



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS TIEMPOS DEL PROCESO DE ORGANIZACIÓN,  
ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE PRODUCTOS EN UNA EMPRESA DE  
EMPAQUETADO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Industrial

Autores:

Oñate Velarde Wilman Gabriel

Suasnavas Cueva Alejandro Gabriel

Tutor: Ximena Del Rocio Borja Vela

Quito – Ecuador  
2026

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Wilman Gabriel Oñate Velarde con documento de identificación 1726389495 y Alejandro Gabriel Suasnavas Cueva con documento de identificación 1726414657; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo, y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 28 de enero de 2026

Atentamente,



**WILMAN GABRIEL OÑATE VELARDE**

CI: 1726389495



**ALEJANDRO GABRIEL SUASNAVAS CUEVA**

CI: 1726414657

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Wilman Gabriel Oñate Velarde con documento de identificación 1726389495 y Alejandro Gabriel Suasnavas Cueva con documento de identificación 1726414657; expresemos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos los autores del Proyecto Técnico: "ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS TIEMPOS DEL PROCESO DE ORGANIZACIÓN, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE PRODUCTOS EN UNA EMPRESA DE EMPAQUETADO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, se suscribe este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 28 de enero de 2026



**WILMAN GABRIEL OÑATE VELARDE**

CI: 1726389495




**ALEJANDRO GABRIEL SUASNAVAS CUEVA**

CI: 1726414657

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Ximena Del Rocio Borja Vela con documento de identificación 1711223584, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS TIEMPOS DEL PROCESO DE ORGANIZACIÓN, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE PRODUCTOS EN UNA EMPRESA DE EMPAQUETADO UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO”, realizado por Wilman Gabriel Oñate Velarde 1726389495 y Alejandro Gabriel Suasnavas Cueva 1726414657, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 28 de enero de 2026

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ximena Borja Vela', written over a horizontal line.

FIRMA TUTOR

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

### **Dedicatoria**

Dedicamos la presente tesis, en primer lugar, a Dios, por brindarnos salud, fortaleza y perseverancia para culminar esta etapa de nuestra formación profesional.

Dedicamos también el presente trabajo de titulación a nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión y acompañamiento constante a lo largo de nuestra formación académica.

Asimismo, nos dedicamos este trabajo entre nosotros, como reconocimiento al esfuerzo compartido, la responsabilidad y el compromiso mutuo que hicieron posible la culminación de este proyecto.

### **Agradecimientos**

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a nuestra tutora del trabajo de titulación, por su orientación, acompañamiento y aportes técnicos durante el desarrollo de la presente investigación.

Agradecemos también al lector del trabajo de titulación, por sus observaciones y recomendaciones, las cuales contribuyeron a mejorar la calidad académica del documento final.

De igual manera, extendemos nuestro agradecimiento a los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, quienes a lo largo de nuestra formación universitaria aportaron con sus conocimientos y experiencias al desarrollo de nuestras competencias profesionales.

Finalmente, agradecemos a nuestras familias por el apoyo moral y la motivación constante, y entre nosotros, por el trabajo en equipo, la dedicación y el compromiso demostrados durante todo el proceso de elaboración de este trabajo de titulación.

## Lista de contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
ANTECEDENTES .....	1
PROBLEMA DE ESTUDIO .....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
GRUPO OBJETIVO .....	3
OBJETIVOS.....	3
<i>Objetivo General</i> .....	3
<i>Objetivos Específicos</i> .....	3
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS .....	4
1.2. ESTUDIO DE MÉTODOS O MOVIMIENTOS.....	4
1.2.1. <i>Estudio de tiempos</i> .....	5
1.3. ESTÁNDAR DE TIEMPO .....	6
1.3.1. <i>Operador calificado</i> .....	6
1.3.2. <i>Trabaja a una velocidad o ritmo normal</i> .....	6
1.3.3. <i>Hacer una tarea específica</i> .....	6
1.4. MEDICIÓN PRELIMINAR DE LOS TIEMPOS .....	6
1.4.1. <i>Cronometraje</i> .....	6
1.4.2. <i>Cronometraje acumulativo o lectura continua</i> .....	6
1.4.3. <i>Cronometraje de regreso a cero o lectura vuelta a cero</i> .....	6
1.5. TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE MUESTRAS NECESARIAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	7
1.5.1. <i>Método Maytag</i> .....	7
1.5.2. <i>Método estadístico</i> .....	8
1.5.3. <i>Método General Electric</i> .....	8
1.6. CONDICIONES DE TRABAJO .....	9
1.6.1. <i>El individuo</i> .....	9
1.6.2. <i>La naturaleza del trabajo</i> .....	9
1.6.3. <i>El medio ambiente físico</i> .....	9
1.6.4. <i>Método Westinghouse</i> .....	9
1.7. PRODUCTIVIDAD.....	11
1.8. EFICIENCIA .....	12
1.9. GESTIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS LOGÍSTICOS .....	12
1.9.1. <i>Logística</i> .....	12
1.9.2. <i>Procesos logísticos</i> .....	12
1.9.3. <i>Manejo de materiales</i> .....	12
1.9.4. <i>Cadena de suministro</i> .....	13
1.9.5. <i>Método ABC Gestión de inventarios</i> .....	13
1.9.6. <i>Estandarización de procesos logísticos</i> .....	14

1.10.	METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING .....	14
1.10.1.	<i>Limitantes de la productividad</i> .....	14
1.10.2.	<i>5 S's para orden y limpieza</i> .....	15
1.10.3.	<i>Kanban</i> .....	15
1.11.	DIAGRAMAS DE LOS PROCESOS .....	16
1.12.	INDICADORES LOGÍSTICOS.....	16
1.12.1.	<i>Compra y abastecimientos:</i> .....	16
1.12.2.	<i>Indicadores de producción e inventarios:</i> .....	17
1.12.3.	<i>Indicadores de almacenamiento y bodegaje:</i> .....	17
1.12.4.	<i>Indicadores de transporte y distribución:</i> .....	17
1.12.5.	<i>Indicadores de costos y servicio al cliente:</i> .....	17
1.13.	SIMULACIÓN DE PROCESOS .....	17
1.13.1.	<i>Definición de problemas</i> .....	18
1.13.2.	<i>Recolección de datos</i> .....	18
1.13.3.	<i>Formulación del modelo conceptual</i> .....	19
1.13.4.	<i>Construcción del modelo en software</i> .....	19
1.13.5.	<i>Validación y verificación del modelo</i> .....	19
1.13.6.	<i>Ejecución de escenarios</i> .....	19
1.13.7.	<i>Análisis de resultados</i> .....	19
1.13.8.	<i>Conclusiones y recomendaciones</i> .....	19
1.14.	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....	19
1.15.	LAYOUT .....	20
1.16.	TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....	20
1.16.1.	<i>Distribución de proyecto singular</i> .....	20
1.16.2.	<i>Distribución de posición fija</i> .....	20
1.16.3.	<i>Distribución por grupos autónomos de trabajo</i> .....	20
1.16.4.	<i>Distribución basada en el producto</i> .....	20
<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
2.1.	SIMULACIÓN COMO HERRAMIENTA METODOLÓGICA .....	21
2.2.	VARIABLES DEL MODELO DE SIMULACIÓN .....	21
2.3.	SUPUESTOS DEL MODELO.....	22
2.4.	LAYOUT DE LA BODEGA MATRIZ.....	23
2.5.	ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS COMO HERRAMIENTA METODOLÓGICA .....	25
2.6.	PROCESO DE DESPACHO .....	25
2.6.1.	<i>Despacho punto de venta a clientes</i> .....	25
2.6.2.	<i>Proceso de despacho en bodega matriz</i> .....	28
2.6.3.	<i>Proceso de almacenamiento</i> .....	30
2.7.	ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS SITUACIÓN ACTUAL – DESPACHO PUNTO DE VENTA CLIENTE .....	31
2.7.1.	<i>Sistema Westinghouse y suplementos – proceso de despacho punto de venta cliente</i> .....	32

2.7.2.	<i>Número de observaciones</i> .....	33
2.7.3.	<i>Observaciones por cada ruta identificada</i> .....	36
2.7.4.	<i>Clasificación de actividades según valor agregado (VA/NVA)</i> .....	37
2.7.5.	<i>Indicadores de gestión – proceso de despacho punto de venta al cliente</i> .....	38
2.7.6.	<i>Variabilidad del proceso por rutas</i> .....	38
2.8.	PROCESO DESPACHO EN BODEGA MATRIZ .....	39
2.8.1.	<i>Delimitación del tipo de despacho</i> .....	39
2.8.2.	<i>Sistema Westinghouse y suplementos – proceso de despacho en bodega matriz</i> 39	
2.8.3.	<i>Número de observaciones</i> .....	40
2.8.4.	<i>Cursograma analítico</i> .....	40
2.8.5.	<i>Indicadores de gestión – proceso de despacho en bodega matriz</i> .....	41
2.8.6.	<i>Sensibilidad del proceso ante errores operativos</i> .....	41
2.9.	PROCESO ALMACENAMIENTO .....	42
2.9.1.	<i>Sistema Westinghouse y suplementos – proceso de almacenamiento</i> .....	42
2.9.2.	<i>Número de observaciones</i> .....	42
2.9.3.	<i>Cursograma analítico</i> .....	43
2.9.4.	<i>Indicadores de gestión - estado actual</i> .....	43
2.9.5.	<i>Reproceso - reacomodo de cajas</i> .....	44
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	<b>44</b>
3.1.	PROPUESTA DE MEJORA Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS.....	44
3.1.1.	<i>Oportunidades de mejoras identificadas</i> .....	44
3.1.2.	<i>Proceso 1 – Despacho en punto de venta cliente</i> .....	44
3.1.3.	<i>Proceso 2 – Despacho en bodega matriz</i> .....	45
3.1.4.	<i>Proceso 3 – Almacenamiento</i> .....	45
3.2.	PRIORIZACIÓN TÉCNICA DE MEJORAS.....	46
3.2.1.	<i>Alternativas del estudio</i> .....	46
3.2.2.	<i>Definición de criterios de decisión</i> .....	47
3.2.3.	<i>Normalización de criterios</i> .....	47
3.2.4.	<i>Asignación de ponderaciones</i> .....	48
3.2.5.	<i>Matriz de decisión</i> .....	48
3.2.6.	<i>Cálculo del puntaje WSM</i> .....	49
3.3.	OPTIMIZACIÓN – A2 DESPACHO EN BODEGA MATRIZ .....	50
3.4.	MODELACIÓN DEL PROCESO EN SIMULACIÓN.....	50
3.5.	ENFOQUE Y NIVEL DE DETALLE DEL MODELO .....	52
3.6.	VARIABILIDAD DEL PROCESO EN EL ESTADO ACTUAL .....	53
3.7.	REPRESENTACIÓN DEL PROCESO EN EL MODELO .....	53
3.8.	MODELACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE PICKING .....	55
3.8.1.	<i>Recursos y condiciones de operación</i> .....	55
3.8.2.	<i>Utilidad del modelo</i> .....	55
3.8.3.	<i>Probabilidad considerada para el modelo de simulación</i> .....	56

3.9.	INTEGRACIÓN DE LOS DASHBOARDS EN EL ANÁLISIS .....	56
3.10.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL PROCESO .....	56
3.10.1.	<i>Escenario base: situación actual del proceso de picking y despacho</i> .....	56
3.10.2.	<i>Validación entre análisis teórico y simulación</i> .....	60
3.11.	ESCENARIOS OPTIMIZADOS .....	61
3.11.1.	<i>Escenario 1 - Eliminación de actividades innecesarias y demoras (mejora operativa)</i> .....	61
3.12.	ESCENARIO 2 – REDISTRIBUCIÓN ABC .....	64
3.13.	ESCENARIO 3 – ELIMINACIÓN DE ACTIVIDADES INNECESARIAS, DEMORAS Y REDISTRIBUCIÓN ABC .....	68
3.14.	ESCENARIO 4 – AUMENTO DE PERSONAL (+1 PICKER) .....	71
3.15.	ESCENARIO ALTERNATIVO – AUMENTO DE DEMANDA .....	75
3.16.	HALLAZGOS .....	79
3.16.1.	<i>Escenario base – Situación actual del sistema</i> .....	79
3.16.2.	<i>Escenario 1 – Eliminación de actividades innecesarias y demoras (mejora operativa)</i> .....	79
3.16.3.	<i>Escenario 2 – Redistribución ABC</i> .....	80
3.16.4.	<i>Escenario 3 – Eliminación de actividades innecesarias y demoras + Redistribución ABC</i> .....	80
3.16.5.	<i>Escenario 4 – Aumento de personal (+1 despachador)</i> .....	81
3.17.	RESUMEN ESCENARIOS .....	82
	CONCLUSIONES .....	83
	RECOMENDACIONES PARA LA EMPRESA .....	84

### Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b>	<i>Método General Electric, [12].</i> .....	8
<b>Tabla 2.</b>	<i>Sistema Westinghouse para calificar habilidades [13].</i> .....	10
<b>Tabla 3.</b>	<i>Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo, [13].</i> .....	10
<b>Tabla 4.</b>	<i>Sistema Westinghouse para calificar condiciones [13].</i> .....	11
<b>Tabla 5.</b>	<i>Sistema Westinghouse para calificar la consistencia [13].</i> .....	11
<b>Tabla 6.</b>	<i>Diferencias entre tipos de simulación, [27].</i> .....	18
<b>Tabla 7.</b>	<i>Cálculo sistema Westinghouse</i> .....	32
<b>Tabla 8.</b>	<i>Cálculo suplementos, proceso en despacho punto de venta al cliente</i> .....	33
<b>Tabla 9.</b>	<i>Observaciones del ciclo del proceso – despacho punto de venta cliente.</i> .....	33
<b>Tabla 10.</b>	<i>Rutas del proceso de despacho en punto de venta cliente.</i> .....	35
<b>Tabla 11.</b>	<i>Calificación de actividades – proceso de despacho en punto de venta cliente</i> .....	37
<b>Tabla 12.</b>	<i>Indicadores de gestión – proceso de despacho punto de venta al cliente</i> .....	38
<b>Tabla 13.</b>	<i>Observaciones del ciclo del proceso de despacho en bodega matriz.</i> .....	40
<b>Tabla 14.</b>	<i>Indicadores de gestión – proceso de despacho en bodega matriz.</i> .....	41
<b>Tabla 15.</b>	<i>Variaciones del proceso de despacho en bodega matriz.</i> .....	42

<i>Tabla 16. Observaciones del ciclo del proceso de almacenamiento.</i>	42
<i>Tabla 17. Indicadores de gestión del proceso de almacenamiento.</i>	44
<i>Tabla 18. Reprocesos en el proceso de almacenamiento.</i>	44
<i>Tabla 19. Alternativas de estudio para optimización.</i>	47
<i>Tabla 20. Criterios de decisión para optimización.</i>	47
<i>Tabla 21. Escala de evaluación de criterios.</i>	48
<i>Tabla 22. Asignación de ponderaciones para criterios de optimización.</i>	48
<i>Tabla 23, Matriz de decisión.</i>	49
<i>Tabla 24. Resultado matriz de decisión.</i>	49
<i>Tabla 25. Actividades y tiempos de entrada al modelo de simulación etapa A.</i>	53
<i>Tabla 26. Actividades y tiempos de entrada al modelo de simulación etapa B.</i>	54
<i>Tabla 27. Actividades y tiempos de entrada al modelo de simulación etapa C.</i>	54
<i>Tabla 28. Tiempo total de etapas de simulación.</i>	54
<i>Tabla 29. Probabilidad del despacho en bodega matriz.</i>	56
<i>Tabla 30. Comparación entre el tiempo en el cursograma analítico y la simulación.</i>	60
<i>Tabla 31. Cuadro comparativo – Escenarios de optimización.</i>	82

### **Lista de figuras**

<i>Figura 1. Tabla Therbligs, [10].</i>	5
<i>Figura 2. Tabla Maytag, determinación de números de observaciones, [11].</i>	7
<i>Figura 3. Las 5S, [20].</i>	15
<i>Figura 4. Layout bodega matriz.</i>	24
<i>Figura 5. Diagrama de flujo de despacho punto de venta clientes.</i>	26
<i>Figura 6. Diagrama de flujo de despacho en bodega matriz.</i>	28
<i>Figura 7. Diagrama de flujo proceso de almacenamiento.</i>	30
<i>Figura 8. Cursograma del proceso en punto de venta.</i>	34
<i>Figura 9. Variabilidad del proceso de despacho punto de venta al cliente.</i>	39
<i>Figura 10. Cursograma analítico del proceso de despacho en bodega matriz.</i>	41
<i>Figura 11. Cursograma del proceso de almacenamiento.</i>	43
<i>Figura 12. Planta matriz (vista izquierda).</i>	51
<i>Figura 13. Planta matriz (vista frontal).</i>	51
<i>Figura 14. Correspondencia entre actividades del proceso y bloques de simulación.</i>	52
<i>Figura 15. Situación actual, indicador 1.</i>	57
<i>Figura 16. Situación actual, indicador 2.</i>	57
<i>Figura 17. Situación actual, indicador 3.</i>	58
<i>Figura 18. Situación actual, indicador 4.</i>	59
<i>Figura 19. Situación actual, indicador 5.</i>	60
<i>Figura 20. Escenario 1, indicador 1.</i>	61
<i>Figura 21. Escenario 1, indicador 2.</i>	62
<i>Figura 22. Escenario 1, indicador 3.</i>	62

<i>Figura 23. Escenario 1, indicador 4.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 24. Escenario 1, indicador 5.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 25. Escenario 2, indicador 1.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 26. Escenario 2, indicador 2.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 27. Escenario 2, indicador 3.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 28. Escenario 2, indicador 4.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 29. Escenario 2, indicador 5.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 30. Escenario 3, indicador 1.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 31. Escenario 3, indicador 2.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 32. Escenario 3, indicador 3.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 33. Escenarios 3, indicador 4.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 34. Escenarios 3, indicador 5.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 35. Escenario 4, indicador 1.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 36. Escenario 4, indicador 2.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 37. Escenario 4, indicador 3.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 38. Escenario 4, indicador 4.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 39. Escenario 4, indicador 5.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 40. Escenario 5, indicador 1.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 41. Escenario 5, indicador 2.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 42. Escenario 5, indicador 3.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 43. Escenario 5, indicador 4.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 44. Escenario 5, indicador 5.....</i>	<i>78</i>

### **Lista de ecuaciones**

<i>Ecuación 1. Formula método estadístico, [11]......</i>	<i>8</i>
---	----------

## **Resumen**

La empresa analizada desarrolla actividades logísticas que requieren un cumplimiento adecuado de los despachos hacia sus clientes. La operación dentro de la bodega matriz se constituye como el principal foco de estudio, debido a que concentra el mayor volumen de despachos y tiempo de proceso, con el fin de reducir las ineficiencias que se presenten en el sistema logístico.

Mediante el levantamiento de la información y la aplicación de un estudio de tiempos y movimientos, enfocado en los despachos más recurrentes de la operación, se identificaron las actividades críticas del proceso, así como los reprocesos que impactan en la productividad.

Como resultado del análisis, se propuso mejoras orientadas a la optimización de la organización de los productos dentro de la bodega y la reducción de reprocesos mediante el uso del software Flexim, permitiendo observar la eficiencia generada por cada escenario.

El estudio demostró que una correcta organización y estandarización de los procesos logísticos constituyó en el factor clave para mejorar el desempeño de los despachos en la bodega matriz y apoyar la toma de decisiones de la empresa.

## **Abstract**

The analyzed company carries out logistics activities that require proper fulfillment of customer dispatches. The operation within the main warehouse constitutes the primary focus of this study, as it concentrates the highest volume of dispatches and processing time, with the aim of reducing inefficiencies within the logistics system.

Through data collection and the application of a time and motion study focused on the most recurrent dispatch operations, the critical activities of the process were identified, as well as the rework activities that negatively impact productivity.

As a result of the analysis, improvement actions were proposed aimed at optimizing product organization within the warehouse and reducing rework through the use of FlexSim software, allowing the efficiency generated by each evaluated scenario to be observed.

The study demonstrated that proper organization and standardization of logistics processes constitute key factors for improving dispatch performance in the main warehouse and supporting the company's decision-making process.

## **Introducción**

### **Antecedentes**

La realidad actual que se vive es cada vez más competitiva, se ha pasado de una pandemia que ha generado estragos económicamente a las organizaciones hasta la introducción de nuevas tecnologías de información que han mejorado la productividad, han reducido los tiempos de entrega, menores costos y la satisfacción del cliente, sin embargo, no todas las empresas que se encuentran en crecimiento pueden beneficiarse de ellas [1].

En la actualidad, cumplimiento oportuno de las entregas se han convertido en aspectos fundamentales para las empresas que quieren sobresalir en el mercado, demandando respuestas ágiles y el cumplimiento de calidad, cantidad y plazos establecidos [2].

Recalcando que las empresas con una gestión logística sólida logran mantenerse en el mercado, atraer y fidelizar clientes mediante productos de calidad, precios competitivos y entregas rápidas. En cambio, aquellas que no invierten en la mejora logística tienden a perder competitividad y, eventualmente, desaparecer del mercado [1].

En la región andina, países como Colombia y Perú han avanzado significativamente en la investigación y la preparación profesional de la logística como el transporte, gracias a la existencia de múltiples centros de investigación, medidas para reforzar el sector. En Ecuador, aunque se han realizado esfuerzos importantes, aún persisten limitaciones, el país cuenta con pocos centros de investigación, una oferta académica restringida y la ausencia de profesionales en logística, lo cual repercute en la falta de estudios aplicados y soluciones técnicas a problemas que enfrentan las empresas en ese campo [3].

En Ecuador, las investigaciones sobre la transformación a un ambiente digital indican que una gran parte del personal se resiste al cambio, además, se observan debilidades digitales, dificultando la adaptación de la empresa al uso de herramientas tecnológicas [4].

### **Problema de estudio**

En este contexto, la problemática del estudio busca no solo mejorar el desempeño interno de la organización, sino proporcionar el conocimiento técnico y experimental necesario a la empresa para optimizar la gestión de sus procesos logísticos.

La empresa logística por tratar ha acompañado desde 1991 a emprendedores y sector productivo, brindando empaques (plásticos) flexibles e insumos, garantizando la seguridad en cada etapa del ciclo productivo.

Es importante indicar que la logística consiste en organizar y monitorear de manera eficiente toda la materia desde su almacenamiento u origen hasta el despacho para su consumo al menor costo posible, cumpliendo con todos los requisitos y la satisfacción del cliente [3].

Siendo así la operación de despacho fundamental para el cumplimiento de pedidos, sin embargo, se presentan demoras, recorridos excesivos y falta de estandarización en las operaciones; mencionadas y visualizadas por colaboradores y directivos de la organización, estas deficiencias generan tiempos improductivos, incrementan los gastos logísticos y disminuyen la calidad del servicio, por ello, se requiere evaluar los tiempos reales de ejecución, identificar las actividades críticas y proponer mejoras logísticas que optimicen el flujo de trabajo y aumenten la productividad del personal operativo.

### **Justificación**

La investigación se enfoca en analizar los factores que llevan a una empresa de empaquetado a tener fallas logísticas y demoras. Una gestión logística coordinada ayuda a que las operaciones funcionen de manera eficiente, se reduzcan los costos y a su vez mejoran el servicio al cliente [5].

En este contexto, el proceso de despacho adquiere un papel fundamental, ya que su adecuada estructuración no solo garantizaría el cumplimiento de los plazos de entrega establecidos, sino que también contribuye a la reducción de costos, aprovechamiento óptimo de los recursos y aumentar la confiabilidad de la organización. Hoy en día muchas empresas ya no pueden seguir trabajando de la misma manera constantemente, porque el mercado exige cambios y los competidores están atentos a cualquier mejora, por tal razón, se vuelve vital en toda organización independiente de su categoría, la optimización de procesos [6].

Los desperdicios, que se pueden presentar en el interior de la manufactura ajustada, por lo general terminan retrasando las entregas y el ritmo del trabajo, como consecuencia, no se aprovecha de manera óptima los recursos [7].

