



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO TERMINADO EN LA EMPRESA DE CALZADO JOHN H. MATEO, CANTÓN TISALEO.

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor

Llerena Tobar Marcos David

Tutor

Mgr. Sánchez Díaz Patricio Eduardo

AMBATO - ECUADOR

2026

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Marcos David Llerena Tobar, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el título de “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO TERMINADO EN LA EMPRESA DE CALZADO JOHN H. MATEO, CANTÓN TISALEO”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad Ambato, a los 18 días del mes de marzo de 2026, firmo conforme:

Autor: Marcos David Llerena Tobar



Firma:
Número de cédula:1805414347
Dirección: Tungurahua, Ambato, Atocha
Correo electrónico: llerenamarcos1m@gmail.com
Teléfono: 0979096241

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular: “Propuesta de un sistema de control de inventarios para optimizar la gestión de la materia prima y del producto terminado en la empresa de calzado John H. Mateo, cantón Tisaleo”, presentado por Marcos David Llerena Tobar, para optar por el título de Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte de los Lectores que se designe.

Ambato, 18 de marzo de 2026



.....
Mgtr. Sánchez Díaz Patricio Eduardo

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 18 de marzo de 2026



.....
Marcos David Llerena Tobar

1805414347

APROBACIÓN DE LECTORES

El trabajo de integración curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión, sobre el tema: “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO TERMINADO EN LA EMPRESA DE CALZADO JOHN H. MATEO, CANTÓN TISALEO”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 18 de marzo de 2026

.....
Mgtr. Teneda Ramos Eduardo Santiago
LECTOR

.....
Mgtr. Naranjo Mantilla Olga Marisol
LECTORA

DEDICATORIA

A Dios, por haberme concedido el don de la vida y por guiar cada uno de mis pasos por el camino correcto.

A mi madre, Lucía Tobar, por ser el pilar fundamental en mi vida y en mi formación. Su amor, apoyo incondicional y sacrificio han sido esenciales en mi desarrollo académico y personal.

A mis hermanas, Sofía y Carolina, por su constante apoyo, por estar siempre pendientes de mí y brindarme palabras de ánimo en los momentos difíciles.

A una persona muy especial, mi segunda madre María, quien ahora me cuida y bendice desde el cielo. Confío en que se siente orgullosa de los logros que estoy alcanzando.

A mi padre, Marcos, por el apoyo y la presencia que me brindó durante este camino.

Y finalmente, a Estefy Arévalo, mi pareja, por acompañarme durante todo este proceso, por su comprensión, motivación y palabras de aliento que me impulsaron a seguir adelante a lo largo de mi etapa de titulación.

Marcos Llerena

AGRADECIMIENTO

Expreso también mi sincero agradecimiento a la Universidad Indoamérica y a todos los docentes que, a lo largo de mi formación académica, compartieron generosamente sus conocimientos y experiencias, contribuyendo significativamente a mi desarrollo profesional.

De manera particular, extiendo mi gratitud al Ingeniero Patricio Sánchez por su valioso apoyo, orientación y dedicación durante todo el proceso de elaboración de mi trabajo de titulación, brindándome su tiempo y conocimientos de forma desinteresada.

Asimismo, deseo agradecer a todas las personas que han formado parte de mi vida estudiantil. A cada una de ellas les reconozco su amistad, consejos, apoyo, ánimo, paciencia y compañía durante este camino. Algunas se encuentran hoy a mi lado y otras permanecen en mis recuerdos y en mi corazón; sin importar la distancia, a todas les expreso mi más sincero agradecimiento por haber contribuido de alguna manera a mi crecimiento personal y académico.

Gracias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO	xv

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Justificación	3
Objetivos.....	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4

CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa	5
Reseña operativa de la empresa John H. Mateo.	5
Metodología de representación de procesos.	6
Análisis del Proceso Productivo (AS-IS)	7
Descripción de las líneas de producto	14
Análisis de la Situación Actual de la Gestión de Inventarios	15
Descripción del proceso actual de almacenamiento y despacho	15
Diagrama de flujo del proceso de inventario actual	18
Identificación de puntos críticos.....	19
Análisis Estadístico de la Demanda.....	20
Comportamiento histórico de las ventas.....	20
Análisis de variabilidad y estacionalidad de la demanda	22
Clasificación de Inventarios	24
Estructura de costos y consumo.	24

Jerarquización por valor total.....	24
Segmentación ABC y análisis de resultados.....	26
Análisis de Costos de Inventario Actuales	26
Costos de mantenimiento y almacenamiento.....	26
Costos de ruptura de stock.....	27
Área de estudio	28
Modelo operativo.....	29
Descripción del modelo operativo	29
Componente 1: Diagnóstico y Depuración de Información	30
Componente 2: Segmentación Estratégica (ABC)	30
Componente 3: Modelado Matemático de Reposición.....	30
Componente 4: Interfaz de Gestión Operativa	31

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta.....	32
Diagnóstico y depuración de información.....	32
Jerarquización de inventarios	34
Modelos matemáticos de reposición	41
Interfaz de gestión operativa.....	45
Resultados esperados.....	49
Cronograma de actividades para la aplicación (Plan de implementación temporal).....	53
Plan de trabajo	53
Diagrama de Gantt: Cronograma visual de la implementación.....	54
Análisis de costos de implementación (Evaluación económica).....	55

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	59
Recomendaciones	60
BIBLIOGRAFIA	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costo de inventario	2
Tabla 2. Ficha técnica de la empresa John H. Mateo	5
Tabla 3. Símbolos diagrama de flujo	6
Tabla 4. Caracterización técnica de las líneas de producto	15
Tabla 5. Registro de errores de despacho	18
Tabla 6. Consolidado histórico de la demanda por líneas	20
Tabla 7. Indicadores estadísticos de variabilidad por cada línea de producto	23
Tabla 8. Matriz de valorización y jerarquización de inventarios	24
Tabla 9. Resumen de participación por clasificación ABC	26
Tabla 10. Estimación anual de costos de mantenimiento de inventario	27
Tabla 11. Costos anuales por ineficiencia en el servicio	28
Tabla 12. Lineamientos del área de estudio	28
Tabla 13. Auditoría de Tiempos de Entrega y Detección de Quiebres	33
Tabla 14. Costos de la No Calidad: Compras de Emergencia (2025)	34
Tabla 15. Clasificación ABC de los materiales	36
Tabla 16. Clasificación ABC de materiales y reclasificación según criticidad	37
Tabla 17. Matriz de Clasificación ABC Multicriterio 2025	39
Tabla 18. Matriz de Estrategias de Gestión Diferenciada	41
Tabla 19. Resumen de Parámetros Técnicos del Nuevo Sistema	45
Tabla 20. Resumen de la estandarización técnicos del nuevo sistema	46
Tabla 21. Matriz de Configuración de Alertas Visuales	47
Tabla 22. Protocolo de acción ante alertas del Kanban digital para suelas	48
Tabla 23. Cuadro de Mando Integral	50
Tabla 24. Matriz de Transformación Operativa	51
Tabla 25. Estudio Comparativo de Tiempos de Ciclo	52
Tabla 26. Matriz de Entregables por Fase de Implementación	54
Tabla 27. Presupuesto Desglosado de Inversión Inicial	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama BPMN del proceso productivo	8
Gráfico 2. Diagrama BPMN del Subproceso de Modelaje	9
Gráfico 3. Diagrama BPMN del Subproceso de Corte.....	10
Gráfico 4. Diagrama BPMN del Subproceso de Aparado	12
Gráfico 5. Diagrama BPMN del subproceso de armado	13
Gráfico 6. Proceso de terminado	14
Gráfico 7. Diagrama de flujo integral de la gestión de inventarios.....	19
Gráfico 8. Diagrama de causa-efecto: Gestión deficiente de inventarios.....	20
Gráfico 9. Evolución comparativa de la demanda por líneas (2024-2025).....	21
Gráfico 10. Participación de ventas por línea 2025	22
Gráfico 11. Tendencia de la demanda semestral por líneas de producto	22
Gráfico 12. Modelo operativo	29
Gráfico 13. Diagrama de Pareto (Valorización del Inventario).....	35
Gráfico 14. Modelo de Inventario Propuesto para Suelas	44
Gráfico 15. Cronograma de Frecuencia de Conteos Cíclicos.....	49
Gráfico 16. Diagrama de Gantt del Proyecto de Implementación.....	55
Gráfico 17. Curva s del proyecto.....	58

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Proceso de modelaje	8
Imagen 2. Técnica de corte manual de piezas.	10
Imagen 3. Puesto de trabajo de costura y aparado.....	11
Imagen 4. Área de armado y prensado de suelas.....	13
Imagen 5. Proceso de terminado.....	14
Imagen 6. Estado actual de la bodega de la empresa John H. Mateo	17

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tasa de Error en Despachos.....	18
Ecuación 2. Modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ).....	42
Ecuación 3. Cálculo del Stock de Seguridad.....	43
Ecuación 4. Punto de Reorden con Stock de Seguridad.....	43

ÍNDICE DE ECUACIONES

Anexo 1. Entrevista semi estructurada	63
Anexo 2. Pantalla principal del sistema de gestión de almacenes.....	65
Anexo 3. Registro de productos	66
Anexo 4. Registro de proveedores.....	67
Anexo 5. Registro de compras.....	68
Anexo 6. Registro de salida.....	69
Anexo 7. Registro de movimientos	70
Anexo 8. Manual de procedimiento logístico para el control de inventarios	71
Anexo 9. Carta de conformidad.....	72

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO TERMINADO EN LA EMPRESA DE CALZADO JOHN H. MATEO, CANTÓN TISALEO”

AUTOR: Llerena Tobar Marcos David

TUTOR: Mgtr. Sánchez Díaz Patricio Eduardo

RESUMEN EJECUTIVO

La gestión empírica en la manufactura de calzado de Tungurahua actúa como un freno a la competitividad, realidad que se evidenciaba críticamente en la empresa John H. Mateo, donde la administración manual de recursos provocaba desabastecimientos y fallos logísticos recurrentes. Para revertir este escenario de ineficiencia, la investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema técnico de control de inventarios para materia prima y producto terminado. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo que articuló el modelado de procesos, para las caracterizaciones de las actividades con herramientas de ingeniería de métodos y simbología estandarizada BPM. El análisis inicial desveló una vulnerabilidad operativa severa: una tasa de error en despachos del 6.4 % y pérdidas financieras anuales superiores a los 22,000 dólares por falta de planificación. Mediante la segmentación estratégica de datos, se identificó que el 79.5 % del capital de trabajo se concentraba en apenas el 13.3 % de los ítems, hallazgo que permitió establecer políticas de compras de precisión; así como la disminución de paradas que en tiempo ascendían a 24 días por año. Además, herramientas como la matriz ABC y el modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) que permitieron estandarizar los niveles de stock y minimizar los costos logísticos. Para el caso estudiado el valor EOQ fue de 450 pares para las suelas y 23 piezas para el cuero. La implementación de stocks de seguridad y puntos de reorden estandarizados mitiga el lucro cesante por paradas de planta, garantizando la sostenibilidad económica de la organización. La empresa deberá lograr y mantener la implementación de estas políticas asignando los recursos necesarios al considerarlos una inversión y no un gasto.

DESCRIPTORES: calzado, ingeniería industrial, inventarios, optimización

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: LLERENA TOBAR MARCOS DAVID

TUTOR: MG. SANCHEZ DIAZ PATRICIO EDUARDO

THEME

“PROPOSAL FOR AN INVENTORY CONTROL SYSTEM TO OPTIMIZE RAW MATERIAL AND FINISHED GOODS MANAGEMENT AT THE JOHN H. MATEO FOOTWEAR COMPANY, CANTON OF TISALEO.”

ABSTRACT

Empirical management in the footwear manufacturing sector of Tungurahua acts as a barrier to competitiveness, a reality critically evident at the John H. Mateo company, where manual resource administration caused recurrent supply shortages and logistical failures. To reverse this scenario of inefficiency, the research aimed to design a technical inventory control system for raw materials and finished products. The methodology used a quantitative approach to process modeling, which characterized activities through engineering methods and standardized BPM symbols. The initial analysis revealed a severe operational vulnerability: a dispatch error rate of 6.4% and annual financial losses exceeding \$22,000 due to a lack of planning. Through strategic data segmentation, it was identified that 79.5% of working capital was concentrated in just 13.3% of the items, a finding that enabled the establishment of precise purchasing policies, alongside the reduction of plant stoppages that amounted to 24 days per year. Tools such as the ABC matrix and the Economic Order Quantity (EOQ) model made it possible to standardize stock levels and minimize logistical costs. For the studied case, the EOQ value was 450 pairs for soles and 23 pieces for leather. The implementation of safety stocks and standardized reorder points mitigates profit loss from plant stoppages to guarantee the economic sustainability of the organization. The company must achieve and maintain the adoption of these policies by allocating the necessary resources to consider them an investment rather than an expense.

KEYWORDS: Footwear industry, industrial engineering, inventory control, optimization



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Introducción

En el entorno global, la producción de calzado constituyó una actividad manufacturera relevante a nivel mundial desde hace siglos, evolucionó desde procesos tradicionales artesanales hasta métodos modernos de producción en masa (Ordoñez, 2024). El calzado artesanal se caracterizó por el uso de técnicas manuales, materiales seleccionados y diseño personalizado, atributo que permitió una producción diferenciada frente a los sistemas industriales. Aunque la producción automatizada dominó las grandes cadenas productivas, el calzado artesanal mantiene su vigencia en pequeños talleres y regiones especializadas por su valor cultural, estético y económico (Chiñas et al., 2025).

En la gestión empresarial, los inventarios representaron un elemento clave para fortalecer la eficiencia y la competitividad de las empresas manufactureras, Pinillos Aldoradin et al. (2024), en su revisión sistemática de 55 investigaciones internacionales entre los años 2017 y 2024, validaron que la implementación de herramientas como el análisis ABC, el punto de reorden (*reorder point*), *Just In Time (JIT)* y la cantidad económica de pedido (EOQ) contribuyeron a mantener las existencias de los almacenes en niveles adecuados de existencias; como consecuencia, se logró disminuir los costos asociados y responder de manera más ágil a las variaciones de la demanda.

En la región latinoamericana, Zavaleta Castro et al. (2024) en su investigación realizada en empresas comercializadoras de calzado en Perú, encontraron una relación significativa entre el control de inventarios y la gestión rentable, hallazgo que demostró la necesidad de un control efectivo para el aumento de rentabilidad.

