



La integración de los principios Lean y de economía circular en la logística reversa:

Optimización del flujo de retorno de embalajes reutilizables

Trabajo de grado

Silvana Alejandra Orjuela Gonzalez

Bogotá, Colombia

2025



La integración de los principios Lean y de economía circular en la logística reversa:  
Optimización del flujo de retorno de embalajes reutilizables

Trabajo de grado

Silvana Alejandra Orjuela Gonzalez (Administración de Logística y Producción)

Carlos Franco, Ph.D

Bogotá, Colombia

2025

### **Declaración de originalidad y autonomía**

Declaro bajo la gravedad del juramento, que he escrito la Revisión de literatura titulada “La Integración de los Principios Lean y de Economía Circular en la Logística Reversa: Optimización del Flujo de Retorno de Embalajes Reutilizables”, en opción de grado de Asistente de Investigación II y que, por lo tanto, el contenido es original. Declaro que he indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información y que esta Revisión no ha sido entregada a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.

Silvana Alejandra Orjuela González

### **Declaración de exoneración de responsabilidad**

Declaro que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de su autor. La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.

Silvana Alejandra Orjuela González

### **Declaración de uso de inteligencia artificial**

Durante la elaboración de este trabajo académico, se han empleado las siguientes herramientas de inteligencia artificial:

Deepseek	Revisión y redacción
----------	----------------------

Reconozco que la inteligencia artificial IA no reemplaza mi juicio académico y soy responsable del contenido del presente trabajo

Silvana Alejandra Orjuela González

## Tabla de contenido

Glosario.....	8
Resumen.....	9
Palabras Claves .....	10
Abstract.....	11
Keywords .....	12
1. Introducción.....	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
2. Pregunta de investigación.....	15
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivos General.....	15
3.2 Objetivos Específicos.....	15
4. Justificación.....	16
5. Alcances y Limitaciones.....	17
6. Marco Teórico .....	18
6.1 Antecedentes .....	18
6.1.1 Análisis sistemático de desperdicios en la cadena de suministro.....	18
6.1.2 Economía circular y producción lean en la gestión de cadenas de suministro.....	19
6.1.3 Optimización sostenible de la cadena de suministro alimentaria: revisión bibliográfica de aplicaciones de machine learning en logística y reducción de desperdicios .....	20
7. Bases Teóricas .....	21
7.1 La cadena de suministro.....	21
7.2 Principios Lean.....	22
7.3 Herramientas de Lean Manufacturing.....	24
7.3.1 Value Stream Mapping.....	24
7.3.2 Kaisen .....	25
7.3.3 Las 5's.....	26
7.3.4 Eficiencia operacional .....	27
7.4 Logística reversa .....	28
7.5 Economía circular y la logística verde .....	29
7.6 Los 3 pilares de Sostenibilidad.....	30
7.7 Gestión de Pooling de Embalaje .....	31

7.8 Indicadores KPI'S .....	32
8. Marco Metodológico .....	34
8.1 Enfoque de la Investigación .....	34
8.2 Técnicas e instrumentos para la Recolección de Datos.....	34
8.3 Plan de acción estratégico .....	36
9. Conclusión.....	40
10. Referencias.....	41

## Glosario

**Sostenibilidad Ambiental:** Se define como el “conjunto de factores naturales, sociales, económicos y culturales que rodean al hombre”.

**Trazabilidad:** Se define como “la posibilidad e identificar el origen y las diferentes etapas de un proceso de producción y distribución de bienes de consumo”

**Ciclo de vida del Embalaje:** Se define como “las fases sucesivas por las que un envase a pasa a lo largo de su vida útil”.

**Benchmarking:** Se define como “una metodología fundamental que permite a las empresas compararse con los mejores del sector e identificar oportunidades de mejora continua”

**Valor agregado:** Se define como “un componente de los costos de los factores productivos que agrega el sector”, por lo cual un gran valor agregado implica mas costos.

## Resumen

Este proyecto de investigación aborda la optimización de flujo de retorno de cajas reutilizables mediante la integración de principios de Lean Manufacturing y Economía Circular en la logística reversa en sectores con alto flujo de embalajes. Se propone un marco metodológico el cual funciona herramientas de mejora continua con objetivos de sostenibilidad ambiental.

Esta investigación se centra en el análisis de flujos mediante Value Stream Mapping identificando y categorizando los desperdicios específicos asociados al ciclo de vida de los embalajes reutilizables. La aplicación de herramientas Lean tales como las 5s, Kaizen y el mapeo de procesos permite no solo la mejora continua de la eficiencia operativa, sino el generamiento de impactos positivos al extender la vida útil de los embalajes, mejorando su trazabilidad y minimizando la huella de carbono. Algunos de los hallazgos revelan que a la implementación de las herramientas Lean generan beneficios en tres dimensiones: operativa (mejora la rotación y disponibilidad de embalajes), económica (disminución de consumo de recursos) y ambiental (disminución de residuos) . Se propone un plan de acción estratégico que incluye protocolos de manejo, sistemas de trazabilidad y mecanismo de control para garantizar la sostenibilidad de mejoras.

Esta investigación ofrece un marco de trabajo replicables y aplicable para organizar hacia diferentes sectores los cuales buscan transformar sus sistemas de embalajes, demostrando que la eficiencia operacional y la responsabilidad ambiental son objetivos complementarios en la gestión de cadenas de suministro.

**Palabras Claves**

Economía Circular, Sostenibilidad Logística, Retorno de Embalaje, Eficiencia de Recursos, Logística Inversa, Optimización de Flujo, Value Stream Mapping, Lean Manufacturing

## **Abstract**

This research project addresses the optimization of the return flow of reusable boxes by integrating principles of Lean Manufacturing and Circular Economy in the reverse logistics of the foreign trade sector. Based on the diagnosis of inefficiencies in current packaging systems, a methodological framework is proposed that combines continuous improvement tools with environmental sustainability objectives

The research is based on the systematic analysis of value flows through Value Stream Mapping, identifying and categorizing specific wastes associated with the life cycle of reusable packaging. The study demonstrates how the application of lean tools such as 5S, Kaizen and process mapping can not only improve operational efficiency but also generate positive impacts by extending box life, reducing waste and minimizing carbon footprint.

The main findings reveal that Lean Circular integration generates synergistic benefits in three dimensions: operational (improves rotation and availability of packaging), economic (reduction of waste and consumption of resources). This project culminates with the proposal of a strategic action plan that includes management protocols, traceability system and control mechanisms to ensure the sustainability of improvements.

As a major contribution, this research provides a replicable framework for different sectors seeking to transform their reusable packaging systems from an operational cost source into an element of sustainable competitive advantage, demonstrating that operational efficiency and environmental responsibility are complementary and mutually reinforcing objectives in modern supply chain management.