Ante esta problemática, el presente estudio se orienta al análisis y mejora de los tiempos del procedimiento de despacho, con el propósito de identificar actividades críticas, cuellos de botella y oportunidades de optimización que permitan incrementar la productividad del área logística, tomando en cuenta la iniciativa de la empresa por ser más competitivos.

Para alcanzar estos objetivos, se aplicará la metodología de tiempos y movimientos, la cual permitirá examinar detalladamente las operaciones y determinar el tiempo real requerido en cada actividad. Además, se utilizarán herramientas como los flujogramas, diagramas analíticos y modelo de simulación que facilitarán la visualización integral del flujo logístico, permitiendo detectar desperdicios asociados a transporte, esperas o manipulación de materiales.

El estudio de tiempos y movimientos ayuda a entender cómo se realiza el trabajo actualmente y como mejoraría al detectar y eliminar desperdicios. [8]

### **Grupo Objetivo**

El estudio está dirigido a la empresa de empaquetado, específicamente al personal del área logística, incluyendo operarios de bodega, supervisores y coordinadores de despacho. Su finalidad es optimizar los procesos de organización, almacenamiento y despacho de productos, garantizando entregas más eficientes y confiables, mejorando la gestión interna de recursos e incrementando la competitividad de la empresa.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Analizar y mejorar los tiempos del proceso de organización, almacenamiento y despacho de productos en una empresa de empaquetado ubicada en la ciudad de Quito.

#### **Objetivos Específicos**

Diagnosticar la situación actual de los procesos de organización, almacenamiento y despacho de productos, identificando las actividades críticas, cuellos de botella y desperdicios que afectan los tiempos operativos.

Analizar los procesos logísticos con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, determinación de tiempos estándar y el uso de indicadores de desempeño, para cuantificar los tiempos de cada etapa y determinar las oportunidades de mejora dentro del flujo logístico.

Diseñar, simular y optimizar el proceso mediante el uso de software evaluando distintos escenarios de mejora que permitan reducir los tiempos de operación, incrementar la eficiencia y fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa.

## **1. Marco Teórico**

### **1.1. Estudio de tiempos y movimientos**

Facilita entender el costo que implica ejecutar un trabajo, siendo de utilidad al alto mando en la tarea de optimizar las operaciones [9].

Se compone de: estudio de métodos y el estudio de tiempos.

### **1.2. Estudio de métodos o movimientos**

Es un método comúnmente utilizado en ingeniería industrial, que permite visualizar cómo se está realizando el trabajo por parte de todos los trabajadores que lo componen, identificando movimientos innecesarios o ineficientes para rediseñar el proceso actual hacia uno mejorado y estandarizado que todos los operarios sigan.

Se distinguen dos grandes niveles en los cuales se subdividen: los macromovimientos y micromovimientos. El primero hace referencia a aquellos movimientos grandes, sencillos de identificar, que permiten visualizar el proceso para el desarrollo de layouts y diagramas.

Por otra parte, los micromovimientos se adentran al interior del método, analizando cada acción del operario y la manera en que se lleva a cabo, desde actividades que pueden ser repetitivas hasta la parte ergonómica de las mismas, con el fin de reducir esos esfuerzos físicos y hacer más rápido el proceso [9].

Los esposos Gilbreth identificaron 17 movimientos que suelen realizarse durante la ejecución de un trabajo, clasificados como se muestra en la Figura 1.

THERBLIG	LETRA O SIGLA	COLOR
Buscar	B	negro
Seleccionar	SE	Gris Claro
Tomar o Asir	T	Rojo
Alcanzar	AL	Verde Olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar	SL	Carmin
Colocar en posición	P	Azul
Precolocar en posición	PP	Azul Cielo
Inspeccionar	I	Ocre Quemado
Ensamblar	E	Violeta Oscuro
Desensamblar	DE	Violeta Claro
Usar	U	Púrpura
Retraso Inevitable	DI	Amarillo Ocre
Retraso Evitable	DEV	Amarillo Limón
Planear	PL	Castaño o Café
Descansar	DES	Naranja

**Figura 1.** Tabla Therbligs, [10].

La metodología mencionada en permite dividir las acciones que se realizan, entre las que proporcionan valor agregado y las que no lo hacen, mientras movimientos como alcanzar o usar herramientas representan una gran importancia durante el proceso, otros, como sostener piezas o el descanso de los trabajadores, se identifican como ineficiencias que generan desperdicios o cuellos de botella [10].

### **1.2.1. Estudio de tiempos**

De acuerdo con Escalante y González [9], el estudio de tiempos es una técnica empleada para determinar la duración necesaria para un trabajador experimentado, que, trabajando a condiciones normales de desempeño, ejecuta una tarea mediante una forma previamente definida o especificada.

### **1.3. Estándar de tiempo**

Los autores mencionan que el tiempo estándar corresponde a la duración necesaria para elaborar un producto cuando la tarea es ejecutada por un operador que se encuentra calificado, trabajando a un ritmo normal y ejecutando un método previamente establecido [9].

#### **1.3.1. Operador calificado**

Se considera operador calificado a la persona profesional en su área, que posee la formación y experiencia necesaria para realizar adecuadamente la actividad y para ser sujeto de un estudio cronometrado que aporte valor al análisis y contribuya al ahorro de tiempo [9].

#### **1.3.2. Trabaja a una velocidad o ritmo normal**

Se refiere a la velocidad habitual o promedio de un operador que no exagera en su rapidez ni en su lentitud, permitiendo conseguir valores reales y confiables durante una medición del tiempo [9].

#### **1.3.3. Hacer una tarea específica**

Una actividad para realizarse debe estar dentro del proceso, claramente definido con anterioridad (fuentes de entrada y salida) [1].

### **1.4. Medición preliminar de los tiempos**

#### **1.4.1. Cronometraje**

Durante la fase del estudio de tiempos, uno de los elementos fundamentales es el cronómetro, que puede ser leído de diferentes formas:

#### **1.4.2. Cronometraje acumulativo o lectura continua**

- El cronómetro se mantiene de forma continua durante todo el estudio.
- Al finalizar una parte de la tarea, no se detiene el cronómetro, se anota la lectura.
- La obtención del tiempo de cada parte de la tarea resulta de la diferencia entre la lectura actual y la lectura previa.

#### **1.4.3. Cronometraje de regreso a cero o lectura vuelta a cero**

- Los tiempos se registran directamente al final de cada parte de la tarea.

- Al momento de terminar la tarea y registrar el tiempo, se vuelve a iniciar el cronómetro en cero, así las veces que sean necesarias [9].

## 1.5. Técnicas para la determinación de muestras necesarias para el estudio de tiempos

### 1.5.1. Método Maytag

Guerrero y Martínez mencionan el procedimiento empleado para determinar la cantidad de observaciones necesarias en un estudio de tiempos, dependiendo de la duración del ciclo del proceso, para ello se considera el método Maytag, que se muestra en la Figura 2, que establece los siguientes criterios:

- Para procesos con una duración de dos minutos o menos, se recomienda realizar diez observaciones.
- Para ciclos mayores a los dos minutos, se realizarán cinco mediciones iniciales.

R/X	Lecturas		R/X	Lecturas		R/X	Lecturas	
	5	10		5	10		5	10
0.10	3	2	0.40	47	27	0.70	145	83
0.11	3	2	0.41	47	27	0.71	145	83
0.12	4	2	0.42	52	30	0.72	153	88
0.13	4	2	0.43	52	30	0.73	153	88
0.14	6	3	0.44	57	33	0.74	162	93
0.15	6	3	0.45	57	33	0.75	162	93
0.16	8	4	0.46	63	36	0.76	171	98
0.17	8	4	0.47	63	36	0.77	171	98
0.18	10	6	0.48	68	39	0.78	180	103
0.19	10	6	0.49	68	39	0.79	180	103
0.20	12	7	0.50	74	42	0.80	190	108
0.21	12	7	0.51	74	42	0.81	190	108
0.22	14	8	0.52	80	46	0.82	199	113
0.23	14	8	0.53	80	46	0.83	199	113
0.24	17	10	0.54	86	49	0.84	209	119
0.25	17	10	0.55	86	49	0.85	209	119
0.26	20	11	0.56	93	53	0.86	218	125
0.27	20	11	0.57	93	53	0.87	218	125
0.28	23	13	0.58	100	57	0.88	229	131
0.29	23	13	0.59	100	57	0.89	229	131
0.30	27	15	0.60	107	61	0.90	239	138
0.31	27	15	0.61	107	61	0.91	239	138
0.32	30	17	0.62	114	65	0.92	250	143
0.33	30	17	0.63	114	65	0.93	250	143
0.34	34	20	0.64	121	69	0.94	261	149
0.35	34	20	0.65	121	69	0.95	261	149
0.36	38	22	0.66	129	74	0.96	273	156
0.37	38	22	0.67	129	74	0.97	273	156
0.38	43	24	0.68	137	78	0.98	284	162
0.39	43	24	0.69	137	78	0.99	284	162
						1.00	296	169

Figura 2. Tabla Maytag, determinación de números de observaciones, [11].

### 1.5.2. Método estadístico

Este método emplea una impresión matemática que permite estimar el tamaño de la muestra requerida a la actividad a analizar, para obtener datos más confiables, la fórmula se presenta en la Ecuación 1.

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma x^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (1)$$

**Ecuación 1.** Formula método estadístico, [11].

En la Ecuación 1, se presenta el tamaño de muestra a determinar mediante la variable n, para ello es necesario el parámetro n', que hace referencia a observaciones preliminares del estudio, las sumatorias que se observan son cada uno de los datos observados individualmente (x), adicionalmente, se emplea una constante de valor 40, asociado al nivel de confianza del método, equivalente al 94,45% [11].

### 1.5.3. Método General Electric

El método de G.E. usa tablas previamente establecidas que se muestran en la Tabla 1, detallando la cantidad de datos u observaciones a tomar en relación con el tiempo, permitiendo al analista saber y elegir las mediciones a tomar para obtener un margen de error mínimo [12].

**Tabla 1.** Método General Electric, [12].

<b>Tiempo de ciclo (min)</b>	<b>Observaciones a realizar</b>
Hasta 0.10	200
Hasta 0.25	100
Hasta 0.50	60
Hasta 0.75	40
Hasta 1.00	30
Hasta 2.00	20
4.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
Más de 40.00	3

## **1.6. Condiciones de trabajo**

Son factores físicos, ambientales y humanos que influyen en la tarea que realiza el operador, afectando su rendimiento, velocidad, comodidad o seguridad.

Para minimizar el impacto que las condiciones generan en el desempeño del operario, Escalante y Domingo [9] señalan la importancia de equilibrarlas con la aplicación de suplementos, que no son más que tiempos añadidos al tiempo real tomado. Las condiciones pueden agruparse de la siguiente manera:

### **1.6.1. El individuo**

Son características propias del trabajador que afectan en su labor, tanto por sus facultades físicas, éticas, su destreza y hasta su alimentación.

### **1.6.2. La naturaleza del trabajo**

Son aquellas características propias de la tarea, las cuales pueden exigir manipulación de cargas pesadas, mantenerse de pie o sentado por mucho tiempo, malas posturas o ser de alto peligro o riesgo.

### **1.6.3. El medio ambiente físico**

Se lo conoce como ambiente físico a todo lo que rodea al operador, independiente de la tarea que realice, siempre contará con un entorno que lo favorece o no; por consiguiente, el ambiente juega un papel importante en su rendimiento, algunas de las características a tener en cuenta son: el calor, el ruido, la iluminación, los malos olores, etc. [9].

### **1.6.4. Método Westinghouse**

Es un complemento para los métodos de muestreo, para Niebel y Freivalds [13], este método permitirá corregir los tiempos obtenidos, con el fin de que estos sean confiables y normalizados.

El método Westinghouse evalúa 4 factores importantes presentados a continuación:

- **Habilidad:** Es la forma y manera que tiene un operario de realizar una tarea específica, en donde se evalúa su experiencia y su dominio en el tema, la calificación correspondiente a este factor se presenta en la Tabla 2, donde se establecen distintos niveles de habilidad.

**Tabla 2.** Sistema Westinghouse para calificar habilidades [13].

<b>Porcentaje</b>	<b>Código</b>	<b>Grado de habilidad</b>
0.15	A1	Superior
0.13	A2	Superior
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Buena
0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
0.05	E1	Aceptable
0.10	E2	Aceptable
0.16	F1	Mala
0.22	F2	Mala

- **Esfuerzo:** Es el interés o voluntad del individuo para realizar una cierta actividad manteniéndola constante durante un tiempo determinado, según se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo, [13].

<b>Porcentaje</b>	<b>Código</b>	<b>Grado de habilidad</b>
0.13	A1	Excesivo
0.12	A2	Excesivo
0.10	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Bueno
0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
0.04	E1	Aceptable
0.08	E2	Aceptable
0.12	F1	Malo
0.17	F2	Malo

- **Condiciones:** Son los factores del entorno o ambiente físico, que influyen en el rendimiento del trabajador como, por ejemplo: la iluminación, calor, vibraciones, ruido, etc.; la evaluación se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Sistema Westinghouse para calificar condiciones [13].

<b>Porcentaje</b>	<b>Código</b>	<b>Grado de habilidad</b>
0.06	A	Ideal
0.04	B	Excelente
0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
0.03	E	Aceptable
0.07	F	Malo

- **Consistencia:** Corresponde a la estabilidad del ritmo de su trabajo del individuo en el tiempo, verificando si siempre es igual o varía, el grado de consistencia se indica en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Sistema Westinghouse para calificar la consistencia [13].

<b>Porcentaje</b>	<b>Código</b>	<b>Grado de habilidad</b>
0.04	A	Perfecta
0.03	B	Excelente
0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
0.02	E	Aceptable
0.04	F	Mala

Para el presente estudio de tiempos se seleccionó el método Westinghouse como técnica de calificación del ritmo del trabajador. El método resulta más adecuado para el análisis de procesos logísticos debido a que evalúa de manera integral los aspectos de las personas y el entorno que influyen en la ejecución del trabajo, permitiendo obtener tiempos más representativos a la realidad operativa.

### **1.7. Productividad**

Es uno de los términos más relevantes al momento de optimizar un proceso, puede definirse de diferentes maneras, una de ellas, menciona que la productividad evalúa el rendimiento de los procesos y cómo el uso de los insumos o entradas para el desarrollo de un producto servicio generan resultados beneficiosos [9].

Por otro lado, la productividad generalmente se la conoce como la relación entre las salidas o resultados para las entradas o insumos.

## 1.8. Eficiencia

La eficiencia es una medida que refleja el grado de utilización de la mano de obra, comparada o relacionada con el tiempo o cantidad producida[9]

## 1.9. Gestión y estandarización de procesos logísticos

### 1.9.1. Logística

La logística se encarga de trasladar los productos, desde su fabricación hasta el lugar solicitado, priorizando el tiempo, las condiciones de entrega y la satisfacción del cliente [14].

### 1.9.2. Procesos logísticos

Dentro de los procesos logísticos observamos los siguientes:

- **Aprovisionamiento:** Tiene la finalidad de proporcionar de insumos o productos específicos a una organización para sus posteriores actividades como producción, venta o distribución [15].
- **Almacenamiento:** Este es el proceso de guardar, proteger, cuidar y conservar adecuadamente los insumos o productos que aún no han sido trasladados, este es un punto primordial de mejora continua dentro de cualquier empresa [15].
- **Preparación y expedición de los pedidos:** Proceso en el cual generalmente influyen los operarios, demostrando su habilidad para la tarea especificada y normalizada, dejando listos los productos para su posterior envío [15].
- **Transporte y entrega de pedidos:** Es el paso final, que consiste en entregar los pedidos de un punto a otro, optimizar este proceso repercute en la reducción de costos, mejor tiempo de entrega y satisfacción del cliente [15].

### 1.9.3. Manejo de materiales

Es la actividad en la que se organizan los productos o servicios para la posterior entrega a los clientes, en donde su costo radica en la mano de obra y recursos económicos, similar a una preparación dentro de los procesos logísticos [16].

#### 1.9.4. Cadena de suministro

Consiste en la cooperación de las organizaciones dentro de un mundo globalizado, buscando su eficiencia operativa, requiriendo procesos que permitan comunicarse claramente con proveedores y clientes, que no necesariamente están dentro de la organización [16].

- Resultados del servicio en la cadena de suministro

Para identificar los resultados de SCM es importante identificar 3 tipos:

- **Conveniencia espacial:** Es el tiempo y esfuerzo que debe realizar el cliente para tener acceso a los productos o servicios que necesita, mientras el SCM tenga varios puntos de distribución, mayor será la comodidad brindada.
- **Tamaño de lotes:** Hace referencia a la cantidad solicitada que desea adquirir el cliente, mientras mayores sean las cantidades, mayores costos generará, por el lado contrario, los pequeños lotes mejoran la rapidez al contar con solo lo necesario.
- **Tiempo de espera:** Se define como aquel intervalo desde el ingreso del pedido hasta la entrega de este, menores tiempos generan mejor eficiencia en el servicio [8].

#### 1.9.5. Método ABC Gestión de inventarios

Cuando se habla de un sistema o método de gestión del inventario es común escuchar ABC, esta técnica clasifica por importancia el inventario, siendo de 3 tipos principalmente.

La existencia del tipo A corresponde a los artículos que requieren controles más estrictos y frecuentes, teniendo un seguimiento detallado, son el 20% de los artículos del almacén, representando el 70% o 80% del valor total del inventario.

Por otra parte, las existencias tipo B, son menos relevantes, no requieren controles tan estrictos, sino, moderados, este grupo representa el 30% de los artículos del almacén, concentrando el 10% hasta el 20% del total de las existencias.

Finalmente, las existencias tipo C, se caracterizan por su bajo impacto económico, no requieren un control estricto, basta con supervisiones mínimas, representan el 60% del inventario, pero solo el 10% aproximadamente del valor total.

El análisis ABC permite identificar los productos que generan mayor impacto, resultado del principio de Pareto [17].

#### **1.9.6. Estandarización de procesos logísticos**

La estandarización tiene como objetivo definir una manera clara y concisa de realizar cada proceso, dejando como evidencia un documento que garantice su correcta aplicación por parte de los operarios [15].

La estandarización permite encontrar la manera más eficiente para realizar un trabajo, reduciendo la probabilidad de equivocaciones, ahorro en gastos, tiempo, y materiales [18].

#### **1.10. Metodología Lean Manufacturing**

Conocida como la manufactura esbelta, se puede definir como el proceso orientado a eliminar acciones que no contribuyen en la etapa operativa para considerarlas desperdicios y mejorar el flujo del trabajo [19].

##### **1.10.1. Limitantes de la productividad**

Socconini [19] menciona que los ingenieros japoneses clasificaron estas limitantes en tres factores principales.

Sobrecarga hace referencia al trabajo excesivo, cuando las personas o máquinas son exigidas más allá de sus límites.

La variabilidad se presenta cuando existen variaciones en el proceso, generando resultados inconsistentes que afectan negativamente a los propósitos planteados.

Por último, los desperdicios corresponden a toda actividad que se encuentra o forma parte de un sistema, pero no agrega valor y solo consume recursos por parte de la organización y esfuerzo por parte de los trabajadores, estas son: sobreproducción, productos defectuosos, procesos innecesarios, el exceso de inventario, la espera, movimientos innecesarios del individuo y el transporte [19].

### 1.10.2. 5 S's para orden y limpieza

Es el implemento de un conjunto de prácticas con el objetivo de generar orden y limpieza en el entorno laboral, conocidas como 5S por sus nombres “Seiri, Seiton, Seiketsu y Shithsuke” como se observa en la Figura 3, promoviendo la disciplina como pilar fundamental [20].

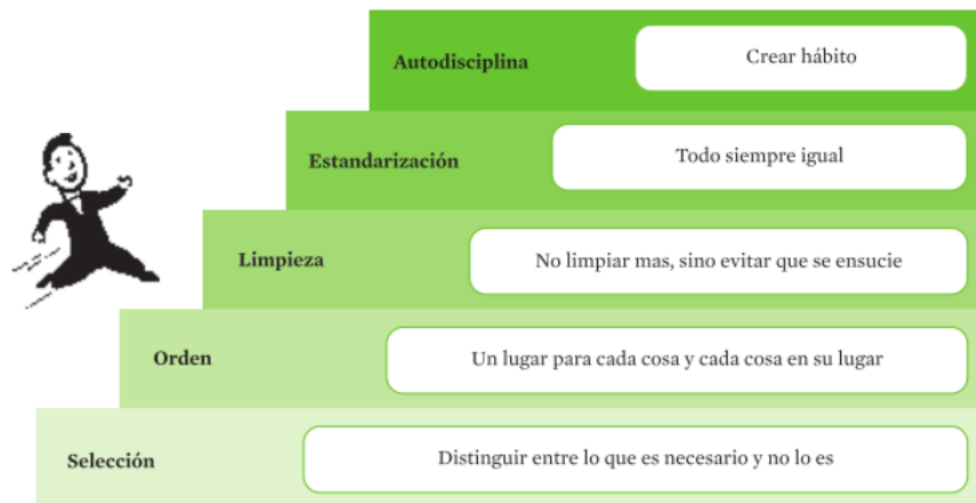


Figura 3. Las 5S, [20].

### 1.10.3. Kanban

Es un sistema de control de forma visual y programada, permitiendo administrar el flujo y la producción eficientemente.

Se distinguen dos tipos de Kanban:

- El Kanban de producción, señala el tipo de producto a elaborar y la cantidad a necesitar.
- El Kanban de transporte, indica el ítem y el número a trasladarse.

La importancia del uso de las tarjetas son las instrucciones visuales para saber qué se debe hacer [20].

De esta forma, en el transcurso del proyecto nos fijaremos en el uso del Kanban de transporte, el cual aporta beneficios a los objetivos de este.

### **1.11. Diagramas de los procesos**

Cursograma sinóptico: Diagrama que representa las principales actividades de un proceso, sin detallar en dónde y quién lo ejecuta [21].

Cursograma analítico: Representa todas las actividades que se desarrollan, mostrando de esa forma su trayectoria y los tiempos necesarios, subdividiéndose en cursogramas analíticos como:

- Del operario
- Material
- Del equipo [21].

Diagrama bimanual: Muestra cómo el operario usa sus manos y hasta sus piernas al momento de realizar sus tareas de forma secuencial [21].

Diagrama de actividades múltiples: Gráfico que indica al mismo tiempo las actividades del operario, máquinas o equipo, en la misma escala de tiempo, pudiendo observar la coordinación entre ellos [21].

Diagrama de recorrido: Plano de dos o tres dimensiones que muestra la distribución del área de trabajo, mostrando los recorridos de los trabajadores, material y equipos [21].

Diagrama de hilos: Esquema a escala donde se traza con un hilo, el recorrido de los operarios o las máquinas cuando realizan una tarea especificada [21].

Gráfico de trayectoria: Gráfico que muestra datos numéricos sobre los movimientos de los operarios, materiales y equipos en las áreas de trabajo y periodo estimado [21].

### **1.12. Indicadores logísticos**

Datos numéricos usados para medir la funcionalidad de cada parte del proceso, como recepción de materia prima, almacenaje, manejo de inventarios, despachos, distribución y entrega del producto o servicio, permitiendo interpretar la información y tomar decisiones [22].

#### **1.12.1. Compra y abastecimientos:**

Analizan y monitorean aspectos del proceso de compra y las negociaciones con proveedores, buscando promover la calidad de estos [22].

### **1.12.2. Indicadores de producción e inventarios:**

El traslado de materiales y productos es importante porque de eso depende que los productos se repongan a tiempo, impactando en la calidad del servicio y de sus operaciones [22].

### **1.12.3. Indicadores de almacenamiento y bodegaje:**

Se lleva un control dentro del almacén, tanto en la cantidad, cumplimiento y el costo de la unidad que se almacenó y se despachó, que influyen en los costos operativos de la organización [22].

### **1.12.4. Indicadores de transporte y distribución:**

Función vital que busca controlar los costos de transporte según la cantidad de ventas, así como todo gasto relacionado con el conductor [22].