En el Ecuador, la industria del calzado representó una actividad económica significativa del sector manufacturero. Según investigaciones académicas, la producción nacional de calzado se estimaba en 31 millones de pares al año, con participación relevante de micro y pequeñas empresas que integraron métodos artesanales y semi-industrializados para responder a la demanda interna y regional (Cabrera Guaraca, 2023). Asimismo, Castro-Sigüenza et al. (2021a), en su estudio a 34 empresas de la ciudad de Huaquillas, concluyeron que la mayor parte usó el método de stock mínimo para la demanda de sus clientes, aunque el método funcionaba en temporadas de alta producción, se generaron retrasos en la entrega de productos terminados.

En el escenario de la industria en Tungurahua, Paucar Samaniego et al. (2023), señalaron que el modelo de taller artesanal que caracterizaba a numerosos negocios permitió que la

fuerza laboral se capacitara de manera práctica y progresiva. Esta preparación abrió la posibilidad de establecer nuevos talleres en parroquias y cantones aledaños, dinámica que generó oportunidades de empleo y consolidó un tejido productivo descentralizado y sostenible. A pesar de esta ventaja, esta misma estructura representó una barrera a la modernización y gestión técnica, debido a que los talleres se limitaron a replicar los modelos con omisión de la creatividad. A la par, se registró la ausencia de sistemas estandarizados, déficit que afecta la estabilidad productiva del sector. Investigaciones a nivel nacional, como la ejecutada por Castro-Sigüenza et al. (2021) en empresas de Huaquillas, demostraron que la dependencia de métodos básicos de control provoca retrasos logísticos durante las temporadas de alta producción.

En la provincia del cantón Tisaleo se destacó como uno de los polos productivos de desarrollo donde varias pequeñas fábricas y talleres de calzado mantuvieron actividades de manufactura, las cuales combinaron técnicas artesanales con exigencias del mercado actual. Aunque la literatura específica sobre la gestión de inventarios era limitada, se sabía que las empresas locales enfrentaban problemas similares a los observados en otros contextos nacionales. Pazmiño Freire et al. (2020), en su estudio sobre gestión de inventarios en pymes productoras de calzado en Tungurahua, identificaron que el 84 % de los locales comerciales no contaban con el espacio físico adecuado, carencia que ocasionaba un excesivo acopio del stock y mermas de calidad. Los autores evidenciaron que el 37 % de los registros dependía de sistemas manuales y el 94 % carecía de automatización en su control; esta falla estructural ocasionó que el 40 % de negocios no dispusiera de información en tiempo real, bloqueo que impedía establecer niveles óptimos de inventario y tomar decisiones oportunas. Para comprender los componentes que integran el gasto logístico frente a esta problemática, la tabla 1 describe la estructura del costo aplicable a los inventarios.

Tabla 1. Costo de inventario

Costo	Componentes del costo
Capital	Corresponde a la pérdida de valor de los inventarios con relación al tiempo.
Obsolescencia	Se da por la pérdida de la mercadería cuando su tiempo de vida ha caducado.
Almacenamiento	Los costos de almacenamiento incluyen: costos de espacio, mano de obra, energía, costos de infraestructura.

Fuente: (Zapata, 2014)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Antecedentes

La provincia de Tungurahua se reconoce como el principal referente nacional en la manufactura de calzado. Este sector productivo agrupó a cerca de 5800 unidades de negocio, de carácter familiar y artesanal en su gran mayoría (Sánchez Quinchuela et al., 2022). Según los registros de la Cámara Nacional de Calzado, esta región concentra el 44% de la producción ecuatoriana, cifra que reafirma su rol como núcleo manufacturero del país (Castro-Sigüenza et al., 2021b).

Dentro de este entorno competitivo opera la empresa John H. Mateo, ubicada en el cantón Tisaleo. Al momento de la investigación, la fábrica no disponía de un sistema formal de control de inventarios para la materia prima ni para el producto terminado. El manejo se basó en registros manuales y controles empíricos, limitación que impedía conocer con precisión los niveles de stock disponibles y bloqueaba la planificación de compras y producción. Como consecuencia, se presentaron problemas operativos constantes como la falta de insumos en momentos críticos, la acumulación innecesaria de materiales con baja rotación, interrupciones en la producción y un aprovechamiento deficiente de los recursos. Se identificaron errores en el despacho de pedidos, especialmente en tallas y modelos de calzado, que en los últimos seis meses alcanzaron el 6.4 % de los envíos, falla que comprometió la puntualidad y la satisfacción de los clientes. Las paradas de producción registradas por la empresa acumularon alrededor de 225 horas de inactividad, equivalentes al 15 % del tiempo operativo semestral. Este escenario impactó en el 38 % de los lotes fabricados, generó retrasos en la entrega y reprocesos que comprometieron la continuidad operativa. Estas falencias provocaron retrasos en el 40 % de los procesos productivos y sobrecostos cercanos al 8 % de las ventas anuales, impacto directo a la rentabilidad empresarial.

Justificación

Importancia. La importancia de esta investigación radica en el diseño de un sistema de control de inventarios fundamentado en herramientas de ingeniería cuantitativa, como la clasificación segmentada y los modelos matemáticos de reposición. La formulación de este mecanismo surge ante la necesidad de abandonar el esquema de abastecimiento empírico para proyectar un modelo logístico estructurado y auditable.

Utilidad. La utilidad del proyecto se evidencia en la entrega de una arquitectura de control validada estadísticamente mediante simulación con datos históricos del periodo fiscal 2025. Con este enfoque, el trabajo demuestra que la adopción futura de parámetros técnicos logrará evitar la inmovilización innecesaria de capital y prevendrá las interrupciones en la línea de montaje, sin requerir una ejecución física inmediata en la planta.

Impacto. El impacto económico del estudio responde a la urgencia de neutralizar los altos costos de la no calidad que asume la fábrica. El diagnóstico inicial identifica que las fallas logísticas, sumadas a la maquinaria detenida por falta de insumos y el almacenamiento inadecuado, originan una fuga de recursos superior a los 22000 dólares anuales. Si la gerencia decide ejecutar el plan propuesto, la organización dispondrá de un mecanismo probado para frenar las pérdidas de capital.

Beneficiarios. Los beneficiarios directos proyectados son la propia empresa y sus operarios de planta. La estandarización documentada en el diseño metodológico tiene el propósito de reducir la incertidumbre laboral, ya que establecerá rutinas claras que aliviarán la carga operativa de los trabajadores en el futuro. De manera indirecta, los clientes finales integran la red de beneficiarios, pues la optimización logística planeada proyecta garantizar el cumplimiento exacto de los plazos y especificaciones de entrega.

Factibilidad. La factibilidad del estudio se sustenta en la apertura institucional de la fábrica, la cual permitió el acceso total a los registros de compras, despachos y tiempos

de producción. Esta transparencia en la entrega de información hizo posible la depuración de datos reales para alimentar los modelos matemáticos y ejecutar las simulaciones requeridas.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una propuesta de sistema de control de inventarios para optimizar la gestión de la materia prima y del producto terminado en la empresa de calzado John H. Mateo, cantón Tisaleo.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la gestión de inventarios en la empresa John H. Mateo para la identificación de los factores críticos que afectan el abastecimiento y despacho.
- Determinar la clasificación de los artículos y las cantidades óptimas de pedido mediante el uso de herramientas de ingeniería de métodos (ABC y EOQ) para la estandarización de los niveles de stock.
- Estructurar las políticas de inventario, procedimientos operativos e indicadores de gestión (KPIs) que conformarán el sistema de control propuesto.
- Evaluar el impacto económico y operativo de la propuesta del sistema de control de inventarios mediante un análisis costo-beneficio.

CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Reseña operativa de la empresa John H. Mateo.

La empresa de calzado John H. Mateo, unidad de análisis de la presente investigación, se ubica geográficamente en el cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua, específicamente en la intersección de las calles Antonio Clavijo y Cacique Tisaleo. La organización se catalogó en el sector manufacturero de cuero y calzado, una actividad económica predominante en la zona centro del país (CIU C1520).

Al momento del diagnóstico, la empresa funciona bajo un esquema de carácter familiar y artesanal, aunque integró maquinaria para procesos específicos como el desbaste y el pegado. Su modelo de negocio se centró en la producción y comercialización de calzado para el segmento masculino, con especialización en dos líneas principales: la línea escolar y la línea casual.

El nivel operativo de la empresa se caracteriza por una producción intermitente, la cual respondió a la estacionalidad de la demanda escolar de las regiones Sierra-Amazonía y Costa-Galápagos. La estructura organizacional fue lineal, donde la toma de decisiones recayó directamente en la gerencia propietaria. La infraestructura física albergó las áreas de bodega, corte, aparado, armado y terminado en un mismo recinto, lo cual condicionó el flujo de materiales y la logística interna. A continuación, en la Tabla 2, se detalla la ficha técnica de la organización:

Tabla 2. Ficha técnica de la empresa John H. Mateo

Rubro	Descripción
Razón Social	John H. Mateo
RUC	1802467439001
Representante Legal	Juan Guerrero
Ubicación	Cantón Tisaleo, Provincia de Tungurahua
Dirección	Antonio Clavijo y Cacique Tisaleo
Actividad Económica	Fabricación de calzado de cuero y materiales sintéticos
Tipo de Producción	Bajo pedido (MTO) y para Stock (MTS) según temporada

Rubro	Descripción
Mercado Objetivo	Nacional (Distribuidores mayoristas y minoristas)

Fuente: (Empresa de calzado John H Mateo, 2024)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Metodología de representación de procesos.



Para la representación gráfica de las actividades operativas de la empresa John H. Mateo, se adoptó el estándar BPMN (*Business Process Model and Notation*). Esta metodología permitió visualizar no solo la secuencia técnica de operaciones, sino también los flujos de información y las responsabilidades, lo que facilitó una comprensión integral de la dinámica productiva.

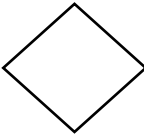

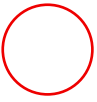

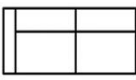
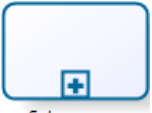
Jerarquización de Procesos Para estructurar el análisis operativo, se definieron los niveles jerárquicos conforme a la teoría de gestión por procesos propuesta por Pérez Fernández de Velasco (2012), quien estableció la necesidad de descomponer la cadena de valor para facilitar su gestión y control. Bajo este enfoque, la estructura adoptada fue la siguiente:

- **Macroproceso:** Conjunto de procesos de alto nivel que atraviesan la organización y aportan valor directo al cliente.
- **Proceso:** Secuencia lógica de actividades interrelacionadas que transformaban insumos en resultados específicos.
- **Subproceso:** Parte de un proceso mayor que tenía una identidad propia y un objetivo específico.
- **Actividad:** Unidad de trabajo ejecutada por un rol específico al interior de un proceso.
- **Tarea:** El nivel más bajo de descomposición, que representaba una acción indivisible.

Para estandarizar la lectura de los procesos documentados, la tabla 3 expone los símbolos propios de la metodología adoptada.

Tabla 3. Símbolos diagrama de flujo

Símbolo	Nombre Técnico	Función / Definición Operativa
	Evento de Inicio	Indica dónde comienza un proceso o subproceso.
	Actividad / Tarea	Indica el orden de la ejecución de las operaciones.

Símbolo	Nombre Técnico	Función / Definición Operativa
	Compuerta (Gateway)	Punto de decisión o ramificación del flujo (si/no, paralelo).
	Conectores	Muestra el orden en que se realizan las actividades.
	Evento de Fin	Indica la conclusión del flujo del proceso.
	Pool	Es un contenedor de procesos
	Swimlane	Delimita las responsabilidades de un rol o departamento específico.
	Subproceso	Actividad cuyos detalles internos han sido modelados utilizando actividades, compuertas, eventos y flujos de secuencia

Fuente: Pérez Fernández de Velasco (2012)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Análisis del Proceso Productivo (AS-IS)

El levantamiento del mapa de procesos identificó que la cadena de valor operativa se componía de cinco procesos secuenciales. La interdependencia entre estas fases implicaba que la calidad de cada etapa condicionaba el desempeño de la siguiente. A continuación, se describen técnicamente las fases del ciclo productivo diagnosticado:

- **Mapa general del proceso productivo**

Una vez definidos los niveles jerárquicos, se procedió a esquematizar la cadena de valor completa de la empresa. El gráfico 1 muestra la visión sistémica del ciclo de producción y evidenció la interconexión secuencial entre los cinco subprocesos críticos identificados. Este diagrama de nivel superior permitió visualizar el flujo transversal de la materia prima, desde su ingreso como insumo hasta su transformación en producto terminado disponible para el cliente.

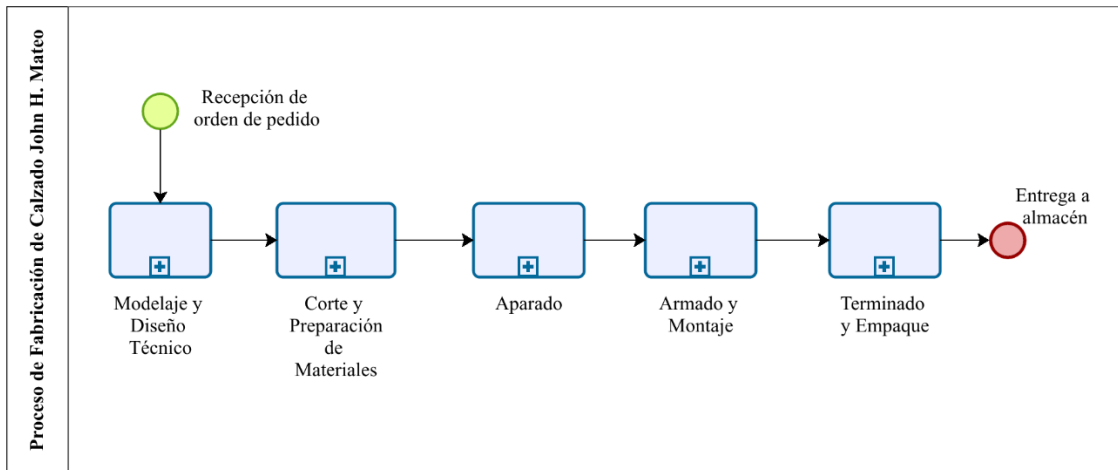


Gráfico 1. Diagrama BPMN del proceso productivo

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026).