**Keywords**

Circular Economy, Logistic Sustainability, Packaging Returns, Resource Efficiency, Reverse Logistics, Flow Optimization, Value Stream Mapping, Lean Manufacturing

## 1. Introducción

### 1.1 Planteamiento del problema

La cadena de suministro global enfrenta una presión sin precedentes, no solo por la volatilidad de la demanda y las expectativas de inmediatez, sino también por la urgente necesidad de transitar hacia modelos operativos sostenibles. El modelo de economía circular desafía el modelo tradicional de “tomar, hacer y desechar”. Este es impulsado por la necesidad de ser cada vez más eficaz. Factores como la creciente escasez de recursos, la crisis climática u una conciencia social que cada vez es más exigente nos presiona por transicionar a modelos más circulares y responsables. La logística y la gestión de la cadena de suministro son dos de los temas centrales, debido a que es responsables de una gran porción del consumo energético global y las emisiones de gases de efecto invernadero. Dentro de este panorama, la gestión de embalajes es un punto de enfoque, teniendo en cuenta que aun la mayoría de los embalajes son de un solo uso, lo que representa un símbolo de ineficiencia en el modelo. Estos son recursos de vida útil efímera que generan volúmenes masivos de residuos. Como alternativa, los sistemas de embalaje reutilizables como cajas de plástico plegables o apilables se presentan como una solución prometedora alineada con los principios de Economía Circular. Su potencial para reducir desechos, minimizar el consumo de materias primas y disminuir la huella de carbono en ciclos de vida.

Sin embargo, la implementación de un sistema de retorno de cajas de plásticos no es una panacea ni una solución de eficiencia automática, Por lo contrario, introduce una capa de complejidad operativa al crear una cadena de suministro dual: un flujo directo de productos hacia el cliente y un flujo reverso de los embalajes vacíos hacia el punto de origen para su

reacondicionamiento y reutilización. Es en este tipo de logística reversa donde surgen los principales obstáculos para la viabilidad económica y ambiental del sistema.

El problema central que esta investigación aborda es la ineficiencia del sistema en los flujos de retorno de cajas de plásticos reutilizables, la cual genera un conjunto de “desperdicios” que debilitan los beneficios de reutilización y crean una contradicción de insostenibilidad. Estos desperdicios se pueden ver de diferentes formas:

El desperdicio de activos: la falta de visibilidad y control sobre el flujo reverso conduce a la pérdida física de las cajas, que se convierten en un activo costoso que terminan varados en almacenes de los clientes o en tránsito. Los daños por mal manejo acortan su vida útil, aumentando la necesidad de reposición y anulando el ahorro de recursos. El desperdicio de capacidad y de tiempo puede ser otro debido a que los camiones que regresan vacíos o semi vacíos desde los puntos de distribución hasta los centros de consolidación representan un enorme desperdicio de capacidad de transporte y un incremento innecesario de emisiones de CO<sub>2</sub>. Los largos. Teniendo en cuenta también los cuellos de botella que se pueden tener.

Desperdicios de procesos ya que a lo largo de la cadena podemos tener procesos administrativos redundantes, costos de coordinación elevados y una falta de alineación entre la disponibilidad del embalaje y la necesidad operativas.

El impacto de esta ineficiencia puede incrementar los costos logísticos debido a los gastos de reposición de cajas perdidas o dañadas, los fletes ineficientes del retorno y los costos de mano de obra asociados a la gestión del sistema discontinuo. La indisponibilidad de cajas limpias y en buen estado genera una ruptura en el flujo del suministro, retrasos en los pedidos y disminución del nivel de servicios al cliente, afectando la competitividad.

La identificación, análisis y eliminación de estos desperdicios es un paso importante para poder desbloquear el verdadero potencial de la economía circular en la cadena de suministro.

## **2. Pregunta de investigación**

¿Cómo la aplicación de un modelo de mejora continua, basado en herramientas Lean Manufacturing, puede optimizar la gestión del flujo de embalajes reutilizables en cadenas de suministro?

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivos General**

Analizar el flujo de retorno de cajas de plásticos reutilizables en la cadena de suministro en sectores con alto flujo de embalajes para proponer un plan de mejora basado en herramientas lean, que incrementan su eficiencia operacional y su contribución a la economía circular

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar y categorizar los desperdicios específicos del flujo de retorno
- Priorizar los puntos críticos de generación de desperdicios en función de su impacto en los costos logísticos, la disponibilidad de embalajes y huella de carbono
- Formular un plan de recomendación mejora específicas, utilizando herramientas Lean dirigidas a optimizar el ciclo de vida de las cajas de plástico
- Estimar los beneficios esperados en términos de reducción de costos por reposición de cajas, disminución de tiempos de ciclo de retorno, aumento de la tasa de reutilización y reducción de huella de carbono asociada con el embalaje

#### 4. Justificación

La presente investigación se justifica por su relevancia y potencial contribución en cuanto a diferentes dimensiones. Este proyecto realiza una contribución significativa al conocimiento en gestión de operaciones, cadena de suministro y logística al tener un lazo entre la filosofía del Lean Manufacturing y los principios de economía circular. El enfoque que tiene la filosofía Lean es aplicada para eliminar desperdicios con el fin de maximizar la eficiencia económica en los procesos productivos. Esta investigación demuestra la aplicabilidad y versatilidad de sus herramientas para optimizar flujos de materiales reversibles y cíclicos, cuyo objetivo final es encontrar una eficiencia económica. Al hacer esto enriqueciendo la literatura sobre la logística reversa y cadena de suministro verde, proponiendo un marco integrado que sistematiza la gestión de activos reutilizables como un elemento estratégico y no solamente táctico de la cadena de suministro. Este estudio proporciona un modelo de diagnóstico y mejora específico para sistemas de embalajes reutilizables, sirviendo como una base teórica para futuras investigaciones.

Este proyecto ofrece un modelo de acción concreto y cuantificación para poder transformar un desafío operativo en una ventaja competitiva tangible. Al querer implementar sistemas de embalajes retornables las expectativas de ahorros son altos teniendo en cuenta la realidad operativa que deterioran esos beneficios. Esta investigación provee a la organización de estudio que permite identificar las fugas de valor dentro de este sistema de retorno. Un plan de acción basado en el impacto, dirigiendo recursos hacia iniciativas de mejora con un mayor retorno. Además de beneficios tangibles los cuales no solo mejorará la rentabilidad, sino que también fortalece la propuesta de valor entre clientes que priorizan cadenas de suministro ágiles y responsables.

El uso del Value Stream Mapping (VSM) para mapear no solo el proceso de fabricación, sino una innovación en sí misma. El proyecto desarrolla y valida una metodología específica para visualizar, analizar y mejorar estos flujos cíclicos, creando un precedente y un modelo replicable para otras empresas e industrias que utilicen o pretendan implementar sistemas de embalajes retornables. Esta contribución metodológica facilita la adaptación de mejores prácticas, impulsando estándares más elevados en la gestión logística sostenible.

En un contexto de emergencia climática y presión sobre los ecosistemas, la transición hacia una economía circular deja de ser una opción para convertirse en una necesidad. Teniendo en cuenta que la optimización operativa está ligada a la sostenibilidad, al eliminar los desperdicios del flujo de retorno se contribuye a la mitigación del cambio climático; al optimizar las rutas de transporte y reducir los viajes de carga, se disminuyen las emisiones de gases efecto invernadero.

