMAGEN				
	Unidad de control FEC-FC34-FST		PLC SIEMENS s7 1200	
	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>ENTRADAS</b>	Cuenta con 12 entradas digitales.	N/A	Cuenta con 8 entradas digitales.	N/A
<b>SALIDAS</b>	Cuenta con 8 salidas digitales.	N/A	Cuenta con 6 salidas digitales.	N/A
<b>PESO</b>	160g	N/A	435g	N/A
<b>INTALACIÓN</b>	Fácil de intalar debido a su peso, se puede incorporar en una caja pequeña.	N/A	N/A	Su instalación es mas compleja debido a que se debe de contar con un buen espacio y una caja robusta.

Fuente: Autores.

En este caso el PLC a utilizar en la propuesta planteada es el IFEC-FC34-FST, que a comparación con el de marca Siemens cuenta con varias ventajas como lo es su número de entradas y salidas junto con su bajo peso, aparte de esto la diferencia de precios es bastante diferente teniendo el primero un valor de \$971.000 y el segundo uno de \$1'268.109. Cabe aclarar que el PLC pensado para la implementación del sistema se encuentra presente en el almacén de repuestos de la empresa, por lo que no es necesaria su compra, reduciendo el valor final predestinado para la propuesta, en cuanto a las entradas y salidas a utilizar se presentan 3 entradas digitales referentes a cada sensor y una salida digital para la electroválvula que controla la salida de aire al actuador.

- **Actuadores:** Será el encargado de detener el desplazamiento de la caja, dichos elementos se encuentran presentes en los sistemas industrializados debido a su nivel de precisión y accesibilidad, aparte de que su presión de aire se puede modificada fácilmente para controlar la velocidad de avance y de retroceso del actuador dependiendo de la situación requerida.

*Tabla 3. Matriz de selección actuador.*

IMAGEN				
	FESTO DSBC NEUMATICO		EMERSON 79U/E	
	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>Mecanismo</b>	Diseño de vástago simple.	N/A	Diseño de pistón y cremallera.	N/A
<b>Instalación</b>	Fácil de Instalar en un soporte.	N/A	N/A	Se requiere de una base especial.
<b>Válvulas</b>	Instalación directa en el actuador con la válvula.	N/A	N/A	Se requiere adaptadores para la instalación de válvulas.
<b>Cuerpo</b>	Cuerpo en aluminio rígido.	N/A	Cuerpo en aluminio robusto y de alta calidad.	N/A