### **1.12.5. Indicadores de costos y servicio al cliente:**

Se busca verificar el nivel de conformidades y no conformidades, con respecto al tiempo y el tipo de entrega [22].

## **1.13. Simulación de procesos**

La simulación de procesos (discreta, continua e híbrida) utiliza métodos informáticos, con el fin de replicar y analizar sistemas o procedimientos que se realizan en una empresa o industria y poder mejorarlos, según [23] esta herramienta ha sido un aporte para tomar decisiones relacionadas con la producción.

La simulación discreta, según [24] es el seguimiento de los estados del sistema los cuales generan una consecuencia por la secuencia de estos sucesos, en sí son eventos discretos que se generan en diferentes intervalos de tiempos los cuales permiten tener un gran panorama del sistema y ayudan en la trazabilidad al momento de tener variables de interés [25].

La simulación continua a diferencia de la discreta se basa en situaciones o procesos que se realiza un seguimiento continuo mientras corre la simulación. Se denomina continuo cuando sus variables cambian con el tiempo [26].

Se pueden observar en la Tabla 6 las diferencias entre los sistemas continuos y discretos:

**Tabla 6.** Diferencias entre tipos de simulación, [27].

<b>Simulación Continua (D.Sist.)</b>	<b>Simulación Discreta</b>
Análisis Cualitativo. Largo plazo	Análisis Cuantitativo. Corto plazo
Efectos de los Bucles de realimentación	Distintos Lay-Outs
Capacidad de optimización (VENSIM) Pre-diseño de Valores de referencia	Combinación con un módulo de optimización
Decisiones Estratégicas/tácticas	Decisiones operacionales: Setup, Tamaño de buffers, Cuello de botella

El tipo de simulación que se aplica en este documento es simulación discreta ya que en la empresa de empaquetado funciona mucho más con eventos, mas no con procesos continuos, los eventos que se han analizado y por los cuales se utilizara este tipo de simulación son:

- Llegada de productos para almacenaje
- Segmentación de empaques
- Movimiento al área de almacenaje
- Entrada y salida de montacargas
- Despacho al cliente
- Carga de transporte

Al momento de realizar el modelado se divide en distintas etapas que se llevan a cabo para la simulación y son las siguientes:

### **1.13.1. Definición de problemas**

Para poder transformar un problema o una situación complicada es necesario comprender el sistema que se va a modelar, considerando el estado actual del sistema y también como se podría mejorar el mismo [28].

### **1.13.2. Recolección de datos**

Se obtienen observando el sistema ya existente, pero en el caso de que el sistema no exista se utilizaran datos estimados, esta etapa es vital y es necesario involucrar a personas que conocen el sistema ya se (Operadores, supervisores, inspectores, etc.) Mediante estos datos se logrará

adquirir datos con muchos parámetros estadísticos que servirán para el modelo de simulación [28].

### **1.13.3. Formulación del modelo conceptual**

Lo que se busca en esta etapa del modelado es realizar un bosquejo del sistema que se va a modelar, así mismo entender que métricas se usarán [28]

### **1.13.4. Construcción del modelo en software**

En esta se define el modelo a realizar y que tan complejo será, es importante saber qué tipo de software se utilizará así al finalizar esta etapa de construcción el modelo se validará y verificará con la intención de poner en evidencia que tanto se acerca al sistema real [28].

### **1.13.5. Validación y verificación del modelo**

Al momento de validar se realizará una comparación entre el modelo y el sistema real y así se podrá decir si el sistema se acerca o no a la realidad [28].

### **1.13.6. Ejecución de escenarios**

En este punto, el objetivo es poder medir cómo se comporta el sistema, para así notar qué puedes mejorar o qué está fallando [28].

### **1.13.7. Análisis de resultados**

Implica el análisis estadístico de los resultados obtenidos y así poder proyectar los valores y su desempeño [28].

### **1.13.8. Conclusiones y recomendaciones**

Esta es la última etapa, donde se proyectan las mejoras en el sistema modelado y se dan recomendaciones para aplicar en el sistema real [28].

## **1.14. Distribución de planta**

La distribución de planta se puede definir como la disposición de los recursos que existen en un espacio [28], su objetivo principal es optimizar la maquinaria y almacenamiento buscando elevar la eficiencia, reducir costos y generar comodidad para el trabajador; según [29] la silla de un trabajador resulta conveniente que mover máquinas.

### **1.15. Layout**

Su función principal se basa en realizar una distribución optimizando espacios de una forma estratégica para así poder evitar problemas en el futuro, ya sea en cuellos de botella, movilidad, tiempos de movilidad, etc. [30].

### **1.16. Tipos de distribución de planta**

Los tipos de distribución de planta dependen exclusivamente de qué tipo de producción sea la empresa, se diferencian por los 4 tipos de distribución que se mencionarán a continuación.

#### **1.16.1. Distribución de proyecto singular**

Este tipo de distribución se realiza creando plazas en las estaciones de trabajo de forma que estén todos alrededor del producto y en función de una secuencia lógica adecuada [31].

#### **1.16.2. Distribución de posición fija**

Para el estudio, la distribución se realiza en función del producto, ya que, al ser fijo y/o difícil de mover, lo más adecuado es adaptar el proceso al producto [31].

#### **1.16.3. Distribución por grupos autónomos de trabajo**

Se utiliza cuando la distribución no es adecuada para una distribución basada en producto, así que lo que se realiza es dividir por familias de forma lógica, para que así cada grupo homogéneo de producto vaya a su familia [31].

#### **1.16.4. Distribución basada en el producto**

Se utiliza cuando se trabaja en procesos de producción secuenciales que fluyen de una estación de trabajo a la siguiente formando una cadena de producción. Es adecuada para productos con un alto número de pedidos [31].

## **2. Marco Metodológico**

[32]Menciona que la construcción del marco metodológico ayuda a que en la investigación se logre sistematizar y dejar explícito los supuestos teóricos, es decir lo que se describe en este apartado son los pasos, técnicas y también el tipo de procedimientos que se necesitarán para la recopilación de datos y así poder garantizar una validez y sentido al estudio.

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, porque se analizaron variables medibles, las cuales están conectadas con el proceso actual de almacenaje y despacho de la empresa, entre estas se analizó el estado en el que se encuentra la bodega, la toma de tiempos de recepción, diagramas de flujo pertinentes, tiempos de preparación de pedidos y volumen de despachos.

El estudio fue de tipo aplicado, ya que su finalidad fue proponer mejoras operativas mientras se hace uso de herramientas de simulación, así mismo es descriptivo-explicativo, ya que se puede analizar el comportamiento que tiene el sistema logístico y lograr así explicar las causas de ineficiencias en el proceso.

### **2.1. Simulación como herramienta metodológica**

La simulación permitió modelar el funcionamiento del proceso mediante un entorno virtual, con la finalidad de lograr analizar el comportamiento del proceso bajo diferentes condiciones y todo sin intervenir directamente con la operación real.

Para el presente estudio se empleó el tipo de simulación discreta, la cual logra modelar sistemas donde las variaciones ocurren en tiempos determinados, tal como la llegada de productos al almacén, su ubicación en los racks y la salida de los pedidos para despachar.

Desde una vista metodológica, los procesos de la empresa pueden ser representados como un sistema logístico integrado, en el cual interactúan recursos humanos, equipos, infraestructura y también flujos de información. La simulación facilita el análisis de estos elementos de manera unificada, y lograr identificar cuellos de botella, tiempos improductivos y oportunidades de mejora.

### **2.2. Variables del modelo de simulación**

En un modelo de simulación del proceso de almacenaje y despacho se identificaron distintos tipos de variables, entre estas:

- Variables de entrada:
  - Número de pallets por pedido
  - Número de cajas por pallet
  - Tiempo de llegada de los pedidos

- Tiempo de picking
- Tiempo de traslado interno
- Tiempo de descarga y carga de pallets
- Número de operarios disponibles
- Capacidad de estanterías
- Distribución de la demanda por pedido
- Variables de proceso:
  - Secuencia de actividades del proceso
  - Asignación de operarios a las tareas
  - Recorridos de picking
  - Tiempo de espera entre actividades
  - Utilización de operarios
- Variables de salida:
  - Tiempo total del proceso
  - Tiempo de ciclo por pedido
  - Productividad del sistema
  - Utilización de recursos
  - Tiempo de espera promedio
  - Porcentaje de actividades sin valor agregado
  - Indicadores de desempeño del sistema

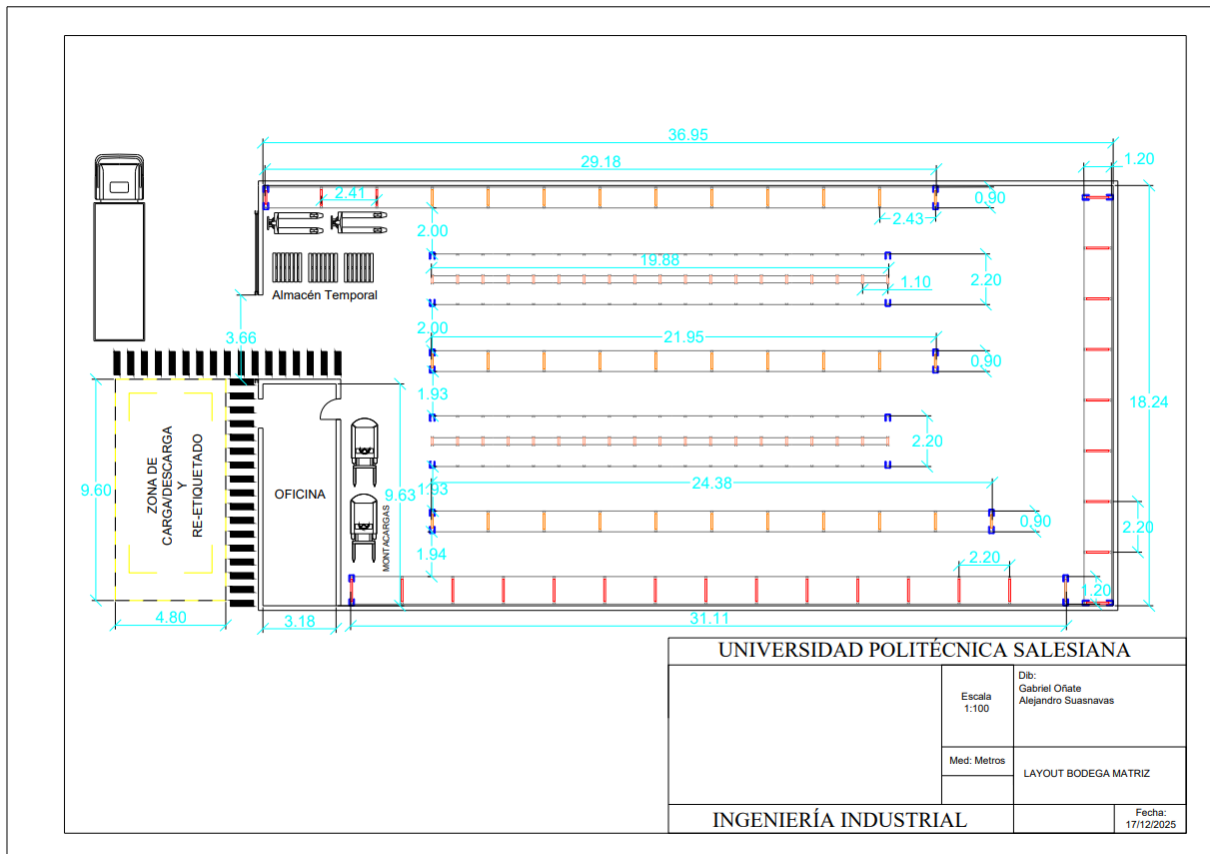
### **2.3. Supuestos del modelo**

Los modelos de simulación se construyeron bajo diferentes supuestos, ya que ayudan a simplificar la realidad y esto permite su análisis, en esta investigación, los supuestos metodológicos se establecieron con el fin de representar de una forma adecuada el proceso de almacenaje y despacho, mientras se mantiene un equilibrio de precisión y simplicidad del modelo, esto no implica una pérdida de efectividad, solo reduce la complejidad sin afectar la interpretación de los resultados.

- **Supuesto 1:** Disponibilidad de recursos  
Se asume que el personal y los equipos de manejo de cargas y materiales se encuentran totalmente disponibles durante toda la jornada laboral.
- **Supuesto 2:** Condiciones normales de operación  
Se asume que el proceso de almacenaje y despacho se desarrollará bajo condiciones normales, y no se consideran fallas en los montacargas o equipos, tampoco cortes de energía o eventos extraordinarios.
- **Supuesto 3:** Demanda estable durante el período de simulación  
Se asume que la demanda se mantiene constante durante el periodo analizado.
- **Supuesto 4:** Cumplimiento de los tiempos de proceso  
Se asume que los tiempos de recepción, almacenamiento y despacho se cumplen de acuerdo con los valores que han sido establecidos en el modelo.
- **Supuesto 5:** Capacidad física constante  
Se asume que la capacidad del almacén y de las áreas de despacho no tienen variación durante el periodo de simulación.
- **Supuesto 6:** No hay pérdidas ni daños  
Se asume que los productos no presentan daños, pérdidas ni devoluciones durante el proceso de almacenaje y despacho del producto.
- **Supuesto 7:** Los pedidos se procesan de manera independiente entre sí.
- **Supuesto 8:** La demanda diaria es irregular, pero se mantiene constante durante la corrida de validación.

#### **2.4. Layout de la bodega matriz**

Para comprender cómo se encuentra distribuida la bodega matriz, se presenta a continuación en la Figura 4, que detalla el layout actual.



**Figura 4.** Layout bodega matriz

El layout de la bodega matriz inicial muestra cómo está realizada la distribución física de las áreas que intervienen en el proceso de almacenaje y despacho a Quito y el resto del país, se logra identificar claramente la zona de carga y descarga, el área de recepción y etiquetado, la distribución de los racks, los pasillos de circulación y áreas destinadas a maquinaria y despacho.

La zona de carga y descarga está ubicada a un costado del almacén, muy cerca de la puerta principal, permitiendo una recepción directa del producto y facilitando el proceso de inspección, conteo y etiquetado que se realiza antes de almacenar.

El área de almacenamiento se divide por racks que están ubicadas paralelamente, las cuales permiten una organización ordenada de los productos según su número de lote, sin embargo, la distribución actual limita los recorridos internos y la utilización del espacio disponible, estos aspectos se consideraron en el análisis y el desarrollo del modelo de simulación.

El layout de la bodega muestra el estado actual, y permite evaluar el desempeño del proceso de almacenaje y despacho e identificar formas de mejora que se podrán analizar en etapas futuras de la investigación.

## **2.5. Estudio de tiempos y movimientos como herramienta metodológica**

Se siguió un procedimiento sistemático y secuencial para el estudio de tiempos y movimientos, empezando con el levantamiento de la información centrado en los procesos de despacho y almacenamiento que realiza actualmente la organización. Y dado que la empresa no dispone de documentación que refleje y evidencie los procedimientos de estudio, se realizó también un levantamiento de información mediante la observación directa, entrevista con operarios y la revisión del coordinador de logística, con el fin de obtener información real y actual.

De esta forma se comprendió el flujo operativo mediante las metodologías y técnicas mencionadas anteriormente, con el fin de proponer mejoras de optimización. Así mismo, se realizaron diagramas de flujo correspondientes a cada proceso, el cual permitió identificar con mayor claridad cada una de las actividades que los componen y se encuentran a continuación.

## **2.6. Proceso de despacho**

El proceso de despacho se ha separado en dos tipos:

- Punto de venta cliente
- Bodega matriz importaciones Quito y Provincias

### **2.6.1. Despacho punto de venta a clientes**

En la Figura 5, se detalla la secuencia del despacho en el punto de venta al cliente:

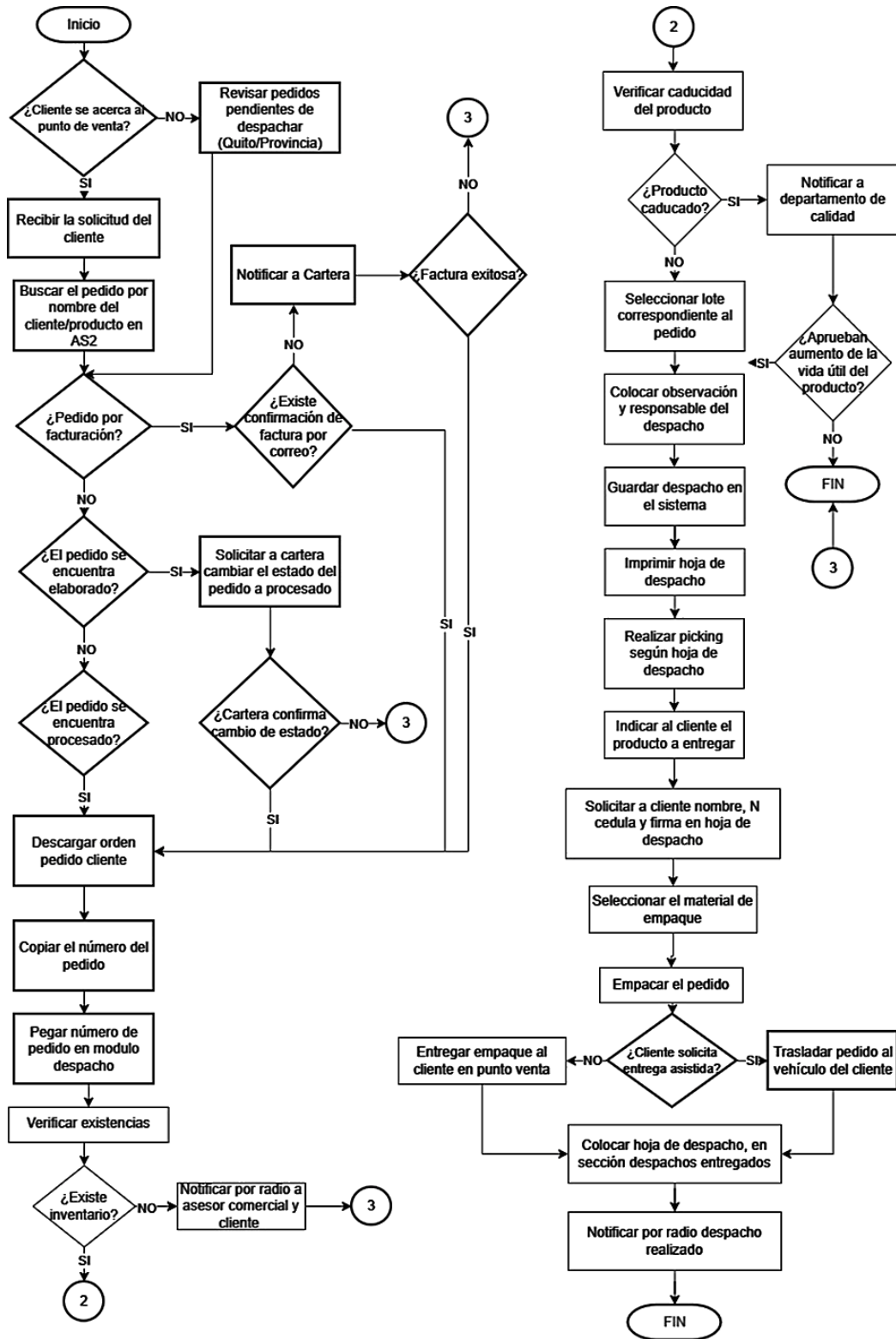


Figura 5. Diagrama de flujo de despacho punto de venta clientes.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo relacionado al despacho en el punto de venta al cliente, el procedimiento inicia con el acercamiento por parte del cliente y su solicitud al despachador, este a través del sistema logístico, busca el pedido por medio del nombre del cliente o producto solicitado e identifica el estado en el que se encuentra, el cual puede ser: por facturación, elaborado o procesado.

Los pedidos por facturación corresponden al pago por medio de factura, debe existir evidencia del pago en el correo de la empresa para continuar con las actividades, si dicha factura o comprobante de pago no hubiese, procede a notificar al departamento de cartera, responsable de verificar si la factura ha sido cancelada para continuar con el despacho, en caso contrario, el proceso se detiene y no se realiza la entrega.

Los pedidos en estado elaborado son aquellos que aún no han finalizado la etapa de registro por parte del asesor comercial y el departamento de cartera, en este caso, el despachador debe solicitar a cartera el cambio de estado de “elaborado” a “procesado”, si dicho cambio no se realiza, no es posible despachar, por su parte, los pedidos en estado procesado indican que la orden se encuentra habilitada para avanzar en el flujo operativo.

Una vez identificado el tipo de estado del pedido y el caso permita continuar, se procede a descargar la orden del cliente en el sistema, posteriormente copiar el número de pedido y pegar en el módulo despacho del sistema logístico para verificar existencias. En caso de no existir inventario del ítem solicitado, se notifica al cliente y al asesor comercial, para cambiar el producto o la espera del reabastecimiento. Sin embargo, esta situación es muy poco común, debido a que el asesor debe validar la existencia de stock en el sistema, antes de procesar la venta.

Al confirmar la existencia del producto, se observa si este se encuentra caducado o no, en caso de estar expirado, se notifica al departamento de calidad, el cual tiene la potestad de evaluar si es posible otorgar o no un incremento de vida útil. Si calidad no aprueba el aumento de vida útil, se cancela el despacho del ítem, en caso contrario, se selecciona el lote correspondiente, colocando la observación respectiva y el responsable, para la impresión de la hoja de despacho. Con la hoja se realiza el picking de los ítems solicitados, al finalizar se indica al cliente los productos a entregar, solicitando que coloque su nombre, número de cédula y firma en la hoja de despacho.

El despachador selecciona el material de empaque (caja o funda) y procede al embalaje, para la posterior entrega y, si el cliente solicita entrega asistida, se traslada el pedido al vehículo del cliente, una vez concluida la entrega, la hoja de despacho se archiva en la sección destinada a despachos finalizados, notificando por radio la culminación del despacho.

**2.6.2. Proceso de despacho en bodega matriz**

En la Figura 6, se detalla el proceso de despacho en la bodega matriz para enviar a Quito y provincias del Ecuador.

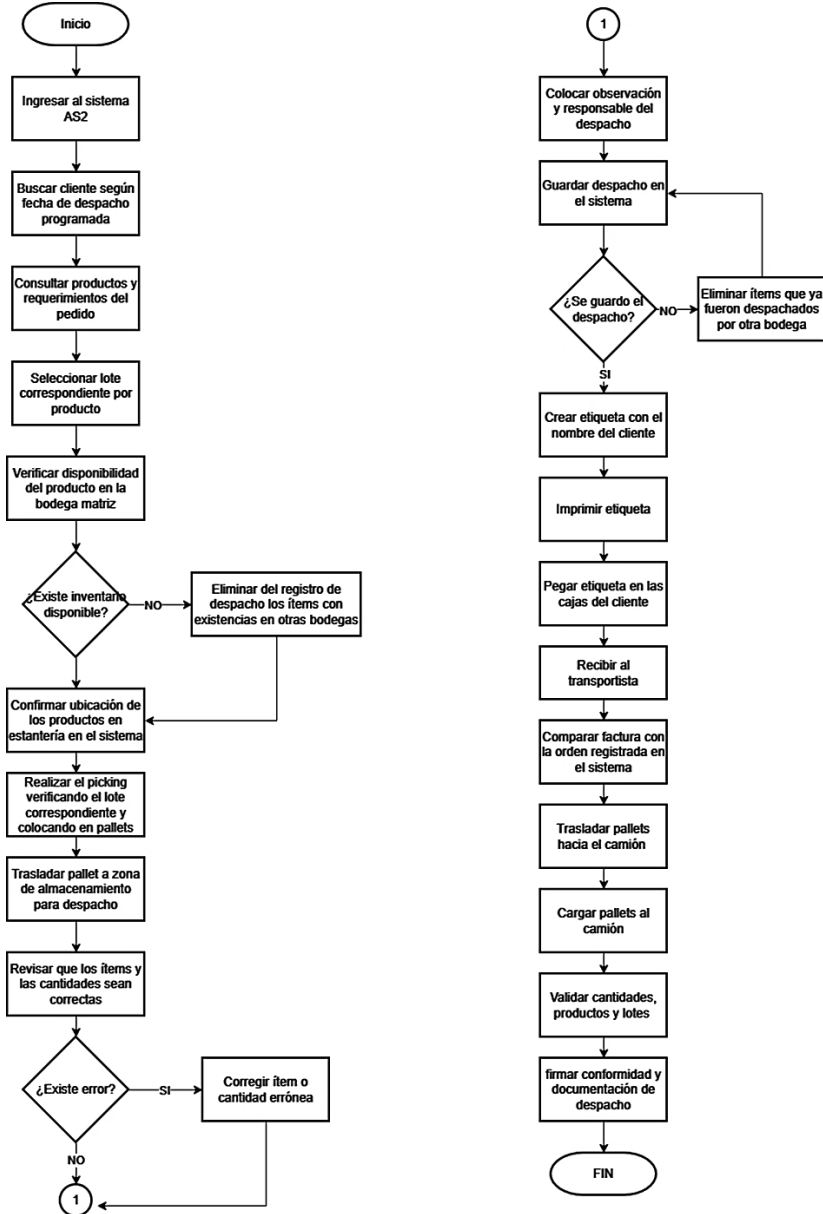


Figura 6. Diagrama de flujo de despacho en bodega matriz.