- **Subproceso de Modelaje y Diseño Técnico**

Como etapa de apertura del ciclo productivo, el modelaje aseguró la viabilidad técnica del diseño mediante la creación de los patrones base. Esta fase integró la selección de materiales y el ajuste dimensional de los moldes para cumplir con los estándares ergonómicos requeridos. Generalmente, este ciclo demandaba de 2 a 3 horas, dependiendo de la complejidad del diseño solicitado.

La ejecución se desarrolló en un área de trabajo compartida donde, como se aprecia en la Imagen 1, el modelista realizaba el trazado de forma manual, y disponía las herramientas sobre el material de trabajo para este subproceso las herramientas que se usan es una regla, cuchilla, compas y cinta métrica, lo cual incrementaba el riesgo de errores en las dimensiones del patrón.



Imagen 1. Proceso de modelaje

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Para la esquematización de esta fase, se aplicó la metodología de modelado BPMN. El flujo fue diagramado mediante el software especializado Bizagi Modeler, lo que permitió estructurar la secuencia lógica de operaciones y puntos de control como se muestra en el Gráfico 2.

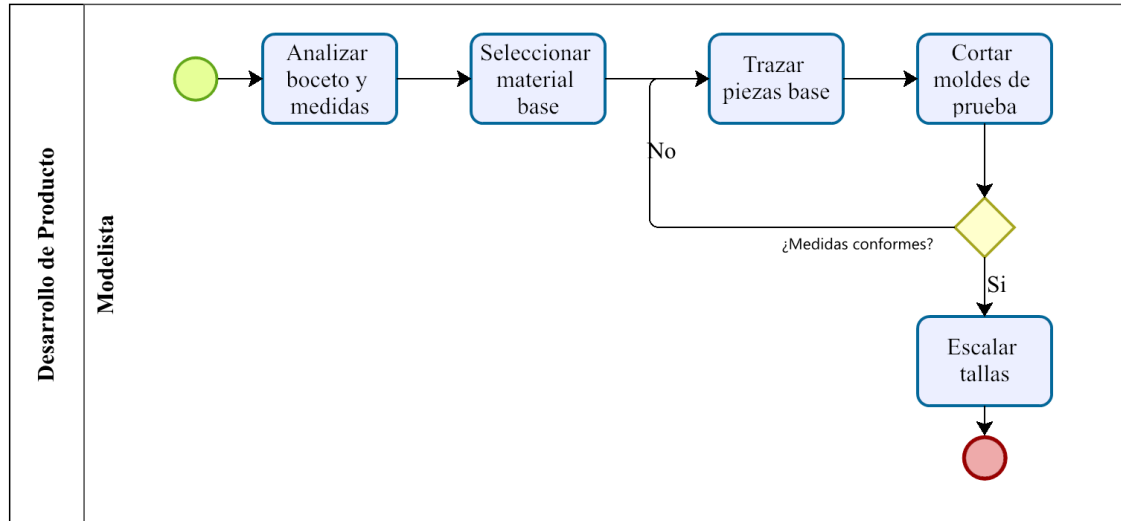


Gráfico 2. Diagrama BPMN del Subproceso de Modelaje

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026).

- **Subproceso de corte y preparación de materiales**

Esta fase iniciaba con la selección rigurosa de los insumos (pieles y sintéticos) para asegurar su integridad. Posteriormente, se procedía al trazado de las piezas sobre el material utilizando los moldes validados en la etapa anterior. La ejecución se realizaba mayoritariamente mediante herramientas manuales de precisión (cuchillas) o maquinaria básica de troquelado.

Esta etapa resultaba determinante para la calidad final del producto y demandaba una pericia técnica elevada para optimizar el aprovechamiento del recurso y garantizar un ensamblaje perfecto en las fases subsiguientes. La dependencia de la habilidad manual del operario influía directamente en la uniformidad de los componentes, tal como se evidencia en la Imagen 2, donde se observa la técnica de corte manual aplicada sobre el cuero.



Imagen 2. Técnica de corte manual de piezas.

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Para el análisis técnico de este flujo crítico, se empleó la notación BPMN modelada en Bizagi Modeler. Como se aprecia en el Gráfico 3, el diagrama destaca los puntos de control de calidad, dado que cualquier desviación en esta etapa ocasionaba el desperdicio irreversible de la materia prima, afectando directamente los costos de producción al no existir posibilidad de reproceso.

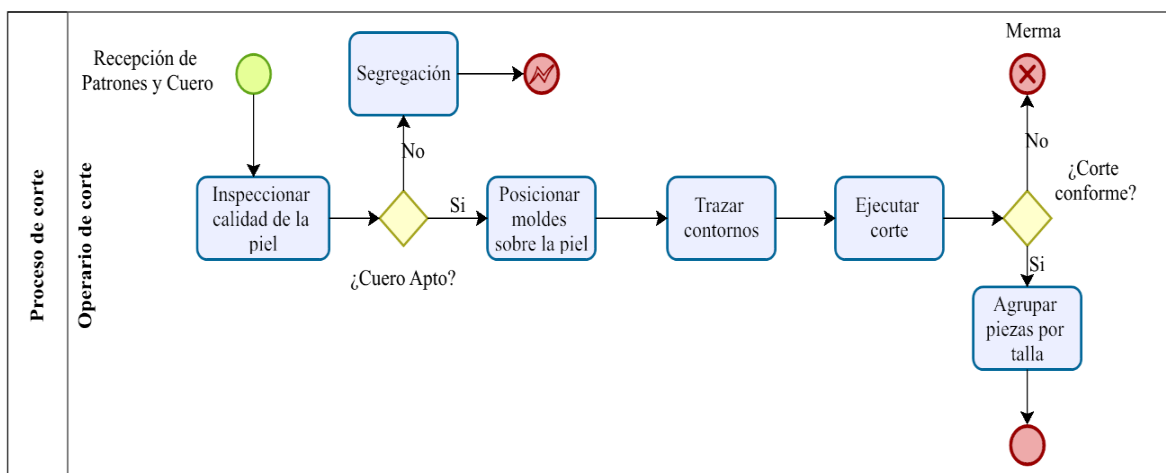


Gráfico 3. Diagrama BPMN del Subproceso de Corte

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

- **Subproceso de aparado**

Esta etapa comprendía la integración técnica de los componentes superiores del calzado, denominados "capellada". Mediante procesos de costura industrial o adhesión estructural, las piezas planas cortadas en la fase anterior adquirirían volumen y conformaban la identidad visual del producto y con la utilización de maquinaria industrial de coser, cuchilla e hilos para realizar el subproceso. La ejecución requería maquinaria de alta resistencia para asegurar la integridad y longevidad de las uniones.

Debido a la naturaleza detallada de las costuras y los pespuntos, este ciclo operativo demandaba entre 3 y 4 horas por lote, esto lo convertía en el cuello de botella del flujo continuo. La Imagen 3 evidencia la disposición del puesto de trabajo, donde la precisión manual del operario y los controles de calidad visuales resultan indispensables para evitar asimetrías en el producto.



Imagen 3. Puesto de trabajo de costura y aparado

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Para analizar la complejidad de este cuello de botella, se modeló el flujo de actividades bajo el estándar BPMN utilizando el software Bizagi Modeler. El Gráfico 4 detalla la secuencia operativa, desde la preparación de los bordes hasta la conformación final de la capellada lista para el montaje:

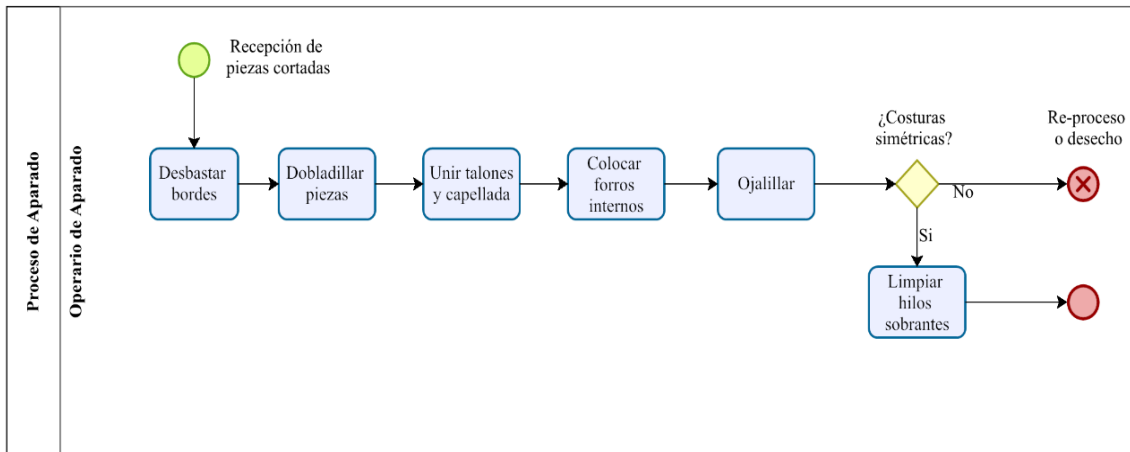


Gráfico 4. Diagrama BPMN del Subproceso de Aparado

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

- **Subproceso de armado y montaje**

Esta fase constituía el núcleo estructural de la manufactura, donde se ejecutaba el ensamblaje definitivo de la capellada (parte superior) con el conjunto de la planta (suela). A través del uso de hormas y procesos fisicoquímicos de adhesión, el calzado adquiriría su configuración volumétrica y ergonomía final.

Se identificó que la precisión en esta etapa era crítica, ya que de ella dependían la durabilidad y la simetría del par. El ciclo incluía un punto de control neurálgico posterior al usar la máquina de prensado hidráulico, donde el operario debía verificar la correcta adhesión de la suela. Si se detectaban fallas de apertura o desalineación, el producto requería una reactivación térmica inmediata; de lo contrario, pasaba a la etapa de estabilización. la Imagen 4 ilustra las condiciones operativas del área de montaje, aquí se evidenció la dependencia de maquinaria de presión y hornos de reactivación.



Imagen 4. Área de armado y prensado de suelas.

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

La interacción secuencial de estas tareas técnicas, desde el montado en horma hasta la estabilización del pegado, se esquematizó bajo el estándar BPMN utilizando el software Bizagi Modeler. El Gráfico 5 visualiza el flujo de operaciones y los parámetros de control aplicados:

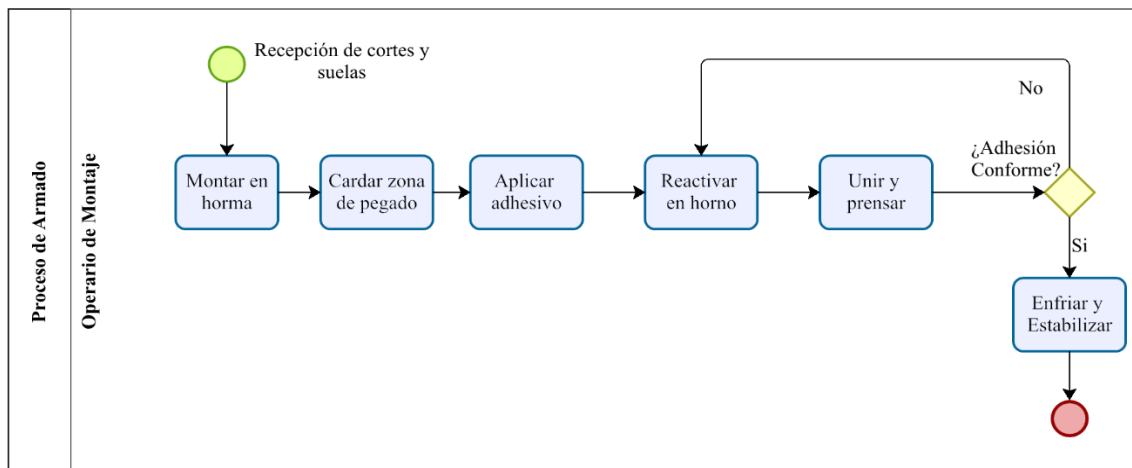


Gráfico 5. Diagrama BPMN del subproceso de armado

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

- **Subproceso de terminado y empaque**

La etapa de terminado representaba el filtro final del flujo productivo, enfocada en la estética del producto y su preparación logística. En esta fase se realizaban las operaciones de limpieza de residuos (pegamento y marcados), aplicación de brillos y colocación de plantillas. Esta operación dependía del criterio del operario para decidir si el par cumplía con los estándares para salir al mercado. Si se detectaban fallas, el producto debía ser segregado para reproceso o clasificado como "segunda calidad". Dependiendo del nivel de detalle, este ciclo se completaba en un lapso de 1 a 2 horas. La Imagen 5 muestra el área de acabado, donde se evidencia la falta de iluminación técnica necesaria para detectar imperfecciones sutiles durante la inspección visual.



Imagen 5. Proceso de terminado

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Debido a que esta fase implica la decisión crítica de aprobar o rechazar el producto, se modeló el flujo en Bizagi Modeler incluyendo las compuertas lógicas de control. El Gráfico 6 detalla la secuencia operativa y los criterios de aceptación aplicados:

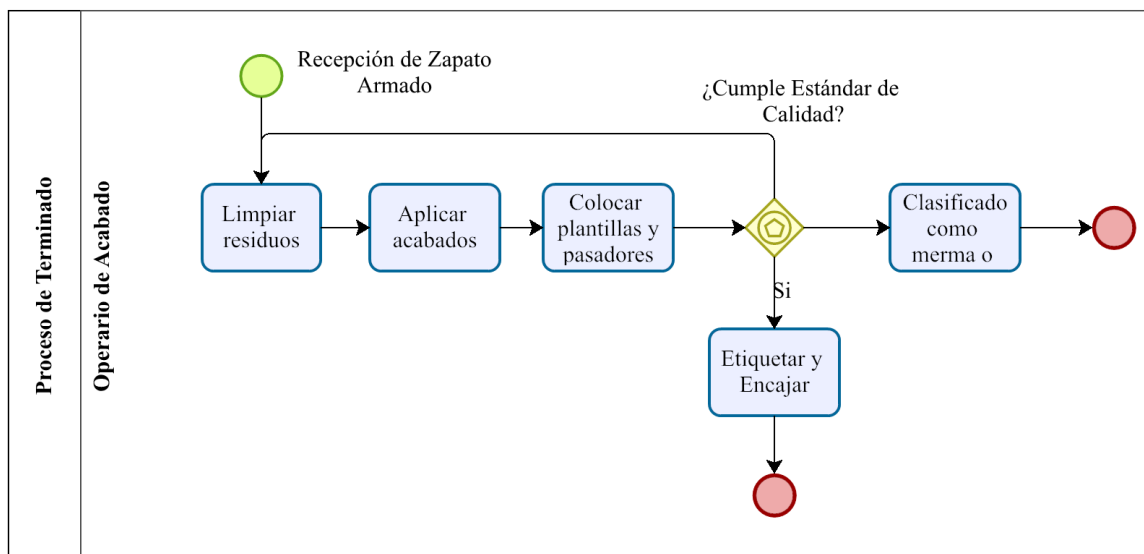


Gráfico 6. Proceso de terminado

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Descripción de las líneas de producto

El portafolio de productos de la empresa John H. Mateo se estructuró en torno a la manufactura de calzado masculino, utilizando como materia prima principal el cuero vacuno y suelas de PVC o TR (Termoplástico Caucho). Durante el levantamiento de información, se identificó que la producción no era homogénea, sino que se dividía en tres líneas estratégicas diferenciadas por su uso, estacionalidad y materiales. Esta segmentación definía la lógica de compras y almacenamiento de la empresa. A continuación, se describen las características técnicas de cada línea:

- **Línea Escolar**

Constituía el producto con mayor rotación especialmente durante las temporadas de inicio de clases con presencia sobre todo en la región costa y sierra. Se caracterizaba por sus diseños sobrios y reglamentarios, con énfasis en la durabilidad. En la Imagen 6 se muestra los modelos más representativos. Los materiales que usaba fueron cuero napa liso, forros antitranspirantes, suelas antideslizantes.

