

PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE PICKING Y EMPAQUE EN
LA SECCIÓN DE MOLDEO DE CLARABOYAS Y CABALLETES DE LA
EMPRESA ETERNIT

ANDRES FELIPE NIETO OLAYA
MARIA CAMILA ARIAS ARRIETA

UNIVERSIDAD SANTOTOMAS
INGENIERIA INDUSTRIAL
SEMINARIO DE PROFUNDIZACION
BOGOTA
2025

PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE PICKING Y EMPAQUE EN
LA SECCIÓN DE MOLDEO DE CLARABOYAS Y CABALLETES DE LA
EMPRESA ETERNIT

ANDRES FELIPE NIETO OLAYA
MARIA CAMILA ARIAS ARRIETA

OSCAR EMMANUEL GRANADOS DELGADO

UNIVERSIDAD SANTOTOMAS
INGENIERIA INDUSTRIAL
SEMINARIO DE PROFUNDIZACION
BOGOTA
2025

TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	PREGUNTAS DE REFLEXION Y DISEÑO DEL CASO	7
2.1	PREGUNTAS DE REFLEXIÓN.....	7
2.2	MARCO METODOLOGICO	7
2.3	NARRACIÓN DEL CASO.....	8
2.4	LECCIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
2.5	BREVE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	26
4.	REFERENCIAS	29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Frecuencia de error 2024.....	13
Tabla 2 Frecuencia de error 2023.....	14
Tabla 3 - Errores 2024.....	16
Tabla 4 - Errores 202.....	16

LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Diagrama de flujo del proceso de picking. (Elaboración propia)	9
Ilustración 2 Ejemplo de Folio	10
Ilustración 3 Zona de producto terminado.	11
Ilustración 4 Zona de embalaje.	11
Ilustración 5 Proceso de Embalaje.	11
Ilustración 6 Carga de Mercancía.	12
Ilustración 7 Diagrama de Causa Efecto.	12
Ilustración 8 Tablero de Productividad Mensual.	13
Ilustración 9 Modelo Inicial Proceso.	17
Ilustración 10 Dashboard modelo Inicial	18
Ilustración 11 Proceso con tiempos mejorados.	23
Ilustración 12 Dashboard modelo con tiempos mejorados.	23
Ilustración 13 Diagrama de flujo del proceso con mejoras.	24

1. INTRODUCCIÓN

Eternit es una compañía multinacional con 80 años de experiencia en el sector de la construcción en Colombia. Su visión se centra en ofrecer soluciones constructivas y sistemas integrales de alta calidad, así como en implementar estrategias de sostenibilidad con un impacto social significativo y un firme compromiso ambiental. Los procesos de fabricación de la empresa se distinguen por su rigor y exigencia técnica, garantizando productos y servicios que reflejan la marca, la cual es sinónimo de evolución, protección y calidad. Las claraboyas están fabricadas con materiales de alta calidad como el fibrocemento, las claraboyas ofrecen resistencia a las condiciones climáticas adversas y durabilidad, su diseño permite una óptima entrada de luz, mejorando la eficiencia energética de los edificios y creando ambientes interiores más agradables. Además, suelen ser de fácil instalación y mantenimiento. Los caballetes son componentes estructurales que se utilizan en la construcción de cubiertas y techos, están fabricados de fibrocemento, un material conocido por su resistencia y durabilidad. Los caballetes de Eternit proporcionan soporte y estabilidad a las tejas o paneles de techo, ayudando a mantener la integridad de la estructura y a distribuir uniformemente el peso. En este contexto, se busca mejorar el proceso de picking, empaque y preparación de pedidos en los productos terminado de moldeo de claraboyas y caballetes utilizando las herramientas adquiridas en el diplomado de centros logísticos. Se han identificado múltiples errores en el proceso de picking y cargue que afectan negativamente la eficiencia de los despachos y la calidad del servicio. Los errores en la selección de productos provocan inexactitudes que pueden hacer que los productos despachados no coincidan con los pedidos de los clientes, lo que genera devoluciones y reclamaciones. Además, las deficiencias en la capacitación de los operarios y el incumplimiento de los procedimientos adecuados contribuyen a errores frecuentes.

Los errores en el proceso de picking y cargue pueden provocar retrasos en las entregas, lo que afecta tanto la satisfacción del cliente como la reputación de la

empresa. Además, los costos asociados con la corrección de errores, las devoluciones y los reclamos pueden incrementar significativamente los gastos operativos. La falta de precisión en el picking también puede llevar a inconsistencias en el inventario, dificultando una gestión eficiente y precisa del stock.

2. PREGUNTAS DE REFLEXION Y DISEÑO DEL CASO

2.1 PREGUNTAS DE REFLEXIÓN.

¿Cómo afectan los errores en los procesos de picking y empaque a los tiempos de preparación de los paquetes de productos terminado de moldeo de claraboyas y caballetes?

¿Cuáles son las principales causas raíz de los errores en el picking en la sección de moldeo de claraboyas y caballetes? (simulación proceso inicial)

¿Qué tecnologías o métodos se podrían sugerir para optimizar el proceso de picking en moldeo y reducir el tiempo de preparación de pedidos?