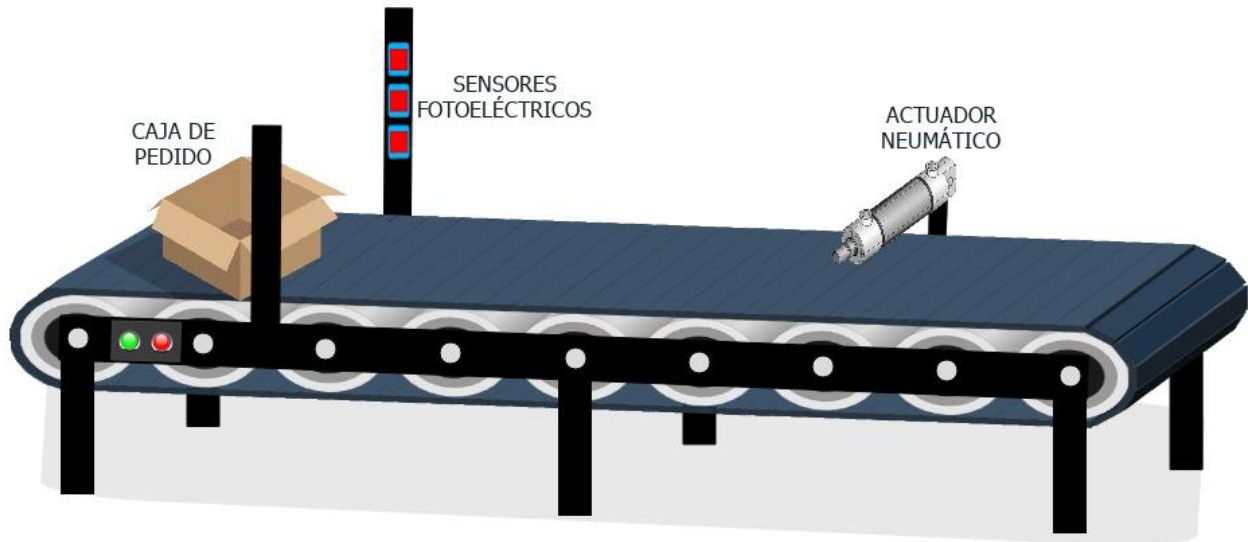
*Fuente: Autores.*

El actuador FESTO DSBC es una opción más adecuada debido a su naturaleza neumática. Este tipo de actuadores neumáticos son comúnmente utilizados para movimientos lineales precisos y rápidos. Junto con su confiabilidad, durabilidad, robustez y resistencia al desgaste lo vuelve ideal para la aplicación deseada en la propuesta. Aparte de esto los elementos de FESTO son conocidos por proporcionar sistemas fáciles de integrar, con todo esto se vuelve la opción más conveniente con respecto al otro actuador eléctrico.

- **Interfaz gráfica en CODESYS y Designer Studio:** En el desarrollo del programa del PLC es más fácil para el usuario tener interacción por medio de una pantalla donde se pueda evidenciar el movimiento y comportamiento del sistema para hacerlo mucho más amigable y fácil de entender, la interfaz por medio de Designer Studio brindará una visión fácil del sistema, esto con el fin de que el personal que requiera revisar o entender el cómo funciona el proceso, lo puedan hacer a través de un sistema HMI (interfaz hombre-maquina).

Con lo anterior se realiza un diagrama del sistema propuesto para la interfaz HMI donde se incluyen los materiales seleccionados en los apartados anteriores.

*Figura 16. Diseño sistema propuesto.*



*Fuente: Autores.*

En la imagen anterior se muestra el diseño del sistema propuesto donde la caja del pedido será desplazada a través de la banda transportadora hacia la zona de sensores fotoeléctricos con autoréflex, donde con la ayuda de estos se encargará de verificar si hay o no un sobrellenado en la caja dependiendo de los 3 tipos de tamaños establecidos para el sistema, dichos sensores cuentan con unas fotocélulas de reflexión con supresión de fondo, que son las encargadas de detectar objetos a través de haces de luz que se reflejan en la superficie del material, por lo que al pasar una caja con productos por fuera el sensor mandará una señal debido a que los productos de Yanbal cuentan con un encerofanado, etiquetado o brillo capaz de reflejar dicha señal. En dado caso que la caja de pedido mediana o grande pase por los sensores inferiores no se activará la señal debido a que esta no cuenta con una adición o material que pueda reflejar el haz de luz emitido por el sensor. Al detectarse un sobrellenado el sensor enviará una señal al PLC el cual activará la

electroválvula que controla el paso de aire al actuador neumático lo que ocasionará el avance del vástago de dicho actuador evitando que la caja siga su trayectoria hacia la máquina tapadora.

Cada señal emitida por el sensor y recopilada en el PLC generará un Excel con la información de la activación del sistema, este se enviará a través de un cable ethernet hacia una base de datos creada en el programa de SAP (desarrollo de programas de sistemas de análisis), donde se evaluarán dichos valores con el fin de generar mantenimientos correctivos o preventivos en el caso de que se produzcan varios inconvenientes al día de sobrellenado en esta área. En este contexto los sensores juegan un papel fundamental al recolectar datos en tiempo real provenientes en el área de tapado, donde los datos obtenidos por estos se emplean para la toma de decisiones informadas, la prevención de fallos y la optimización general de la producción. La conectividad de los sensores a través de redes (IIoT) y la habilidad de compartir datos de manera inteligente son elementos clave en el proceso de transición hacia la industria 4.0 en el centro de distribución de Yanbal Tenjo. Esto le permitirá al operario acercarse y organizar los productos en la caja de pedido para evitar inconvenientes en el tapado, una vez se haya acomodado la mercancía, a través de un botón se ocasionará el retroceso del vástago para que el proceso continúe.

Con la propuesta establecida se generan unos datos actuales y estimados referentes al centro de distribución de Yanbal Tenjo en el área de tapado correspondiente a los daños ocasionados por la máquina tapadora de cajas por un sobrellenado antes y después de la propuesta.

*Tabla 4. Datos actuales de sobrellenado.*

PEDIDOS (Sin propuesta)			
Turno	Total de pedidos por hora	Total de pedidos dañados por hora	Porcentaje por daño
6 am - 2 pm	8000	280	3,5%
2 pm - 10 pm	8000	280	3,5%
	16000	560	3,5%

*Fuente: Autores.*

Se presentan los datos actuales aproximados del sistema basándose en los dos turnos establecidos por día para el funcionamiento de la línea de tapado, en donde se tapan un total de 16000 cajas al día, de los cuales 560 presentan daños en sus productos siendo el 3.5% de cajas dañadas por sobrellenado.