## **5. Alcances y Limitaciones**

Algunos de los alcances que se espera del estudio es que se centre en la cadena de suministro en sectores con alto flujo de embajales, con el proceso desde el inicio hasta la entrega al cliente final. Este análisis se hará en el segundo periodo del 2025. Se utilizarán herramientas Lean apropiadas para el diagnóstico y la propuesta. También vemos que podemos tener algunas limitaciones ya que el acceso de datos sensibles del sector o de las empresas con las que se van a analizar podría estar restringido. Los resultados del plan de mejora serán proyectados, más la implementación real queda fuera del alcance de este proyecto de grado. También el estudio puede verse limitado debido a la disponibilidad de tiempo y colaboración del personal operativo de las empresas para entrevistas y recolección de datos.

## 6. Marco Teórico

### 6.1 Antecedentes

#### *6.1.1 Análisis sistemático de desperdicios en la cadena de suministro*

Esta tesis de maestría constituye un precedente metodológico al abordar una problemática de ineficiencia operativa en la gestión de pedidos de una empresa en el sector comercial. El autor no solo identifica problemas de desorganización y el tiempo de ciclo, sino que realiza un diagnóstico meticuloso que combina técnicas cuantitativas y cualitativas. La aplicación de diagramas de flujo y mapas de procesos le permite visualizar la ruta crítica de los pedidos, mientras que la observación directa reveló desperdicios ocultos en movimientos, transportes internos y tiempos de búsqueda de materiales

La intervención se basó en la implementación secuencial de dos herramientas Lean: primero los 5's (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplinar) para generar un ambiente de trabajo organizado y seguro, seguido del Systematic Layout Planning (SLP) para rediseñar la distribución física del almacén basándose en la afinidad de las actividades y la frecuencia de los flujos de materiales. Los resultados cuantificables, como la reducción significativa del tiempo de preparación de pedidos y el aumento de la productividad, demuestran el impacto tangible de aplicar metodologías de mejora continua en un contexto operativo real.

La trascendencia que este estudio tiene para nuestra investigación es diversa dado que este antecedente valida la estructura de “diagnóstico - intervención - medición” que se podría emplear. demuestra que un análisis basado en evidencia, seguido de una intervención con herramientas específicas, genera resultados medibles. Podemos tener en cuenta la fase de

diagnóstico de flujo de retorno de cajas y ver si puede ser aplicado a nuestro proyecto, utilizando también la observación directa y el mapeo de procesos. En este caso el SLP es aplicado en un almacén, su principio de “minimizar los movimientos y las distancias de transporte” es un abordaje que puede ser tenido en cuenta al diseño de la red de logística reversa. Podemos analizar la ubicación de los puntos de recogida de cajas vacías en relación a las rutas de los camiones y el centro de distribución, buscando la configuración que minimice los kilómetros recorridos en vacío o con caja.

### ***6.1.2 Economía circular y producción lean en la gestión de cadenas de suministro***

Este artículo realiza una contribución fundamental al discurso académico y práctico al construir un puente conceptual sólido entre dos paradigmas que, aunque se presentan en contextos diferentes se complementan. Los autores desmontan la percepción de que la producción lean, centrada en la eficiencia y la Economía Circular, centrada en la sostenibilidad, son objetivos separados. Argumentan convincentemente que la eliminación de desperdicios que persigue este modelo es el soporte sobre el cual se construye la circularidad.

El documento explora como herramientas Lean clásicas son conductores para operacionalizar la Economía Circular. Un ejemplo de eso es el Value Stream Mapping puede rediseñarse para mapear flujos de materiales circulares, previene defectos que generan residuos y un sistema pull que ajustan la producción a la demanda real, evitando la sobreproducción y el excedente podría terminar como desecho. Esta investigación pretende evidenciar que la economía circular no requiere necesariamente tecnologías nuevas, sino una aplicación más inteligente de metodologías de mejorar continuas ya existentes. Este artículo se enfoca en el argumento del por el cual el uso de las herramientas Lean nos enfoca a la sostenibilidad. Nos

muestra que al usar VSM para eliminar transportes innecesarios en el retorno de cajas, no solo nos ahorramos costos, sino que reducimos nuestras emisiones de CO2. Al reducir la pérdida y el daño de cajas, no solo evitamos costos de reposición, sino que conservamos recursos materiales y evitamos generar residuos plásticos. Nos hace entender los resultados, el que un aumento en la tasa de retorno deja de ser solo un KPI de eficiencia, sino que se convierte en un indicador de circularidad. También nos enseña que la filosofía Lean se aplica directamente a mantener un producto en uso el mayor tiempo posible, cumpliendo con los principios de la economía circular.

### ***6.1.3 Optimización sostenible de la cadena de suministro alimentaria: revisión bibliográfica de aplicaciones de machine learning en logística y reducción de desperdicios***

Esta tesis muestra la aplicación del modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference) para diagnosticar y mejorar una cadena de suministro completa. El autor no se limita a un solo proceso, sino que analiza los procesos ventrales de planificar, abastecer, producir y entregar junto con el proceso de retorno. Su diagnóstico se basa en la medición de métricas de desempeño clave alineadas con el modelo SCOR, lo que permite identificar cuellos de botella y áreas de mejora de manera objetiva y basada en datos. El plan que el autor propone se enfoca en la optimización de procesos, la gestión de proveedores y la implementación de KPI's para monitorear el desempeño de la cadena presentada, lo que nos muestra la relevancia de implementar un sistema de medición robusto. Tomando como referencia la aplicación de KPI 's dentro del modelo SCOR, este proyecto debe establecer y realizar un seguimiento continuo de los indicadores; los cuales son diseñados para evaluar de manera efectiva el flujo de retorno de embalajes. Aunque el objetivo del proyecto tiene un foco específico, este antecedente nos recuerda la importancia de entender cómo este proceso se interconecta con el resto de la cadena. Si bien la herramienta en la cual estará centrada el proyecto es VSM, el

modelo SCOR nos ofrece una estructura de procesos de cadena de suministro que se puede usar para enmarcar el proyecto.

## **7. Bases Teóricas**

### **7.1 La cadena de suministro**

Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas, de manera directa o indirecta, en la satisfacción de las necesidades y expectativas de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportadores, almacenistas, vendedores y clientes. Dentro de cada organización, como la de un fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente (Chopra y Meindl, 2008).

La cadena de suministro tiene varias fases Pires y Carreto, 2007. La primera fase es el aprovisionamiento, que se encarga de surtir materiales a aquellas empresas que tendrán el deber de procesarlos. En este eslabón de la cadena ocurre el proceso de abastecimiento no solo de la materia prima sino también de los insumos y/o servicios. Las actividades van dirigidas a asegurar la adquisición de materiales de buena calidad y procurar que sean de un costo no tan alto; para garantizar que la producción que es requerida por cada empresa se entregue en los tiempos planificados al cliente sin que el funcionamiento del sistema tenga algún percance.

La siguiente fase es la de producción incluye todas las empresas encargadas de realizar una transformación a la materia prima en los diferentes productos destinada hacia los clientes. En esta fase se centrará el conjunto de participantes que desarrollan procesos productivos (Usgame et al, 2007). Esta constituye el eslabón de la cadena de suministro donde se transforma el bien o el servicio, cada característica de esta fase la hace bastante competitiva.