¿Qué requeriría la empresa para implementar las tecnologías o métodos sugeridos y de cuánto podrías ser el beneficio esperado en la mejora del proceso de picking y cargue? (simulación de la propuesta)

2.2 MARCO METODOLOGICO

Tipo de investigación:

Esta investigación puede ser descriptiva y exploratoria. Descriptiva porque se centrará en documentar y analizar el proceso actual de picking y empaque. Exploratoria porque quizás se busquen oportunidades de mejora.

Enfoque metodológico: Se podría utilizar un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) para tener una visión completa del proceso.

Población: Los empleados que trabajan en la sección de moldeo de claraboyas y caballetes en la empresa Eternit.

Muestra: Se puede seleccionar una muestra representativa, incluyendo operarios de picking, empaquetadores y supervisores. Dependiendo del tamaño de la

población, una muestra entre el 10-30% podría ser suficiente. Técnicas de recolección de datos

Observación directa: Observar el proceso de picking y empaque para identificar cómo se realiza y si hay cuellos de botella.

Entrevistas semi-estructuradas: Para obtener información cualitativa sobre las experiencias y percepciones de los empleados.

Encuestas: Aplicar un cuestionario a los empleados para obtener datos cuantitativos sobre tiempos de proceso, dificultades y sugerencias.

Registros documentales: Revisar los informes de producción y control de calidad que puedan estar disponibles.

2.3 NARRACIÓN DEL CASO

La empresa Eternit, reconocida por su innovación y calidad en la producción de materiales de construcción, se destaca por su enfoque en la eficiencia operativa en todos sus procesos. En la sección de moldeo de claraboyas y caballetes, los procesos de picking y empaque son cruciales para garantizar que los productos lleguen a los clientes en óptimas condiciones y a tiempo.

Se han identificado múltiples errores en el proceso de picking y embalaje que afectan negativamente la eficiencia de los despachos y la calidad del servicio. Los errores en la selección de productos provocan inexactitudes que pueden hacer que los productos despachados no coincidan con los pedidos de los clientes, lo que genera devoluciones y reclamaciones. Además, las deficiencias en la capacitación de los operarios y el incumplimiento de los procedimientos adecuados contribuyen a errores frecuentes.

Los errores en el proceso de picking y embalaje pueden provocar retrasos en las entregas, lo que afecta tanto la satisfacción del cliente. Además, los costos asociados con la corrección de errores, las devoluciones y los reclamos pueden incrementar significativamente los gastos operativos. La falta de precisión en el picking también puede llevar a inconsistencias en el inventario, dificultando una gestión eficiente y precisa del stock.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo el cual nos permite entender el proceso de picking y empaque paso a paso, y así poder identificar errores que se pueden presentar en el proceso.



Ilustración 1 Diagrama de flujo del proceso de picking. (Elaboración propia)

PROCESO DE PICKING Y EMPAQUE

- Recepción del folio del pedido:
- El supervisor recibe el folio del pedido para su revisión.

- Clasificación de las referencias del material de picking

El supervisor se encarga de clasificar las referencias como se muestra en la imagen, se organizan según la cantidad y características de cada referencia. Es importante destacar que cada folio se ajusta para cargar un carro, dependiendo de la cantidad de referencias y la zona de traslado.

Eternit

VENDEDOR A: ETERNIT COLOMBIA S.A. DESPACHADO A: ETERNIT COLOMBIA S.A. CARRERA 40 N. 11-100 PASEO AL PARQUE LOS FUNDADORES BOGOTÁ, C.D. BOGOTÁ, D.C. COLOMBIA C.E. 11001 TEL: 01818038

ORDEN CLIENTE: 13174209 CENTRO: 0020 FECHA: 26/02/2024 PESO NETO: 17.694.098

ITEM	REFERENCIA	UNIDAD	CANT. ENTREG.	PESO	PESO NETO
10	1315876 CABALLETE FC ART. OND. INF. P7	UN	10,00	48,30	1000955118
20	1315875 CABALLETE FC ART. OND. SUP. P7	UN	10,00	48,30	1000955118
30	1315884 PLACA ETERRBOARD 2.44 X 1.22 MT X 8	UN	3,00	79,83	1000955118
40	1315885 PLACA ETERRBOARD 2.44 X 1.22 MT X 8	UN	45,00	951,40	1000955118
50	1315887 PLACA ETERRBOARD 2.44 X 1.22 MT X 8	UN	45,00	951,40	1000955118
60	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
70	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
80	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
90	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
100	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
110	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
120	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
130	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
140	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
150	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
160	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
170	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
180	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
190	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118
200	1315894 LIMATESA TERMINAL FC P7	UN	5,00	17,09	1000955118

Ilustración 2 Ejemplo de Folio

- Validación del stock físico

El analista de almacén valida el stock físico disponible en el centro de almacenamiento.

- Notificación al operario o montacarguista mediante radiofrecuencia:

El supervisor informa a los operarios, generalmente organizados en parejas, sobre las referencias y cantidades asignadas en cada folio.

- Alistamiento de materia prima

Los operarios se dirigen a la zona de producto terminado y se encargan de clasificar las referencias solicitadas en el folio.



Ilustración 3 Zona de producto terminado.

- Traslado del material a la zona de embalaje:
Los operarios trasladan el material a la zona de embalaje.



Ilustración 4 Zona de embalaje.