- **Línea Casual:**

Esta línea representaba el producto con producción continua en la empresa, su público objetivo estaba conformado trabajadores y público en general, estaba orientado al uso diario y de oficina. Esta línea exigía una mayor variedad de acabados y colores para adaptarse a las tendencias de moda y la comodidad. En la Imagen 7 se muestra los modelos más representativos. Los materiales que más usaba para su elaboración fueron Cuero graso, nobuck, suelas de confort.

- **Línea Botín**

Línea de producción enfocada en un segmento de mercado que requiera mayor protección y resistencia física. Eran productos de mayor robustez y consumo de material por par. Su elaboración estaba regida por órdenes de pedido y su stock era de los más bajos en la empresa. Entre los modelos más representativos estaban el botín 7 vidas y botín *trekking*. Los materiales usados en su elaboración fueron el cuero hidrofugado, suelas de alta tracción, ojillos metálicos. En la Imagen 8, se muestran algunos de sus modelos de su catálogo.

Para sistematizar esta información, se presenta la Tabla 4, donde se resume con las tallas y especificaciones técnicas vigentes al momento del estudio:

Tabla 4. Caracterización técnica de las líneas de producto

Línea	Descripción Técnica	Rango de Tallas
Escolar	Calzado formal de construcción pegada, diseñado para alto tráfico y resistencia al desgaste.	34 - 42
Casual	Calzado de diseño urbano, priorizando el confort y la estética actual.	37 - 43
Botín	Calzado de caña media/alta, estructura reforzada para trabajo de campo o uso rudo.	38 - 44

Fuente: (Empresa de calzado John H Mateo, 2024)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Análisis de la Situación Actual de la Gestión de Inventarios

Descripción del proceso actual de almacenamiento y despacho

Durante el levantamiento de información en bodega, se identificó una acumulación excesiva de materiales de baja rotación (insumos C). Esta saturación física no solo reduce el espacio operativo, sino que expone a materiales sensibles, como el cuero y los adhesivos a condiciones de deterioro por humedad y polvo. Financieramente, este sobre

stock representa un capital de trabajo inmovilizado que la empresa mantiene estancado en las estanterías, incurriendo en costos de oportunidad y riesgo de obsolescencia que no están siendo contabilizados.

Paralelamente, en cuanto al despacho y reposición, la falta de una política basada en puntos de reorden ha provocado quiebres de stock recurrentes en insumos críticos (Clase A). Cuando esto ocurre, la línea de producción se detiene, generando tiempos muertos del personal operativo. Adicionalmente, para reactivar el flujo, el área de compras se ve obligada a realizar adquisiciones de emergencia a precios superiores, incurriendo en sobre costos logísticos y penalizaciones por entregas tardías.

El sistema de gestión de inventarios en la empresa John H. Mateo se caracterizó por un manejo empírico y centralizado, carente de herramientas tecnológicas o procedimientos estandarizados. La administración de las existencias, tanto de materia prima como de producto terminado, se realizaba en un espacio físico compartido, lo que generaba interferencia de flujos y contaminación cruzada de materiales. A continuación, se describen las deficiencias operativas identificadas en las tres etapas críticas del flujo de materiales:

- A. **Recepción de mercancías.** El proceso de ingreso de carecía de un protocolo técnico. La verificación se limitaba a un conteo rápido de bultos, sin realizar un muestreo de aceptación, ni verificar el metraje exacto de las pieles. Esto permitía el ingreso de insumos defectuosos que solo eran detectados tardíamente en la línea de producción.
- B. **Almacenamiento y ubicación.** La bodega operaba bajo un esquema de ubicación aleatoria no sistematizada. Según Mora García (2011), la carencia de una zonificación definida o sistemas de localización fija en almacenes manuales provoca un incremento directo en los tiempos de recorrido, ya que el operario debe confiar exclusivamente en su memoria para hallar las existencias.

Esta situación se evidenció en la empresa, donde la falta de codificación obligaba al personal a recorrer aleatoriamente las instalaciones, generando tiempos improductivos y compras duplicadas por materiales extraviados. En la Imagen 6 se muestra parte de la bodega donde se evidencia la falta de orden.



Imagen 6. Estado actual de la bodega de la empresa John H. Mateo

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

C. Despacho. Ante la ausencia de registros históricos formales sobre quejas o devoluciones de clientes que permitieran medir de forma documental la eficiencia operativa de esta etapa, se procedió a estructurar un levantamiento de datos en campo. Se diseñó un muestreo directo de observación durante un periodo de 10 días laborables, el cual abarcó desde el 1 de diciembre hasta el 12 de diciembre del 2025.

Para la evaluación de la exactitud en los despachos, se aplicó un muestreo aleatorio simple sobre un lote de productos terminados, seleccionando un total de 250 pares de calzado ubicados en zona de tránsito, listos para su distribución. El tamaño de la muestra se consideró representativo para identificar desviaciones operativas, permitiendo estimar la tasa de error con un nivel aceptable de confianza en el análisis.

En la investigación se identificaron diversos tipos de errores operativos recurrentes que afectan la exactitud de los despachos, entre los cuales destacan el cruce de tallas entre la caja y el calzado, la presencia de pares incorrectos como dos pies del mismo lado o con tallas distintas, así como inconsistencias en el etiquetado del producto. Adicionalmente, se evidenciaron errores relacionados con la selección de modelo o color equivocado y defectos estéticos como suciedad en el calzado terminado. En conjunto, estas desviaciones reflejan una falla recurrente asociada principalmente al error humano durante las etapas de verificación, embalaje y despacho, lo que incide directamente en la calidad del

servicio y la satisfacción del cliente. Los resultados que se obtuvieron se detallan en la Tabla 5:

Tabla 5. Registro de errores de despacho

Día de Inspección	Muestra Auditada	Errores Detectados	Tipo de Error Frecuente
01-12-25	25	2	Cruce de tallas (Caja/Zapato)
02-12-25	22	1	Par cambiado (Dos pies derechos)
03-12-25	28	1	Etiqueta incorrecta
04-12-25	25	3	Cruce de tallas
05-12-25	20	0	-
08-12-25	30	2	Modelo incorrecto (Color)
09-12-25	25	1	Defecto estético (Sucio)
10-12-25	25	2	Cruce de tallas
11-12-25	28	3	Par cambiado (Tallas distintas)
12-12-25	22	1	Etiqueta incorrecta
TOTAL	250	16	Falla recurrente: Error humano

Fuente: (Empresa de calzado John H Mateo, 2025)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

A partir de esta muestra recolectada, se calculó la tasa de error actual del proceso de despacho mediante la siguiente relación:

Ecuación 1. Tasa de Error en Despachos

$$Tasa\ de\ error = \left(\frac{Total\ de\ errores\ detectados}{Total\ muestra\ auditada} \right) * 100$$

Fuente: Mora García (2010), *Indicadores de la gestión logística*.

$$Tasa\ de\ error = \left(\frac{16}{250} \right) * 100$$

$$Tasa\ de\ error = 6.4 \%$$

Este resultado indica que, por cada 100 pares despachados, aproximadamente 6 presentaban errores. El error más frecuente que se puede evidenciar es el cruce de tallas. Al proyectar este porcentaje sobre la producción semestral promedio, se estimó que la empresa gestionaba un volumen considerable de devoluciones evitables, lo que impactaba directamente en la rentabilidad por costos de logística inversa y pérdida de imagen corporativa.

Diagrama de flujo del proceso de inventario actual

Para representar de forma clara la interacción de la cadena de suministro interna, como se muestra en el Gráfico 7, se modeló el macroproceso con la notación estándar BPMN 2.0, utilizando Bizagi Modeler como herramienta de diseño. El diagrama integra en un

solo flujo transversal las fases de Recepción, Custodia y Despacho, ofreciendo una visión completa del sistema. Sin embargo, el esquema pone en evidencia una limitación crítica: la dependencia de registros manuales físicos, que operan como silos de información. Esta práctica impide la actualización en tiempo real del stock y genera discrepancias persistentes entre el inventario físico y el teórico, afectando la confiabilidad del sistema de gestión.

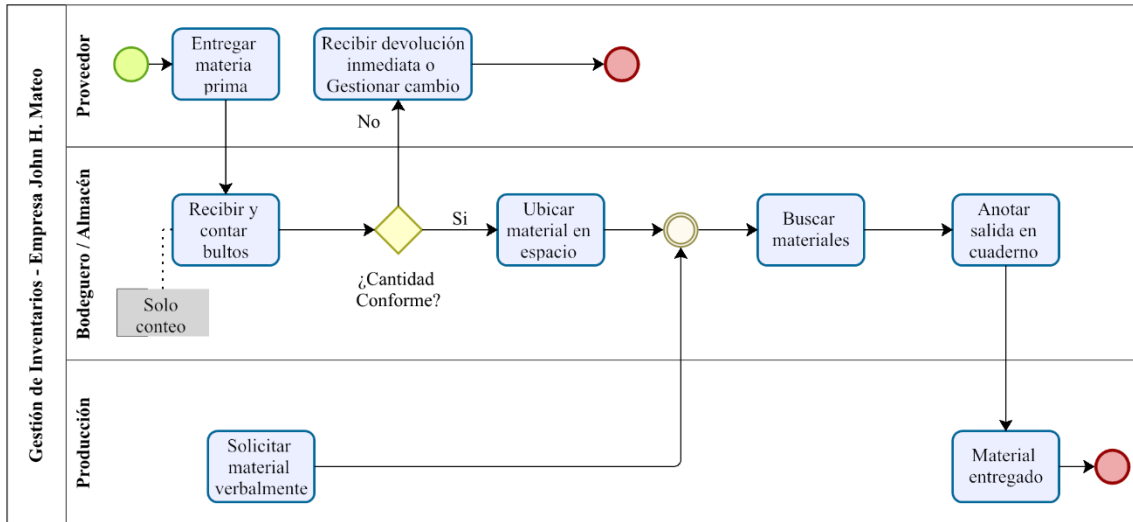


Gráfico 7. Diagrama de flujo integral de la gestión de inventarios

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Identificación de puntos críticos.

El análisis del flujo operativo y de las condiciones de almacenamiento condujo a la identificación de las causas raíz responsables de las diferencias de inventario y los errores de despacho. Para sistematizar este proceso, como se detalla en el Gráfico 8, se empleó el diagrama de causa efecto, herramienta que permitió clasificar los problemas bajo la metodología de las seis emes. Este esquema ordena la información y revela la interdependencia de los factores, al mostrar cómo la combinación de deficiencias técnicas y organizativas impacta de forma directa en el sistema logístico.



Gráfico 8. Diagrama de causa-efecto: Gestión deficiente de inventarios

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

El análisis gráfico evidenció que la problemática es sistémica y no puntual. Tres factores críticos concentran el mayor impacto en la ineficiencia:

- **Método deficiente por almacenamiento caótico:** la falta de una estrategia clara de ubicación provoca tiempos muertos. Al no existir zonificación ni códigos, los trabajadores deben buscar ítems de forma desordenada y almacenan productos nuevos sobre antiguos, dificultando la rotación bajo el principio de Primeras Entradas, Primeras Salidas (PEPS).
- **Brecha tecnológica por gestión manual:** el uso de cuadernos físicos fragmenta la información y evita la actualización inmediata del inventario. Esto genera compras de pánico y quiebres de stock por faltantes que en realidad no existen.
- **Carencia de medición y control:** la ausencia de protocolos de inspección en la recepción y despacho permite que los errores pasen inadvertidos. El 6.4 % de devoluciones es consecuencia directa de no contar con filtros de calidad en los puntos de transferencia.

Análisis Estadístico de la Demanda

Para realizar el análisis cuantitativo de la demanda se utilizaron los registros históricos de facturación de los periodos semestrales de los años 2024 y 2025. El objetivo principal fue reconocer los patrones de consumo, las tendencias de crecimiento y la estacionalidad específica de cada línea de producto, de manera que el modelo de inventarios planteado se sustente en evidencia empírica y confiable.

Comportamiento histórico de las ventas.

El procesamiento de la información incluyó la depuración de los registros de venta, eliminando devoluciones y anulaciones para obtener la demanda neta real. Con estos datos se construyó la matriz consolidada de ventas por cada línea de producto, que resume el movimiento de unidades físicas en el horizonte de evaluación y permite visualizar de manera estructurada los patrones de consumo que fundamentan el modelo de inventarios propuesto.

Como se evidencia en la Tabla 6, la empresa mantiene un volumen de producción semestral que oscila entre los 2.700 y 3.200 pares. Se observa un crecimiento notable en el segundo semestre de 2025, impulsado principalmente por el repunte de la línea escolar, que alcanzó su máximo histórico con 1.710 unidades.