La tercera fase es la de comercialización, esta consiste en la identificación de los canales y niveles de comercialización en los diferentes mercados y la ubicación de estos productos en las plazas que le corresponden a cada uno. Usgame et al, (2007) establecen diferentes modalidades de comercialización para el producto y su disposición al consumidor final, lo cual definió los segmentos del mercado y como pueden ser representados por las diferentes cadenas que hay. Esta fase incluye a todos los eslabones e involucrados responsables de hacer llegar los productos al cliente final. Miguel et al (2008) expresan que este canal de distribución está constituido por el curso seguido del bien y/o servicio desde el punto de origen hasta punto final.

## **7.2 Principios Lean**

(Andreu, 2024) El modelo de gestión “Lean Manufacturing” su objetivo principal es minimizar las pérdidas y maximizar el valor añadido hacia el cliente. Este enfoque surgió en un principio en la industria automovilística, con el paso del tiempo se ha ido extendiendo a diferentes sectores y ha demostrado ser primordial para poder mejorar la competitividad empresarial.

Lean Manufacturing o Lean Production, es un sistema integral de organización del trabajo cuyo propósito fundamental es la optimización del sistema mediante la mejora continua. Este enfoque se centra en la identificación y eliminación de todas aquellas actividades clasificadas como despilfarros o desperdicios, cualquier operación que consume recurso, pero no contribuye a agregar valor desde la perspectiva del cliente final. La esencia de Lean reside en depurar de manera constante el proceso de estos elementos negativos para crear un flujo más ameno y eficiente.

El término “Lean Manufacturing” fue acuñado y popularizado por primera vez a principios de la década de 1990 en el libro “La máquina que cambió el mundo” de los autores James P. Womack, Daniel T. Janes y Daniel Ross. El libro presenta un análisis comparativo de dos sistemas de negocios que son bastante diferentes: la producción Lean que se caracteriza por su flexibilidad, eficiencia y eliminación de desperdicios frente a un modelo de producción de masa que se asocia a largos ciclos, grandes inventarios y rigidez. Uno de los pilares críticos para el éxito de cualquier implementación Lean es la dimensión humana, Lean sostiene que las personas son el activo más importante que tiene la empresa y que este principio no se puede implementar a menos de que se genere un cambio radical en la cultura de la organización que fomente la colaboración abierta entre compañeros y la comunicación transversal en todos los niveles de jerarquía en la empresa.

Al tener el contacto directo y constante con los procesos los trabajadores son los primeros en detectar ineficiencias y pueden idear e implementar mejoras. Es imperativo contar con un apoyo ágil creando un clima de confianza entre equipo, empoderarnos a que sean partícipes del proceso de mejora, impulsándonos a la toma de decisiones y se les comunique con claridad lo que se espera de ellos. Si este compromiso y liderazgo no es tenido en cuenta, la implementación de estas técnicas no funcionase.

Irean Andreu (2024) expone que Lean Manufacturing tiene tres pilares esenciales que guían su efectiva implementación. El primero es la efectividad, que tiene como objetivo entregar un producto o servicio que no solo cumpla con los reglamentos, sino supere las expectativas del cliente en términos de calidad, tiempo de entrega u costo. El segundo es la eficiencia, lo que implica el uso óptimo e inteligente de los recursos disponibles, optimizar el flujo de trabajo, reduciendo tiempos muertos y cualquier actividad que no añada valor. El último pilar es la innovación, donde entra la filosofía Kaizen, la cual fomenta un entorno donde cada miembro de la organización está capacitado e incentivado a identificar problemas y proponer

soluciones creativas. Para materializar estos pilares se componen de siete principios operativos. El primero es “hacerlo bien a la primera vez” persigue ambiciosamente el no tener defectos, le sigue el principio de excluir cualquier actividad que no añada valor. El tercero es “Kaisen”, el cual se enfoca en los pequeños alcances, el cuarto es establecimiento de los procesos “pull” donde la producción se activa solo por la demanda real del cliente. El quinto se enfoca en la flexibilidad, la capacidad de adaptarse rápidamente; el sexto aboga por colaborar estrechamente con proveedores, estableciendo relaciones largas y duraderas. El último principio implica un cambio de enfoque estratégico: la empresa debe dejar de vender simples productos y comenzar a ofrecer soluciones integrales que resuelvan de manera efectivas las demandas del cliente.

## **7.3 Herramientas de Lean Manufacturing**

### ***7.3.1 Value Stream Mapping***

El Value Stream Mapping (VSM) o mapeo de la cadena de valor se presenta como una herramienta visual la cual es fundamental en la filosofía Lean, la cual diseña para analizar, visualiza el flujo de materiales e información necesarios para entregar un producto o servicio al cliente. Según Asana (2023), su propósito central es identificar y eliminar todo tipo de desperdicios, conocidos como "muda" en la terminología Lean, con el objetivo de crear procesos más ágiles y eficientes que maximicen el valor entregado al cliente mientras se minimizan los recursos empleados y los tiempos de ciclo.

La implementación de este mapeo ofrece varios beneficios para las organizaciones; algunos de estos se enfocan en visualizar el flujo de valor, identificar cuellos de botella,

actividades redundantes, tiempos de espera excesivos y otros tipos de desperdicios. el VSM facilita la toma de decisiones basada en datos concretos más que en suposiciones, ya que requiere la recopilación de métricas reales sobre tiempos de ciclo, tiempos de espera y porcentajes de valor añadido (Asana, 2023).

La creación de un Values Stream Map comienza con la identificación de un producto servicio específico, el siguiente paso implica representar de todas las áreas involucradas en el flujo de valor, garantizando una perspectiva completa y diversa. Se centra el mapeo en el estado actual, donde se documenta cada actividad, decisión y tiempo de espera, recopilando datos reales. Posteriormente se hace un análisis crítico, buscando de raíz a las causas de los desperdicios y oportunidades de mejora. La implementación efectiva del VSM culmina con la creación de un plan de acción detallado que especifica los pasos concretos, los responsables designados y los plazos establecidos para transformar el estado actual en el estado futuro deseado (Asana, 2023).

### **7.3.2 *Kaisen***

La filosofía Kaisen, es la aproximación constante al refinamiento de procesos, productos y servicios dentro de una organización. Según Asana (2023), se fundamenta en la creencia de que incluso los procesos más eficientes pueden ser optimizados continuamente mediante pequeños incrementos graduales debido a transformaciones radicales ocasionales. Esta metodología implica que cada miembro de la organización esté comprometido en identificar oportunidades de mejora e implementa soluciones. Esto genera beneficios que puede transformar las organizaciones, en el ámbito de la eficiencia operativa se debe identificar y eliminar desperdicios, optimizar flujos de trabajo y reducir tiempos de ciclo.

Para los clientes, se manifiesta en una experiencia consistentemente mejorada, con productos y servicios que evolucionan para satisfacer sus necesidades cambiantes con mayor calidad y valor agregado (Asana, 2023). Culturalmente, se fomenta un entorno de empoderamiento donde cada pedazo de la compañía es valorado al contribuir ideas, aumentando el compromiso y el sentido de pertenencia.