- Proceso de embalaje de la mercancía
Los operarios realizan el embalaje de los productos, que incluye envolver en papel vinipel y colocar esquineros para evitar daños durante el transporte.



Ilustración 5 Proceso de Embalaje.

- Carga de la mercancía en los camiones mediante montacargas:
El montacarguista se encarga de cargar los camiones correctamente para su posterior despacho.



Ilustración 6 Carga de Mercancía.

A continuación, se presenta un diagrama de Ishikawa que identifica las causas de los errores en los procesos de picking y empaque en la preparación de paquetes de productos terminados de moldeo, como claraboyas y caballetes. Este análisis causa-efecto se enfoca en cinco categorías principales: máquinas, métodos, personas, entorno y materiales, desglosando los factores que contribuyen a los errores en el proceso. Entre las causas destacan fallas en los equipos, falta de capacitación, problemas de comunicación, y desorganización del espacio de trabajo, todo lo cual incide directamente en la eficiencia operativa y los tiempos de operativa y los tiempos de preparación. Este análisis permite identificar áreas clave de mejora en la operación logística.

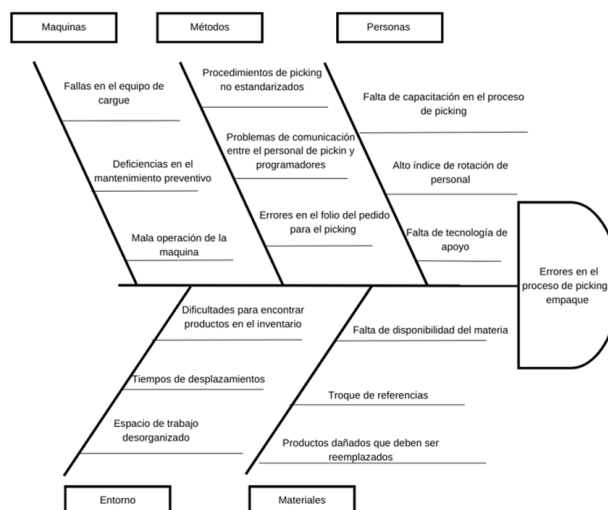


Ilustración 7 Diagrama de Causa Efecto.

Se realiza un análisis de las cantidades de error que se presenta en el diagrama de causa y efecto en el año 2023 y lo que se lleva del año 2024 esta información se recolecto atreves de un tablero el cual manejan mensual mente en el cual se puede evidenciar la productividad mensual los errores que presentaron entre otros.

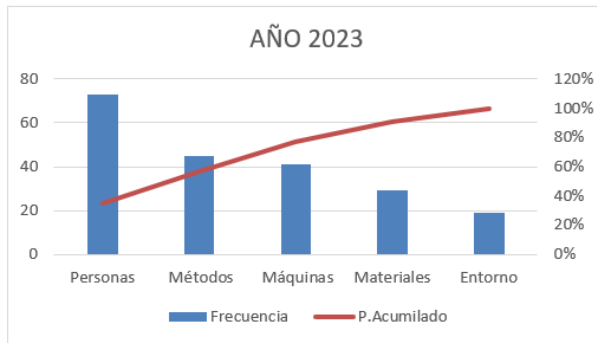


Ilustración 8 Tablero de Productividad Mensual.



Problemas	Frecuencia	P.Acumulado
Personas	46	35%
Máquinas	36	62%
Métodos	28	83%
Materiales	13	93%
Entorno	9	100%

Tabla 1 Frecuencia de error 2024.



Problemas	Frecuencia	P.Acumulado
Personas	73	35%
Métodos	45	57%
Máquinas	41	77%
Materiales	29	91%
Entorno	19	100%

Tabla 2 Frecuencia de error 2023.

Al realizar un análisis se logra identificar que en ambos años, la categoría personas es la de mayor frecuencia, lo que sugiere que los problemas relacionados con el personal son los más recurrentes. Sin embargo, en 2024, la frecuencia es menor cerca de 40 en comparación con 2023, donde supera los 60. Esto podría indicar que se ha mejorado el manejo de los factores relacionados con el personal entre 2023 y 2024.

También en el 2024, las máquinas y los métodos tienen frecuencias similares alrededor de 30, mientras que, en 2023, métodos tiene una frecuencia mayor que máquinas. Esto podría reflejar un cambio en el foco de los problemas, donde en 2023 se priorizaron los métodos, pero en 2024 las máquinas se volvieron más relevantes.

DESARROLLO PREGUNTAS DE REFLEXIÓN

¿Cómo afectan los errores en los procesos de picking y empaque a los tiempos de preparación de los paquetes de productos terminado de moldeo de claraboyas y caballetes?

Al validar con la persona encargada del proceso se lograron identificar que errores como la selección de productos incorrectos, ubicarlos mal en el almacén no se selecciona la cantidad necesaria de producto o se generar troques con las

referencias, generan retrasos ya que el personal debe volver a realizar el proceso de selección.

Esto puede causar interrupciones en el flujo de trabajo, ya que el equipo debe corregir el error, afectando la eficiencia de todo el proceso de preparación del paquete. Además, puede aumentar los tiempos de espera para el siguiente paso como lo es el empaque, ya que los productos correctos no están disponibles en el momento adecuado.