*Tabla 5. Datos estimados de sobrellenado.*

<b>PEDIDOS (Con propuesta)</b>			
<b>Turno</b>	<b>Total de pedidos por hora</b>	<b>Total de pedidos dañados por hora</b>	<b>Porcentaje por daño</b>
6 am - 2 pm	8000	40	0,5%
2 pm - 10 pm	8000	40	0,5%
	16000	80	0,5%

*Fuente: Autores.*

Con la propuesta se prevé de un 3,5% a un 0,5% de daños, esto es justificado a través de la toma de datos establecidos anteriormente, ya que esto permitirá tener una visión clara de la cantidad de veces que el sistema se activa y en el caso de surgir algún inconveniente se realizarán mantenimientos al sistema para reducir dichos daños.

Con base a la propuesta, se busca disminuir los productos dañados y llevar a cabo un registro por medio de las herramientas que nos brinda la industria 4.0, sobre todo el IOT (internet de las cosas) y el IIOT (internet industrial de las cosas), con el uso de sensores para el tratamiento de datos en tiempo real en el proceso del tapado de cajas de pedidos, reduciendo errores en el centro de distribución de Yanbal Tenjo, dando así un avance a la cuarta revolución industrial en dicha empresa.

**7. RECURSOS DISPONIBLES**

<b>Cantidad</b>	<b>Rubro</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor Unidad</b>	<b>Valor Total</b>
<b>2</b>	Personal	Estudiante Investigador	\$2.000	\$812.000
<b>1</b>		Director		
	Software	-Codesys (Licencia de Festo) -SAP (Licencia de Yanbal)	\$0 \$0	\$0 \$0
<b>3</b> <b>1</b> <b>1</b>	Materiales e Insumos	-Fotocélula WL12-3P2431 -PLC FEC-FC34-FST -Cilindro DSBC – Festo	\$665.448 \$0 \$265.167	\$2'261.511
	Transportes		\$14.000	\$150.000
	Libros, revistas, folletos, guías, entre otros.	Base de datos de la universidad (Scopus, ScienceDirect, Sage Journals, Oxford University Press, entre otras)	\$0	\$0
	Impresiones y fotocopias		\$0	\$0
	Imprevistos		\$250.000	\$250.000

## 8. CRONOGRAMA

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
	L M M J V S	L M M J V S	L M M J V S	L M M J V S	L M M J V S	L M M J V S	L M M J V S	L M M J V S L M
<b>Fundamentos del curso de profundización:</b>								
Conceptos de neumática	■							
Conceptos de electro neumática		■						
Programación de PLC			■					
Revisión Monografía				■				
Programación avanzada de PLC					■			
Programa SCADA						■		
Entrega Monografía							■	■
<b>Desarrollo de la monografía</b>								
Construcción anteproyecto			■	■	■			
Elaboración documento final					■	■	■	■
Acompañamiento con director			■	■	■	■	■	■

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Adaptive. (12 de Julio de 2019). *Automatización Industrial, ¿qué es y cómo funciona?* Obtenido de Vester Industrial Training Center: <https://vestertraining.com/blog/automatizacion-industrial-que-es-como-funciona/>
- Administrador. (18 de Diciembre de 2018). *Qué son las bandas transportadoras*. Obtenido de IRP: <https://irp-intralogistica.com/que-son-las-bandas-transportadoras/>
- Aerts, S. (22 de Junio de 2022). *Centro de distribución: Qué es y cuáles son las ventajas de automatizarlo*. Obtenido de Toyota-Forklifts: <https://blog.toyota-forklifts.es/centro-distribucion-que-es-automatizarlo>
- Amazon. (2022). *Amazon Robotics utiliza Amazon SageMaker y AWS Inferentia para habilitar la inferencia de ML a escala*. Obtenido de AWS Amazon: <https://aws.amazon.com/es/solutions/case-studies/amazon-robotics-case-study/>
- Área de Seguridad e Higiene del IRSST. (2013). *Principales riesgos laborales en los centros de logística de la Comunidad de Madrid*. Madrid, España: Comunidad de Madrid. Obtenido de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM019057.pdf>
- AUTEXOPEN. (6 de Julio de 2022). *Qué es un sistema SCADA? Información completa*. Obtenido de AUTEXOPEN: <https://www.autex-open.com/automatizacion-industrial/que-es-un-sistema-scada-informacion-completa/>
- Autycom. (s.f.). *¿Qué es un sistema HMI?* Obtenido de Autycom: <https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>
- Autycom. (Abril de 2017). *¿Para qué sirve un PLC?* Obtenido de Autycom ¡Innovación Inteligente!: <https://www.autycom.com/para-que-sirve-un-plc/>