Tabla 6. Consolidado histórico de la demanda por líneas

Periodo	Línea Escolar (pares)	Línea Casual (pares)	Línea Botín (pares)	Total (pares)	Participación
Ene - Jun 2024	1 334	1 313	132	2 779	24,0%
Jul - Dic 2024	1 465	1 252	163	2 880	24,7%

Periodo	Línea Escolar (pares)	Línea Casual (pares)	Línea Botín (pares)	Total (pares)	Participación
Ene - Jun 2025	1 347	1 305	158	2 810	24,1%
Jul - Dic 2025	1 710	1 328	153	3 191	27,2%
Total	5 856	5 198	606	11 660	100%
Promedio Semestral	1 464	1 300	152	2 915	-

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

A continuación, se presenta la evolución gráfica de las ventas semestrales, lo que permite visualizar la dispersión y las tendencias de consumo descritas anteriormente. En el Gráfico 9 se aprecia claramente la estacionalidad de la Línea Escolar, que marca los picos de producción de la planta, frente a la estabilidad de la Línea Casual.

A continuación, se presenta la evolución gráfica de las ventas semestrales, lo que permite visualizar la dispersión y las tendencias de consumo descritas en la tabla anterior:

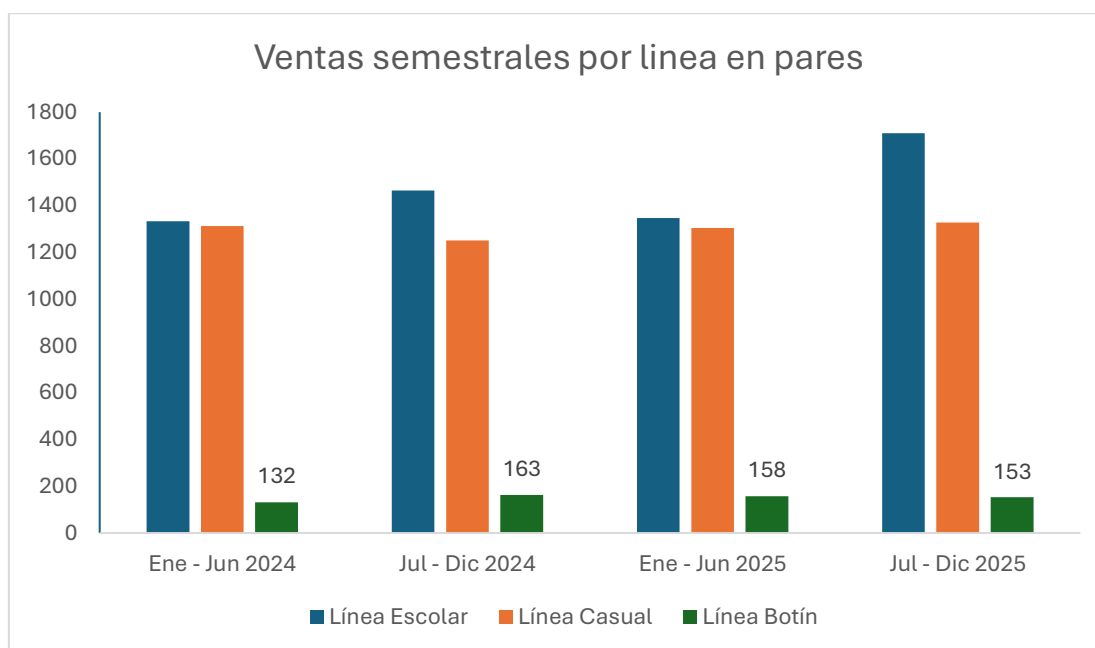


Gráfico 9. Evolución comparativa de la demanda por líneas (2024-2025)

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Al aislar el comportamiento de la demanda durante el último periodo fiscal (2025), se evidencia una alta dependencia de la Línea Escolar, la cual absorbe el 50.9% de la capacidad productiva de la planta. Esta concentración en un producto estacional (con picos en enero y agosto) contrasta con la Línea Casual, que mantiene una participación sólida del 43.9%. Por otro lado, la Línea Botín representa únicamente un 5.2% de las

ventas, lo que sugiere que se trata de un producto complementario o de nicho que no justifica altos niveles de stock inmovilizado.

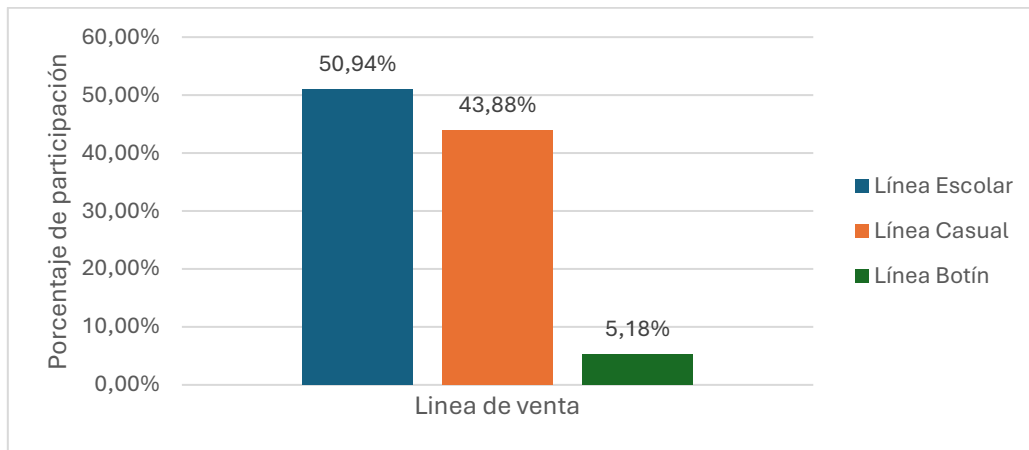


Gráfico 10. Participación de ventas por línea 2025

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Análisis de variabilidad y estacionalidad de la demanda

A partir de los registros históricos de ventas se realizó un análisis de dispersión, cuyo propósito fue determinar el nivel de predictibilidad en la comercialización de cada línea de calzado. Este hallazgo es crítico para la gestión de inventarios, ya que permite decidir si la adquisición de materiales debe contemplar stocks de seguridad o limitarse únicamente a la producción bajo pedido, optimizando así los recursos disponibles. Para visualizar el comportamiento de la demanda en el tiempo, se presenta el Gráfico 11 con las tendencias lineales:

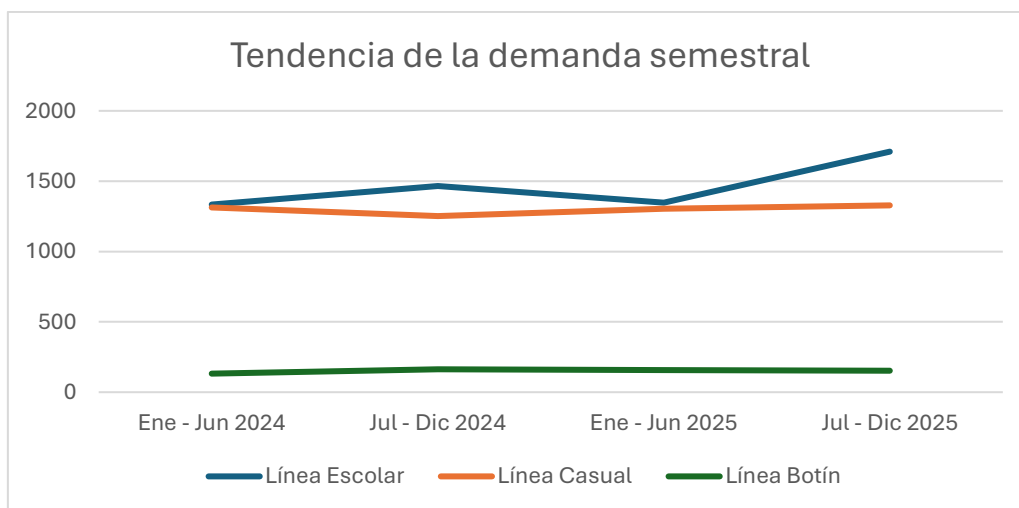


Gráfico 11. Tendencia de la demanda semestral por líneas de producto

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

- A. Línea Escolar.** Esta categoría representa el 50,2% de la venta total acumulada, con 5.856 pares. Su comportamiento exhibe una marcada estacionalidad positiva en los segundos semestres de cada año (período julio-diciembre).
- Evidencia: Durante el segundo semestre de 2025, la empresa experimentó un aumento del 27,0 % en sus ventas, al pasar de 1.347 a 1.710 pares.
 - Causa: Este comportamiento se explica por el inicio del ciclo escolar en el régimen Sierra, lo que genera la necesidad de acumular inventario de cuero negro y suelas escolares en los meses de junio a agosto, asegurando la disponibilidad de productos y evitando quiebres de stock.
- B. Línea Casual.** La línea casual representa el 44,6 % de las ventas (5.198 pares), convirtiéndose en el producto que sostiene el flujo de efectivo de la empresa y asegura liquidez constante.
- Análisis de variabilidad: A diferencia de la línea escolar, esta categoría muestra una desviación estándar muy baja (33.5 pares). Sus ventas semestrales se mantienen con notable estabilidad, oscilando entre 1.250 y 1.330 pares.
 - Implicación: Esta consistencia, reflejada en un coeficiente de variación reducido (2.6), indica que los insumos clave como cuero graso y suelas sport pueden administrarse bajo modelos determinísticos de EOQ, ya que la demanda es altamente predecible a lo largo del año.
- C. Línea Botín.** Esta línea de producto representa apenas el 5,2 % de las operaciones, con un total de 606 pares en dos años.
- Comportamiento: Las ventas se caracterizan por ser esporádicas y de bajo volumen, con un promedio de 25 pares mensuales.
 - Diagnóstico: La acumulación de inventario de materiales exclusivos, como suelas de tracción o cueros hidrofugados, no resulta eficiente desde el punto de vista financiero. Por ello, se recomienda adoptar una política de producción bajo pedido, ajustada a la demanda real y evitando costos innecesarios.

Para dimensionar con precisión el grado de volatilidad de cada línea de producto, se procedió al cálculo de la Desviación Estándar (σ) y el Coeficiente de Variación (CV). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 7 :

Tabla 7. Indicadores estadísticos de variabilidad por cada línea de producto

Indicador	Línea Escolar	Línea Casual	Línea Botín
Promedio Semestral (\bar{x})	1.464 pares	1.300 pares	152 pares
Desviación Estándar (σ)	173,4	33,5	13,8
Coeficiente de Variación (CV)	11,8%	2,6%	9,1%
Clasificación de Demanda	Estacional / Variable	Estable	Baja Rotación

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Clasificación de Inventarios

La empresa administra sus insumos con costos diferenciados, lo que hace ineficiente la aplicación de controles uniformes. No es comparable la gestión de un metro de cuero, de alto costo, con la de una caja de cartón, de bajo costo. Para establecer prioridades y asignar recursos de manera racional, se recurrió al sistema de clasificación ABC, basado en el Principio de Pareto, que reconoce que un pequeño grupo de artículos concentra la mayor parte del valor.

Estructura de costos y consumo.

Durante la primera fase se elaboró el listado maestro de materiales, se registró las variables esenciales para el cálculo: la demanda anual proyectada y el costo unitario de adquisición. El análisis se centró en los insumos directos vinculados a la producción de las líneas Escolar, Casual y Botín. La valorización del inventario se realizó aplicando la fórmula:

$$\text{Costo_Total}_i = (\text{Unidades_Vendidas}_i) * (\text{Costo_Unitario}_i)$$

De esta manera, el inventario físico se tradujo en valores monetarios, permitiendo identificar la participación financiera de cada material en el flujo de caja empresarial.

Jerarquización por valor total.

La primera fase consistió en consolidar el listado maestro de materiales, incorporando la demanda anual proyectada y el costo unitario de adquisición. Con estos datos se calculó el costo total anual por ítem, organizando los materiales en orden descendente según su peso económico.

La Tabla 8 evidencia una marcada concentración del valor: los cuatro primeros insumos, correspondientes a cueros y suelas, representan el 79.5 % de la inversión total, mientras que el resto de los materiales muestra una participación marginal.

Tabla 8. Matriz de valorización y jerarquización de inventarios

Orden	Producto	Costo total	Costo porcentual	Costo acumulado	Clasificación
1	Cuero Selva Negro	\$ 41.256,00	43,72%	43,7%	A
2	Plantas (Suelas Casual)	\$ 27.504,00	29,15%	72,9%	A
3	Plantitoalla (Confort)	\$ 3.484,60	3,69%	76,6%	A
4	Pasadores	\$ 2.750,40	2,91%	79,5%	A
5	Sapla	\$ 2.295,00	2,43%	81,9%	B
6	Pig Aparado (Forro)	\$ 2.292,50	2,43%	84,3%	B
7	Punteras y Talones	\$ 1.836,00	1,95%	86,3%	B

Orden	Producto	Costo total	Costo porcentual	Costo acumulado	Clasificación
8	Pega Blanca (PVC)	\$ 1.525,00	1,62%	87,9%	B
9	Pega Empastado	\$ 1.342,00	1,42%	89,3%	B
10	Pega Aparado	\$ 1.128,50	1,20%	90,5%	B
11	Carton (Plantillas)	\$ 1.071,00	1,13%	91,7%	B
12	Cambrella (Refuerzo)	\$ 1.038,70	1,10%	92,8%	B
13	Etiquetas Aparado	\$ 916,80	0,97%	93,7%	B
14	Fundas (Empaque)	\$ 732,00	0,78%	94,5%	B
15	Esponja (Lengüeta)	\$ 688,50	0,73%	95,2%	C
16	Etiquetas Plantillas	\$ 611,20	0,65%	95,9%	C
17	Pig Arreglado	\$ 560,00	0,59%	96,5%	C
18	Etiqueta Pasador	\$ 488,96	0,52%	97,0%	C
19	Pega Emplantillado	\$ 480,00	0,51%	97,5%	C
20	Tinta Arreglado	\$ 420,00	0,45%	97,9%	C
21	Activador	\$ 375,00	0,40%	98,3%	C
22	Laca	\$ 360,00	0,38%	98,7%	C
23	Etiquetas Terminado	\$ 305,60	0,32%	99,0%	C
24	Vulcanizante	\$ 270,00	0,29%	99,3%	C
25	Etiquetas Números	\$ 152,50	0,16%	100,0%	C
26	Pega Arreglado	\$ 140,00	0,15%	99,6%	C
27	Hilo de Coser	\$ 130,00	0,14%	99,8%	C
28	Grampas	\$ 96,00	0,10%	99,9%	C
29	Esponjas Arreglado	\$ 60,00	0,06%	99,9%	C
30	Plastiflechas	\$ 54,00	0,06%	100,0%	C

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Segmentación ABC y análisis de resultados.