Una vez priorizadas las oportunidades, se procede a desarrollar e implementar soluciones piloto, preferentemente de bajo riesgo y alcance controlado (Asana, 2023). La implementación de canales estructurados para capturar ideas, como programas de sugerencias o sesiones regulares de mejora, asegura que el conocimiento de primera línea de los empleados se canalice efectivamente hacia la optimización de procesos (Asana, 2023)

### **7.3.3 Las 5's**

La metodología 5 's es una herramienta fundamental dentro del sistema de Lean Manufacturing que busca generar espacios de trabajo organizados, ordenados, limpios y estandarizados para mejorar la eficiencia operativa y seguridad laboral. Según Envira (2023), esta metodología se denomina 5's por las iniciales en japonés de cinco pasos consecutivos: Seiri (clasificar), Seitan (ordenar), Seiso (limpiar), Seikeitsu (estandarizar) y Shitsuke (sostener). La primera S, Seiri consiste en separar los elementos necesarios de los innecesarios en el área de trabajo, eliminando todo aquello que no se requiera para las operaciones diarias. La segunda S, Seiton busca organizar de manera lógica y eficiente los elementos esenciales, asignando un lugar específico para cada herramienta o material según su frecuencia de uso. La tercera S, Seiso implica mantener impecablemente limpio el entorno laboral, identificando y eliminando fuentes de suciedad y desorden. La cuarta S, Seikeitsu establece normas y procedimientos para mantener las tres primeras S de manera consistente, creando patrones visuales y métodos

unificados que todos los trabajadores puedan seguir. La quinta S, Shitsuke se enfoca en convertir las prácticas anteriores en hábitos permanentes, fomentando a la disciplina y el compromiso continuo con el sistema 5 'sa través de auditorías regulares y mejora continua (Envira, 2023).

#### ***7.3.4 Eficiencia operacional***

Sarah Loyan define la eficiencia operacional como la capacidad de una organización para entregar productos o servicios de una manera más rentable, rápida y de calidad, optimizando al máximo el uso de sus recursos. Asana (2023) explica que este concepto fundamental impacta directamente en la competitividad y sostenibilidad del negocio, ya que busca maximizar la productividad mientras se minimizan los costos operativos. La eficiencia operacional no solo es la reducción de costos, sino el equilibrio estratégico entre calidad, velocidad y economía en las operaciones. Operacionalmente, resulta en una mayor productividad del equipo, ya que los empleados dedican menos tiempo a tareas redundantes o burocráticas y más tiempo a actividades que generan valor real (Asana, 2023). La metodología Six Sigma aporta rigor estadístico para reducir variabilidad y defectos en los procesos, mientras que el análisis de Value Stream Mapping permite visualizar y optimizar el flujo completo de actividades desde la solicitud hasta la entrega (Asana, 2023).

Ramos (2024) afirma que el monitoreo constate mediante los KPIs es esencial para gestionar y mejorar la eficiencia operacional de manera sostenibles. Métricas como el costo por unidad producida, el tiempo de ciclo de procesos críticos, la tasa de utilización de recursos, el porcentaje de actividades de valor añadido y el índice de calidad en la primera entrega proporciona una visión más amplia del rendimiento operacional. El establecer benchmarcks

internas o externas nos permite contextualizar estos indicadores y establecer metas ambiciosas pero realizables.

La eficiencia operacional requiere una transformación cultural en la organización donde todos los miembros internalicen la mentalidad de mejora continua y optimización. El liderazgo debe mostrar y comunicar la importancia de la eficiencia operacional, asignando recursos específicos para iniciativas de innovación de optimización. Los equipos necesitan empoderarse, por lo que la capacitación continua asegura que los colaboradores desarrollen habilidades para analizar procesos, utilizar herramientas de mejora continua y pensar críticamente.

#### **7.4 Logística reversa**

La logística inversa se define como “el proceso de planificación, implementación y control eficiente del flujo de materias primas, productos en proceso y productos terminados desde el punto de consumo hasta el punto de origen con el propósito de recuperar su valor o asegurar su correcta disposición final” (Cámara de comercio de Sevilla). A diferencia de la logística directa, la reversa se enfoca en gestionar el retorno de los productos, embalaje o materiales una vez han cumplido su función inicial con el cliente. Para una empresa como DHL, un líder logístico global, este proceso es “un elemento clave de estrategia de la cadena de suministro” que puede transformar un gasto operativo en una oportunidad para “recuperar valor, ahorrar costos y demostrar un compromiso con la sostenibilidad” (DHL).

La implementación efectiva de la logística inversa es un desafío complejo. Gestionar este flujo “de vuelta” requiere una coordinación meticulosa, sistemas de información robustos

y a veces una reestructuración de los procesos internos. Según la Cámara de Comercio de Sevilla, uno de los mayores obstáculos radica en “la falta de cultura empresarial orientada al reciclaje y reutilización” además de las dificultades técnicas para establecer procesos eficientes de recuperación. DHL, señala que una logística inversa bien facilita procesos de devolución eficientes y “reforzar la imagen de marca” al demostrar compromiso con la sostenibilidad. La logística reversa es el mecanismo operativo que hace tangible el principio de “cerrar culos” en la práctica empresarial.

### **7.5 Economía circular y la logística verde**

El modelo económico predominante durante el siglo XX ha sido lineal; se extraen recursos, se fabrican productos, se usan y se desechan. Este sistema es inherente derrochando y genera presión insostenible sobre los recursos naturales del planeta. Frente a eso surge el concepto de economía circular, que Enel Green Power describe como “un modelo económico que pretende superar la economía lineal tradicional” y que se basa en “tres principios principales: eliminar los residuos y la contaminación desde el diseño, mantener los productos y materiales uso el mayor de tiempo posible y regenerar los sistemas naturales”. La economía circular no solo se trata de reciclar. Es un cambio de mentalidad que rediseña todo un sistema. En lugar de ver un residuo, se ve un recurso. En el compacto de este proyecto las cajas dejan de ser un artículo de un solo uso para convertirse en un activo valioso que debe circular continuamente dentro del sistema productivo.

Este modelo fomenta la innovación en el diseño de productos para que sean más duraderos, recuperables y reutilizables, generando lo que Enel Green Power llama “un círculo virtuoso que aprovecha los recursos de manera responsable”. Sin embargo, para que la

transición hacia la circularidad se materialice de manera efectiva, el sector logístico debe aprender a adaptarse. Es en ese contexto donde surge el concepto de logística verde, que se define como “la incorporación de prácticas sostenibles en las operaciones logística y de la cadena de suministro para minimizar su impacto ambiental”, esta es la evolución de la logística tradicional; la cual integra criterios ecológicos en la toma de decisiones.

La aplicación de la logística verde es concretas y medibles: estas optimizan las rutas de transporte para reducir el kilometraje recorrido y las emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que se utilizan vehículos con combustibles mas limpios. Concur destaca que estas prácticas “pueden generar ahorros significativos en costos operativos” a través de una mayor eficiencia energética y reducción de desperdicios. La coordinación de la eficiencia económica y ambiental es un gran avance para el futuro de las operaciones logísticas sostenibles.

## **7.6 Los 3 pilares de Sostenibilidad**

Para comprender el impacto completo de cualquier iniciativa de mejora, es esencial evaluarla en términos de sostenibilidad, la cual se sostiene por tres pilares fundamentales: el económico, el social y el ambiental (Enel, 2023). El “Triple Bottom Line” o “Personas, planeta, beneficios” se aseguran de que las decisiones empresariales no solo generen rentabilidad, sino que se haga una contribución positiva a la sociedad y el medio ambiente. El factor económico tiene un enfoque en generar valor a largo plazo; esto aplicado al proyecto tiene como objetivo optimizar el retorno y la reutilización, la empresa invierte en embalajes reutilizables, los cuales a largo plazo disminuye no solo los gastos, costos de gestión de residuos y genera eficiencia en la cadena de suministro. Según Enel (2023), este pilar busca “crear valor duradero para los

accionistas” pero también para todos los grupos de interés a través de operaciones eficientes y sostenibles.