La bodega matriz es el principal centro de almacenamiento de la organización, por su amplio espacio y la disponibilidad de concentrar la mayor variedad y volumen de ítems. Desde este punto se ejecuta el despacho de pedidos en gran volumen que son trasladados a clientes de la ciudad de Quito y diferentes provincias del Ecuador.

El proceso inicia cuando el despachador ingresa al sistema logístico y consulta la lista de clientes programados para despacho según la fecha establecida. Una vez seleccionado el cliente, se consulta los ítems requeridos en el pedido. En seguida, selecciona el lote correspondiente por cada producto, verificando que exista inventario disponible en bodega matriz.

En caso de que el ítem no se encuentre disponible en esta bodega, el operario elimina dicho producto del registro de despacho para evitar interferencias con otras bodegas, posteriormente, se procede a verificar en el sistema la ubicación exacta por estantería de cada uno de los productos en el pedido.

Al conocer en qué estantería se encuentra cada ítem, comienza el proceso picking verificando físicamente el lote correcto y trasladando cada producto hacia un pallet, una vez reunido el total de ítems solicitados, se traslada el pallet/s a la zona de almacenamiento temporal para despacho. En este punto, el despachador revisa nuevamente que las cantidades, lotes y productos coincidan con la información registrada en el sistema.

Si se detecta alguna inconsistencia, el operador corrige el producto, lote o cantidad, caso contrario, se coloca en el sistema la observación y el responsable del despacho, para de esa manera, guardar el despacho en el sistema. Si el sistema genera un error al guardar el registro, el despachador debe verificar si algún producto ya fue despachado desde otra bodega y eliminarlo del registro actual, si el sistema guarda correctamente la información, se crea la etiqueta con el nombre del cliente en el programa....

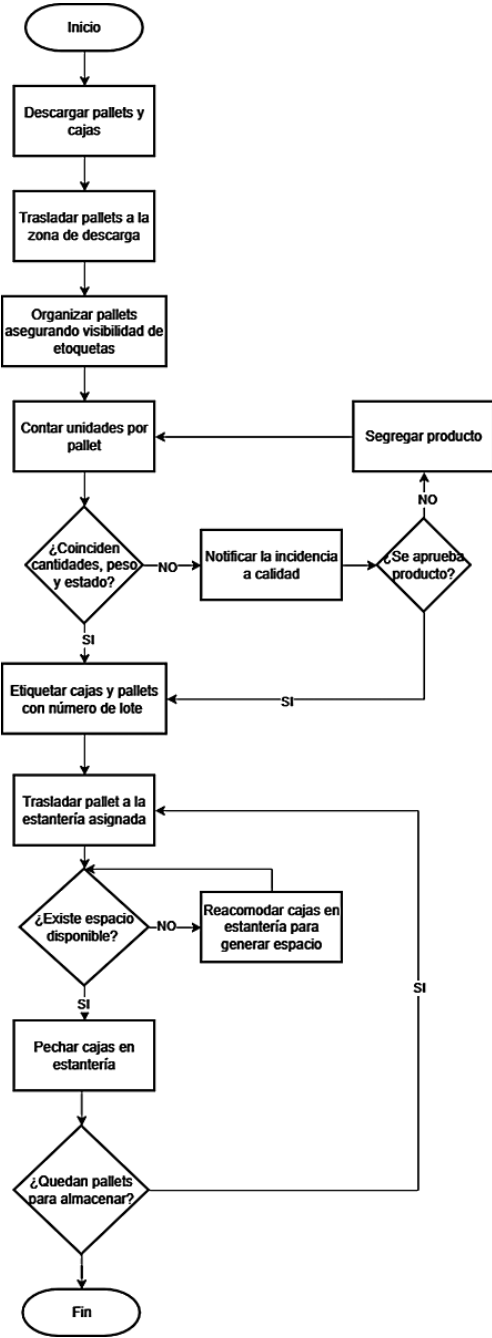
Finalmente, el despachador imprime las etiquetas y las pega en cada caja o producto que conforma el pedido, para su despacho posterior en la tarde.

El proceso continúa con la fase de despacho al transportista, los camiones asignados a diferentes rutas empiezan a llegar a la bodega matriz, el transportista se presenta con la factura correspondiente al pedido, el despachador compara dicha factura con la orden gestionada en el sistema logístico para validar productos, cantidades y lotes correctos. Después de la

verificación, los operadores trasladan los pallets hacia el área externa donde se encuentra estacionado el camión para ejecutar la carga, posteriormente, completado la carga, el transportista y el despachador realizan una verificación final y firman la conformidad del despacho. Con ello, se autoriza la salida del camión.

**2.6.3. Proceso de almacenamiento**

En la Figura 7, se detalla el proceso de almacenamiento y sus actividades.



**Figura 7.** Diagrama de flujo proceso de almacenamiento.

El proceso inicia con la recepción de mercancías, actividad que comprende la descarga de pallets y cajas desde los vehículos de transporte, con el uso de equipos de manejo de carga y manipulación manual, los pallets descargados se colocan en la zona destinada a la recepción, donde posteriormente se ejecutarán las operaciones de preclasificación y ordenamiento.

En la zona de descarga, los operarios organizan los pallets, orientando las cajas de manera que las etiquetas sean visibles, permitiendo el conteo y evitar errores en la verificación, de forma paralela, los otros operarios realizan el conteo físico de unidades y el pesaje cuando el producto lo requiere. Si se detecta alguna novedad (deterioro, humedad o diferencias de unidades), se notifica al personal encargado de calidad, quien debe verificar el estado de los ítems y determinar si es apto para almacenar o gestionarse como una no conformidad.

Luego de validar la integridad del producto, se procede a colocar las etiquetas correspondientes al lote, y al mismo tiempo otro operario registra en el sistema, este proceso ocurre en paralelo con el ordenamiento y conteo, siendo un flujo de trabajo simultáneo entre los operarios. Tras la verificación y etiquetado, los pallets con el producto etiquetado se encuentran listos para el almacenamiento, en donde son trasladados hacia el interior de la bodega matriz mediante montacargas, los cuales permiten ubicar en el rack asignado de acuerdo con el número de lote.

El almacenamiento, también conocido como perchado, se realiza generalmente en equipos de dos operarios por pallet, permitiendo mayor control y reducción de errores, durante el perchado se identifica un reproceso significativo, ya que los operarios deben reacomodar las cajas que ya se encuentran almacenadas en la estantería para generar espacio suficiente al nuevo producto. Finalmente, al terminar de perchar cada caja en su ubicación, los operarios continúan con el siguiente pallet hasta completar todo el inventario recibido.

## **2.7. Estudio de tiempos y movimientos situación actual – despacho punto de venta cliente**

Debido a que los procesos analizados presentan decisiones operativas que generan rutas alternativas de ejecución, el estudio no se realizó sobre un único flujo lineal, en su lugar, se identificaron las rutas operativas principales y recurrentes del proceso, que servirán como base de la medición de la ruta más frecuente.

Las actividades recurrentes fueron cronometradas de manera individual, mientras que las decisiones y casos se analizaron en función de su frecuencia durante la observación y su impacto en el desempeño del proceso.

La toma de tiempos se realizó mediante el uso de cronómetro digital con la metodología de vuelta a cero, para la valoración del ritmo de trabajo se aplica el sistema Westinghouse mencionado anteriormente, el cual se realizó por cada proceso, debido a que las condiciones son completamente distintas, recalcando la importancia de contar con un operario calificado y con conocimiento exacto del método de inicio a fin.

### 2.7.1. Sistema Westinghouse y suplementos – proceso de despacho punto de venta cliente

Una vez definido el operario, se procede a calificarlo según el sistema Westinghouse dentro del proceso de despacho en el punto de venta al cliente, como se observa en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Cálculo sistema Westinghouse

<b>Factor</b>	<b>Código</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Valor (%)</b>
Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	C1	Bueno	0,05
Condiciones	C	Bueno	0,02
Consistencia	B	Excelente	0,03
		<b>Total</b>	<b>0,16</b>
		<b>Porcentaje</b>	<b>116%</b>

El cálculo del porcentaje de los suplementos en base a la OIT se presenta en Tabla 8 :

**Tabla 8.** Cálculo suplementos, proceso en despacho punto de venta al cliente

<b>Tipo de suplemento</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Descripción</b>
<b>Necesidades personales</b>	5%	Pausas fisiológicas mínimas (baño, agua, entre otras.)
<b>Fatiga total</b>	7%	Trabajo en gran parte de pie, manipulación de productos
<b>Demoras inevitables</b>	3%	Demora del sistema, coordinación con cliente y cartera
<b>TOTAL</b>	<b>15%</b>	

Para el proceso de despacho en el punto de venta al cliente, se asignó un suplemento del 5% por necesidades personales, asimismo, se determinó un suplemento del 7% por fatiga, considerando la combinación entre el trabajo de pie, la manipulación de carga ligera a mediana, atención directa al cliente, y condiciones ambientales normales. Finalmente, se asignó un 3% por demoras inevitables, dando un total de 15%.

### **2.7.2. Número de observaciones**

Para el número necesario de observaciones a realizar para el estudio de tiempos y movimientos, se determinó mediante el método General Electric mencionado en el anterior capítulo. Para ellos se realizó una estimación del tiempo promedio del ciclo con base en diez mediciones iniciales, con el fin de determinar las observaciones necesarias requeridas a partir de los rangos establecidos que muestra el método.

En la Tabla 9 se logra observar el tiempo del ciclo del proceso y su promedio:

**Tabla 9.** Observaciones del ciclo del proceso – despacho punto de venta cliente.

<b>N</b>	<b>Tiempos ciclos (min)</b>
1	3,775
2	3,083
3	6,786
4	3,331
5	3,543
6	5,074
7	5,41
8	3,95

9	4,644
10	4,804
<b>Promedio</b>	<b>4,44</b>

Con base en la Tabla 9 y el promedio calculado, se determinó un total de 15 observaciones necesarias a ser completadas para un cálculo más preciso, una vez concluido, se obtuvo el tiempo normal promediando las observaciones y añadiendo el método Westinghouse para finalmente aplicar los suplementos según la OIT y obtener el tiempo estándar, como se puede apreciar en el siguiente cursograma presente en la Figura 8. Cursograma del proceso en punto de venta..

Cursograma analítico												
Nombre del proceso: Despacho punto de venta cliente												
N	ACTIVIDAD	Símbolos						TO (min)	C (%)	TN (min)	Sup (%)	TE (min)
		●	➡	◐	■	◑	▼					
1	Recibir la solicitud del cliente / ver pedidos pendientes							0,160	116%	0,186	15%	0,21
2	Buscar el pedido por nombre del cliente/producto en sistema AS2							0,167	116%	0,193	15%	0,22
3	Descargar orden pedido cliente							0,079	116%	0,091	15%	0,10
4	Copiar el numero del pedido							0,105	116%	0,122	15%	0,14
5	Pegar numero de pedido en modulo despacho							0,066	116%	0,077	15%	0,09
6	Verificar existencias							0,103	116%	0,119	15%	0,14
7	Verificar caducidad del producto							0,032	116%	0,038	15%	0,04
8	Seleccionar lote correspondiente al pedido							0,193	116%	0,224	15%	0,26
9	Colocar observación y responsable del despacho							0,101	116%	0,117	15%	0,13
10	Guardar despacho en el sistema							0,030	116%	0,035	15%	0,04
11	Imprimir hoja de despacho							0,094	116%	0,109	15%	0,12
12	Realizar picking según hoja de despacho							2,360	116%	2,738	15%	3,15
13	Indicar al cliente el producto a entregar							0,173	116%	0,201	15%	0,23
14	Solicitar a cliente nombre, N cedula y firma en hoja de despacho							0,044	116%	0,051	15%	0,06
15	Empacar el pedido							0,529	116%	0,614	15%	0,71
16	Entregar empaque al cliente en punto venta							0,052	116%	0,061	15%	0,07
17	Colocar hoja de despacho, en sección despachos entregados							0,067	116%	0,078	15%	0,09
18	Notificar por radio despacho realizado							0,054	116%	0,063	15%	0,07
										<b>Total</b>	<b>5,88</b>	
											<b>0,10</b>	

Figura 8. Cursograma del proceso en punto de venta.

El tiempo estándar que considera la ruta más frecuente durante el proceso es de 5,88 minutos.

Ahora bien, el proceso de despacho en el punto de venta al cliente sufre de varias decisiones y condiciones que alteran las rutas y el tiempo consigo, aunque no son frecuentes, sí son realizadas y generan aumento en el tiempo estándar, por lo que se lo considera como parte de la situación actual.

La Tabla 10 presenta las rutas identificadas que puede seguir el despacho, con su correspondiente tiempo estándar:

**Tabla 10.** Rutas del proceso de despacho en punto de venta cliente.

<b>Código</b>	<b>Condición del proceso</b>	<b>Actividades adicionales</b>	<b>Tiempo adicional (min)</b>	<b>Tiempo total (min)</b>
<b>R0</b>	Ruta estándar	—	0	<b>5,88</b>
<b>R1</b>	Pedido por facturación con confirmación	Verificar correo	0,16	6,04
<b>R2</b>	Pedido por facturación sin confirmación	Verificar correo + notificar a cartera + espera	0,443	6,33
<b>R3</b>	Producto caducado	Notificar a calidad + espera de decisión	0,3	6,18
<b>R4</b>	Entrega asistida solicitada	Traslado de producto al vehículo	2,35	8,23
<b>R5</b>	Solicitar cambio de estado (elaborado a procesado)	Notificar a cartera+ espera de decisión	0,2	6,08
<b>R6= R1 + R4</b>	Facturación + entrega asistida	Verificar correo + traslado a vehículo	2,793	8,68
<b>R7= R2 + R4</b>	Facturación sin confirmación + entrega asistida	Verificar correo + cartera + traslado	2,65	8,53
<b>R8 = R3 + R4</b>	Producto caducado + entrega asistida	Calidad + traslado	2,65	8,53
<b>R9= R1 + R3</b>	Facturación + producto caducado	Verificar correo + notificar a calidad + espera de decisión	0,46	6,34
<b>R10 = R2 + R3</b>	Facturación sin confirmación + producto caducado	Verificar correo + notificar a cartera + espera + notificar a calidad + espera de decisión	0,743	6,63
<b>R11= R1+ R3 + R4</b>	Facturación + producto caducado + entrega asistida	Verificar correo + notificar a calidad + espera de decisión + traslado de producto al vehículo	2,81	8,69
<b>R12 = R2+R3+R4</b>	Facturación sin confirmación + producto caducado + entrega asistida	Verificar correo + notificar a cartera + espera + notificar a calidad + espera de decisión + Traslado de producto al vehículo	3,093	8,98
<b>R13 = R5 + R3</b>	Solicitar cambio de estado (elaborado a procesado) + producto caducado	Notificar a cartera+ espera de decisión + notificar a calidad + espera de decisión	0,5	6,38
<b>R14 = R5 + R4</b>	Solicitar cambio de estado (elaborado a procesado) + entrega asistida	Notificar a cartera+ espera de decisión + traslado de producto al vehículo	2,55	8,43

<b>R15 = R5 + R3 + R4</b>	Solicitar cambio de estado (elaborado a procesado) + producto caducado + entrega asistida	Notificar a cartera+ espera de decisión + notificar a calidad + espera de decisión + traslado de producto al vehículo	2,85	8,73
-------------------------------	--	---	------	------

### 2.7.3. Observaciones por cada ruta identificada

- **R0 – Ruta estándar**  
**Observación:** Es la ruta más frecuente del proceso, sin interrupciones administrativas ni operativas.
- **R1 – Pedido por facturación confirmado**  
**Observación:** Es la segunda opción más recurrente, en el cual el proceso no sufre interrupciones y el operario está involucrado en cada actividad.
- **R2 – Pedido por facturación sin confirmación**  
**Observación:** Proceso afectado por la intervención del departamento de cartera
- **R3 – Producto caducado**  
**Observación:** El proceso depende de la decisión por parte del área de calidad, generando una espera.
- **R4 – Entrega asistida solicitada**  
**Observación:** El tiempo adicional se relaciona con el volumen del pedido y la distancia de traslado.
- **R5 – Solicitar cambio de estado (elaborado a procesado)**  
**Observación:** Proceso afectado por la intervención del área de cartera
- **R6 – Facturación con confirmación + entrega asistida**  
**Observación:** La ruta combina tiempos administrativos de espera con volumen del pedido
- **R7 – facturación sin confirmación + entrega asistida**  
**Observación:** Combinación de tiempos administrativos de espera con volumen del pedido
- **R8 - Producto caducado + entrega asistida**  
**Observación:** Ruta muy poco frecuente y no observada en campo.
- **R9 – facturación + producto caducado**  
**Observación:** La intervención del área de calidad genera tiempos adicionales en referencia al estado del producto.

- **R10 – facturación sin confirmación + producto caducado**  
**Observación:** Ruta caracterizada por la intervención de dos departamentos, calidad y cartera.
- **R11 – Facturación + producto caducado + entrega asistida**  
**Observación:** Ruta combinada de alto impacto, con actividades administrativas y operativas.
- **R12 – Facturación sin confirmación + producto caducado + entrega asistida**  
**Observación:** Ruta alta con frecuencia baja, actividades administrativas y operativas.
- **R13 - Solicitar cambio de estado (elaborado a procesado) + producto caducado**  
**Observación:** Combinación de rutas e intervención de departamentos de cartera y calidad.
- **R14 - Solicitar cambio de estado (elaborado a procesado) + entrega asistida**  
**Observación:** Proceso afectado por intervención administrativa y traslado de pedido.
- **R15 - Solicitar cambio de estado (elaborado a procesado) + producto caducado + entrega asistida**  
**Observación:** Ruta combinada poco frecuente, con alto impacto.

Las rutas descritas presentan las variaciones que puede tener el despacho según la condición que ocurra, unas con más frecuencias que otras, este análisis contribuye a entender el impacto de cada alternativa y la aparición de decisiones administrativas en el tiempo total del ciclo.

#### **2.7.4. Clasificación de actividades según valor agregado (VA/NVA)**

Para conocer de mejor manera la situación actual del proceso de despacho en el punto de venta al cliente, se clasificaron las actividades de la ruta estándar en la Tabla 11 de la siguiente manera:

- VA = Actividades con valor agregado
- NNVA = Necesario en el proceso, pero no genera valor agregado
- NVA = Actividades sin valor agregado

**Tabla 11.** Calificación de actividades – proceso de despacho en punto de venta cliente

<b>Clasificación</b>		
<b>Tipo</b>	<b>%</b>	<b>Cantidad</b>
<b>VA</b>	71%	4
<b>NNVA</b>	25%	12
<b>NVA</b>	4%	2
<b>Total</b>	100%	18

### 2.7.5. Indicadores de gestión – proceso de despacho punto de venta al cliente

Con el propósito de conocer el desempeño actual de la etapa operativa, la Tabla 12 presenta los indicadores de gestión.

**Tabla 12.** Indicadores de gestión – proceso de despacho punto de venta al cliente

<b>Indicador</b>	<b>Valor actual</b>	<b>Unidad</b>
Tiempo estándar base del proceso (TE_base)	5,88	min
Tiempo máximo del proceso (TE_máx)	8,98	min
Rango de variación del proceso ( $\Delta T$ )	3,09	
Número de actividades base	18,00	unidad
Actividad crítica	Realizar picking según hoja de despacho	
Tiempo estándar actividad crítica (TE_AC)	3,15	min
Participación de la actividad crítica	53,60	%
VA	71%	%
NNVA	25%	%
NVA	4%	%
Productividad base	10,2	Despachos/hora
Productividad base 2 personas	20,40	Despachos/hora

Se observan los indicadores de gestión del ciclo operativo actual, donde el tiempo estándar normalmente y sin interrupciones es de 5.88 minutos por persona, teniendo en cuenta que son 2 personas encargadas del proceso, se traduce a 20.40 despachos por hora cuando se activan rutas alternativas el tiempo aumenta a 8.98 minutos por persona. Se ocupa un 71% en valor agregado y un 29% atrapado en temas administrativos y de control generando variabilidad, que será importante ajustar.

### 2.7.6. Variabilidad del proceso por rutas

En la siguiente Figura 9 se muestra la variabilidad del flujo, representado por un gráfico de valores individuales por cada ruta, en el software Minitab, de la siguiente manera:

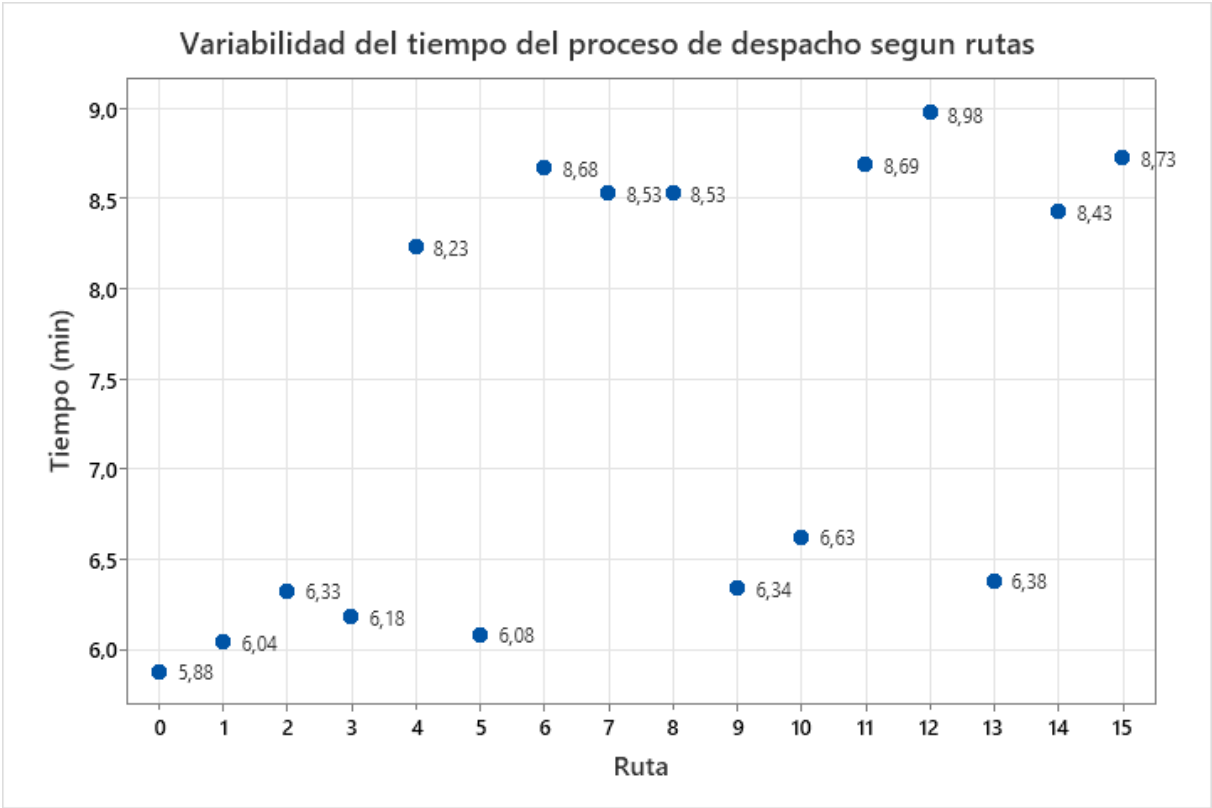


Figura 9. Variabilidad del proceso de despacho punto de venta al cliente

Como se puede observar en la Figura 9, la existencia de dos grupos que se identifican claramente, el primero con valores de 5.88 a 6.63, por otro lado, el segundo grupo cuenta con valores de 8.23 a 8.98 minutos.