La Tabla 9 presenta el resumen de la estratificación realizada, validando el cumplimiento del principio de Pareto en la estructura de costos de la empresa. Los resultados evidencian una marcada concentración del valor monetario en un número reducido de códigos.

Específicamente, la Clasificación A está compuesta por 4 productos (apenas el 13.3 % del catálogo) que, sin embargo, controlan el 79 % de la inversión total en inventarios. Esto indica que la gestión financiera de la empresa depende críticamente de estos cuatro insumos.

Por el contrario, la política actual de tratamiento uniforme resulta ineficiente al observar la Clasificación C: se destinan recursos operativos para gestionar 16 productos (el 53.3 % de los artículos físicos) que apenas representan un 6 % del costo total acumulado.

Tabla 9. Resumen de participación por clasificación ABC

Clasificación ABC	Cantidad de productos	Participación	Lectura
A	4	13,3 %	El 13 %de los productos representan el 79% del costo
B	10	33,3 %	El 33 %de los productos representan el 15% del costo
C	16	53,4 %	El 53,4 %de los productos representan el 5,5 % del costo

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

La Tabla 9 evidencia que la política actual de la empresa, basada en un tratamiento uniforme de todos los ítems, es poco eficiente. Se invierte el mismo esfuerzo administrativo en gestionar los materiales de Clase C, que constituyen el 53,3 % de los artículos físicos, pero apenas el 6 % del costo acumulado, que en los materiales estratégicos.

La propuesta de mejora se orienta a automatizar la reposición de estos ítems de bajo valor (C), de modo que los recursos de planificación puedan enfocarse exclusivamente en la supervisión de los 4 productos críticos de Clase A, los cuales, como se señaló anteriormente, controlan la mayor parte del capital de trabajo.

Análisis de Costos de Inventario Actuales

La gestión empírica del abastecimiento no solo genera desorden operativo, sino que impacta directamente en la estructura financiera de la empresa. Para dimensionar el problema, se cuantificaron las pérdidas económicas derivadas de dos factores: el costo de mantener capital inmovilizado en bodega y el costo de detener la producción por falta de materiales.

Costos de mantenimiento y almacenamiento.

Este indicador refleja el gasto anual que asume la empresa por custodiar el inventario. Para su cálculo, se tomó como base el Valor Total del Inventario (\$ 94.370,36)

determinado en la proyección ABC 2025, aplicando los factores de costo de oportunidad, riesgo y operatividad.

- **Costo de Oportunidad.** Considerando una Tasa Activa Referencial del 12%, el mantener más de \$94.000 dólares en materiales almacenados generan un costo financiero significativo que la empresa deja de percibir o paga en intereses.
- **Costo por Obsolescencia y Deterioro** Debido a la falta de condiciones adecuadas de preservación, se estima una merma anual del 3% sobre el valor del inventario, afectando principalmente a cueros y químicos.
- **Costos Operativos.** Incluye la alícuota de alquiler (\$150 mes) y el tiempo improductivo del personal que dedica aproximadamente el 20 % de su jornada a buscar materiales o reordenar el caos de la bodega.

Al aplicar estos factores sobre el valor retenido, se obtiene la estimación anual de los gastos de mantenimiento, valores detallados en la tabla 10.

Tabla 10. Estimación anual de costos de mantenimiento de inventario

Rubro de Costo	Base de Cálculo (Valor Inventario: \$94.370)	Tasa / Factor	Costo Anual (\$)
Costo de Capital (Oportunidad)	\$ 94.370,36	12%	\$ 11.324,44
Obsolescencia (Mermas)	\$ 94.370,36	3%	\$ 2.831,11
Almacenamiento (Bodega)	\$150,00 mens. x 12	Fijo	\$ 1.800,00
Mano de Obra (Tiempos muertos)	\$460,00 (Salario) x 12	20%	\$ 1.104,00
Total			\$ 17.059,55
Tasa de posesión	\$ 17.059,55 / \$ 94.370,36		18,1%

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Costos de ruptura de stock.

Más que el exceso de inventario, el verdadero impacto de la falta de planificación se manifiesta en la escasez de materiales. El costo de ruptura fue determinado en función de la Capacidad Ociosa, entendida como las horas de producción perdidas por la ausencia de insumos críticos de Clase A, lo que evidencia la vulnerabilidad operativa del sistema.

- **Lucro Cesante por Parada de Planta:** En el último periodo, de 960 horas planificadas, la fábrica dejó de producir durante 225 horas debido al desabastecimiento de insumos críticos. Considerando un valor estándar de \$15,00 por hora operativa, la pérdida se refleja de manera inmediata en los resultados financieros.
- **Costos de Logística Inversa y Compras Urgentes:** Se incluyen los gastos adicionales por compras de emergencia, con un recargo del 15 % sobre el precio minorista y los costos logísticos de gestionar devoluciones por errores de

despacho, tales como fletes y reempaquetado. Para cuantificar el impacto económico de la logística inversa, se realizó una proyección basada en la Tasa de Error en Despachos del 6,40 % calculada con la Ecuación 1. Aplicando este factor al volumen de producción anual de 2025 (6.001 pares), se estima un retorno anual de 384 pares que requieren reingreso a planta.

La suma de estos rubros refleja el impacto financiero de las fallas de servicio, cuya cuantificación se consolida en la tabla 11.

Tabla 11. Costos anuales por ineficiencia en el servicio

Concepto de Costo	Cálculo / Frecuencia	Costo Anual (\$)
Paradas de planta	225 horas x \$15,00/hora	\$ 3.375,00
Logística inversa	384 pares devueltos x \$3,50/u	\$ 1.344,00
Compras de urgencia	\$4.500 bases x 15% recargo	\$ 675,00
Total		\$ 5.394,00

Fuente: Registro de ventas Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Al consolidar los costos de mantenimiento y ruptura, se obtiene la pérdida total anual que genera el actual sistema de gestión:

$$Pérdida_{Total} = \$17.059,55 (Mant.) + \$5.394,0 (Ruptura) = 22.453,55$$

La empresa John H. Mateo enfrenta un costo de ineficiencia logística de \$ 22.453,55 anuales, lo que representa el 23,8 % $((22.453,55 / 94.370,36) \times 100)$ del valor total de su inventario. Esta cifra demuestra que la falta de un sistema de gestión de inventarios no es solo un problema administrativo, sino una fuga de capital que compromete la rentabilidad y sostenibilidad del negocio a largo plazo. Para delimitar el alcance del proyecto, la tabla 12 establece los lineamientos académicos y temporales del área de estudio.

Área de estudio

Tabla 12. Lineamientos del área de estudio

Categoría	Descripción
Dominio	Tecnología y Sociedad
Línea de investigación	Sistemas Industriales
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Gestión de sistemas productivos
Aspecto	Optimización del control de inventarios mediante modelo ABC
Objeto de estudio	Sistema de control de inventarios en pequeñas empresas de calzado
Periodo de análisis	Octubre 2025 – enero 2026

Fuente: Universidad Indoamérica

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Descripción del modelo operativo

El modelo propuesto se estructura bajo un enfoque sistémico compuesto por cuatro componentes secuenciales. Cada componente agrupa una serie de actividades técnicas diseñadas para transformar la gestión empírica actual en un proceso basado en datos, optimización y control visual. A continuación, en el gráfico 12 se describen los elementos que integran la arquitectura del sistema:

Modelo operativo

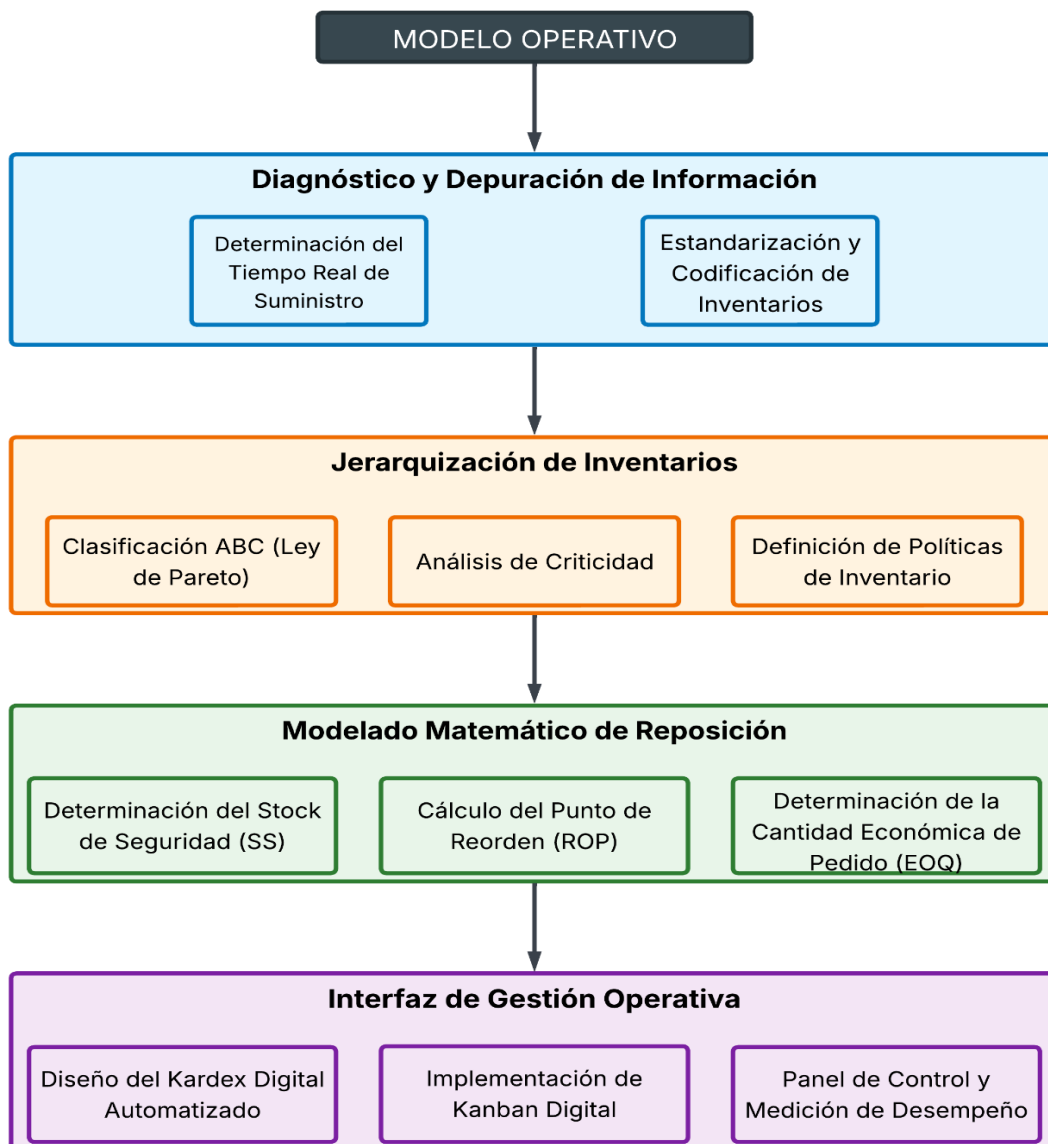


Gráfico 12. Modelo operativo

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Componente 1: Diagnóstico y Depuración de Información

Este primer bloque funciona como la fase de entrada (*input*). Su finalidad es normalizar y validar los datos históricos de la empresa para mitigar la incertidumbre antes de ejecutar cualquier proyección.

- **Actividad 1.1: Determinación del Tiempo Real de Suministro.** Se auditan los ciclos de compra históricos de los proveedores críticos utilizando como fuente de verificación las facturas físicas y las órdenes de recepción de los últimos dos periodos fiscales. El procedimiento sustituye los tiempos de entrega teóricos por tiempos reales ajustados al riesgo, considerando tanto el promedio como la desviación estándar.
- **Actividad 1.2: Estandarización y Codificación de Inventarios.** Se implementa un catálogo de materiales con codificación única (SKU) mediante el uso de una base de datos maestra en hojas de cálculo y etiquetas físicas de identificación. y se ejecuta un levantamiento de inventario físico inicial para asegurar la veracidad del saldo de arranque del sistema.

Componente 2: Segmentación Estratégica (ABC)

Fase orientada a la jerarquización de los recursos. Se aplica una discriminación selectiva para diferenciar los artículos críticos de los triviales, asignando políticas de gestión acordes a su importancia.

- **Actividad 2.1: Clasificación ABC (Ley de Pareto).** El proceso agrupa los materiales en función de su valor de consumo anual. Para esta etapa, el modelo integra el formato denominado matriz de valorización y jerarquización de inventarios. Este registro cuantitativo en hoja de cálculo consolida el código del artículo, la demanda proyectada, el costo unitario y el porcentaje de participación financiera. La aplicación de este instrumento identifica el grupo de insumos que absorbe la mayor inversión para categorizarlos como clase A.
- **Actividad 2.2: Análisis de Criticidad.** Este paso evalúa de forma cualitativa cada material frente al riesgo de desabastecimiento. La herramienta metodológica aplicada es la matriz de clasificación multicriterio. Este formato cruza el peso económico del insumo con su impacto directo en la producción. El registro documenta y justifica el ascenso de artículos de bajo costo hacia categorías de alta prioridad si su escasez detiene la línea de montaje.
- **Actividad 2.3: Definición de Políticas de Inventario.** Se establecen las estrategias de reabastecimiento para cada segmento. El documento rector que materializa esta actividad es el manual de procedimientos logísticos, el cual contiene la matriz de estrategias de gestión diferenciada. Este registro formaliza los niveles de servicio exigidos, los modelos de revisión aplicables (continua o periódica) y las rutas de acción obligatorias ante retrasos de proveedores.

Componente 3: Modelado Matemático de Reposición

Es el núcleo de ingeniería del modelo. En esta fase se calculan los parámetros probabilísticos que responderán a las preguntas de "cuánto" y "cuándo" pedir, minimizando los costos totales de gestión.