- Compressors. (28 de Octubre de 2020). *¿Qué es un compresor de aire?* Obtenido de Chicago Pneumatic: <https://compressors.cp.com/es-latinamerica/expert-corner/blog/que-es-un-compresor-de-aire>
- Congreso de la República. (18 de Septiembre de 2023). *LEY 1562 DE 2012*. Obtenido de Secretaría Senado: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1562\\_2012.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1562_2012.html)
- Cruz Reyes, G. (2017). *Automatización de estación para remachado de componentes*.
- De Marzo, E. (15 de Agosto de 2022). *La masiva apuesta de Walmart por la inteligencia artificial y la automatización está redefiniendo el concepto del retail moderno*. Obtenido de Entrepreneur: <https://www.entrepreneur.com/es/noticias/la-masiva-apuesta-de-walmart-por-la-inteligencia-artificial/433410>
- Desarrollo Web. (14 de Septiembre de 2020). *¿Qué es una interfaz gráfica de usuario (GUI)?* Obtenido de Desarrollo Web: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/que-es-una-gui/>
- DistatchTrack. (28 de Octubre de 2021). *Preparación de pedidos: definición, etapas, métodos y sistemas*. Obtenido de DistatchTrack: <https://www.beetrack.com/es/blog/preparacion-de-pedidos>
- ECHEVERRI, M. (22 de Septiembre de 2017). *Avon exporta a Perú y Ecuador desde su centro de distribución Ecobranh*. Obtenido de LR La República: <https://www.larepublica.co/empresas/avon-exporta-a-peru-y-ecuador-desde-su-centro-de-distribucion-ecobranh-2550931>
- Garcia Sabater, J. (2020). *Introducción al Picking Nota Técnica*. Obtenido de UPV: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/141981/Introduccion%20al%20Picking%20Nota%20Tecnica.pdf>

- GIEICOM. (30 de Octubre de 2018). *¿POR QUÉ AUTOMATIZAR TU CENTRO DE DISTRIBUCIÓN?* Obtenido de GIEICOM: <https://blog.gieicom.com/por-que-automatizar-tu-centro-de-distribucion>
- Grupo CODESYS. (2023). *CODESYS : EL PAQUETE DE SOFTWARE COMPLETO PARA LA TECNOLOGÍA DE AUTOMATIZACIÓN.* Obtenido de CODESYS: <https://www.codesys.com/the-system.html>
- Grupo ESGinnova. (2 de Abril de 2018). *¿Qué es y para qué sirve la norma ISO 14001?* Obtenido de Grupo ESGinnova: <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/norma-iso-14001-que-es/>
- Ingeniería Mecafenix. (13 de Abril de 2023). *Que son los sensores, que tipos existen y como funcionan.* Obtenido de Ingeniería Mecafenix: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/guia-sensores/>
- KAESERMEXICO. (8 de Junio de 2017). *¿CÓMO FUNCIONA UN COMPRESOR DE TORNILLO?* Obtenido de Kaeser Compresores: <https://airecomprimidokaeser.com/index.php/2017/06/08/como-funciona-un-compresor-de-tornillo/>
- Mancuzo, G. (21 de Octubre de 2020). *¿Qué es una Unidad de Mantenimiento o FRL?* Obtenido de Compara Software: <https://blog.comparasoftware.com/unidad-de-mantenimiento/>
- Mejía Cruz, J. (s.f.). *Historia de la industria 4.0.* Obtenido de Logicbus: <https://www.logicbus.com.mx/pdf/articulos/Historia-industria4.0.pdf>
- Niño-Ruiz, E. D., Allain, J. P., Montoya, J. A., & Mejía Arango, J. L. (2020). *Colombia y la nueva revolución industrial.* doi:<https://doi.org/10.17230/9789585135116vdc>