El segundo grupo, que cuenta con valores considerablemente diferenciales, se caracteriza por ser las rutas que tienen en común la actividad “entrega asistida” (R4, R6, R7, R8, R11, R12, R14, R15).

**2.8. Proceso despacho en bodega matriz**

**2.8.1. Delimitación del tipo de despacho**

Se analizó el flujo de trabajo de los pedidos más comunes, los cuales no superan la cantidad de un (1) pallet, con un rango de 8 a 22 cajas por pallet, representando el proceso más frecuente para el estudio.

**2.8.2. Sistema Westinghouse y suplementos – proceso de despacho en bodega matriz**

Como el entorno dentro de la bodega matriz es diferente y cuenta con otros operarios asignados a las tareas, se calculó nuevamente el desempeño y los suplementos. Una vez definido el operario, se lo calificó según el sistema Westinghouse dentro del proceso de despacho en bodega matriz, resultando un factor del 116% y en función de las condiciones de trabajo observadas, se determinó un total del 15% en suplementos.

### 2.8.3. Número de observaciones

Para realizar este cálculo, se siguió trabajando con el método General Electric, en la Tabla 13 se puede visualizar el tiempo de ciclo y su promedio:

**Tabla 13.** Observaciones del ciclo del proceso de despacho en bodega matriz

<b>N</b>	<b>Tiempos ciclos (min)</b>
1	25,969
2	24,122
3	26,219
4	25,192
5	24,385
<b>Promedio</b>	<b>25,1774</b>

Una vez calculado el promedio del ciclo del proceso de despacho en bodega matriz, se pudo relacionar con la tabla del método General Electric, el cual nos indica realizar 5 observaciones mínimas, así como las que fueron hechas previamente.

### 2.8.4. Cursograma analítico

En la Figura 10, se presenta el cursograma analítico del proceso de despacho en bodega matriz.

Tiempo estandar de ruta estandar											
Nombre del proceso: Despacho de bodega matriz											
N	ACTIVIDAD	Símbolos					TO (min)	C (%)	TN (min)	Sup (%)	TE (min)
		●	➔	○	■	▣					
1	Ingresar al sistema AS2						0,047	116%	0,054	15%	0,06
2	Buscar a cliente según fecha de despacho programada						0,206	116%	0,238	15%	0,27
3	Consultar productos y requerimientos del pedido						0,456	116%	0,529	15%	0,61
4	Seleccionar lote correspondiente por producto						0,723	116%	0,838	15%	0,96
5	Verificar disponibilidad del producto en bodega matriz						0,363	116%	0,421	15%	0,48
6	Confirmar ubicación de los productos en estantería (AS2)						0,272	116%	0,316	15%	0,36
7	Realizar el picking colocándolos en pallet (verificando lote y cantidades)						15,624	116%	18,124	15%	20,84
8	Trasladar pallet a zona de almacenamiento para despacho						0,599	116%	0,695	15%	0,80
9	Revisar que los ítems y cantidades sean correctas						4,866	116%	5,645	15%	6,49
10	Colocar observación y responsable del despacho						0,186	116%	0,216	15%	0,25
11	Guardar despacho en el sistema						0,051	116%	0,059	15%	0,07
12	Crear etiqueta con el nombre del cliente						0,516	116%	0,599	15%	0,69
13	Imprimir etiqueta						0,100	116%	0,116	15%	0,13
14	Pegar etiqueta en las cajas del cliente						2,166	116%	2,513	15%	2,69
										<b>Total (min)</b>	<b>34,92</b>
										<b>Total (hora)</b>	<b>0,58</b>

Figura 10. Cursograma analítico del proceso de despacho en bodega matriz.

### 2.8.5. Indicadores de gestión – proceso de despacho en bodega matriz

A continuación, se obtuvo los indicadores de gestión según el proceso de despacho en bodega matriz, que se presenta a continuación en la Tabla 14.

Tabla 14. Indicadores de gestión – proceso de despacho en bodega matriz

Indicador	Valor actual	Unidad
Tiempo estándar base del proceso (TE_base)	34,92	Min/ persona
Número de actividades base	14,00	unidades
Actividad crítica	Realizar el picking	-
Tiempo estándar actividad crítica (TE_AC)	20,84	unidad
Participación de la actividad crítica	60	%
VA	60	%
NNVA	40	%
NVA	0	%
Productividad base 1 persona	1,72	Despachos/hora
Productividad base 4 personas	6,87	Despachos/hora

Al analizar la situación actual del proceso, se obtuvo que dura un tiempo de 34,92 minutos por persona en promedio completarlo, teniendo en cuenta que son 4 personas operando las actividades, tenemos 6,87 despachos por hora, siendo el picking la actividad más relevante y crítica dentro de las 14 actividades levantadas, abarcando casi el 60% del tiempo total.

### 2.8.6. Sensibilidad del proceso ante errores operativos

El proceso puede sufrir varios escenarios que generan un aumento en el tiempo estándar, como se puede observar en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Variaciones del proceso de despacho en bodega matriz.

<b>Reproceso</b>	<b>Tiempos minutos (Minutos)</b>	<b>Descripción</b>
Error en conteo de cantidades	3	Incremento en el tiempo de verificación
Selección incorrecta de lote	1,5	Incremento en el tiempo de verificación
Obstrucción del paso (pallets acumulados/ operarios trabajando)	0,16	Incremento en el tiempo de picking

Se definieron escenarios alternativos cuando surgen fallas según lo observado durante el proceso, el error de conteo aumenta el tiempo en 3 minutos por persona, el error en escoger el lote es de 1,5 minutos y la obstrucción del paso, ya sea por cajas apiladas o porque se encuentre trabajando un operario en el camino es de 0,16 minutos, la identificación de los reprocesos es fundamental para el desarrollo de los escenarios de optimización.

## **2.9. Proceso almacenamiento**

### **2.9.1. Sistema Westinghouse y suplementos – proceso de almacenamiento**

El proceso de almacenamiento cuenta con ligeros cambios en comparación con los anteriores, tomando en cuenta el desempeño del operario y las condiciones en las que trabaja, se ha determinado un valor igual al que se viene trabajando, para el sistema Westinghouse se ha determinado el 116% y, en cuanto a los suplementos y las condiciones en las que el operario trabaja, son del 15%.

### **2.9.2. Número de observaciones**

Para el número de observaciones, se analizó el tiempo de ciclo total del proceso, después de algunas observaciones, estas se visualizan en la Tabla 16:

**Tabla 16.** Observaciones del ciclo del proceso de almacenamiento.

<b>N</b>	<b>Tiempos ciclos</b>
1	120,95
2	120,47
3	117,3
<b>Promedio</b>	<b>119,573333</b>

Para determinar la cantidad de observaciones necesarias, se tomaron los tiempos de observaciones preliminares, resultando un promedio de 119,57 minutos, aplicando el método G.E., se determinó una sola medición necesaria por el tiempo de ciclo.

Sin embargo, se usaron las 3 mediciones preliminares que aportaron tiempos más ajustados y exactos para el análisis.

### 2.9.3. Cursograma analítico

El cursograma analítico del proceso de almacenamiento se presenta en la Figura 11, donde se observan las principales actividades y su secuencia operativa.

Tiempo estandar de ruta estandar											
Nombre del proceso: Almacenamiento											
N	ACTIVIDAD	Símbolos					TO (min)	C (%)	TN (min)	Sup (%)	TE (min)
		●	➔	◐	◑	◒					
1	Descargar pallets y cajas						35,283	116%	40,929	15%	47,07
2	Trasladar pallets/ cajas a zona de descarga						11,917	116%	13,823	15%	15,90
3	Organizar pallets para visibilidad de etiquetas						23,983	116%	27,821	15%	31,99
4	Realizar conteo de las unidades para verificar cantidades						29,267	116%	33,949	15%	39,04
5	Colocar etiqueta con numero de lote en la caja/pallet						18,250	116%	21,170	15%	24,35
6	Trasladar pallets a la estanteria asignada						0,177	116%	0,205	15%	0,24
7	Verificar si existe espacio disponible						0,077	116%	0,089	15%	0,10
8	Perchar cajas en estanteria						0,620	116%	0,719	15%	0,83
										<b>Total (min)</b>	<b>159,51</b>
										<b>Total (hora)</b>	<b>2,66</b>

Figura 11. Cursograma del proceso de almacenamiento.

Cabe recalcar que el almacenamiento no se realiza pallet por pallet de forma aislada, sino de manera coordinada, la descarga, el conteo y el etiquetado ocurren al mismo tiempo, una vez que el lote esté listo, empieza el perchado por cada estantería, el cual es realizado por 4 operarios de planta y 2 contratados. Por esa razón, se midió el proceso de forma global en lugar de estar fragmentado, registrando la medición desde el inicio de la descarga hasta perchar cada caja de pallet en las estanterías, así la medición refleja la manera actual de trabajar.

### 2.9.4. Indicadores de gestión - estado actual

Se definieron los indicadores de gestión para el proceso de almacenamiento, estos se detallan en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Indicadores de gestión del proceso de almacenamiento.

<b>Indicador</b>	<b>Valor actual</b>	<b>Unidad</b>
Tiempo estándar base del proceso (TE_base)	159,51	min
Número de actividades base	8,00	unidad
Actividad crítica	Perchar cajas	-
Tiempo estándar equivalente por pallet (TE_pallet)	8,40	min/pallet
Productividad base	7,15	pallet/hora
VA	60%	%
NNVA	30%	%
NVA	10%	%

### 2.9.5. Reproceso - reacomodo de cajas

Se identificó un reproceso durante la observación del almacenamiento, observándolo en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Reprocesos en el proceso de almacenamiento.

<b>Escenario</b>	<b>Tiempo total (min)</b>	<b><math>\Delta</math>TE (min)</b>	<b>Incremento</b>
Proceso base	159,51	-	-
Con reacomodo de cajas	169,51	10,00	6,3%

## 3. Resultados y discusiones

### 3.1. Propuesta de mejora y optimización de los procesos logísticos

#### 3.1.1. Oportunidades de mejoras identificadas

Con base en el capítulo anterior, se identificaron las oportunidades de mejora en cada proceso de manera ordenada y clara:

#### 3.1.2. Proceso 1 – Despacho en punto de venta cliente

Hallazgos

- Alta variabilidad del proceso ( $\Delta T = 3.09$  min)
- La actividad crítica es el picking (53.6% del tiempo)
- Variabilidad causada por factores como:
- Entrega asistida
- Validaciones administrativas (cartera, calidad)

Posibles mejoras

- Estandarización del picking (la secuencia a seguir, empezar por productos con mayor cantidad hacia los de menos cantidad o viceversa)
- Prevalidación asistida del pedido antes de que llegue el cliente
- Señalización visual de productos de alta rotación

### **3.1.3. Proceso 2 – Despacho en bodega matriz**

Hallazgos

- Tiempo estándar: 33.59 minutos
- Picking representa el 61.7% del tiempo total, sin secuencia óptima y dependencia total del layout
- Errores de conteo y lote incrementan hasta 13,4% el tiempo

Posibles mejoras

- Rediseño del layout enfocado al picking (productos, rotación y cercanía)
- Estandarización en el recorrido del picking
- Señalización visual y codificación por colores

### **3.1.4. Proceso 3 – Almacenamiento**

Hallazgos

- Proceso colaborativo (todos conocen el proceso)
- Reproceso identificado: Reacomodo de cajas aumenta en 10 minutos el tiempo estándar base, alrededor del 6.3%
- El reacomodo es consecuencia directa de mala asignación del espacio, layout actual insuficiente.

Posibles mejoras

- Rediseño del layout de almacenamiento para eliminar reacomodos
- Definir la capacidad mínima por estantería
- Estandarización del perchado
- Señalización de espacios disponibles

### **3.2. Priorización técnica de mejoras**

Se observan varias alternativas de mejora en los 3 tipos de procesos que pueden generar beneficios a cada una, sin embargo, no todas las alternativas tienen el mismo impacto y no pueden medirse con una sola variable, sino con varias, como lo son:

1. Tiempo
2. Criticidad
3. Errores
4. Viabilidad
5. Alcance

Para la priorización de las alternativas previamente descritas, se utilizó el método de evaluación multicriterio discreta, específicamente el modelo de suma ponderada, conocida también como (Weighted Sum Model – WSM). Este modelo es uno de los enfoques más utilizados, permitiendo escoger la mejor alternativa mediante una suma ponderada de desempeño de cada alternativa respecto a múltiples criterios de decisión, bajo la suposición de utilidad aditiva.[33]

Triantaphyllou.[33] advierte que el método WSM tiene problemas cuando se mezclan unidades diferentes, como, por ejemplo: segundos, porcentajes, cantidades, entre otras, debido, a que el método funciona mejor en casos unidimensionales, este concepto hace referencia, a trabajar con una sola unidad. Con el fin evitar la combinación de criterios con diferentes unidades, estos fueron normalizados mediante una escala común de valoración, para garantizar la validez del modelo utilizado.

#### **3.2.1. Alternativas del estudio**

En base al capítulo II se determinaron alternativas por cada proceso claramente diferenciadas, detalladas en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Alternativas de estudio para optimización.

<b>Código</b>	<b>Alternativa de mejora</b>
A1	Mejora del proceso de despacho en punto de venta
A2	Optimización del picking en bodega matriz (layout + método)
A3	Mejora del proceso de almacenamiento

### 3.2.2. Definición de criterios de decisión

Los criterios para la evaluación y priorización de las alternativas de mejora para el presente capítulo se presentan en la Tabla 20.

**Tabla 20.** Criterios de decisión para optimización.

<b>Código</b>	<b>Criterio</b>
C1	Impacto en el tiempo del proceso
C2	Reducción de la actividad crítica
C3	Reducción de la variabilidad / errores
C4	Viabilidad técnica de implementación
C5	Alcance del impacto en el sistema logístico

Los criterios presentados surgen de los resultados obtenidos en el capítulo previo y sus hallazgos.

### 3.2.3. Normalización de criterios

Según Triantaphyllou. [33] para dar cumplimiento a la suposición de utilidad aditiva, los criterios deben contar con una escala común, para ello, se presenta la Tabla 21 a utilizar:

**Tabla 21.** Escala de evaluación de criterios

<b>Valor</b>	<b>Interpretación</b>
1	Impacto muy bajo
2	Impacto bajo
3	Impacto medio
4	Impacto alto
5	Impacto muy alto

### 3.2.4. Asignación de ponderaciones

Las ponderaciones definidas para los criterios de decisión se muestran en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Asignación de ponderaciones para criterios de optimización

<b>Criterio</b>	<b>Peso (wi)</b>	<b>Justificación</b>
C1	0.30	Variable objetivo principal: tiempo
C2	0.25	Actividad crítica concentra > 60%
C3	0.20	Impacto en estabilidad, no siempre ocurre
C4	0.15	Condición de viabilidad
C5	0.10	Impacto logístico

Los pesos reflejan la importancia relativa que tiene cada criterio con respecto al objetivo del estudio, estos deben dar un total de 1.

### 3.2.5. Matriz de decisión

Para evaluar las alternativas de mejora con respecto a los criterios y ponderaciones previamente realizadas, se realizó una matriz de decisión presentada en la Tabla 23.

A1 (PV): Impacto medio, alta variabilidad externa.

A2 (Bodega matriz): Mayor impacto en el tiempo, crítica y errores.

A3 (Almacenamiento): Impacto puntual (reacomodo = 6,3%)

**Tabla 23,** Matriz de decisión

<b>Alternativa</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
<b>A1: P.Venta</b>	3	3	3	4	2
<b>A2: Bodega. M</b>	5	5	5	4	5
<b>A3: Almacenamiento</b>	3	3	2	4	3

### 3.2.6. Cálculo del puntaje WSM

A1- Punto de venta

$$(3 \times 0,30) + (3 \times 0,25) + (3 \times 0,20) + (4 \times 0,15) + (2 \times 0,10) = 3,05$$

A2 – Bodega matriz

$$(5 \times 0,30) + (5 \times 0,25) + (5 \times 0,20) + (4 \times 0,15) + (5 \times 0,10) = 4,85$$

A3 – Almacenamiento

$$(3 \times 0,30) + (3 \times 0,25) + (2 \times 0,20) + (4 \times 0,15) + (3 \times 0,10) = 2,95$$

Resultado

En Tabla 24, se observan los resultados obtenidos a través de la matriz de decisión.

**Tabla 24.** Resultado matriz de decisión

<b>Alternativa</b>	<b>Puntaje</b>
<b>A1: P Venta</b>	3,05
<b>A2: Bodega M</b>	4,85
<b>A3: Almacenamiento</b>	2,95

$$A2 > A1 > A3$$

De acuerdo con el modelo de suma ponderada (WSM), la alternativa de optimización del despacho en bodega matriz obtuvo el mayor puntaje y es la etapa operativa en la cual se destinaron todos los esfuerzos.

El layout de la bodega matriz constituye un elemento común que condiciona tanto el proceso de despacho como el de almacenamiento, puesto que en el análisis del estado actual se identificó

que el almacenamiento sufre o presenta reprocesos asociados al reacomodo de cajas, los cuales incrementan el tiempo estándar del ciclo en un 6.3%, este reproceso está asociado directamente a la falta de espacio y en la distribución actual de las estanterías, por lo tanto el rediseño del layout contribuye indirectamente a la reducción de reprocesos, estableciendo ubicaciones claras, mejor utilización del espacio y reducción de flujos operativos

Por el contrario, el despacho en punto de venta al cliente no se ve beneficiado en gran magnitud, debido a que su variabilidad está asociada a decisiones administrativas y a la interacción directa con el cliente, este proceso se considera como una oportunidad de mejora futura una vez concluida la operación logística en bodega matriz.

### **3.3. Optimización – A2 Despacho en bodega matriz**

En el análisis del estado actual se evidenció que este proceso conlleva el mayor tiempo estándar entre los evaluados y que la actividad del picking concentra la mayor cantidad o proporción de tiempo total, siendo esta la actividad crítica del sistema, caracterizada por ser despachos con un volumen de hasta un (1) pallet, con un rango de 8 a 22 cajas apiladas.

Además, se identificó variabilidad en el tiempo total del ciclo debido a errores operativos durante la preparación de pedidos, como el conteo y la identificación de lotes. Estos aumentan significativamente el tiempo final, lo que afecta la productividad. Estos problemas están relacionados con la distribución actual del almacén, la organización de las ubicaciones y las rutas internas de los operarios. Estas deficiencias, descritas como un almacén caótico por el coordinador de bodega de la empresa, también influyen.

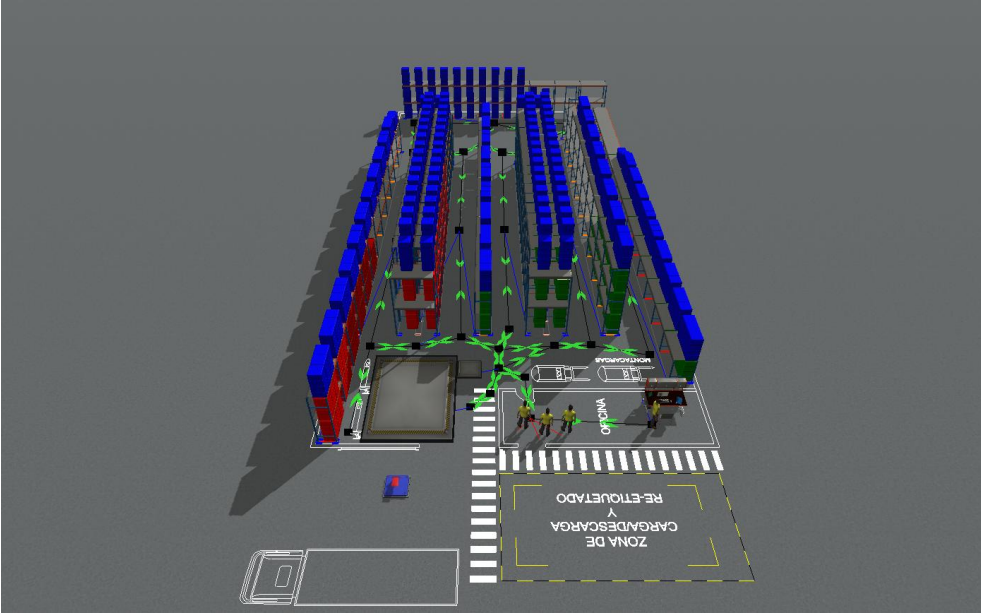
La evaluación del impacto de mejora se realiza mediante la simulación del estado actual y el estado mejorado utilizando la herramienta o software Flexim a continuación:

### **3.4. Modelación del proceso en simulación**

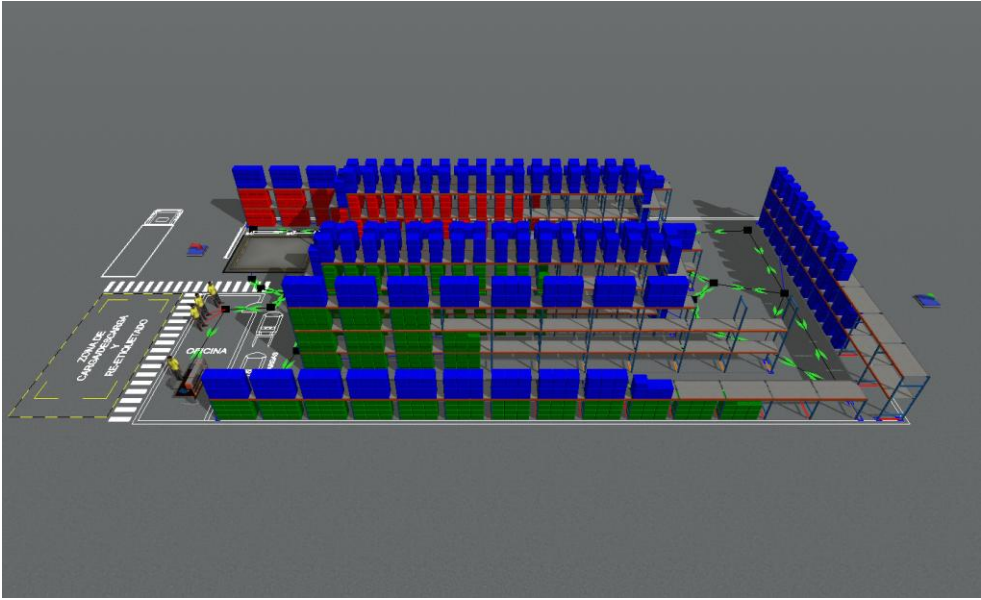
Con base en el análisis del proceso de despacho desarrollado en los capítulos anteriores, se construyó un modelo de simulación discreta en el software FlexSim, con el objetivo de representar el comportamiento dinámico de la operación de despacho en la bodega matriz.

El modelo fue desarrollado utilizando la herramienta Process Flow, este permite representar de manera estructurada las actividades operativas y administrativas del flujo, así como la

asignación y utilización de los recursos involucrados (pickers), como se muestra a continuación en la Figura 12 y Figura 13.