- **Actividad 3.1: Determinación del Stock de Seguridad (SS).** Se calcula el nivel mínimo de existencias aplicando fórmulas estadísticas de dispersión sobre la base de datos de la demanda histórica y los tiempos de entrega. De esta forma se garantiza un nivel de servicio objetivo.
- **Actividad 3.2: Cálculo del Punto de Reorden (ROP).** Se define como el nivel de inventario exacto para generar una orden de compra, integrando en la hoja de cálculo las variables de demanda promedio diaria y el lead time del proveedor, sumado al stock de seguridad predefinido.
- **Actividad 3.3: Determinación de la Cantidad Económica de Pedido (EOQ).** Se aplica el modelo de costos mínimos utilizando la ecuación de Wilson alimentada con los costos de ordenar y mantener (S y H) previamente levantados, para definir el tamaño de lote óptimo que equilibra los costos logísticos.

Componente 4: Interfaz de Gestión Operativa

Constituye la herramienta tangible de soporte a decisiones (*Output*). Integra los cálculos anteriores en un sistema funcional que automatiza el control y facilita la visualización del estado del almacén.

- **Actividad 4.1: Diseño del Kardex Digital Automatizado.** Se estructura una base de datos relacional desarrollada en Microsoft Excel con el uso de macros y formularios de ingreso para el registro de entradas y salidas en tiempo real, asegurando la trazabilidad de cada movimiento.
- **Actividad 4.2: Implementación de Kanban Digital.** Se programa un sistema de alertas visuales mediante reglas de formato condicional y funciones lógicas anidadas que notifican automáticamente al usuario sobre la necesidad de reposición (Amarillo) o situaciones críticas (Rojo) según los niveles de stock definidos.
- **Actividad 4.3: Panel de Control y Medición de Desempeño.** Se diseña un *dashboard* de indicadores clave (KPI) utilizando gráficos dinámicos y segmentación de datos para visualizar la Exactitud de Registro de Inventario (ERI) y la Cobertura de Stock, permitiendo el monitoreo continuo de la salud logística de la empresa.

CAPÍTULO III PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Diagnóstico y depuración de información

La construcción del modelo de gestión de inventarios requirió una auditoría completa de los registros históricos de la empresa correspondientes al periodo fiscal 2025. Se procesaron dos fuentes de información primaria: el registro de ventas consolidadas para determinar el comportamiento de la demanda y las guías de remisión de los proveedores para validar la confiabilidad del abastecimiento. Este análisis cuantitativo sirvió como *input* fundamental para eliminar la incertidumbre operativa y sustituir las decisiones empíricas por parámetros estadísticos confiables. El procesamiento de estos datos permitió identificar patrones ocultos de variabilidad que anteriormente pasaban desapercibidos para la gerencia, pero que afectaban directamente el flujo de caja y el nivel de servicio.

A. Determinación del Tiempo Real de Suministro

Una vez caracterizado el comportamiento de la demanda, se procedió a auditar la capacidad de respuesta de la cadena de suministro. Para ello, se contrastaron las fechas de emisión de las órdenes de compra contra las guías de remisión ingresadas en almacén durante el ejercicio fiscal 2025. El objetivo de este escrutinio fue determinar el *Lead Time* Real (L) y su variabilidad (σ), dos variables que el modelo empírico de la empresa consideraba erróneamente como constantes.

La auditoría a los registros de los proveedores procesó un total de 44 eventos de compra y reveló una dicotomía operativa entre los proveedores críticos. Mientras el suministro de pieles ("Proveedor B") mantuvo una estabilidad notable con un tiempo de entrega promedio de 3,25 días y una desviación estándar mínima ($\sigma_L = 0,45$), el abastecimiento de suelas ("Proveedor A") presentó variaciones.

Aunque la promesa comercial estipulada en contrato era de 5 días laborables, la realidad operativa demostró un tiempo medio de 7,65 días, con una desviación estándar σ_L de 2,69 días. Esta variabilidad estadística implica que el proceso de abastecimiento de suelas se encuentra fuera de control, con picos de entrega de hasta 13 días, como ocurrió en el mes de mayo.

Para ilustrar este comportamiento, la Tabla 13, expone una muestra representativa de seis eventos extraídos de la base general. Resulta imperativo indicar que el cálculo de la desviación y el diseño del modelo de inventario propuesto se sustentan en la totalidad de

los 44 registros procesados. La inestabilidad del proveedor principal obligó a la planta a ejecutar compras locales de emergencia, con plazos irregulares y sobrepuestos para evitar la paralización de la línea productiva.

De igual manera, el abastecimiento con el Proveedor C, cuya promesa es de 15 días, registró retrasos críticos de hasta 27 días debido a fallas en su maquinaria de impresión. Estos datos empíricos justifican la necesidad matemática de establecer un inventario de seguridad que proteja la línea de montaje frente a la incertidumbre externa.

Este bloque reemplaza toda la redacción anterior de esa sección. De esta manera, el jurado evaluador notará que el diagnóstico de los tiempos de entrega posee un sustento estadístico riguroso y que la tabla solo cumple una función visual. Revisa el texto y confírmame si lograste integrarlo en tu archivo para continuar con la siguiente observación de la matriz.

Tabla 13. Auditoría de Tiempos de Entrega y Detección de Quiebres

Fecha Pedido	Proveedor	Material	Promesa	Lead Time Real	Retraso	Estado Operativo
01-ene	PROVEEDORA A	Suelas	5	8	+3	Alerta Leve
15-may	PROVEEDORA A	Suelas	5	13	+8	Parada de Planta
12-jul	PROVEEDOR B	Cuero	3	3	0	Flujo Normal
13-sep	PROVEEDORA A	Suelas	5	20	+15	Fallo en Temp. Alta
02-oct	PROVEEDORA A	Suelas	5	7	+2	Alerta Leve
04-nov	PROVEEDORA A	Suelas	5	9	+4	Fallo Cierre de Año

Fuente: Registro de proveedores Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

La consecuencia financiera de este problema logístico fue la ejecución forzosa de compras de emergencia, al agotarse el *stock* de seguridad empírico durante los fallos críticos de mayo y septiembre, la gerencia tuvo que autorizar la adquisición de material a revendedores locales para reactivar la línea de producción.

Se identificaron dos eventos específicos (17 de mayo y 20 de septiembre) en los cuales se adquirieron un total de 105 pares de suelas bajo esta modalidad. Esta acción correctiva generó un sobrecosto directo de \$ 210,00 USD, el cual represento un 44 % sobre el valor estándar del insumo, lo que influyo directamente sobre el margen de contribución del producto terminado. La tabla 14 cuantifica los sobrecostos asumidos por la organización tras reactivar la producción con compras no planificadas

Tabla 14. Costos de la No Calidad: Compras de Emergencia (2025)

Fecha Evento	Material	Cantidad	Precio Estándar	Precio Emergencia	Sobrecosto Total
17-may	Suelas	50	\$4.50	\$6.50	\$100.00
20-sep	Suelas	55	\$4.50	\$6.50	\$110.00
TOTAL		105			\$210.00 USD

Fuente: Registro de proveedores Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

B. Estandarización y Codificación de Inventarios

La fase final de la depuración de información intervino la nomenclatura de los materiales para eliminar la duplicidad de registros que viciaba la base de datos histórica. La auditoría diagnóstica detectó que un mismo insumo aparecía registrado bajo múltiples denominaciones comerciales, falla que fragmentaba el historial de consumo e impedía la trazabilidad.

Para subsanar este desorden, se estructuró un catálogo maestro que consolidó los insumos en 30 categorías únicas. A cada ítem se le asignó un código alfanumérico estandarizado, identificador que sirvió como llave primaria para la vinculación de todas las transacciones futuras en el sistema Kardex. Con la codificación definida, se ejecutó un levantamiento de inventario físico inicial para establecer el saldo de arranque. Esta acción permitió ajustar las discrepancias por mermas no reportadas y garantizó una base de datos veraz para la ejecución del modelo matemático propuesto.

Jerarquización de inventarios

Tras validar los tiempos reales de abastecimiento y la demanda estacional, se procedió a la estructuración matemática del nuevo sistema de compras. Esta fase tuvo como objetivo sustituir el criterio subjetivo por reglas de decisión cuantitativas, diseñadas para minimizar los costos de compra, pedido y almacenamiento, sin comprometer la continuidad operativa de la planta. El modelo se construyó sobre dos pilares fundamentales: una clasificación jerárquica de los materiales y la determinación de los parámetros óptimos de reposición.

A. Clasificación ABC

Dada la variedad de insumos que contiene el portafolio de productos, se aplicó una segmentación multicriterio que integró la perspectiva financiera con el riesgo operativo. En primera instancia, se valorizó el consumo anual proyectado de los 30 *SKUs* (*Stock Keeping Units*) identificados en el maestro de materiales. Al ordenar estos ítems de manera descendente según su impacto en el flujo de caja, se observó un cumplimiento estricto del Principio de Pareto (80/20): un número reducido de artículos concentraba la mayor parte de la inversión.

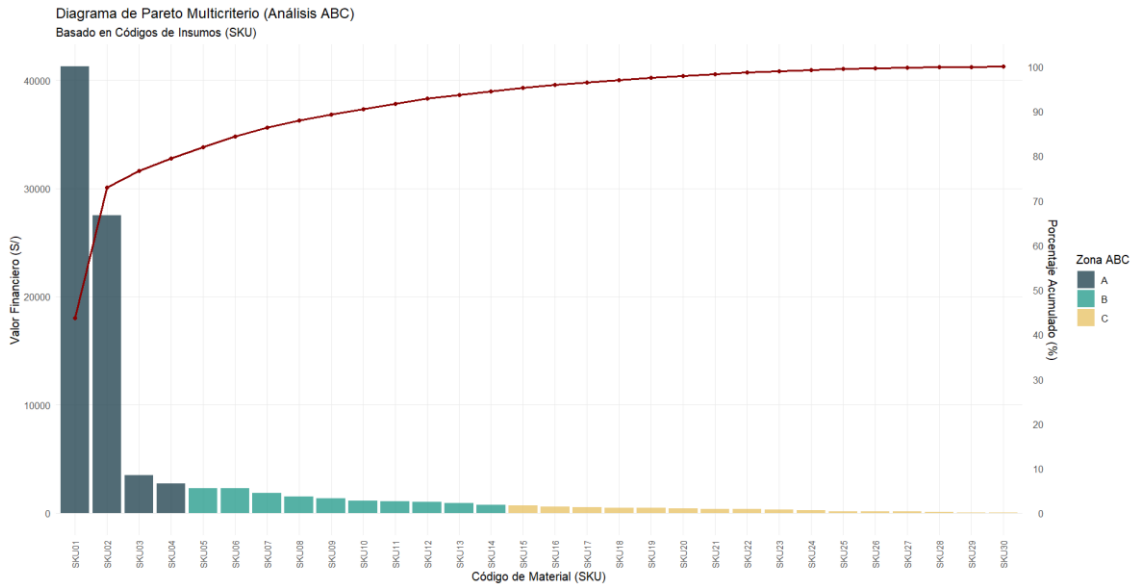


Gráfico 13. Diagrama de Pareto (Valorización del Inventario)

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

El Gráfico 13 evidencia una marcada asimetría en la distribución del gasto anual. Para mantener la legibilidad visual y acatar la exigencia de trazabilidad del tribunal, el eje horizontal del diagrama emplea la codificación alfanumérica de los 30 materiales, desde el identificador SKU-01 hasta el SKU-30. Esta técnica de diseño erradica la saturación de caracteres en la imagen y dirige al lector a verificar la identidad exacta de cada código en la tabla de leyenda adjunta a la figura.

Las barras iniciales, asignadas al cuero selva negro y las plantas de suelas bajo sus respectivos códigos, dominan la estructura de costos al absorber cerca del 73 % del presupuesto logístico total. Esta concentración demuestra que la viabilidad financiera del inventario depende casi de forma exclusiva del rigor aplicado sobre estos materiales estratégicos. En oposición, los artículos desplegados en la cola de la curva ilustran una variedad de insumos auxiliares. A pesar de su elevado volumen físico en las perchas de la bodega, elementos como etiquetas o cajas representan una fracción marginal del capital inmovilizado en la empresa de calzado John H. Mateo.

B. Análisis de Criticidad

Sin embargo, la clasificación puramente financiera resultó insuficiente para garantizar la continuidad operativa. Insumos de bajo costo, como las etiquetas o el pegamento, tienen la capacidad de detener la línea de producción si se agotan. Por ello, se definió una categorización multicriterio que reclasifica los materiales según su impacto real en la planta:

- **Clase A (Estratégicos):** Materiales que exigen control riguroso y revisión continua. Representan el 76 % del presupuesto anual pero solo el 15 % de las referencias. Incluye el Cuero Selva Negro y las Suelas.
- **Clase B (Tácticos):** Insumos de valor intermedio y riesgo moderado, como pegamentos y forros. Se gestionarán con revisiones mensuales.

- **Clase C (Operativos):** Artículos de bajo valor (cajas, fundas). Aunque su impacto financiero es marginal, su disponibilidad se garantizará mediante *stocks* de seguridad altos para evitar quiebres por descuidos administrativos.