El pilar ambiental se centra en la preservación de los recursos naturales y los ecosistemas. La iniciativa impacta directamente al minimizar los residuos sólidos y el reducir la huella de carbono asociada a la producción y a los transportes ineficientes. En Enel (2023) enfatiza que las empresas deben “adoptar soluciones innovadoras para reducir el impacto ambiental” de sus operaciones, lo que se alinea perfectamente con los objetivos de este proyecto.

El pilar social hace referencia al impacto de las personas y la ciudad. Una operación más sostenible y eficiente mejora la imagen de la empresa ante los clientes y la comunidad, que son cada vez más consistentes y exigen prácticas responsables. Además, esto puede generar un entorno de trabajo más ético para los empleados, fortaleciendo el capital humano de la organización, es decir las “personas”. Enel (2023) destaca la importancia de “promover el desarrollo de las comunidades” donde opera la empresa, lo que crea valor social a través de prácticas empresariales responsables.

## **7.7 Gestión de Pooling de Embalaje**

Para gestionar eficientemente los embalajes reutilizables como las cajas, existe un modelo específico conocido como Pooling. Ceva logística lo define como “un sistema de embalaje reutilizable en el que ellos mismo embalajes son compartidos por múltiples usuarios en una cadena de suministro”. En lugar de que cada empresa sea dueña de sus cajas, puede utilizarse un pooling “parque común” gestionando muchas veces por un operador logístico especializado, como lo ofrece Nefab; quien provee “soluciones de embalaje reutilizables con servicios de pooling para optimizar sus flujos logísticos” (Nefab.). El sistema funciona de tal

forma que los usuarios las toman de una estación, las usan para transportar sus bienes y las devuelven a otra estación, desde donde son regidas, limpiadas y puestas nuevamente en circulación para el siguiente usuario.

Este modelo ofrece varias ventajas. Primero las empresas no necesitan comprar y mantener un gran stock propio de cajas. Ceva Logistics señala que el pooling “reduce la necesidad de inversión en embalajes” al convertir un costo capital en un gasto operativo viable. Las cajas están en uso constante, lo que mejora la rotación de este activo. Nefab . El servicio de pooling incluye “gestión y seguimiento de los embalajes” para asegurar su máxima utilización a lo largo de todo el ciclo de vida.

El gestor del pool se encargará del mantenimiento, lavado y reparación, asegurando que todas las cajas estén en perfecto estado. Esto elimina la carga de gestión para las empresas usuarias y garantiza condiciones higiénicas y operativas óptimas.

Por último, la empresa puede acceder a más cajas en temporada de alta demanda sin realizar una inversión fija. La flexibilidad del sistema permite adaptarse a las fluctuaciones del mercado sin comprometer la eficiencia operativa. Una tasa baja de devolución, tiempos largos del ciclo y varios daños puede convertir esta solución prometedora en un problema costoso y poco sostenible. La efectividad del sistema depende de la coordinación entre todos los actores de la cadena de suministro y de la implementación del proceso basándonos en el seguimiento y control. El desafío principal del pooling, es la eficacia del ciclo de retorno.

## **7.8 Indicadores KPI'S**

Para gestionar y mejorar cualquier proceso, es fundamental poder medirlo. es imposible controlar lo que no se puede medir. Aquí entran en juego los Indicador Clave de Rendimiento

o KPIs. La asociación para el Progreso de la Dirección APD (los define como “medidas utilizadas para cuantificar los resultados de una acción o actividad en relación de los objetivos fijados”). Los KPI’s funcionan como una brújula y el panel de control de un proyecto. Permiten transformar perspectivas de ineficacia en datos objetivos y accionables. Para el flujo de retorno de cajas de plástico, se puede establecer KPI’s decisivos como lo es la tasa de retorno la cual indica el porcentaje de cajas que regresan por cada ciclo; un valor bajo en este señalaría fijar en el sistema y genera costos de reposición. El tiempo promedio nos ayuda a calcular el tiempo desde que una caja sale hasta que está disponible de nuevo, un tiempo corto significa una mayor rotación y eficiencia, reduciendo la necesidad de mantener cierta cantidad de cajas en flujo. La tasa de pérdida mide la fuga del activo y es crucial para evaluar el efectivo control sobre los activos. La tasa del daño ayudará a identificar problemas en el manejo, almacenamiento o transporte que afectan la vida útil de las cajas. Y el coste logístico por caja retornada ayudará a evaluar la eficiencia económica del proceso de retorno.

APD clasifica los KPI’s en diferentes tipos, siendo especialmente relevante para este proyecto los “KPI’s de eficiencia” que medirán como se utilizan los recursos y los “KPI’s de capacidad” que miden el rendimiento del sistema. La correcta selección y monitoreo de los KPI’s relevantes es algo indispensable para el éxito de cualquier iniciativa de optimización logística.

## **8. Marco Metodológico**

### **8.1 Enfoque de la Investigación**

La aplicación de este proyecto adoptaría un enfoque mixto combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Esta decisión metodológica se fundamenta en la complejidad del sistema de retorno de cajas, lo que requiere tanto del análisis de datos y medibles, como de la comprensión de las dinámicas organizacionales. El componente cualitativo permite la variedad conceptual y las percepciones de quienes conocen del tema, mientras que el componente cuantitativo proporciona precisión y objetividad necesaria para medir el desempeño y cuantificar el impacto. Esta integración metodológica fortalece la validez de los hallazgos y facilita el desarrollo de soluciones robustas y aplicables. Para tener un buen análisis se debe recolectar datos en un periodo específico, captando una imagen detallada y comprensiva de los procesos actuales de manejo, almacenamiento y transporte de cajas. El diseño de esta investigación se caracteriza por ser experimental salvo de tipo de análisis bibliográfico y de conceptos los cuales pueden ser implementados, lo que resulta particularmente apropiada para el análisis en profundidad de los fenómenos operativos asociados a la gestión de embalajes reutilizables.

### **8.2 Técnicas e instrumentos para la Recolección de Datos**

Para garantizar la validez y confiabilidad de los datos se implementan el diferente uso de técnicas. La primera es la observación directa, implementada mediante un protocolo estructurado de seguimiento de flujo físico de las cajas a través de un ciclo de retorno. El

instrumento principal de esta técnica es una hoja de registro de campo diseñada para tomar tiempos de cada actividad, secuencia de proceso, movimientos y desplazamientos internos, condiciones de almacenamiento y manipulación, en esta hoja también se tienen en cuantos eventos que no entran en lo cotidiano de la operación. Esta técnica permite identificar cuellos de botella y procesos de reacondicionamientos. La revisión detallada es crucial y representa la segunda fase; se analiza los documentos, incluyendo registros de movimiento, reportes de condición física de las cajas, procedimientos operativos, entre otros.