**Figura 12.** Planta matriz (vista izquierda)



**Figura 13.** Planta matriz (vista frontal)

En la Figura 14, se presentan las actividades con los bloques modelados.

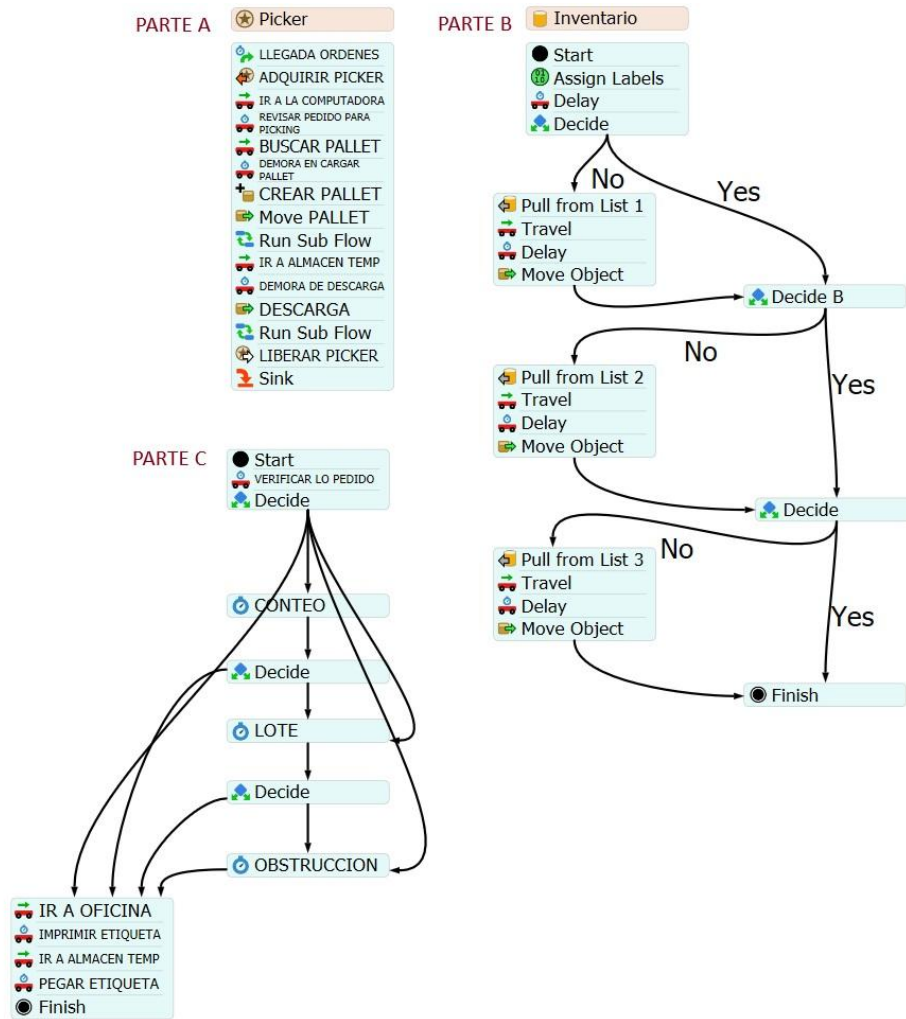


Figura 14. Correspondencia entre actividades del proceso y bloques de simulación

### 3.5. Enfoque y nivel de detalle del modelo

El nivel de detalle del modelo corresponde a una simulación de tipo macro-operativa, en la cual las actividades críticas del proceso son representadas mediante tiempos de demora agregados, previamente calculados a partir del estudio de tiempos.

En particular, la actividad de picking, identificada como la actividad crítica, se modeló mediante una demora dependiente de la cantidad de unidades despachadas por pedido, evitando un micro-ruteo por cada unidad individual, lo cual resulta consistente con el objetivo del estudio y las restricciones prácticas del software utilizado.

### 3.6. Variabilidad del proceso en el estado actual

El tiempo estándar del proceso de despacho en bodega matriz, obtenido a partir del estudio de tiempos y movimientos, y plasmado a través del cursograma analítico, representa la condición ideal en que las actividades se ejecutan de manera lineal sin sufrir interrupciones. Sin embargo, durante el análisis del estado actual realizado en el capítulo II, se identificaron reprocesos y demoras, los cuales incrementan el tiempo operativo durante la jornada laboral.

Dichos reprocesos no ocurren de forma constante, sino que se presentan de manera variable en la jornada laboral, por consiguiente, el tiempo real del despacho actual se entiende como la combinación del tiempo estándar y la variabilidad operativa que puede manifestarse de forma distinta en cada despacho, como resultado, se obtiene tiempos de ejecución diferentes.

### 3.7. Representación del proceso en el modelo

El proceso de despacho fue modelado siguiendo la lógica establecida en el cursograma analítico y la variabilidad que puede llegar a presentarse. Las actividades administrativas, tales como la revisión del pedido y la generación de documentos, fueron representadas mediante demoras simples, utilizando los tiempos estándar calculados en el estudio de tiempos.

Con el objetivo de simplificar la comprensión del modelo en relación con las actividades del ciclo de despacho en bodega matriz, el flujo ha sido dividido en bloques y renombrado de acuerdo con la función que representa cada actividad del proceso, como se observa en la Tabla 25, Tabla 26, Tabla 27.

Tabla 25. Actividades y tiempos de entrada al modelo de simulación etapa A.

<b>Etapa A (Llegada de pedidos)</b>	<b>Distribución estadística</b>	<b>Unidades</b>
Llegada de ordenes (Source / entrada de demanda)	Pedidos diarios	Pedidos
Revisar pedido para picking	Triangular (2.19, 3.29, 2.74)	min
Demora en cargar pallet	Triangular (0.10, 0.40, 0.20)	min

**Tabla 26.** Actividades y tiempos de entrada al modelo de simulación etapa B.

<b>Etapa B (Picking - actividades)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Actividades - simulación</b>
Ingresar al sistema logístico		
Buscar al cliente según fecha de despacho programada		
Consultar productos y requerimientos del pedido	2,74	Revisar pedido para picking
Seleccionar lote correspondiente por producto		
Verificar disponibilidad del producto en bodega matriz		
Confirmar ubicación de los productos en estantería (sistema logístico)		
Realizar el picking colocándolos en pallet (verificando lote y cantidades)	20,84	Demora picking (actividad crítica, dependiente de cantidad)

**Tabla 27.** Actividades y tiempos de entrada al modelo de simulación etapa C.

<b>C (Revisar picking y etiquetado)</b>	<b>Min</b>	<b>Actividades - simulación</b>
Trasladar pallet a zona de almacenamiento para despacho	7,54	Verificar picking
Revisar que los ítems y cantidades sean correctas		
Colocar observación y responsable del despacho		
Guardar despacho en el sistema		
Crear etiqueta con el nombre del cliente	0,91	Imprimir etiqueta
Imprimir etiqueta		
Pegar etiqueta en las cajas del cliente	2,89	Pegar etiqueta

A continuación, se presenta en la Tabla 28 el tiempo total de cada etapa, referente a un ciclo operativo sin reprocesos.

**Tabla 28.** Tiempo total de etapas de simulación.

<b>Etapas</b>	<b>Tiempo (min)</b>
<b>A (llegada de pedidos)</b>	-
<b>B (Picking - actividades)</b>	23,58
<b>C (Revisar picking y etiquetado)</b>	11,34
<b>Total</b>	<b>34,92</b>

Las actividades operativas fueron asociadas a la utilización de recursos humanos, específicamente los operarios de picking, considerando su disponibilidad y capacidad de

atención a los pedidos. El modelo contempla un número fijo de pickers, los cuales procesan los pedidos conforme a su disponibilidad.

### **3.8. Modelación de la actividad de picking**

La actividad de picking fue identificada previamente como la actividad crítica de la operación, representando aproximadamente el 62 % del tiempo total del despacho. En consecuencia, esta actividad recibió un tratamiento especial dentro del modelo de simulación.

El picking fue modelado como una demora dependiente de la cantidad de unidades por pedido, estableciendo una relación directa entre el número de cajas despachadas y el tiempo requerido para completar la actividad. Este enfoque permite capturar adecuadamente el impacto del volumen de pedidos sobre el desempeño del sistema, manteniendo la coherencia con los tiempos estándar calculados analíticamente.

La decisión de no modelar el ruteo individual por cada unidad responde a criterios de simplificación del modelo y a las restricciones prácticas del software, sin afectar la validez del análisis, dado que el objetivo del estudio se centra en el desempeño global del proceso.

#### **3.8.1. Recursos y condiciones de operación**

El modelo considera un total de cuatro operarios de picking, quienes trabajan durante una jornada efectiva de siete horas diarias. Los pedidos ingresan al sistema de manera irregular, reflejando el comportamiento real de la demanda, y son atendidos conforme a la disponibilidad de los recursos.

No se consideran interrupciones externas, fallas de equipos ni variaciones extraordinarias en el desempeño de los operarios, asumiendo que los tiempos estándar representan adecuadamente el comportamiento promedio del proceso.

#### **3.8.2. Utilidad del modelo**

El modelo de simulación desarrollado permite analizar indicadores clave de desempeño, tales como el tiempo total de despacho, la productividad del sistema y la utilización de los operarios de picking. Asimismo, constituye una herramienta válida para evaluar escenarios de mejora orientados a la reducción del tiempo de picking y al incremento de la capacidad operativa del proceso.

### 3.8.3. Probabilidad considerada para el modelo de simulación

Se observa en la Tabla 29, la probabilidad asociada al proceso de despacho en bodega matriz para la simulación.

Tabla 29. Probabilidad del despacho en bodega matriz

Tipo de proceso	Probabilidad utilizada en simulación
Error de conteo	20%
Error de lote	10%
Obstrucción del paso	30%
Proceso son reprocesos	40%
	100%

### 3.9. Integración de los dashboards en el análisis

En conjunto, los dashboards utilizados permiten evaluar el desempeño del proceso de picking desde distintas perspectivas: tiempo, productividad y utilización de recursos. La coherencia entre los resultados obtenidos mediante simulación y los valores calculados analíticamente valida el modelo desarrollado y confirma su utilidad como herramienta de apoyo para la toma de decisiones y la evaluación de escenarios de mejora.

### 3.10. Análisis de resultados de la simulación del proceso

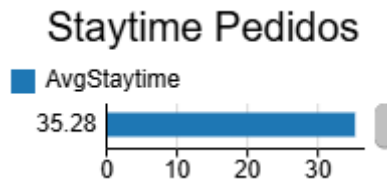
#### 3.10.1. Escenario base: situación actual del proceso de picking y despacho

La situación actual representa el proceso real de picking y despacho en la bodega matriz, incluyendo los tiempos de espera y reprocesos que pueden suceder al momento de realizar el picking. El escenario se modeló a partir de eventos discretos, y se tomó en consideración decisiones y demoras con una ocurrencia probabilística, para así poder analizar cuál es el desempeño más acercado a la realidad y establecerlo como la base para comparar los escenarios de mejora.

Los resultados obtenidos para la situación actual se presentan a partir de los siguientes indicadores:

##### 3.10.1.1. Tiempo total de permanencia del pedido en el sistema

En la Figura 15, se presenta el tiempo promedio total de permanencia de los pedidos en el sistema.



**Figura 15.** Situación actual, indicador 1.

De acuerdo con los resultados del dashboard, el tiempo promedio del ciclo operativo del proceso es de 35,28 minutos, medidos desde el ingreso del pedido al sistema hasta su despacho final. El valor dado representa el desempeño real del proceso, y se considera también la ocurrencia de reprocesos y tiempos de espera que se presentan de manera aleatoria durante la operación.

### 3.10.1.2. Cantidad de pedidos procesados

En este indicador se señala la cantidad total de pedidos que completaron todo el ciclo del proceso durante la simulación, como se observa en la Figura 16.

### Productividad del sistema

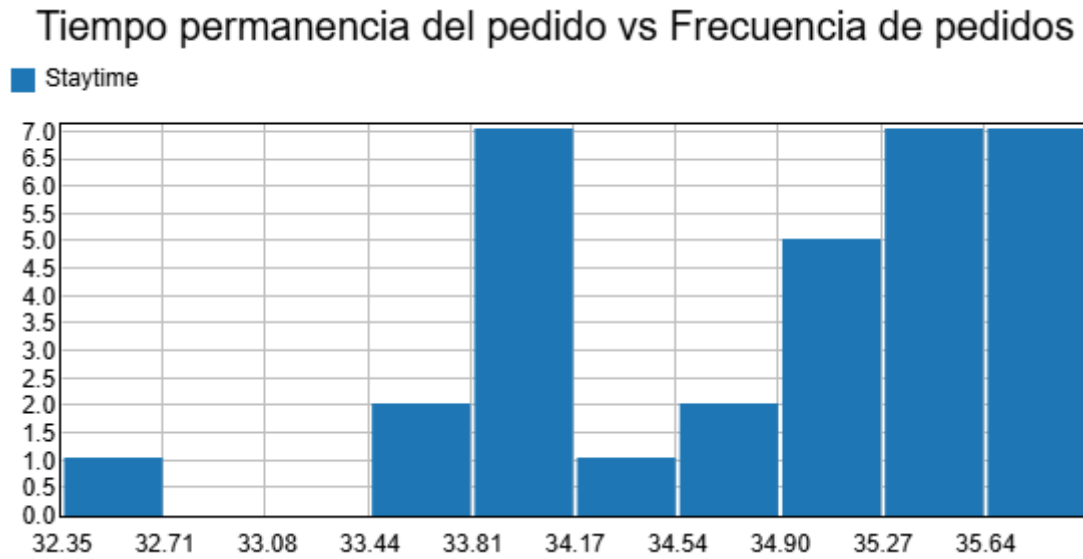
Object	# Salidas
Almacen temp	30

**Figura 16.** Situación actual, indicador 2.

De acuerdo con el resultado mostrado en el indicador de, el sistema logró despachar un total de 30 pedidos bajo las condiciones actuales, reflejando la capacidad real del sistema cuando se consideran las demoras y reprocesos.

### 3.10.1.3. Histograma del tiempo del pedido en el sistema

A continuación, se presenta la Figura 17, la cual permite analizar la dispersión de la cantidad versus la frecuencia de pedidos.



**Figura 17.** Situación actual, indicador 3

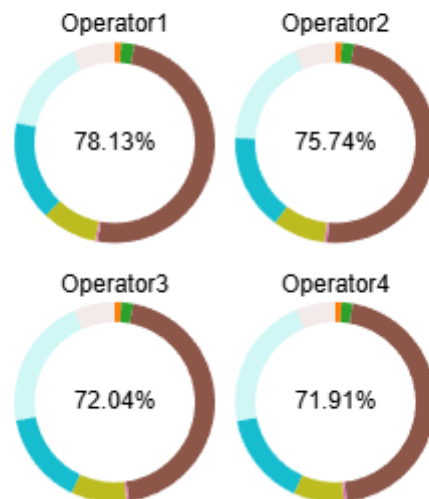
En el histograma se observa que, en el eje “x”, se representan los tiempos necesarios para completar los pedidos en minutos, mientras que en el eje “y” se muestra la cantidad de pedidos en cada rango de tiempo. Los resultados dan como evidencia que los tiempos de permanencia se distribuyen en un rango aproximado de 33,5 a 35,6 minutos.

Esta distribución confirma que, aunque el ciclo presenta variabilidad, su comportamiento se mantiene relativamente estable en torno al tiempo promedio del escenario base.

#### **3.10.1.4. Estados de los operadores**

La distribución del tiempo de los operadores en sus distintas actividades se presenta en la Figura 18.

## Distribución del tiempo operativo



**Figura 18.** Situación actual, indicador 4

Los resultados muestran que los niveles de utilización de los operadores están entre 71,91% y 78,13%, estos valores indican una carga de trabajo elevada. Los operadores mayormente realizan actividades productivas como carga, inspección y utilización, mientras que los tiempos no productivos, como ocio o mantenimiento, se mantienen en niveles moderados.

Estos resultados indican que, aunque los operadores presentan una carga de trabajo alta, no se alcanza un nivel de saturación total, dando a entender que la fuente de ineficiencia del sistema no está asociada a la falta de recursos humanos, sino a la variabilidad generada por reprocesos y demoras.

### 3.10.1.5. Distancia total recorrida por los operadores

Se puede observar la distancia que recorre cada operador en la Figura 19.

## Distancia recorrida por operador

Operario	Distance Traveled (km/h)
Operator1	12.37
Operator2	11.81
Operator3	11.65
Operator4	10.95

**Figura 19.** Situación actual, indicador 5.

Los recorridos de los trabajadores se encuentran entre el 10,95 km/h y 12,37 km/h, estos resultados muestran un alto esfuerzo al momento de desplazarse dentro del almacén. Esto se debe directamente a distribución actual y el método de almacenamiento, impactando la eficiencia del proceso.

### 3.10.1.6. Análisis general de la situación actual

En síntesis, los resultados del escenario base muestran que el proceso de picking y despacho presenta un tiempo promedio de 35,28 minutos, con una dispersión significativa de los tiempos individuales de los pedidos. La capacidad del sistema se mantiene estable, con 30 pedidos despachados y una utilización adecuada de los operadores.

Sin embargo, la variabilidad observada en los tiempos de ciclo evidencia la existencia de reprocesos y demoras que afectan el desempeño global del proceso, justificando la necesidad de implementar mejoras operativas para reducir dichas ineficiencias.

### 3.10.2. Validación entre análisis teórico y simulación

La diferencia entre el promedio en el análisis teórico y la simulación se indica en la Tabla 30.

**Tabla 30.** Comparación entre el tiempo en el cursograma analítico y la simulación

Tipos de análisis	Tiempo promedio (min)	Tiempo equivalente (s)	Diferencia absoluta (s)	Diferencia relativa (%)
Teórico	34,92	2095,2		
Simulación (Flexim)	35,28	2116,8	21,6	1,03

Se observa una diferencia de 21,6 segundos aproximadamente, lo que representa una variación del 1,03 % entre ambos análisis.

De acuerdo con Schruben [34] en su artículo “Simulation Modeling for Analysis”, indica que la importancia del modelo no es que sus resultados del análisis y la simulación sean idénticos, sino que mantengan suficiente consistencia y aproximación para lograr el objetivo, teniendo en cuenta la variabilidad que caracteriza al modelo

Por lo tanto, la coherencia entre los resultados del análisis analítico y los obtenidos mediante simulación permite afirmar que el modelo representa adecuadamente el comportamiento real del proceso.

### 3.11. Escenarios Optimizados

#### 3.11.1. Escenario 1 - Eliminación de actividades innecesarias y demoras (mejora operativa)

El Escenario 1 corresponde a una propuesta de mejora operativa y con la finalidad de eliminar actividades innecesarias, reprocesos y demoras dentro del picking y despacho en la bodega matriz. Este escenario se evaluó mediante simulación discreta para poder cuantificar el impacto de dichas mejoras sobre el desempeño global del sistema, tomando como referencia el escenario base que representa la situación real del proceso.

Los resultados del escenario se muestran a continuación:

##### 3.11.1.1. Tiempo total de permanencia del pedido en el sistema

En la Figura 20, se puede visualizar el tiempo promedio total de los pedidos en el sistema.

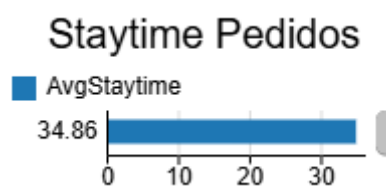


Figura 20. Escenario 1, indicador 1.

Los resultados muestran que el tiempo promedio de permanencia del pedido en el sistema es de 34,86 minutos, lo cual refleja una reducción respecto al escenario base, cuyo tiempo promedio fue de 35,28 minutos. Esta disminución respalda el efecto positivo de la eliminación de actividades innecesarias y demoras operativas, y también permite una ejecución más fluida del proceso.

### 3.11.1.2. Cantidad de pedidos procesados

En este indicador se presenta la cantidad de pedidos que completaron todo el ciclo del proceso, se observa en la Figura 21.

## Productividad del sistema

Object	# Salidas
Almacen temp	30

Figura 21. Escenario 1, indicador 2.

De acuerdo con el resultado arrojado en el indicador, el sistema logró despachar un total de 30 pedidos bajo las condiciones operativas del primer escenario.

### 3.11.1.3. Histograma del pedido en el sistema

La Figura 22, muestra la distribución de los tiempos de permanencia de los pedidos.

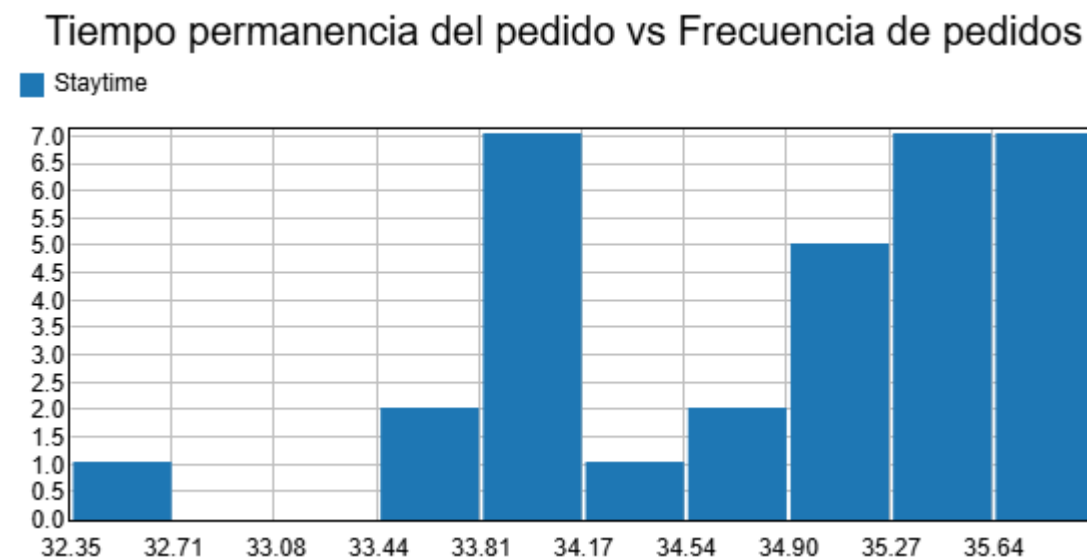
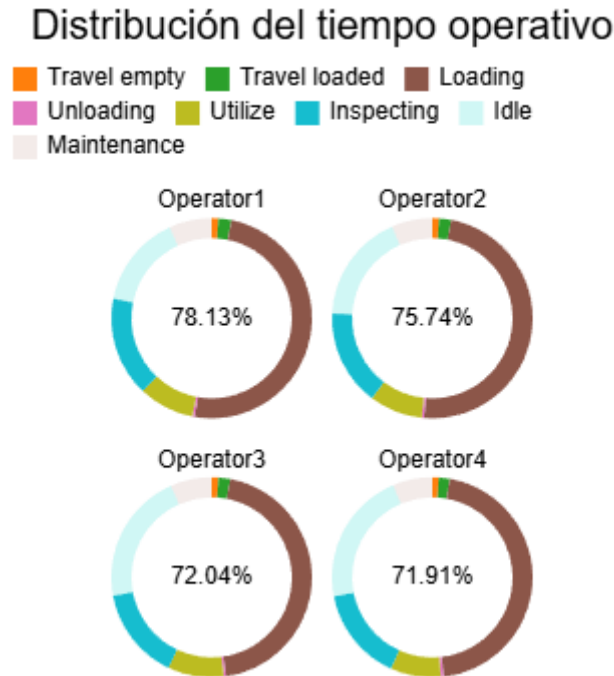


Figura 22. Escenario 1, indicador 3.

En el histograma se observa cómo en el eje “x” se encuentran los tiempos necesarios para completar los pedidos en minutos; por otro lado, en el eje “y” muestra la cantidad de pedidos en el rango de tiempo. Los resultados indican que la concentración de pedidos se ubica en un rango de 33,8 a 35,6 minutos, el histograma muestra una dispersión menor en comparación con el escenario base. Esta reducción en la variabilidad indica un proceso más estable y predecible.