Los errores durante el empaque, como embalar productos incorrectamente o no cumplir con las especificaciones del cliente, pueden derivar en paquetes que no cumplen los estándares de calidad. Esto provoca la necesidad de reembalar los productos, generando un tiempo adicional y afectando el lead time (tiempo total de preparación) para la entrega final.

También la falta de sincronización entre los equipos de picking y empaque puede aumentar los tiempos de preparación, ya que un error en uno de los procesos genera un efecto dominó sobre el otro.

Por ejemplo, un caso que suele ocurrir es que el equipo de empaque deba esperar los productos correctos, afectando el flujo continuo de trabajo. Los errores en estos procesos no solo incrementan los tiempos de preparación de los paquetes, sino que también pueden impactar los tiempos de entrega a los clientes, lo cual es crítico en operaciones just-in-time o bajo demanda. Los errores reiterados también incrementan los costos de mano de obra (por las horas adicionales necesarias para corregir errores) y costos logísticos derivados de envíos retrasados o reenvíos de productos corregidos.

¿Cuáles son las principales causas raíz de los errores en el picking en la sección de moldeo de claraboyas y caballetes? (simulación proceso inicial)

Se realiza una investigación de la cantidad de errores que se presenta en los años 2023 y 2024 para así lograr identificar las causas de raíz en los errores de picking.

Mes	Máquinas	Métodos	Personas	Entorno	Materiales	Total
Enero	1	4	6	3	1	15
Febrero	0	10	7	2	0	19
Marzo	3	2	3	0	0	8
Abril	15	2	0	0	0	17
Mayo	5	3	8	0	2	18
Junio	6	5	5	4	3	23
Julio	2	1	9	0	6	18
Agosto	0	0	3	0	1	10
Septiembre	4	1	5	0	0	4
TOTAL	36	28	46	9	13	132



Tabla 3 - Errores 2024

Mes	Máquinas	Métodos	Personas	Entorno	Materiales	Total
Enero	3	1	7	2	0	9
Febrero	7	0	5	0	3	15
Marzo	1	5	3	0	0	13
Abril	0	0	10	0	1	11
Mayo	12	3	8	1	5	29
Junio	0	7	6	4	0	17
Julio	5	6	3	0	2	16
Agosto	6	8	9	1	2	26
Septiembre	0	3	5	0	1	9
Octubre	5	4	8	2	4	23
Noviembre	0	2	6	3	3	25
Diciembre	2	6	3	6	8	14
TOTAL	41	45	73	19	29	207



Tabla 4 - Errores 202

Al validar el comportamiento de los últimos dos años se logra identificar que los errores relacionados con personas siguen siendo la mayor causa de problemas en ambos años, lo que sugiere que podría ser necesario un mayor enfoque en la capacitación, supervisión y estandarización de procesos.

- Algunos de los errores más frecuentes es el troque de referencias ya que la empresa maneja una gran cantidad de estas generando que los operarios confundan estas y terminan llevado la referencia errónea.
- Se pueden generar faltantes dado que la empresa maneja paquetes por ejemplo se manejan paquetes de 20 a 10 claraboyas un cliente realiza un pedido de 31 de estas se toma el faltante de un pedido y lo demás se devuelva a la zona de almacenamiento luego llega otro pedido el cual solicitan 20 de estas el operario no se percata y toma el paquete al cual le falta la unidad este tipo de errores generan reproceso en el proceso de picking y generar retrasos en el proceso de embalaje del producto final.
- Ubicaciones de almacenamiento desactualizadas en el sistema de inventario no está sincronizado o actualizado, el operario puede ir a una ubicación incorrecta y seleccionar el producto equivocado esto generar que el proceso de selección se tenga que repetir y aumentan los tiempos de picking y empaque.
- La revisión de productos antes de empaquetar si no se realiza una revisión adecuada del contenido antes de cerrar el paquete, pueden enviarse productos dañados o incompletos estos casos se pueden presentar ya finalizado el proceso estos generar reprocesos ya que debe iniciar de nuevo toda la actividad.

A continuación, se muestra un modelo inicial de proceso de picking, con los datos recolectados de la empresa:

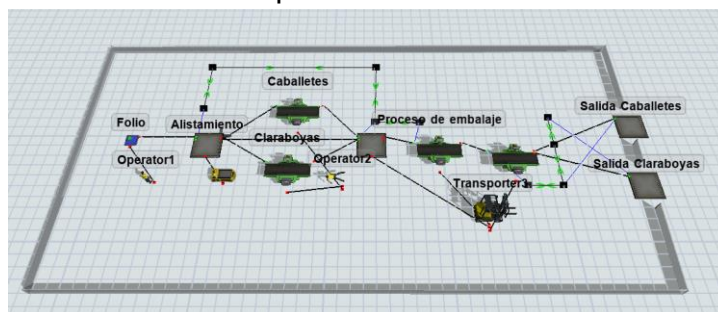


Ilustración 9 Modelo Inicial Proceso

Para ver el modelo en funcionamiento, revisar el anexo 3.