La aplicación del Value Stream Mapping es aplicada en una estructura de diferentes fases secuenciales, lo cual le permite abordar diferentes contextos. La primera fase se enfoca en la selección y determinación del flujo de valor, se establecen límites precisos del sistema. Esta delimitación incluye todas las etapas desde la disponibilidad inicial del embalaje para su uso en el flujo directo de distribución, pasando por su retorno, reacondicionamiento y eventual puesta a disposición para ciclos siguientes. Esto considera las características técnicas del proceso, patrones de uso y vulnerabilidades frente a diferentes tipos de uso. La segunda fase, se centra en el mapeo del estado actual. Se recolectan datos en el campo, se hace un seguimiento detallado de una muestra representativa de cajas a través de la totalidad de su ciclo de retorno. Este seguimiento se complementa con un seguimiento de tiempos de cada actividad registrando de inventarios y documentación de los flujos de embalajes. Un factor importante para tomar en cuenta es la actividad en la cual las cajas estarán involucradas lo cual afecta el ciclo de vida de estas mismas. En la recolección de datos también se incluye actividades en las cuales se identifiquen los puntos críticos donde se generen los principales desperdicios asociados a los embalajes. Al obtener todos estos datos, la elaboración del mapa visual es indispensable debido a que integra toda la información recopilada utilizando la simbología estandarizada del VSM, calculando las métricas agregadas y facilitando la identificación en que actividades se genera desperdicio y oportunidades de mejora para poder fortalecer el sistema actual.

Se fundamenta en la aplicación sistemática de los principios Lean específicamente adaptados para abordar los desafíos específicos de la gestión de embalajes reutilizables. El principio del flujo guía el diseño de organización y procedimientos para minimizar manipulaciones innecesarias, reducir distancias de transporte interno y eliminar almacenamientos intermedios que contribuyen al deterioro de las cajas. El sistema Pull establece mecanismo de señalización que activan las recolecciones y reprocesos basándose en la necesidad real mientras el tiempo permite sincronizar la capacidad de reacondicionamiento con el ritmo de retorno efectivo de los embalajes. El principio de calidad en la fuente nos lleva a implementar inspecciones tempranas, mecanismos de prevención de errores y capacitación especializada para la detección y corrección inmediata de condiciones que puedan generar daños a los embalajes. También establece bases con respecto a la sostenibilidad a largo plazo mediante la definición de métricas de seguimiento específicas, y la programación de revisiones continua; teniendo en cuenta la ruta operativa detallada, especificando secuencias de implementación, asignación de responsabilidades y mecanismos de control.

### **8.3 Plan de acción estratégico**

El análisis comprehensivo del sistema actual de gestión de embalajes revela la existencia de múltiples fuentes de desperdicio que afectan significativamente la eficiencia operativa y la sostenibilidad económica y ambiental del ciclo de retorno de cajas de plástico reutilizables. Los desperdicios identificados se manifiestan a lo largo de toda la cadena de valor, desde los puntos de recolección hasta los centros de reconocimiento y pueden categorizarse en cuatro dimensiones principales que interactúan entre sí. La primera dimensión corresponde a los desperdicios por daños físicos a los embalajes, los cuales se originan principalmente en

prácticas inadecuadas de manipulación durante las operaciones de carga y descarga, condiciones subóptimas de almacenamiento temporal que exponen las cajas a factores ambientales adversos, y métodos de apilamiento que generan tensiones estructurales. Estos daños, que van desde fracturas y deformaciones hasta el deterioro progresivo de componentes críticos, reducen significativamente la vida útil de los embalajes y generan necesidad frecuente de reparación o reposición. La segunda dimensión comprende los desperdicios por pérdida de embalajes, esto ocurre cuando las cajas sales del circuito controlado de retorno debido a una variedad de factores que incluyen errores en el registro de movimientos limitaciones en los sistemas de trazabilidad, prácticas informales de manejo y playa de estandarización en los procesos de devolución. Estas pérdidas no solo representan un costo directo por la necesidad de reposición, sino que genera disrupciones operativas al afectar la disponibilidad de embalajes para atender la demanda normal de las operaciones. La tercera dimensión se refiere a los desperdicios por subutilización de la capacidad disponible, bajos índices de rotación de embalajes, tiempos excesivos de inactividad entre ciclos de uso y utilización por debajo potencial técnico de las cajas. Estos desperdicios responden a ineficiencia en la programación de recolecciones, cuellos de botella en los procesos de reacondicionamiento y falta de sincronización entre la disponibilidad de embalajes y las necesidades operativas. La cuarta y última dimensión abarca los desperdicios por procesos innecesarios en el manejo de embalaje, incluyendo manipulaciones redundantes, transportes internos sin valor, reprocesos en las actividades de limpieza e inspección y complejidades administrativas que no contribuye al mantenimiento de la integridad o disponibilidad de las cajas.

Los objetivos estratégicos para la mejora del sistema de gestión de embalajes se formulan siguiendo el principio SMART, asegurando que sean específicos, medibles, alcanzables, relevantes y temporalmente definidos. El primer objetivo se orienta a la reducción de los daños físicos que afectan a los embalajes durante su ciclo de vida, mediante protocolos

de manipulación, el mejoramiento de las condiciones de almacenamiento temporal y la estandarización de métodos de apilamiento que minimicen las tensiones estructurales. Se busca preservar la integridad física de las cajas a lo largo de su ciclo de uso y extendido su vida útil.

El segundo objetivo apunta a la minimización de las pérdidas de embalajes a través de fortalecimiento de los sistemas de trazabilidad, la implementación de controles más robustos en los puntos críticos de las cadenas de retorno y el establecimiento de acuerdos claros con los diferentes actores involucrados en el manejo de cajas. El tercer objetivo se focaliza en la optimización de la utilización de la capacidad disponible del parque de embalajes, mediante la mejora de los índices de rotación, la reducción de los tiempos de inactividad entre ciclos y el aprovechamiento más intensivo del potencial de las cajas. El cuarto objetivo busca la eliminación de procesos innecesarios en el manejo de embalajes, simplificando las manipulaciones requeridas, optimizando los flujos de transporte interno y reduciendo la complejidad administrativa a la gestión de las cajas. El último se orienta a la institucionalización de una cultura de cuidado y mantenimiento preventivo de los embalajes, mediante programas de capacitación continua, sistemas de incentivos aliados con la preservación de los recursos y mecanismo de participación del personal operativo en la identificación y solución de problemas.

El plan de acción para la reducción de desperdicios en embalajes se estructura en cuatro fases secuenciales que aseguran una implementación controlada. La primera fase incluye actividades críticas como la constitución del equipo de trabajo multidisciplinario que liderará el proyecto, el desarrollo de programas especializados de capacitación en técnicas de manejo seguro de embalajes, el diagnóstico de las prácticas actuales de manipulación y almacenamiento. La segunda fase se dedicará al diseño de distribución de centros de acopio temporal para minimizar manipulaciones innecesarias y optimizar flujos de movimiento, la implementación de un sistema de almacenamiento que preserve la estructura de las cajas. El

implementar protocolos de inspección y clasificación de embalajes según su condición y el desarrollo de trazabilidad en tiempo real sobre la ubicación y estado de cajas a lo largo del ciclo; es indispensable. La tercera fase se hará la implementación de estos protocolos de manipulación en las áreas seleccionadas y se desarrollan los ajustes necesarios para mejorar procedimientos operativos basados en la retroalimentación recibida en una operación piloto. Por último, se hacen los ajustes necesarios para mejorar la operación, estableciendo sistemas robustos de medición y control del sistema.