- Núñez Menéndes, J., & Carrasco Paz, C. A. (2015). *PLAN DE GESTIÓN ESTRATÉGICA EN VENTAS PARA LOS DIRECTORES Y CONSULTORES DE YANBAL EN EL SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9956/1/UPS-GT000980.pdf>
- Oficina Asesora de Planeación y Estudios Sectoriales. (2019). *ASPECTOS BÁSICOS DE LA INDUSTRIA 4.0*. Obtenido de Colombiatic: [https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767\\_recurso\\_1.pdf](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf)
- Pardo García, J. (2022). *NEUMÁTICA: DEFINICIÓN Y ORIGEN*. Obtenido de Intec Suministros Industriales: [https://suministrointec.com/blog/neumatica\\_definicion-origen/](https://suministrointec.com/blog/neumatica_definicion-origen/)
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (5 de Marzo de 2019). *Motor - Qué es, definición y concepto*. Obtenido de Definición: <https://definicion.de/motor/>
- POVEDA ARANGO, F., & BARBOSA MARIÑO, J. D. (2018). *LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA INTERNACIONAL*. Obtenido de [https://xperta.legis.co/visor/rimpuestos/rimpuestos\\_c1611c27e1364a8fa7f7e36e0b03cc50](https://xperta.legis.co/visor/rimpuestos/rimpuestos_c1611c27e1364a8fa7f7e36e0b03cc50)
- Practics Business Solutions. (29 de Junio de 2021). *¿Cómo superar los problemas de distribución logística?* Obtenido de Practics Business Solutions: <https://www.practicsbs.com/problemas-de-distribucion-logistica/>
- Rivera, G. (15 de Agosto de 2019). *La tecnología que mueve el nuevo Cedis de Natura*. Obtenido de Manufactura: <https://manufactura.mx/quimica-y-farmaceutica/2019/08/15/la-tecnologia-que-mueve-el-nuevo-cedis-de-natura#:~:text=¿Cómo%20funcionan%3F,de%20un%20sistema%20de%20luces.>
- ROMERO ESCOVAR, D. (2009). *PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE VERIFICACIÓN Y DESPACHOS EN UNA EMPRESA PANIFICADORA*. Bogotá.

- Salas Ocampo, D. (4 de Junio de 2019). *El enfoque mixto de investigación: algunas características*. Obtenido de investigaliacr: <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-mixto-de-investigacion/#:~:text=Es%20importante%20mencionar%20que%2C%20en,de%20una%20manera%20m%C3%A1s%20integral.>
- SICK. (s.f.). *Fotocélulas*. Obtenido de SICK Sensor Intelligence: <https://www.sick.com/cl/es/catalog/productos/sensores-de-deteccion/fotocelulas/w4/c/g577401?tab=overview>
- SSI SCHAEFER. (s.f.). *A-FRAME*. Obtenido de SSI SCHAEFER: <https://www.ssi-schaefer.com/es-br/productos/a-frame-372122>
- Structuralia. (20 de Enero de 2021). *Cilindros de Doble Efecto | Structuralia*. Obtenido de Structuralia: <https://blog.structuralia.com/cilindros-de-doble-efecto>
- Thangam Joy, A. (101 de Febrero de 2023). *Qué es un actuador - Tipos y aplicaciones*. Obtenido de TAMESON: <https://tameson.es/pages/actuador>
- UpKeep. (s.f.). *¿Cuál es la historia del PLC?* Obtenido de UpKeep: <https://www.upkeep.com/es/learning/history-of-the-plc/#¿cuál-es-la-diferencia-entre-plc-y-tecnologías-relacionadas?>
- VIVAELNETWORKING. (1 de Enero de 2023). *¿Qué es YANBAL y cómo funciona?* Obtenido de VIVAELNETWORKING: [https://vivaelnetworking.com/empresas/yanbal/#Que\\_es\\_Yanbal](https://vivaelnetworking.com/empresas/yanbal/#Que_es_Yanbal)
- Vives, J. (9 de Marzo de 2021). *La evolución de la robótica, de robots industriales a la IA*. Obtenido de LA VANGUARDIA: <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20210309/6263538/evolucion-robotica-robots-industriales->

ia.html#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20la%20robótica,de%20automoción%20y%20de%20manufactura.

Williams, B. (12 de Julio de 2013). *ISO 8573*. Obtenido de Academia:  
[https://www.academia.edu/84805337/INTERNACIONAL\\_ESTÁNDAR](https://www.academia.edu/84805337/INTERNACIONAL_ESTÁNDAR)

Yanbal, C. (3 de Octubre de 2023). Productos dañados por sobrellenado. (S. Barrera, & H. Medina, Entrevistadores)

Yanbal, F. (12 de Octubre de 2023). Pérdidas por sobrellenado. (S. Barrera, & H. Medina, Entrevistadores)