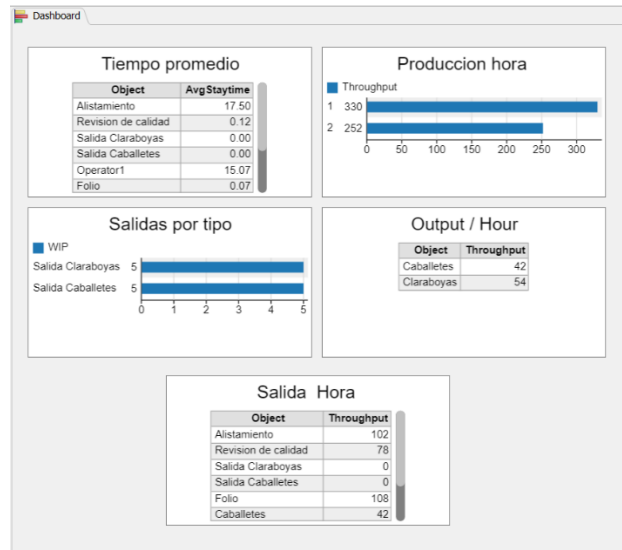


Ilustración 10 Dashboard modelo Inicial

¿Qué tecnologías o métodos se podrían sugerir para optimizar el proceso de picking en el modelo y reducir el tiempo de preparación de pedidos?

Se le sugiere a la empresa implementar un sistema avanzado de escaneo para productos terminados, utilizando tecnología QR o de códigos de barras. Este sistema tiene como objetivo optimizar significativamente los tiempos asociados a la revisión de inventarios y al proceso de verificación y despacho, actividades que actualmente se realizan manualmente por los operarios. Además, se propone implementar un Warehouse Management System (WMS) para optimizar el flujo general de trabajo en el almacén mediante la automatización de tareas y la visibilidad en tiempo real del inventario. Una propuesta integral podría estar complementada con un sistema de escaneo de códigos QR y tabletas digitales para los operarios, permitiendo capturar automáticamente tanto el resultado de las actividades en tiempo real. Este sistema se conectaría a una base de datos centralizada que gestionaría de forma sincronizada el stock, las compras y las ventas. Si bien una opción avanzada como SAP ofrecería conexiones robustas con la base de datos de la empresa, su implementación requiere múltiples licencias y un

alto costo inicial. Como alternativa más económica, se podría desarrollar un sistema basado en Excel avanzado, que permita la integración dinámica con las bases de datos existentes, logrando una solución eficiente y accesible para la mejora de los procesos. Una parte importante para reducir errores es garantizar la capacitación permanente del personal involucrado en los procedimientos de picking y empaque, con instrucciones estandarizadas que reduzcan interpretaciones incorrectas. La estandarización de procedimientos, junto con la retroalimentación asertiva e inmediata, pueden mejorar significativamente la precisión.

¿Qué requeriría la empresa para implementar las tecnologías o métodos sugeridos y de cuánto podrías ser el beneficio esperado en la mejora del proceso de picking y cargue? (simulación de la propuesta)

Propuesta Integral para Implementar un Sistema Avanzado de Escaneo y un WMS

1. Requerimientos de Implementación:

1.1. Infraestructura Tecnológica:

Dispositivos móviles: Adquisición de tabletas con capacidad para leer códigos QR o de barras (aproximadamente \$1,000,000 COP por unidad). Para un almacén mediano con 10 operarios, se requerirían 10 tabletas, lo que equivale a \$10,000,000 COP.

Impresoras de etiquetas: Impresoras térmicas para generar códigos QR o de barras (\$600,000 COP por unidad). Para dos estaciones de etiquetado, el costo sería \$1,200,000 COP.

Etiquetas QR/barras: Costo estimado de \$200 COP por etiqueta, con un consumo mensual de 8,000 etiquetas = \$1,600,000 COP mensuales. (Datos aproximados)

Conectividad: Configuración de una red Wi-Fi de alta velocidad para garantizar la sincronización de datos en tiempo real. Instalación y configuración: \$10,000,000 COP.

1.2. Software:

Opción Avanzada: SAP EWM o Manhattan Associates:

Costo inicial de licencias: \$80,000,000 - \$120,000,000 COP, dependiendo del tamaño de la operación.

Mantenimiento anual: \$20,000,000 COP.

Tiempo de implementación: 6-12 meses.

Opción Económica: Sistema basado en Excel avanzado: Desarrollo de macros y conexión con bases de datos: \$6,000,000 COP.

Tiempo de desarrollo: 2 meses.

Sin costo de licencias recurrentes.

1.3. Base de Datos Centralizada:

En lugar de un servidor local o en la nube costoso, se propone usar MySQL o PostgreSQL, bases de datos de código abierto con características robustas.

Costo de instalación y configuración inicial: 0\$, al contar con versión gratuita.

Capacidad suficiente para gestionar operaciones de inventario y despacho de un almacén mediano.

1.4. Capacitación:

Realización de 2 sesiones de capacitación técnica para los operarios.

Tiempo estimado: 2 días por sesión.

Este no tendría costo ya que dentro de la empresa cuentan con personal para cubrir las capacitaciones.

2. Beneficios Esperados:

2.1. Reducción de Errores Operativos:

Eliminación del 90% de los errores en procesos manuales de picking, despacho y registro de inventarios gracias al escaneo automatizado; Estandarización de procesos: Con la integración de un WMS y el uso de tabletas, se evitarán inconsistencias provocadas por la interpretación subjetiva de los procedimientos.