### 3.11.1.4. Estados de los operadores

La distribución del tiempo de los operadores en sus distintas actividades se presenta en la Figura 23.



**Figura 23.** Escenario 1, indicador 4

Se evidencia un nivel de utilización (productividad) entre el 71,91% y 78,13%, valores similares a los observados en el escenario base.

### 3.11.1.5. Distancia total recorrida por los operarios

Se muestra en la Figura 24, la distancia recorrida en el almacén de cada operador.

#### Distancia recorrida por operador

Operario	Distance Traveled (km/h)
Operator1	12.37
Operator2	11.81
Operator3	11.65
Operator4	10.95

**Figura 24.** Escenario 1, indicador 5.

Los recorridos de los trabajadores se encuentran entre el 10,95 km/h y 12,37 km/h, estos resultados evidencian un alto esfuerzo al momento de desplazarse dentro del almacén. Esto confirma que las mejoras implementadas en este escenario se centran exclusivamente en la optimización operativa y no en la redistribución física del layout.

#### **3.11.1.6. Análisis general del escenario 1**

En resumen, los resultados del escenario 1 demuestran que la eliminación de actividades innecesarias y demoras genera una mejora significativa en el desempeño del proceso, reduciendo el tiempo total de permanencia de los pedidos y estabilizando la operación, sin comprometer la capacidad productiva ni la utilización de los recursos humanos.

Estos resultados evidencian que una mejora operativa bien enfocada puede generar beneficios significativos y no sería necesario realizar cambios en infraestructura ni incremento de personal.

#### **3.12. Escenario 2 – Redistribución ABC**

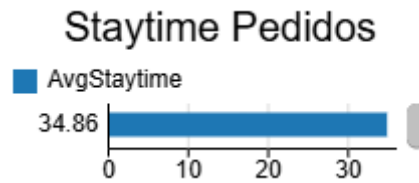
Este escenario es una propuesta de mejora enfocada en la redistribución de productos utilizando la metodología ABC, la finalidad es optimizar la distribución de cajas en la bodega y también reducir los desplazamientos innecesarios o exagerados del operador mientras hace sus actividades de picking y despacho. En este escenario se mantienen las condiciones operativas del proceso, también la cantidad de recursos humanos, modificándose solo la ubicación relativa de los productos según su nivel de rotación.

El desempeño del sistema se evaluó mediante simulación de eventos discretos y comparado con el escenario base, para así cuantificar el impacto de la redistribución del layout sobre los indicadores clave del proceso.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

##### **3.12.1.1. Tiempo total de permanencia del pedido dentro del sistema**

En la Figura 25, se presenta el tiempo promedio total de permanencia de los pedidos en el sistema



**Figura 25.** Escenario 2, indicador 1.

Los resultados muestran que el tiempo promedio de permanencia del pedido en el sistema es de 34,86 minutos, lo que refleja una reducción respecto al escenario base, cuyo tiempo promedio fue de 35,28 minutos. Esta reducción muestra que la redistribución ABC aporta a mejorar el desempeño del proceso, principalmente a través de la reducción de los tiempos asociados al desplazamiento interno.

### 3.12.1.2. Cantidad de pedidos procesados

En la Figura 26, se aprecia la cantidad de pedidos completados.

### Productividad del sistema

Object	# Salidas
Sink	33

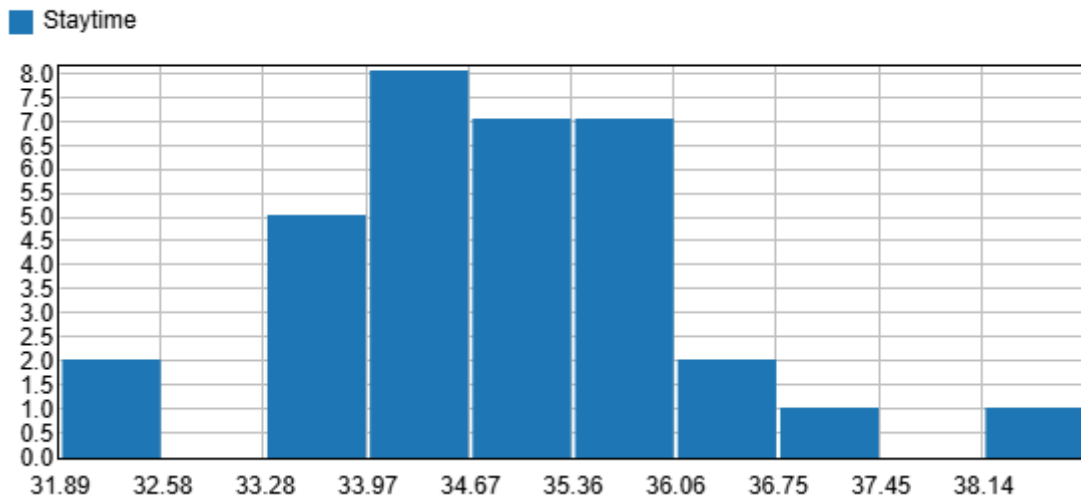
**Figura 26.** Escenario 2, indicador 2.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el sistema logró procesar un total de 33 pedidos, lo que representa un incremento en la productividad a comparación con el escenario base. Este aumento valida que la mejora de la metodología ABC permite mejorar la capacidad operativa.

### 3.12.1.3. Histograma del tiempo de permanencia del pedido en el sistema

En la Figura 27, muestra la distribución de los tiempos de permanencia de los pedidos.

## Tiempo permanencia del pedido vs Frecuencia de pedidos



**Figura 27.** Escenario 2, indicador 3.

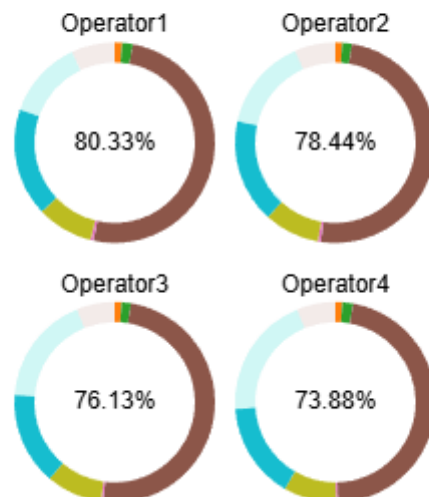
En el histograma se observa cómo en el eje “x” se encuentran los tiempos necesarios para completar los pedidos en minutos; por otro lado, en el eje “y” muestra la cantidad de pedidos en el rango de tiempo. Los resultados indican que la concentración de pedidos se ubica en un rango aproximado de 33 a 36 minutos, con una ligera dispersión hacia valores superiores. El histograma muestra una dispersión relativamente estable en comparación con el escenario base. Esto indica una mejora moderada en la fluidez del proceso.

### **3.12.1.4. Estado de los operadores**

La distribución del tiempo de los operadores en sus distintas actividades se presenta en la Figura 28.

## Distribución del tiempo operativo

■ Travel empty    ■ Travel loaded    ■ Loading  
■ Unloading    ■ Utilize    ■ Inspecting    ■ Idle  
■ Maintenance



**Figura 28.** Escenario 2, indicador 4.

Los resultados muestran niveles de utilización de los operadores entre 73,88% y 80,33%, valores superiores a los observados en el escenario base. Esto quiere decir que la redistribución ABC aumenta la proporción de tiempo productivo.

### 3.12.1.5. Distancia total recorrida por los operarios

En la Figura 29, se presenta la distancia recorrida por cada operador durante la ejecución del proceso.

## Travel Distance Per Hour

Operario	Distance Traveled (km/h)
Operator1	11.30
Operator2	10.26
Operator3	10.16
Operator4	11.05

**Figura 29.** Escenario 2, indicador 5.

Los resultados indican una reducción significativa de las distancias recorridas por los operadores en comparación con el escenario base. Las distancias se ubican en un rango

aproximado de 10,16 a 11,30 km/h, mientras que en el escenario base alcanzaban valores de hasta 12,37 km/h. Este resultado demuestra la efectividad de la redistribución ABC ya que disminuyen recorridos internos e impacta en la eficiencia del proceso.

### 3.12.1.6. Análisis general del escenario 2

A diferencia de la situación actual, demuestra que la optimización del layout permite reducir el tiempo de permanencia del pedido, incrementar la productividad del sistema y disminuir las distancias recorridas por los operadores, lo que trae consigo un aumento moderado en la utilización de los recursos humanos. A partir de los resultados se observa que la redistribución ABC constituye una alternativa efectiva para mejorar el desempeño del proceso sin modificar la estructura operativa ni incrementar el número de operarios.

### 3.13. Escenario 3 – Eliminación de actividades innecesarias, demoras y Redistribución ABC

El Escenario 3 corresponde a un escenario de mejora integral que combina la eliminación de actividades innecesarias, reprocesos y demoras operativas con la redistribución de productos bajo el criterio ABC. En este escenario se mantienen las condiciones físicas del layout de la bodega y la cantidad de recursos humanos, modificándose solo la ubicación relativa de los productos según su nivel de rotación y la lógica operativa del proceso.

El desempeño del sistema fue evaluado mediante simulación de eventos discretos y comparado con el escenario base, con el objetivo de cuantificar el efecto conjunto de ambas estrategias de mejora sobre los indicadores clave del proceso.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

#### 3.13.1.1. Tiempo total de permanencia del pedido dentro del sistema

En la Figura 30, se presenta el tiempo promedio total de permanencia de los pedidos en el sistema.

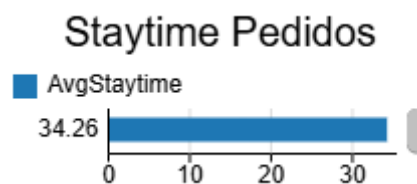


Figura 30. Escenario 3, indicador1.

Los resultados muestran que el tiempo promedio de permanencia del pedido en el sistema es de 34,26 minutos, lo que representa la mayor reducción observada respecto al escenario base, cuyo tiempo promedio fue de 35,28 minutos. Esta disminución confirma el efecto complementario de la implementación simultánea de mejoras operativas y una redistribución de productos basada en el criterio ABC, lo que permite una ejecución más eficiente del proceso.

**3.13.1.2. Cantidad de pedidos procesados**

En la Figura 31, se aprecia la cantidad de pedidos completados.

**Productividad del sistema**

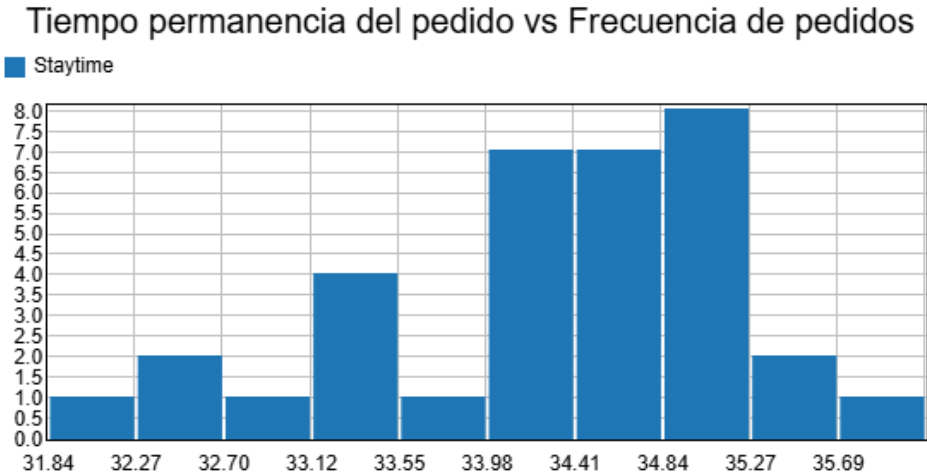
Object	# Salidas
Sink	34

**Figura 31.** Escenario 3, indicador 2.

Según los resultados obtenidos, el sistema procesó con éxito un total de 34 pedidos, superando la productividad alcanzada en el escenario base (30 pedidos) y en los escenarios de mejora individuales. Este aumento demuestra que la combinación de ambas estrategias permite mejorar la capacidad operativa del sistema sin necesidad de personal adicional.

**3.13.1.3. Histograma del tiempo de permanencia del pedido en el sistema**

Se observa Figura 32, la distribución de los tiempos de permanencia de los pedidos.

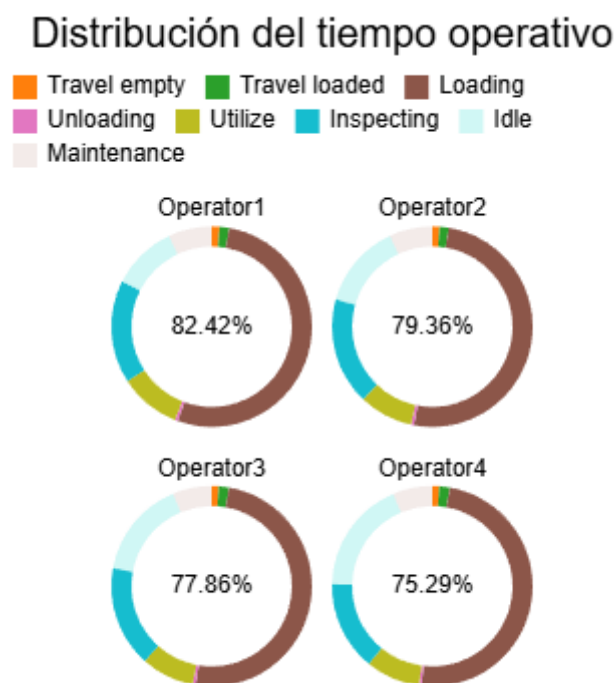


**Figura 32.** Escenario 3, indicador 3.

El histograma muestra que los tiempos de permanencia se concentran principalmente en un rango aproximado de 33,5 a 35,3 minutos, con menor dispersión en comparación con el escenario base. Al tener una concentración más centrada al valor promedio indica un proceso más estable y predecible, gracias a la reducción de las repeticiones de trabajo y la disminución de los movimientos innecesarios debido a la redistribución del producto.

### 3.13.1.4. Estado de los operadores

La distribución del tiempo de los operadores en sus distintas actividades se presenta en la Figura 33.



**Figura 33.** Escenarios 3, indicador 4.

Los niveles de utilización de los operadores están entre el 75,29 % y el 82,42 %, lo que refleja un aumento en la proporción de tiempo productivo en comparación con el escenario base. Esto indica una mejor utilización de los recursos humanos, sin evidencia de saturación crítica del sistema.

### 3.13.1.5. Distancia total recorrida por los operarios

En la Figura 34, se presenta la distancia recorrida por cada operador durante la ejecución del proceso.

### Travel Distance Per Hour

Operario	Distance Traveled (km/h)
Operator1	10.81
Operator2	10.11
Operator3	10.74
Operator4	10.84

**Figura 34.** Escenarios 3, indicador 5.

Los resultados expresan que las distancias recorridas por los operadores se reducen y se mantienen en un rango aproximado de 10,11 a 10,84 km/h, valores menores a los observados en el escenario base. Esta reducción se atribuye exclusivamente a la redistribución de productos según el criterio ABC, que disminuye las distancias de viaje internas sin alterar la estructura de la distribución física.

#### **3.13.1.6. Análisis general del escenario 3**

En comparación con el escenario base, el Escenario 3 presenta el mejor rendimiento general del sistema al combinar la eliminación de actividades innecesarias con una redistribución de productos basada en el análisis ABC. Esta combinación reduce el tiempo de procesamiento de pedidos, aumenta la productividad y disminuye las distancias recorridas por los operarios, sin modificar la distribución física ni aumentar el personal.

Este escenario se posiciona como la alternativa más eficiente desde el punto de vista operativo, antes de evaluar soluciones basadas en el aumento de recursos humanos.

#### **3.14. Escenario 4 – Aumento de personal (+1 Picker)**

Este escenario contempla el incremento de capacidad operativa con un (+1) despachador, buscando identificar si la carga de trabajo actual se encuentra limitada por la disponibilidad de personal y el aumento de este, ayudara al proceso de picking y despacho.

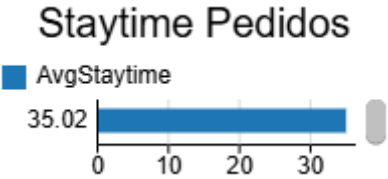
Desde una expectativa económica y teórica, Velásquez hace referencia a que el aumento de personal no solo implica un impacto en la mano de obra productivamente, sino en la rentabilidad

de los costos, el aumento de personal debe traducirse en mejoras en el desempeño operativo y evaluado mediante indicadores de gestión [35].

Por lo que a pesar de indicar mediante la simulación como el aumento de un trabajador puede generar beneficios en los tiempos operativos y cantidad de despacho, se recalca la implicación económica que conlleva para la organización.

**3.14.1.1. Tiempo total de permanencia del pedido dentro del sistema**

La Figura 35, se presenta el tiempo promedio total de permanencia de los pedidos en el sistema.



**Figura 35.** Escenario 4, indicador 1.

Los resultados muestran que el tiempo promedio de permanencia de un pedido en el sistema es de 35,02 minutos, una ligera reducción en comparación con el escenario base (35,28 minutos). Sin embargo, esta disminución es menor que la obtenida en los escenarios centrados en mejoras operativas y redistribución de productos.

**3.14.1.2. Cantidad de pedidos procesados**

En la Figura 36, se aprecia la cantidad de pedidos completados.

**Productividad del sistema**

Object	# Salidas
Almacen temp	36

**Figura 36.** Escenario 4, indicador 2.

Según los resultados obtenidos, el sistema procesó un total de 36 pedidos, lo que representa un aumento significativo de la productividad en comparación con el escenario base, en el que se procesaron 30. Este resultado demuestra que el aumento de personal influye directamente en la capacidad del sistema para gestionar un mayor volumen de pedidos.

### 3.14.1.3. Histograma del tiempo de permanencia del pedido en el sistema

Se puede observar en la Figura 37, la distribución de los tiempos de permanencia de los pedidos.

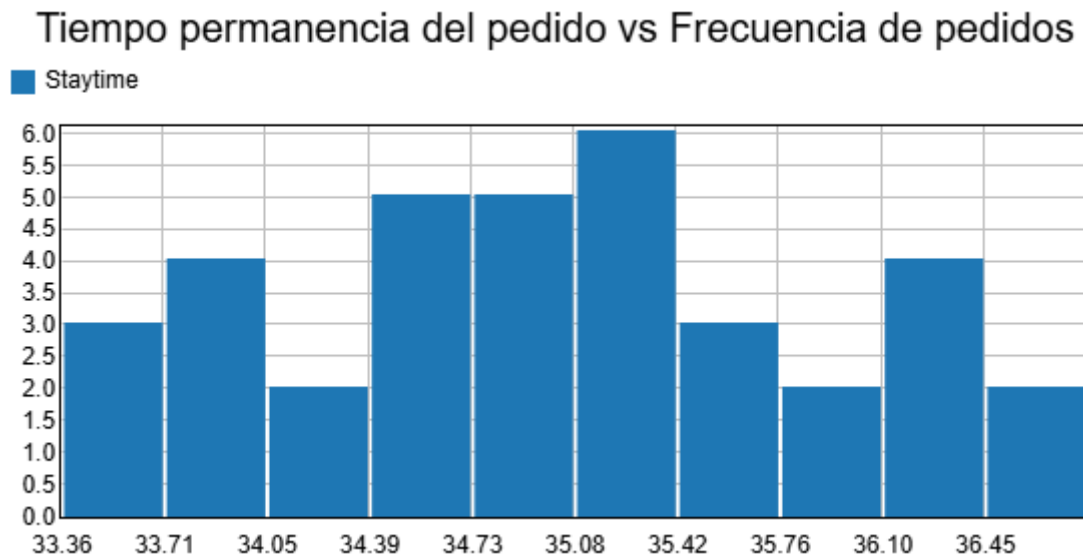


Figura 37. Escenario 4, indicador 3.

El histograma muestra que los tiempos de permanencia se distribuyen principalmente en un rango aproximado de 33,5 a 36,5 minutos, manteniendo una dispersión similar a la del escenario base. Esto indica que, aunque el aumento de personal mejora la capacidad de procesamiento no reduce significativamente la variabilidad del proceso.

### 3.14.1.4. Estado de los operadores

La distribución del tiempo de los operadores en sus distintas actividades se presenta en la Figura 38.

### Distribución del tiempo operativo

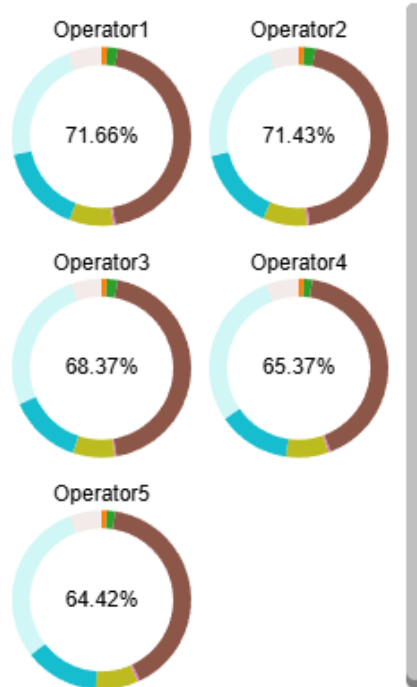


Figura 38. Escenario 4, indicador 4.

Los niveles de utilización de los operadores se encuentran entre el 64,42 % y el 71,66 %, inferiores a los observados en el escenario base. Esta reducción refleja una disminución de la carga de trabajo individual, influye directamente el aumento de personal. Sin embargo, también revela una mayor proporción de tiempo improductivo en comparación con los escenarios de mejora operativa.

#### 3.14.1.5. Distancia total recorrida por los operarios

En la Figura 39, se presenta la distancia recorrida por cada operador durante la ejecución del proceso.

## Distancia recorrida por operador

Operario	Distance Traveled (km/h)
Operator1	11.58
Operator2	11.76
Operator3	11.31
Operator4	9.44
Operator5	9.53

**Figura 39.** Escenario 4, indicador 5.

Los resultados muestran que las distancias recorridas por los operadores se encuentran en un rango aproximado de 9,44 a 11,76 km/h. Aunque se observa una disminución de distancias en las rutas debido a la incorporación de un nuevo operador, no es tan significativa como la obtenida mediante la redistribución de productos mediante el criterio ABC.

### **3.14.1.6. Análisis general del escenario 4**

En comparación con el escenario base, el escenario 4 demuestra que aumentar un operario mejora significativamente la productividad del sistema y reduce la carga de trabajo individual de los operadores. Sin embargo, el impacto en la reducción del tiempo de respuesta de los pedidos es limitado, y la variabilidad del proceso se mantiene similar a la situación actual.

Estos resultados indican que aumentar un operario es una alternativa orientada a la capacidad, más que a la eficiencia operativa, y que su implementación debe evaluarse considerando los costos asociados y comparándola con estrategias de mejora que optimicen el proceso sin requerir recursos humanos adicionales.

### **3.15. Escenario alternativo – Aumento de demanda**

El siguiente escenario representa un escenario alternativo, no diseñado para la optimización, sino para analizar el comportamiento del sistema ante el aumento de la demanda, típico de los periodos de máximo consumo. Este escenario mantiene las condiciones operativas del escenario base, incluyendo la dotación de personal, la lógica del proceso y la distribución de productos, modificando únicamente el volumen de pedidos ingresados al sistema.

El análisis se realizó mediante simulación de eventos discretos para comprender los efectos del aumento de la demanda en el rendimiento del sistema y destacar sus limitaciones operativas.

Los resultados se presentan a continuación.

### 3.15.1.1. Tiempo total de permanencia del pedido dentro del sistema

En la Figura 40, se presenta el tiempo promedio total de permanencia de los pedidos en el sistema

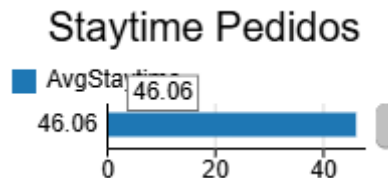


Figura 40. Escenario 5, indicador 1.