La implementación exitosa de este plan de acción generara beneficios en múltiples aspectos, contribuyendo no solo a la eficiencia operativa directa sino también al fortalecimiento competitivo y la sostenibilidad ambiental de la organización. En esta dimensión se espera una reducción notable de las interrupciones operativas causadas por la falta de cajas en condiciones adecuadas de uso. Estas mejoras permitirán atender un mayor volumen de operaciones con el mismo parque de embalajes, incrementando la productividad global del sistema logístico.

Estas cajas significan un costo extra, pero se compensa debido a que se extiende la vida útil. La optimización del sistema genera contribuciones a objetivos sostenibles debido a la reducción de generación de residuos plásticos, el consumo de nuevos materiales todo el tiempo y la disminución de la huella de carbono.

La gestión de riesgos se debe implementar mediante una matriz comprensiva que identifica, prioriza y establece medidas de mitigación para los principales riesgos que puedan afectar el proyecto. El primero es la resistencia al cambio, por lo cual se debería generar canales de comunicación explicando los beneficios esperados del proyecto. Otro factor que puede perjudicar el proyecto son las limitaciones presupuestarias, con un plan de implementación el cual priorice las actividades críticas, lo cual deja claro la reasignación de recurso ante los procesos e identificar fuentes alternativas de financiamiento. Se debe desarrollar planes de contingencia que incluyen procedimientos manuales tales como de registro y seguimientos para

no codependencia de la tecnología; este tipo de planes aseguran la continuidad operativa ante alguna falla temporal y reduce la vulnerabilidad del sistema. El último riesgo a tener en cuenta es una fluctuación no favorable de la demanda, por lo cual se debe diseñar sistemas flexibles que puedan adaptarse a variaciones en los volúmenes de retorno sin comprometer el sistema.

## **9. Conclusión**

La implementación de un nuevo sistema de embalajes es un aporte significativo a la economía circular. Se evidencio que los principales problemas se contraen en la falta de estandarización de los procesos de manejo, almacenamiento y transporte de los embalajes, generando daños físicos, pérdidas y subutilización de las cajas.

La implementación de herramientas Lean, específicamente el Value Stream Mapping es indispensable para diagnosticar y proponer mejoras en sistema. Esta metodología permite visualizar el flujo de valor, identificando actividades que no agregan valor y oportunidades de optimización. La optimización del sistema de retorno de cajas generara beneficios significativos en tres dimensiones principales: operativa, económica y ambiental. Por el ámbito operativo, se mejora la disponibilidad y confiabilidad de los embalajes, reduciendo interrupciones en la cadena de suministros. Económicamente, los costos de los embales será destinados a unos reutilizables lo que a largo plazo reducirá los costos. En términos sostenibles se reduciría residuos los cuales pueden ser contaminantes. Esta investigación contribuye a evidenciar la efectividad del integrar los principios Lean Manufacturing con objetivos de la economía circular en la gestión de embalajes reutilizables. Este proyecto valida que la eficacia operativa y la sostenibilidad ambiental son objetivos complementarios, la implementación

exitosa de esto requiere compromiso, participación del personal operativo, asignación adecuada de los recursos y una estrategia efectiva para avanzar a operaciones más sostenibles.

## 10. Referencias

- Amaya, J. (2025). *Optimización sostenible de la cadena de suministro alimentaria: revisión bibliográfica de aplicaciones de machine learning en logística y reducción de desperdicios*. UNAL.  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/64722/apjarabae.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Andreu, I. (2024). *Lean manufacturing: ¿Qué es y cuáles son sus principios?*. APD España.  
<https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>
- Asana, T. (2025). *What is value stream mapping (VSM)?*. asana.  
<https://asana.com/resources/value-stream-mapping>
- Bolsa de Comercio de Rosario. (2011). *¿Cuál es el significado del valor agregado?..*  
<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/cual-es-el>
- Cámara de Comercio de Sevilla. (2024). *Logística Inversa: La Importancia del Reciclaje y la sostenibilidad en el comercio internacional - escuela de negocios: Cámara de comercio de sevilla*. Escuela de Negocios | <https://en.camaradesevilla.com/logistica-inversa/>
- Ecoembes. (2022). *Ciclo de Vida de UN Envase*. Ecoembes.  
<https://www.ecoembesthecircularcampus.com/ciclo-de-vida-de-un-envase/>
- Enel Group. (n.d.). *Economía Circular*. qué es, principios y ventajas |  
<https://www.enel.com/es/learning-hub/desarrollo-sostenible/economia-circular>
- Enel Group. (n.d.). *Los Tres Pilares de la sostenibilidad: Medioambiental, social y económico*. Sostenibilidad ambiental, social y económica.  
<https://www.enel.com/es/learning-hub/desarrollo-sostenible/tres-pilares-sostenibilidad>

- Fundacion Wiese. (2024). *Sostenibilidad ambiental: Qué Es, importancia y beneficios*.  
<https://www.fundacionwiese.org/blog/es/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-como-impacta-en-nuestras-vidas>
- Lorenzo, T. (2021). Economía circular y producción lean en la gestión de las ...  
<https://www.catedracogersa.com/wp-content/uploads/2022/09/Economia-circular-y-produccion-lean-en-la-gestion-de-las-cadenas-de-suministro.pdf>
- Peter Meindl, S.C. (2008). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operations*. 3ed. Capítulo 1. Entender qué es la cadena de suministro. Pearson/Prentice Hall.
- Pires, S & Carretero, L (2007), *Gestión de la Cadena de Suministro*. McGraw Hill. España.
- Pooling Ceva Logistics. (n.d.-a). <https://www.cevalogistics.com/en/glossary/pooling>
- Rae - Asale. (n.d.-b). Trazabilidad | definición | Diccionario de la lengua española |  
<https://dle.rae.es/trazabilidad>
- Ramos, A. (2025). *¿Qué son y qué tipos de kpis existen?*. APD España.  
<https://www.apd.es/tipos-de-kpis/>
- Ramos, A., Horcajada, L., & Cavadas, D. (2023). *Metodología lean: Qué es y cómo puede ayudar a tu empresa*. APD España. <https://www.apd.es/metodologia-lean-que-es/>
- SAP Concur. (2022). *¿Qué es la logística verde? Claves para entenderla*. <https://www.concur.com.mx/blog/article/logistica-verde-mx>
- Thomson, A. (2023). *What-IS-reverse-logistics*. DHL Spain.  
<https://www.dhl.com/discover/es-es/asesoramiento-logistico/guias-esenciales/que-es-logistica-inversa>
- Universidad Europea. (2025). *Benchmarking: Qué es, ejemplos y cómo hacer uno: Blog ue*. Universidad Europea. <https://universidadeuropea.com/blog/benchmarking-que-es/>
- Usgame, D; Usgame, G & Valverde, C (2007). *Agenda productiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la tilapia*. Colombia.
- Velazquez, M., & Vidal, L. (2008). Análisis sistemático de desperdicios en la cadena de suministro. <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/d22e801d-46b0-4da3-8d82-842e941967df/content>