2.2. Mejora de Eficiencia y Productividad:

Reducción del tiempo de picking y despacho: Un ahorro estimado del 30%-40% en tiempo, logrando despachos más rápidos y precisos.

Visibilidad en tiempo real: Los datos actualizados automáticamente en el sistema permiten monitorear el stock en cualquier momento, reduciendo tiempos de respuesta ante pedidos urgentes.

2.3. Optimización de Recursos:

Mejor uso del espacio del almacén: Asignación inteligente de ubicaciones a través del WMS, liberando hasta un 15%-20% del espacio útil.

Reducción de desperdicios: Se minimizan los errores de etiquetado y productos extraviados, ahorrando aproximadamente \$10,000,000 COP anuales en costos operativos.

2.4. Escalabilidad y Adaptabilidad:

La solución basada en código abierto (como MySQL o PostgreSQL) permite agregar nuevas funcionalidades y usuarios sin costos adicionales significativos, haciéndola adaptable al crecimiento futuro de la empresa.

2.5. Mejora en la Toma de Decisiones:

Los datos centralizados y actualizados proporcionan un panorama claro del rendimiento del almacén, ayudando a los gerentes a tomar decisiones basadas en datos, como reabastecimientos o ajustes operativos.

3. Costo Total Estimado de Implementación:

Para revisar a detalle la cotización de estas mejoras operativas, revisar el Anexo número siete.

Opción Avanzada (SAP): Costo inicial de \$80,000,000 - \$120,000,000 COP

Mantenimiento anual: \$20,000,000 COP.

Opción Económica (Excel Avanzado):

Costo inicial: \$12,000,000 COP.

Mantenimiento anual básico: \$1,500,000 COP.

4. Tiempo de Implementación Total:

Opción Avanzada (SAP): 6-12 meses.

Opción Económica (Excel avanzado): 2-3 meses.

La implementación de un sistema avanzado de escaneo combinado con un WMS constituye una inversión estratégica para la empresa, garantizando una mejora integral de los procesos logísticos. Esta solución no solo reduce errores operativos y optimiza tiempos de picking y despacho, sino que también fortalece la capacidad de la empresa para responder a las demandas del mercado con agilidad y precisión.

Optar por bases de datos de código abierto como MySQL o PostgreSQL representa una alternativa económica y escalable que evita los altos costos asociados a licencias de software comercial, sin comprometer la funcionalidad requerida.

Con una inversión inicial ajustada y un impacto directo en la reducción de costos operativos y el aumento de la productividad, se estima que la empresa podría recuperar la inversión en un plazo de 1-2 años, dependiendo del volumen de operaciones. A largo plazo, esta implementación posiciona a la empresa como un referente en eficiencia y tecnología en su sector, cabe recalcar que la empresa ya cuenta con algunas licencias de SAP, los costos propuestos son aproximados si no se tuviera ninguna licencia, ya la empresa puede optar por la opción que considere más viable.

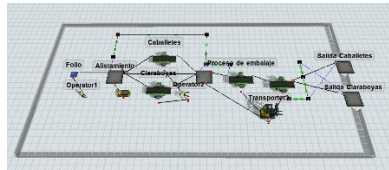


Ilustración 11 Proceso con tiempos mejorados

Para ver el modelo con los tiempos mejorados revisar anexo 4.

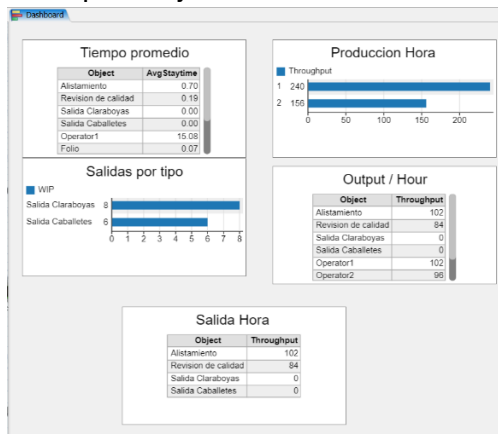


Ilustración 12 Dashboard modelo con tiempos mejorados.

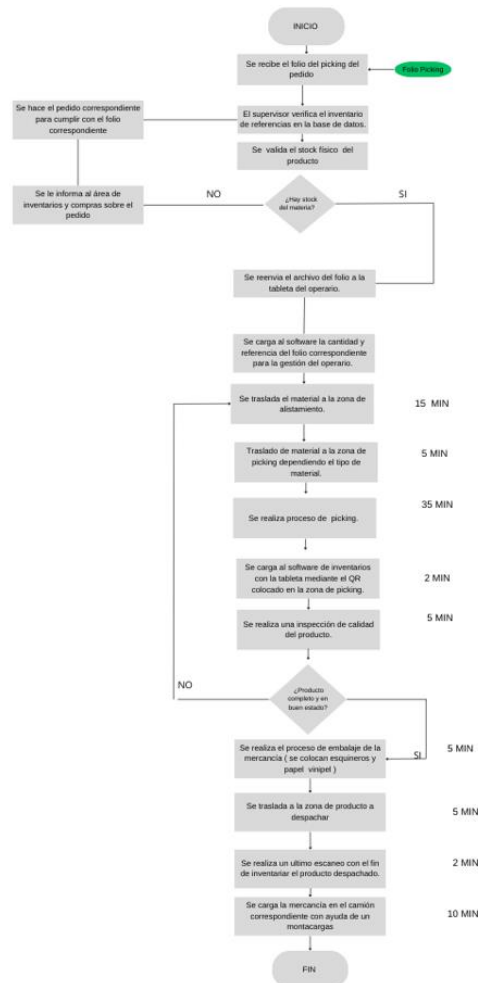


Ilustración 13 Diagrama de flujo del proceso con mejoras.