Los resultados muestran que el tiempo promedio de permanencia de los pedidos en el sistema aumenta, alcanzó los 46,06 minutos, en comparación con el escenario base (35,28 minutos). Este aumento demuestra que, en las condiciones operativas actuales, el sistema no puede gestionar eficientemente el mayor volumen de pedidos, lo que resulta en tiempos de espera más largos y una acumulación de trabajo en el proceso.

### 3.15.1.2. Cantidad de pedidos procesados

La cantidad total de pedidos que completaron el ciclo del proceso bajo este escenario se presenta en la Figura 41.

#### Productividad del sistema

Object	# Salidas
Almacen temp	36

Figura 41. Escenario 5, indicador 2.

Según los resultados obtenidos, el sistema procesó un total de 36 pedidos durante el periodo de simulación. Aunque esta cifra es superior a la observada en el escenario base, el aumento de la productividad no es proporcional al aumento de la demanda, lo que indica una limitación en la capacidad operativa del sistema.

### 3.15.1.3. Histograma del tiempo de permanencia del pedido en el sistema

La Figura 42, muestra la distribución de los tiempos de permanencia de los pedidos de manera individual.

## Tiempo permanencia del pedido vs Frecuencia de pedidos

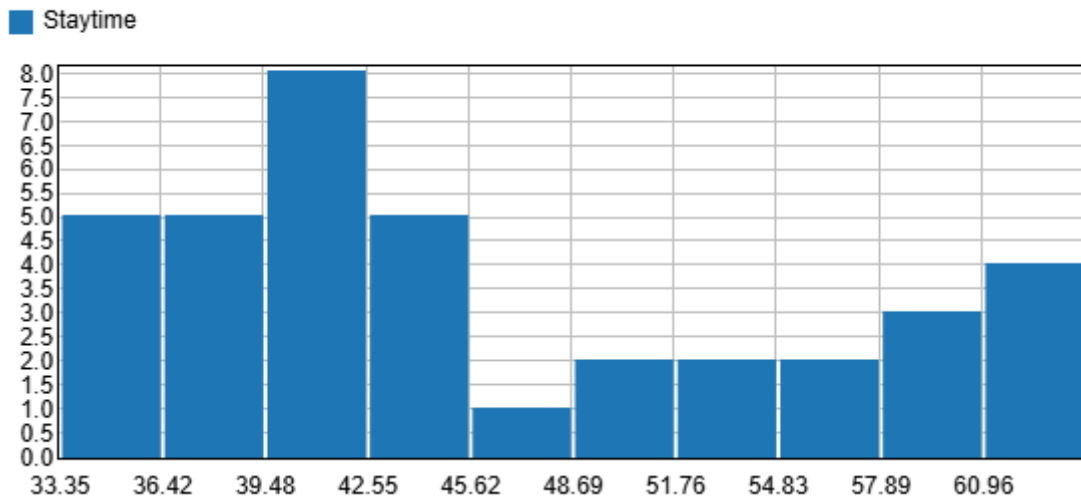


Figura 42. Escenario 5, indicador 3.

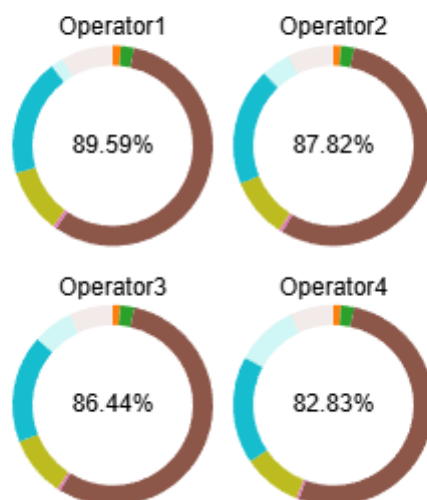
El histograma muestra una alta dispersión de los tiempos de espera, con valores que oscilan aproximadamente entre 33 y 61 minutos. La presencia de pedidos con tiempos de espera prolongados confirma que, durante periodos de alta demanda, el sistema experimenta congestión y retrasos en el trabajo, lo que aumenta la variabilidad y reduce la estabilidad operativa.

### 3.15.1.4. Estado de los operadores

La distribución del tiempo de los operadores en sus distintos estados operativos se presenta en la Figura 43.

## Distribución del tiempo operativo

■ Travel empty    ■ Travel loaded    ■ Loading  
■ Unloading    ■ Utilize    ■ Inspecting    ■ Idle  
■ Maintenance



**Figura 43.** Escenario 5, indicador 4.

Los niveles de utilización de los operadores oscilan entre el 82,83 % y el 89,59 %, significativamente superiores a los observados en el escenario base. Esta situación indica una saturación casi total de los recursos humanos, lo que reduce la capacidad de respuesta del sistema ante nuevos aumentos de demanda y aumenta el riesgo de errores operativos y fatiga del personal.

### 3.15.1.5. Distancia total recorrida por los operarios

En la Figura 44, se presenta la distancia recorrida por cada operador.

## Distancia recorrida por operador

Operario	Distance Traveled (km/h)
Operator1	13.44
Operator2	13.09
Operator3	13.76
Operator4	13.11

**Figura 44.** Escenario 5, indicador 5.

Los resultados muestran que las distancias recorridas por los operadores aumentaron, alcanzando valores entre 13,09 y 13,76 km/h, superiores a los registrados en el escenario base.

Este aumento se debe a la mayor frecuencia de procesamiento de pedidos y a la presión operativa generada por la alta demanda, lo que impacta directamente en el tiempo total de procesamiento.

#### **3.15.1.6. Análisis general del escenario alternativo**

Los resultados del escenario alternativo muestran que el aumento de pedidos durante los periodos de máxima demanda reduce significativamente el rendimiento del sistema, lo que se refleja en plazos de respuesta más largos, mayor variabilidad del proceso y mayor utilización del operador. Si bien el sistema logra aumentar el número de pedidos procesados, lo hace a costa de una mayor carga de trabajo y una menor estabilidad del proceso.

Este escenario no se presenta como una alternativa de mejora ni una recomendación operativa, sino como una herramienta analítica para comprender las limitaciones del sistema y anticipar los efectos negativos asociados a los aumentos de la demanda. Los resultados obtenidos funcionan como apoyo para la toma de decisiones estratégicas, como la planificación de recursos, la implementación de mejoras operativas o la evaluación de medidas temporales durante los periodos de máxima demanda.

### **3.16. Hallazgos**

#### **3.16.1. Escenario base – Situación actual del sistema**

El escenario base muestra un tiempo promedio de permanencia de los pedidos de 35,28 minutos, con una productividad de 30 pedidos despachados.

Los operadores presentan altos niveles de utilización (entre el 71 % y el 78 %) y recorren distancias considerables, alcanzando velocidades superiores a 12 km/h en algunos casos, lo que indica un desplazamiento extenso dentro del almacén.

El histograma del tiempo de permanencia refleja una variabilidad moderada, con pedidos concentrados principalmente entre 33,8 y 35,6 minutos, lo que sugiere oportunidades de mejora tanto en la eficiencia operativa como en la organización física del sistema.

#### **3.16.2. Escenario 1 – Eliminación de actividades innecesarias y demoras (mejora operativa)**

En este escenario, la eliminación de reprocesos y demoras operativas reduce el Avg Staytime a 34,86 minutos, representando una mejora clara respecto al escenario base.

Los principales hallazgos son:

- La productividad se mantiene constante en 30 pedidos, indicando que la mejora se refleja en eficiencia temporal y no en volumen.
- Las distancias recorridas por operador permanecen similares al escenario base, confirmando que la intervención fue operativa y no estructural.
- El histograma del staytime muestra un desplazamiento de la frecuencia hacia intervalos menores, reduciendo la presencia de pedidos con tiempos elevados.

Este escenario demuestra que la eliminación de actividades innecesarias tiene un impacto directo y positivo sobre el tiempo total del proceso.

### **3.16.3. Escenario 2 – Redistribución ABC**

La redistribución ABC permite reducir y balancear las distancias recorridas por los operarios, con valores más homogéneos en comparación con el escenario base.

Los resultados muestran que:

- El Avg Staytime se sitúa en 34,86 minutos, igualando el desempeño del Escenario 1.
- La productividad incrementó a 33 pedidos, evidenciando una mejora en la capacidad de despacho.
- Los niveles de utilización de los operarios se incrementaron, alcanzando valores cercanos al 80 %, lo que indica un mejor aprovechamiento del recurso humano.

Este escenario evidencia que la redistribución ABC mejora la productividad, aunque por sí sola no logra una reducción adicional del tiempo promedio frente a la mejora operativa.

### **3.16.4. Escenario 3 – Eliminación de actividades innecesarias y demoras + Redistribución ABC**

El Escenario 3 presenta el mejor desempeño global del sistema. El Avg Staytime se reduce a 34,26 minutos, el valor más bajo entre todos los escenarios evaluados.

Adicionalmente:

- La productividad alcanza los 34 pedidos, superando el escenario base y los escenarios 1 y 2.
- Las distancias recorridas por operador son más cortas y consistentes, lo que refleja el efecto combinado de las mejoras operativas y la redistribución del ABC.
- Los operadores presentan los niveles de utilización más altos (hasta un 82%), con menos tiempo improductivo.
- El histograma de tiempo de permanencia muestra una alta concentración de alrededor de 34 minutos, con menor dispersión.

Este escenario confirma un efecto sinérgico, donde la combinación de mejoras operativas y la redistribución ABC resulta más efectiva que su aplicación individual.

#### **3.16.5. Escenario 4 – Aumento de personal (+1 despachador)**

El Escenario 4 incorpora un quinto operario, modificando la capacidad del sistema. En este caso, el Avg Staytime aumenta a 35,02 minutos, valor superior a los escenarios 1, 2 y 3, y cercano al escenario base.

No obstante, se identifican hallazgos clave:

- La productividad aumenta significativamente a 36 pedidos, el valor más alto entre todos los escenarios.
- Las distancias recorridas se redistribuyen entre más operadores, lo que reduce la carga de trabajo individual.
- Los niveles de utilización por operador disminuyen (64%–71%), lo que indica una menor presión sobre los recursos humanos.

Este escenario demuestra que el aumento de personal mejora las salidas del sistema, pero no optimiza el tiempo promedio por pedido, implicando un trade-off entre desempeño operativo y costos de mano de obra.

### 3.17. Resumen Escenarios

A continuación, en la Tabla 31, se presentan un resumen comparativo de los escenarios de optimización y el escenario actual.

Tabla 31. Cuadro comparativo – Escenarios de optimización

Indicador/Escenario	Escenario base (Situación actual)	Escenario 1 Eliminación de actividades innecesarias y demoras	Escenario 2 Redistribución ABC	Escenario 3 Mejora operativa + Redistribución ABC	Escenario 4 Aumento de personal (+1 despachador)
Tiempo promedio de permanencia del pedido (min)	35,28	34,86	34,86	34,26	35,02
Productividad del sistema (pedidos despachados)	30	30	33	34	36
Número de operarios	4	4	4	4	5
Distancia recorrida por operador	Alta y desbalanceada	Similar al escenario base	Reducida y más balanceada	Reducida y homogénea	Redistribuida entre más operarios
Nivel de utilización de operarios	Alto (71 % – 78 %)	Alto ( $\approx$ 72 % – 78 %)	Alto ( $\approx$ 74 % – 80 %)	Muy alto (hasta 82 %)	Medio (64 % – 71 %)
Variabilidad del staytime	Moderada	Menor que el base	Moderada	Baja	Moderada
Enfoque principal del escenario	Operación real actual	Mejora operativa	Optimización de layout	Optimización integral Mejor equilibrio eficiencia–productividad	Incremento de capacidad
Desempeño global	Referencia	Mejora temporal	Mejora productiva	Mejor equilibrio eficiencia–productividad	Mayor throughput

En general, la tabla comparativa muestra que cada escenario de optimización mejora el proceso actual de forma diferente en el almacén principal. Sin embargo, el escenario 3 (reducción de reprocesos + distribución ABC) destaca significativamente, logrando un tiempo promedio de despacho de aproximadamente 34,26 minutos y un impacto en la productividad de 34 despachos por día laborable.

Por otro lado, los escenarios 1 y 2 muestran mejoras específicas. El escenario 1 ayuda a reducir los retrasos y el 2 mejora el equilibrio de rutas, pero ninguno alcanza el nivel de rendimiento del escenario 3.

## **Conclusiones**

El principal cuello de botella de los procesos de despacho es el picking, en el punto de venta al cliente se evidenció reprocesos administrativos y de calidad, en la bodega matriz se encontró errores de conteo, selección de lotes y obstrucciones en los recorridos, finalmente en el almacenamiento se observó recurrente reacomodo de cajas debido a una inadecuada asignación de espacio y limitaciones del layout.

El tiempo estándar obtenido mediante el estudio de tiempos y movimientos de los procesos de despacho al punto de venta al cliente, bodega matriz y el de almacenamiento, determinó que el despacho en bodega matriz presenta el mayor tiempo promedio, con 34,92 minutos por pedido, y que la actividad de picking concentra más del 60% del tiempo total del procedimiento.

Asimismo, el uso de indicadores de desempeño permitió evaluar objetivamente la productividad, la utilización de los recursos y la proporción de actividades con valor agregado, estableciendo una base técnica para la identificación de oportunidades de mejora y el análisis posterior de escenarios mediante simulación.

Se diseñó y evaluó 4 escenarios de mejora mediante la simulación discreta del proceso de despacho en bodega matriz con lo que se estudió el impacto en los tiempos de operación, la productividad y los recorridos de los operarios. El escenario 3, que combina la eliminación de reprocesos con la redistribución ABC, presentó el mejor desempeño global del sistema, reduciendo el tiempo promedio del pedido a 34,26 minutos, incrementando la productividad a 34 pedidos despachados y disminuyendo la variabilidad del proceso, así como las distancias recorridas por los operarios.

En general, los resultados confirman que el enfoque metodológico aplicado, basado en estudios de tiempos y movimientos, indicadores de rendimiento y simulación de eventos discretos, logró plenamente los objetivos planteados, proporcionando a la empresa una sólida base técnica para la toma de decisiones. La investigación demuestra que mejorar el rendimiento logístico depende no solo del aumento de recursos, sino principalmente de la optimización de los métodos de trabajo, la redistribución de productos según criterios técnicos y la reducción de la variabilidad operativa, contribuyendo así a una gestión logística más eficiente, estandarizada y competitiva.

### **Recomendaciones para la Empresa**

Se recomienda que la empresa reorganice la distribución interna del almacén principal, ubicando los productos de mayor rotación en estanterías más cercanas a la zona de envío. Esta reorganización permitirá a los operarios recorrer distancias más cortas durante la preparación de pedidos, reduciendo el esfuerzo físico y permitiéndoles trabajar de forma más organizada. Los resultados del estudio demostraron que esta medida mejora los tiempos de servicio y la productividad sin requerir recursos adicionales.

### **Definir una forma estándar de realizar el picking**

Se recomienda establecer un procedimiento de preparación de pedidos claro y estandarizado que especifique el orden de movimiento dentro del almacén y los pasos que deben seguir los operadores para verificar las cantidades y los lotes. Contar con un método definido ayuda a reducir errores, repeticiones de trabajo y diferencias en el flujo de trabajo entre operadores, lo que resulta en un proceso más estable y predecible.

### **Ordenar la asignación de espacios para evitar reacomodos innecesarios**

Se recomienda organizar mejor los espacios de almacenamiento, definiendo claramente la cantidad de producto que se puede colocar en cada estante. Esto evita tener que reorganizar las cajas, lo que actualmente causa retrasos y esfuerzo adicional. Un uso más organizado del espacio contribuye a un flujo de trabajo más fluido y eficiente.

### **Gestionar la logística de los productos actuales considerando la capacidad máxima de la bodega**

Se recomienda que la empresa implemente un control logístico más detallado de sus productos actuales, considerando sus volúmenes, rotación y capacidad máxima de almacenamiento. Comprender estos límites permitirá una planificación adecuada de la mercancía entrante y evitará la saturación del almacén, situación que actualmente genera falta de espacio, reorganización de cajas y reprocesamiento, lo que afecta los tiempos de picking y envío. Una gestión proactiva de la capacidad ayudará a mantener el orden en el almacén, reducir el esfuerzo innecesario de los operarios y garantizar un flujo logístico continuo y eficiente.

### **Mejorar primero los procesos antes de aumentar personal**

Se recomienda que la empresa priorice la mejora de su organización y métodos de trabajo antes de considerar la contratación de más personal. El estudio demostró que aumentar el número de operadores puede incrementar el volumen de pedidos enviados, pero no necesariamente reduce el tiempo de procesamiento por pedido y sí incrementa los costos. Por lo tanto, es más recomendable optimizar el proceso existente antes de contratar nuevos empleados.

En general, se recomienda a la empresa centrarse en mejoras prácticas y fáciles de implementar, principalmente relacionadas con la organización del espacio y los métodos de trabajo. Estas acciones permiten obtener beneficios visibles en los tiempos de despacho, la productividad y el bienestar de los operadores, sin generar cambios drásticos ni inversiones grandes.

## Bibliografía

- [1] J. A. Bolaños Arciniegas, S. D. Caballero-Ibarra, and O. A. Dueñas Falla, “La logística como herramienta en el logro de los objetivos de empresas en el sector del consumo masivo,” *Reflexiones contables (Cúcuta)*, vol. 4, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.22463/26655543.3560.
- [2] B. Carrasco, A. María, V. Parasi, A. Rafael, N. Ponce, and V. Hugo, “Propuesta de reducción de tiempo de entrega de pedidos en una Mype del sector gráfico en Lima, mediante la utilización de herramientas Lean Manufacturing como VSM, SMED y KANBAN,” Perú, Jan. 2026.
- [3] J. L. Chicaiza and F. F. Sandoya, “La Investigación en Logística y Transporte: Comparación entre los países de la región Andina; Retos y Oportunidades para su desarrollo en el Ecuador,” Jun. 2015, pp. 1–6.
- [4] V. Maldonado-Nova, “El Rol del Talento Humano en la Transformación Digital de las Empresas Ecuatorianas,” *Revista Científica Zambos*, vol. 1, no. 2, pp. 34–50, May 2022, doi: 10.69484/rcz/v1/n2/26.
- [5] J. T. Mentzer *et al.*, “DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT,” *JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS*, vol. 22, no. 2, pp. 1–25, 2001.
- [6] I. M. Aurelio, A. Charry, D. Karina, and C. Villalobos, “Innovación Tecnológica para Optimizar los Procesos en Organizaciones Transcomplejas,” vol. 23, 2024.
- [7] F. S. Ocaña Ramos, “PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL PROCESO DE EMPACADO Y ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA MASCORONA Y SOLEG CIA. LTDA.,” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato – Ecuador, 2022.
- [8] Fred E. Meyers, *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, Segunda edición. Pearson Educación, 2000.
- [9] E. A. Lago and F. J. Zúñiga González Domingo, *Ingeniería Industrial - Métodos y tiempos con manufactura ágil*, Primera edición. México, D.F., 2016.
- [10] M. Alejandro and D. Ayoub, “Estudio de Tiempos y Movimientos para mejorar el Proceso de Organización, Almacenamiento y Despacho de Productos Terminados en una Fábrica de Artículos Plásticos para el Hogar,” ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, Guayaquil, 2008.
- [11] M. F. De-Lira-Martínez and J. A. Romero-Guerrero, “Comparación de técnicas utilizadas para la determinación de muestras necesarias para el estudio de tiempos,” *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, vol. 10, no. 19, pp. 30–41, Jul. 2022, doi: 10.29057/icbi.v10i19.9189.

- [12] P. E. Quishpe Caiza and J. A. Zamora Villegas, ““OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE LOGÍSTICA A TRAVÉS DE UN ENFOQUE BASADO EN UN ESTUDIO DE TIEMPOS EN LA IMPORTADORA ALVARADO,”” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, Latacunga, 2025.
- [13] B. W. Niebel and A. Freivalds, “Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo, 12va Edición.”
- [14] L. Montanez, I. Granada, R. Rodriguez, and J. Veverka, “GUÍA LOGÍSTICA Aspectos conceptuales y prácticos de la logística de cargas,” 2016.
- [15] T. Fontalvo-Herrera, E. De-la-Hoz-Granadillo, and A. Mendoza-Mendoza, “Procesos Logísticos y La Administración de la Cadena de Suministro.,” *Saber, Ciencia y Libertad*, vol. 14, no. 2, pp. 102–112, Dec. 2019, doi: 10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5880.
- [16] D. J. Bowersox, D. J. Closs, and Cooper M. Bixby, *Administración y logística en la cadena de suministros*, 2nd ed. Mexico: ERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2007.
- [17] G. L. Granda León and R. E. Rodriguez Gaybor, “Diseño de un sistema de control basado en el Método ABC de gestión de inventarios, a través de indicadores de medición, aplicado a un estudio fotográfico en la ciudad de Machala,” Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, 2013.
- [18] Cecilio Cueva Calua, ““ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DEL ÁREA DE LOGÍSTICA Y SU IMPACTO EN LA SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS DE LA EMPRESA SEDACAJ S.A.,”” Universidad Privada Del Norte (UPN), Perú, 2023. [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0002-0422-6037>
- [19] L. Socconini, *Lean manufacturing: Paso a paso*. Alpha Editorial, 2019. [Online]. Available: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/eccisp/detail.action?docID=5885237>.
- [20] J. C. Hernández Matías and A. Vizán Idoipe, “Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación medio ambiente industria y energía,” Madrid, 2013.
- [21] R. Sanchis Gisbert, “Diagramación de Procesos,” 2020.
- [22] L. A. Mora García, “INDICADORES DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA KPI ‘Los indicadores claves del desempeño logístico,’” 20007.
- [23] A. M. Velásquez Jama and B. Olvera Moran, “Implementación de la simulación para la mejora de los procesos productivos,” *ConcienciaDigital*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.33262/concienciadigital.v6i1.2441.
- [24] Jaime. Barcelo, *Simulación de sistemas discretos*. Isdefe, 1996.
- [25] H. T. Martinez Vera and E. L. Duarte Forero, “Análisis del flujo de pacientes utilizando la simulación discreta en una unidad de quimioterapia de una organización sin ánimo de

- lucro,” *INVENTUM*, vol. 15, no. 29, 2021, doi: 10.26620/uniminuto.inventum.15.29.2020.23-36.
- [26] E. Kofman, “Simulación de Sistemas Continuos. Notas de Clase.”
- [27] R. Ruiz-Usano, J. M. Framiñán, A. Crespo, and M. A. Muñoz, “SIMULACIÓN CONTINUA Y DISCRETA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN CON INVENTARIO EN PROCESO CONSTANTE.,” p. 5, 2001.
- [28] I. Simón Marmolejo, R. Granillo Macías, and F. Santana Robles, “Etapas de un modelos de simulación y la modelación con FlexSim,” *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, vol. 1, no. 2, 2014, doi: 10.29057/ess.v1i2.1358.
- [29] J. P. Garcia-Sabater, “Distribución en Planta,” 2020. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10251/152734>
- [30] C. M. Mejía, B. E. Orozco, and J. M. Palencia, “Propuesta de rediseño de distribución de espacios de almacenamiento, layout,” vol. 3, 2017.
- [31] D. De La Fuente García and I. F. Quesada, *Distribucion en Planta*, 1st ed. OVIEDO, 2005.
- [32] F. Palazzolo and V. Vidarte Asorey, “Claves para abordar el diseño metodológico,” 2013.
- [33] Triantaphyllou, “Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study,” pp. 1–265, 2000, doi: [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3157-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3157-6_2).
- [34] L. Schruben, “Simulation modeling for analysis,” *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, vol. 20, no. 1, Feb. 2010, doi: 10.1145/1667072.1667074.
- [35] D. A. Velásquez Muñoz, “Costo de producción y rentabilidad en las empresas manufactureras de plásticos dentro de la ciudad de Quito en el período 2023,” *Polo del Conocimiento*, vol. 10, no. 5, pp. 47–64, May 2025, doi: 10.23857/pc.v10i5.9418.