2.4 LECCIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación de tecnologías como sistemas WMS y escaneo de códigos QR o etiquetas RFID permite optimizar significativamente los procesos de picking y empaque, reduciendo errores operativos y mejorando la eficiencia. Estas herramientas ofrecen trazabilidad en tiempo real del inventario, automatizan tareas repetitivas y asignan rutas optimizadas, lo que acelera la preparación de pedidos y reduce el tiempo de despacho. La integración de un WMS con bases de datos centralizadas, como MySQL o PostgreSQL, representa una solución económica y

escalable para gestionar el inventario y sincronizar las operaciones de compras, ventas y stock.

Uno de los principales problemas en el picking y en el empaque son los errores humanos, que suelen derivarse de procesos manuales no estandarizados. Capacitar a los operarios y supervisores en procedimientos claros y consensuados no solo mitiga estos errores, sino que también fortalece la eficiencia operativa. Un programa de capacitación regular debe incluir módulos enfocados en el manejo de escáneres, tabletas y sistemas WMS, además de buenas prácticas en tareas críticas.

Para minimizar los riesgos de despachar productos incorrectos o en mal estado, es crucial implementar verificaciones sistemáticas en el proceso de empaque. Estas revisiones pueden apoyarse en listas de control digitales conectadas al sistema WMS, generando reportes automáticos y proporcionando retroalimentación inmediata. Este enfoque no solo asegura la calidad de los envíos, sino que también mejora la confianza del cliente en la precisión y puntualidad de las entregas.

La optimización del espacio de almacenamiento es otro aspecto clave para mejorar el picking y el despacho. Un sistema WMS puede asignar ubicaciones estratégicas para los productos según su rotación, reduciendo significativamente los tiempos de desplazamiento de los operarios. Además, auditorías periódicas del espacio pueden identificar áreas de mejora y liberar hasta un 20% del espacio útil en el almacén, permitiendo una mayor flexibilidad operativa y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

El monitoreo constante de indicadores clave de desempeño (KPI), como el tiempo promedio por pedido, la tasa de errores en el picking y los costos de almacenamiento es recomendable para garantizar la mejora continua. Estos datos permiten realizar ajustes en los procesos y tomar decisiones estratégicas basadas en información precisa. Con estas mejoras, se espera una reducción del 90% en errores operativos, un incremento del 40% en la eficiencia general y un ahorro significativo, que permitirá recuperar la inversión en un plazo de 1 a 2 años.

2.5 BREVE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para comprender a fondo la temática del picking, es esencial llevar a cabo una investigación preliminar que aborde los antecedentes históricos y teóricos de este proceso. Este enfoque no solo nos permite contextualizar su evolución y relevancia en la logística moderna, sino que también subraya la importancia de su estudio en el marco del presente caso.

En 2020, Laura Marcela Guisao Álvarez realizó un estudio en la comercializadora Inducascos para optimizar el proceso de picking. Inicialmente, 8 operarios gestionaban entre 350 y 400 unidades de cascos por turno, a menudo trabajando horas extra. Con la redistribución de la bodega y una nueva metodología de abastecimiento, se proyectó aumentar la productividad a 600 unidades por operario, eliminando las horas extra, basándose en datos de la sede en Cartagena. [1]

Continuando con investigaciones similares, en ese mismo año, Dennis Edward Figueroa Alejos e Ivonne Milagros Hurtado Mendoza realizaron un estudio enfocado en mejorar la gestión del picking en una empresa comercializadora. Su investigación buscaba incrementar la productividad mediante la redistribución estratégica de productos en el almacén y la implementación de inventarios cíclicos, utilizando un análisis ABC basado en la rotación de productos. [2]

Por otro lado, Juan Camilo Duque, Juan Cogollo y Manuela Cuellar realizaron en 2020 una revisión bibliográfica sobre "Modelos y metodologías de optimización de slotting y picking en almacenes y centros de distribución". Este trabajo exploró los métodos empleados entre 2000 y 2018 para optimizar estas actividades, clave para la gestión eficiente de almacenes. La revisión identificó aplicaciones indirectas en varias industrias, oportunidades de mejora y tendencias de investigación, destacando factores como el acomodo dinámico, análisis de rutas y la ubicación por clústeres, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir costos en la cadena de suministro. [3]

Ingrid Yohanna Suárez-Ramírez realizó un estudio para reducir los tiempos de picking y recorridos de operarios en la planta Fontibón CEDI 1 de Multidimensionales S.A.S. Utilizando el análisis ABC y herramientas de ingeniería industrial, propuso una nueva ubicación para los productos Pareto y cuantificó mejoras para optimizar el proceso y aumentar la eficiencia del picking. [4]

En línea con esta perspectiva, el artículo “The role of technology in order picking efficiency” analiza cómo la implementación de tecnologías avanzadas, tales como los sistemas WMS y soluciones automatizadas, transforma el proceso de picking. A través de casos de estudio, se muestra que estas tecnologías no solo aceleran el picking, sino que también reducen errores y mejoran la satisfacción del cliente, algo indispensable para mantener la competitividad en el sector logístico. [5]

La optimización del proceso de picking es un tema recurrente en varios estudios que resaltan su impacto en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Hult, Olsson y Clark exploran cómo la disposición estratégica del almacén y la integración de tecnologías avanzadas, como los sistemas de gestión de almacenes (WMS) y herramientas automatizadas, pueden reducir significativamente los tiempos de picking y los errores asociados. Según los autores, una planificación efectiva del espacio en el almacén, en conjunto con una integración tecnológica adecuada, es esencial para mejorar el rendimiento del proceso de picking. Este enfoque permite una reducción notable en los tiempos de procesamiento, un menor margen de error y, en consecuencia, una mayor eficiencia operativa. [6]

En el artículo, “The role of technology in order picking efficiency” se examina cómo la implementación de tecnologías avanzadas puede transformar el proceso de picking, incrementando notablemente tanto la eficiencia como la precisión. El estudio se enfoca en el impacto de los sistemas de gestión de almacenes (WMS), las soluciones automatizadas y los dispositivos tecnológicos de asistencia. A través de una revisión exhaustiva de casos de estudio y datos empíricos, se interpreta que la integración de estas tecnologías no solo acelera el proceso de picking, sino que también reduce los errores y mejora la satisfacción del cliente. El artículo concluye

que adoptar tecnologías avanzadas es esencial para mantener la competitividad en el sector de la logística y la gestión de almacenes. [7]

Por su parte, el estudio "The Critical Role of Efficient Picking Processes in Logistics" refuerza la importancia de un picking optimizado, destacando que este es crucial para garantizar precisión en el cumplimiento de pedidos, reducir tiempos de procesamiento y minimizar costos operativos. Al adoptar tecnologías emergentes y mejores prácticas, se logra una mejora tanto en la eficiencia operativa como en la experiencia del cliente, asegurando entregas más rápidas y precisas. [8]

Asimismo, la Revista Europea de Investigación Operativa resalta el impacto negativo que los errores de picking pueden tener en la satisfacción del cliente, señalando que equivocaciones como envíos incorrectos o incompletos afectan la percepción del consumidor y su lealtad hacia la empresa. El estudio sugiere implementar tecnologías de verificación y capacitar al personal para mitigar estos errores, mejorando así la satisfacción del cliente y reduciendo las devoluciones.

Finalmente, el estudio "La Importancia del Picking en la Eficiencia Operativa y la Satisfacción del Cliente" complementa esta visión al analizar diversas estrategias de picking, como el picking por olas y por zonas, así como el uso de tecnologías avanzadas como sistemas de picking con voz y robots móviles. Estas estrategias permiten no solo optimizar la eficiencia y precisión del picking, sino también mejorar significativamente la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado. [9]

4. REFERENCIAS

- [1] J. R. Falcon, «Universidad San Ignacio de Loyola,» 2023. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.14005/13480>. [Último acceso: 24 08 2024].
- [2] C. C. O. P. D. C. Hult, «Optimizing order picking efficiency: The impact of warehouse layout and technology integration,» *Optimizing order picking efficiency: The impact of warehouse layout and technology integration*, pp. vol. 142, no. 1, pp. 87-99, 2022.
- [3] G. Guido, «Improving warehouse operations: The role of technology in order picking efficiency,» *Improving warehouse operations: The role of technology in order picking efficiency*, pp. vol. 68, no. 4, pp. 123-136, 2022.
- [4] A. T. J. a. R. K. Martinez, «The critical role of efficient picking processes in logistics centers: Enhancing performance and customer satisfaction,» *The critical role of efficient picking processes in logistics centers: Enhancing performance and customer satisfaction*, pp. vol. 45, no. 3, pp. 112-125, 2023.
- [5] S. & Y. Axsäter, «Impact of order picking errors on customer satisfaction: A case study of the retail industry. European Journal of Operational Research,» *Impact of order picking errors on customer satisfaction: A case study of the retail industry. European Journal of Operational Research*, 2013.
- [6] A. J. J. Smith, «Optimizing order picking processes in a distribution center: A case study,» *Optimizing order picking processes in a distribution center: A case study*, 2017.
- [7] L. M. G. Álvarez, «Repositorio Universidad de Antioquia,» [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/10495/17259>. [Último acceso: 25 08 24].
- [8] D. E. Figueroa Alejos, «Repositorio Universidad Eduardo Palma,» 2020. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3865>. [Último acceso: 24 08 24].
- [9] J. C. M. Cuellar, «Ingeniare. Revista chilena de ingeniería,» 2020. [En línea]. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052020000300514&script=sci_arttext. [Último acceso: 28 08 2024].
- [10] I. J. Suarez, «Repositorio Universidad Agustiniana,» 21 01 2020. [En línea]. Available: <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/1148>. [Último acceso: 28 08 2024].