Tabla 15 Clasificación ABC de los materiales

Material	Unidad	Costo Unit. (\$)	Demanda Anual	Valor Total (\$)	% Partic.	Clase
Cuero Selva Negro	Pieza	\$110	375	\$41.256,00	42.47%	A
Suelas (Plantas Casual)	Par	\$4,58	6,001	\$27.504	28.32%	A
Plantitoalla (Confort)	Par	\$0,58	6,008	\$3.484,60	3.59%	A
Pasadores	Par	\$0,46	5,980	\$2.750,40	2.83%	A
Sapla	Plancha	\$7,65	300	\$2.295	2.36%	B
Pig Aparado (Forro)	m ²	\$9,17	250	\$2.292,50	2.36%	B
Punteras y Talones	Plancha	\$3,06	600	\$1.836,00	1.89%	B
Pega Blanca (PVC)	Litro	\$6,1	250	\$1.525,00	1.57%	B
Pega Empastado	Litro	\$5,37	250	\$1.342,00	1.38%	B
Pega Aparado	Litro	\$4,51	250	\$1.128,50	1.16%	B
Cartón (Plantillas)	Plancha	\$1,79	600	\$1.071,00	1.10%	B
Cambrella (Refuerzo)	m ²	\$4,15	250	\$1.038,70	1.07%	B
Etiquetas Aparado	Millar	\$9,17	100	\$916,80	0.94%	B
Fundas (Empaque)	Millar	\$7,32	100	\$732,00	0.75%	B
Esponja (Lengüeta)	Unidad	\$0,11	6,259	\$688,50	0.71%	C
Etiquetas Plantillas	Millar	\$6,11	100	\$611,20	0.63%	C
Pig Arreglado	m ²	\$5,6	100	\$560	0.58%	C

Material	Unidad	Costo Unit. (\$)	Demanda Anual	Valor Total (\$)	% Partic.	Clase
Etiqueta Pasador	Millar	\$4,89	100	\$488,96	0.50%	C
Pega Emplantillado	Litro	\$4,8	100	\$480	0.49%	C
Tinta Arreglado	Litro	\$4,2	100	\$420	0.43%	C
Activador	Litro	\$3,75	100	\$375	0.39%	C
Laca	Litro	\$3,6	100	\$360	0.37%	C
Etiquetas Terminado	Millar	\$3,06	100	\$305,60	0.31%	C
Vulcanizante	Litro	\$2,7	100	\$270	0.28%	C
Etiquetas Números	Millar	\$1,53	100	\$152,50	0.16%	C
Pega Arreglado	Litro	\$1,4	100	\$140	0.14%	C
Hilo de Coser	Cono	\$1,3	100	\$130	0.13%	C
Grampas	Caja	\$0,96	100	\$96	0.10%	C
Esponjas Arreglado	Unidad	\$0,1	600	\$60	0.06%	C
Plastiflechas	Caja	\$0,54	100	\$54	0.06%	C
TOTAL				\$94.364,26		

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Con el propósito de mejorar la gestión de inventarios, se realizó una reclasificación de los materiales considerando no solo su impacto económico, determinado mediante el análisis ABC, sino también su criticidad dentro del proceso productivo. Esta integración de criterios permite establecer políticas de control más adecuadas para cada tipo de material como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16 Clasificación ABC de materiales y reclasificación según criticidad

Material	Clasificación (Financiera)	ABC Clasificación Ajustada	Motivo de Ajuste
Cuero Selva Negro	A	A	Alto costo y crítico para producción
Suelas (Plantas Casual)	A	A	Alto impacto económico y operativo

Material	Clasificación (Financiera)	ABC Clasificación Final Ajustada	Motivo de Ajuste
Plantitoalla	A	A	Material necesario para confort del producto
Pasadores	A	A	Bajo impacto funcional, fácil reposición
Sapla	B	B	Material estructural importante
Pig Aparado (Forro)	B	B	Necesario para acabado interno
Punteras y Talones	B	B	Crítico para estructura del calzado
Pega Blanca (PVC)	B	B	Insumo esencial en ensamblaje
Pega Empastado	B	B	Uso frecuente pero no crítico
Pega Aparado	B	B	Impacta directamente en calidad del producto
Cartón (Plantillas)	B	B	Material complementario
Cambrella (Refuerzo)	B	B	Soporte estructural
Etiquetas Aparado	B	C	Bajo impacto operativo
Fundas (Empaque)	B	C	No afecta producción directa
Esponja (Lengüeta)	C	B	Mejora confort del producto
Etiquetas Plantillas	C	C	Bajo impacto
Pig Arreglado	C	C	Uso menor
Etiqueta Pasador	C	C	Bajo impacto

Material	Clasificación (Financiera)	ABC Clasificación Ajustada	Clasificación Final	Motivo de Ajuste
Pega Emplantillado	C	B		Apoya proceso productivo
Tinta Arreglado	C	C		No crítica
Activador	C	B		Necesario para adhesión
Laca	C	C		Acabado final
Etiquetas Terminado	C	C		Bajo impacto
Vulcanizante	C	B		Importante en fijación
Etiquetas Números	C	C		No crítico
Pega Arreglado	C	C		Uso menor
Hilo de Coser	C	B		Necesario en ensamblaje
Grampas	C	C		Fácil reposición
Esponjas Arreglado	C	C		Bajo impacto
Plastiflechas	C	C		No crítico

Fuente: Registro de proveedores Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Como resultado de este análisis, se diseñó la matriz de clasificación multicriterio, expuesta en la tabla 17, que regirá la nueva política de abastecimiento de la empresa:

Tabla 17 Matriz de Clasificación ABC Multicriterio 2025

Clase	Criterio de Inclusión	Materiales Clave	Política de Gestión Propuesta
A	Alta Inversión + Riesgo de Parada	Cuero Selva, Suelas (Plantas)	Control Just-in-Time, Lote Económico estricto, SS dinámico.
B	Valor Medio o Críticidad Técnica	Pegamentos, Forros, Etiquetas	Revisión mensual, compras consolidadas.
C	Bajo Valor + Alta Disponibilidad	Cajas, Pasadores, Herrajes	Compra semestral por volumen (minimizar fletes).

Fuente: Registro de proveedores Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

C. Definición de Políticas de Inventario

La integración de los parámetros matemáticos y la herramienta digital exige un marco normativo que regule la toma de decisiones logísticas. Hasta antes de esta intervención, la fábrica operaba bajo supuestos informales sujetos al criterio del personal de bodega. Para erradicar esta práctica, se estructuró un estatuto de aprovisionamiento. Este documento formaliza las reglas operativas que el sistema informático ejecuta de manera automática y transforma las fórmulas teóricas en directrices corporativas de estricto cumplimiento. El propósito de esta estandarización es proteger la operación contra la volatilidad del mercado y garantizar que el capital de trabajo se destine a insumos que aporten valor real al flujo productivo.

Política de Nivel de Servicio Objetivo

El primer paso estratégico consistió en fijar la probabilidad con la cual la empresa se compromete a cubrir la demanda de manufactura con el inventario disponible. Se determinó que buscar una disponibilidad absoluta resulta inviable a nivel financiero. Conforme el nivel de servicio se acerca a la unidad, el costo de retener el material crece en forma exponencial.

Bajo este principio de rendimientos decrecientes, la gerencia aprobó un nivel de servicio objetivo del 95 % para los cuatro materiales críticos de clase A. Esta regla asume un riesgo de ruptura controlado del 5 % anual. La decisión se fundamenta en un análisis de costos marginales, donde el gasto de almacenar unidades adicionales para cubrir la incertidumbre total supera el costo de oportunidad de una venta perdida. De este modo, el modelo prioriza el flujo de caja y concentra los recursos en proteger la demanda regular, sin sobreproteger la bodega contra eventos extremos, tal como sugiere el principio de compensación costo-servicio de Ballou (2004).

Sistema de Revisión de Inventarios

Para el control físico de las existencias, se descartó el enfoque homogéneo anterior y se adoptó un sistema de revisión dual, estructurado en estricto apego a la clasificación ABC. Esta segmentación optimiza el tiempo del recurso humano, pues dirige los esfuerzos de auditoría interna hacia los artículos de mayor impacto económico. Con esta medida, se elimina la supervisión intensiva sobre los 26 insumos de bajo aporte marginal para priorizar el rigor sobre los cuatro elementos que concentran la inversión de la empresa. Para formalizar esta distinción operativa, la Tabla 17 detalla las estrategias logísticas aplicables a cada categoría.

Como mecanismo de control físico para sostener este esquema de revisión dual, se descartó la práctica del inventario general anual, método que obligaba a suspender las operaciones productivas por varios días y arrojaba datos de vigencia muy corta. En su lugar, el estatuto de aprovisionamiento instaura la metodología de conteos cíclicos, una auditoría perpetua y muestral regida por la misma jerarquía financiera de los materiales. Esta regla operativa exige una frecuencia de verificación intensiva para el cuero con cincuenta y dos conteos al año, revisiones quincenales para las suelas y comprobaciones semestrales para el catálogo auxiliar de clase C. Distribuir el esfuerzo de esta manera garantiza una exactitud del registro de inventario superior al noventa y ocho por ciento

durante todo el periodo fiscal, detecta las discrepancias físicas a tiempo y blinda la confiabilidad de las decisiones de compra sin interrumpir la línea de montaje.

Tabla 18. Matriz de Estrategias de Gestión Diferenciada

Variable de control	Estrategia para clase A (4 materiales)	Estrategia para clases B y C (26 materiales)	Justificación técnica
Modelo de revisión	Revisión continua. Monitoreo permanente tras cada transacción logística.	Revisión periódica. Auditoría visual programada de forma mensual.	Los cuatro ítems críticos exigen reacción inmediata
Nivel de servicio	95 % de disponibilidad con riesgo de ruptura controlado.	98 % con máxima disponibilidad en perchas.	El costo de almacenamiento de los insumos operativos es marginal, cualidad que permite una mayor cobertura física.
Acción ante retraso	Compra local inmediata a proveedores de emergencia.	Sustitución de material o espera con insumos genéricos.	La falta de suelas detiene la línea de montaje
Acceso físico	Acceso restringido. Despacho exclusivo con vale autorizado.	Estantería abierta. Consumo a libre demanda de los operarios.	El control estricto de mermas se concentra en los artículos que absorben casi el 80 % de la inversión del inventario.

Fuente: Registro de proveedores Empresa de calzado John H Mateo, 2024 - 2025

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Modelos matemáticos de reposición

Una vez definidos los materiales críticos, el siguiente paso consistió en calcular las variables que rigen el nuevo sistema de reorden automático. El propósito de estos cálculos es sustituir el criterio subjetivo por una certeza estadística que garantice un nivel de servicio del 95 % con un factor de servicio zeta igual a 1,645. Para este fin, se emplearon los parámetros validados en la auditoría previa: un costo de pedir estandarizado en 15,00 dólares por evento y una tasa de mantenimiento del 20 % anual.

Para la determinación del costo de pedir, variable crítica en el denominador de la ecuación de Wilson, se realizó un costeo basado en actividades del proceso de aprovisionamiento actual. Este parámetro representa la suma de todos los gastos operativos fijos en los que incurre la fábrica cada vez que emite una orden de compra, sin importar el volumen del lote adquirido.

El primer componente cuantificó el tiempo que el asistente de producción dedica al ciclo de compra. Al cronometrar las actividades de revisión física, cotización telefónica y emisión del pago, el proceso demandó en promedio una hora hombre. Con un salario por

hora de 4,50 dólares para el personal encargado, se asignó este valor al rubro administrativo. El segundo componente corresponde al costo logístico local. Los proveedores nacionales despachan la mercadería hasta la terminal de carga de la ciudad. La empresa contrata un servicio externo de transporte para trasladar los materiales hasta la fábrica, movimiento logístico con una tarifa fija de mercado de 10,00 dólares por viaje. La suma de estos factores, junto a un margen para insumos de oficina, fundamenta el valor final de 15,00 dólares para el costo de pedir.

A. Lote Económico (EOQ)

Se aplicó la ecuación de Wilson para determinar la cantidad de pedido que minimiza la suma de los costos de gestión y almacenamiento. El material que representó el mayor desafío técnico fue la suela casual, debido a la inestabilidad de suministro detectada, con un tiempo de entrega promedio de 7,65 días y una desviación de 2,69 días.

Al procesar la fórmula con la demanda ajustada de 6.112 pares anuales, el costo de pedir de 15,00 dólares y un costo de mantenimiento de 0,90 dólares calculado al aplicar el 20 % al precio unitario de 4,50 dólares, el resultado establece un lote de 451 pares exactos. Esta cantidad reduce la frecuencia de aprovisionamiento a un pedido cada 22 días laborables.

Ecuación 2 Modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ)

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

Fuente: Heizer y Render (2020)

Donde:

- Q (Lote Económico): Cantidad óptima de unidades a solicitar en cada pedido.
- D (Demanda Anual): Consumo total proyectado del material durante el año fiscal.
- S (Costo de Pedir): Costo fijo por evento de compra.
- H (Costo de Mantenimiento): Costo financiero y operativo de mantener una unidad en bodega durante un año. Se calculó como el 20% del precio unitario del material ($H = i * P$).

Este material representó el mayor desafío técnico debido a la inestabilidad de suministro detectada (Tiempo de entrega promedio $L=7.65$ días con una desviación $\sigma=2.69$ días).

- **Determinación del Lote (Q):**

$$Q = \sqrt{\frac{2 * 6001 * 15}{0.9}}$$

$$Q = 447.25$$

Interpretación: La compra óptima se estandariza en 450 pares, lo que reduce la frecuencia de pedidos a una vez cada 22 días laborables.

B. Stock de Seguridad (SS)

Se calculó un amortiguador estadístico diseñado de forma específica para absorber la variabilidad de entrega del proveedor y proteger la producción ante retrasos. Al considerar un consumo promedio de 20,37 pares por día laborable, una desviación de 2,69 días y el factor de servicio del 95 %, el stock de seguridad se establece en 91 pares. A diferencia del modelo empírico anterior que dejaba el inventario en cero, este límite permite soportar hasta cuatro días de retraso del proveedor principal sin detener la línea de montaje.

Ecuación 3 Cálculo del Stock de Seguridad

$$SS = Z * d_{prom} * \sigma_L$$

Fuente: Heizer y Render (2020)

Donde:

- **SS (Stock de Seguridad):** Cantidad extra de inventario que debe permanecer en bodega como reserva ante contingencias.
- **Z (Factor de Servicio):** Valor estadístico de la distribución normal. Se utilizó **1.645**, correspondiente a un nivel de confianza del 95%.
- **d (Demanda Diaria):** Consumo promedio del material por día laborable (D / 300).
- **σ_L (Desviación del Proveedor):** Variabilidad histórica del tiempo de entrega.

Considerando un consumo diario (d) de 20 pares:

$$SS = 1.645 * 20,37 * 2.69$$

$$SS = 90.13$$

A diferencia del modelo actual donde se deja el *stock* en cero, el SS de 91 pares permite soportar hasta 4 días de retraso del proveedor sin detener la línea.

C. Punto de Reorden (ROP)

Se definió el nivel exacto de inventario físico que debe disparar una nueva orden de compra, variable que considera el consumo esperado durante la espera más el margen de seguridad. Al multiplicar la demanda diaria por el tiempo promedio de entrega y sumar el stock de seguridad, el punto de reorden se sitúa en 247 pares de suelas. El sistema funciona como un mecanismo exacto: el inventario se consume de manera lineal hasta tocar el límite de 247 pares, instante en el cual se emite la orden de compra.

Ecuación 4 Punto de Reorden con Stock de Seguridad

$$ROP = (d_{prom} * L_{prom}) + SS$$

Fuente: Heizer y Render (2020)

Donde:

- **ROP (Punto de Reorden):** Nivel de *stock* en el cual el sistema emite la alerta de reposición.

- **L_{prom} (Lead Time Promedio):** Tiempo medio que tarda el proveedor en entregar el pedido (días).
- **d_{prom}:** Demanda esperada durante el tiempo de espera.

$$ROP = (20,37 * 7.65) + 91$$

$$ROP = 246.83$$

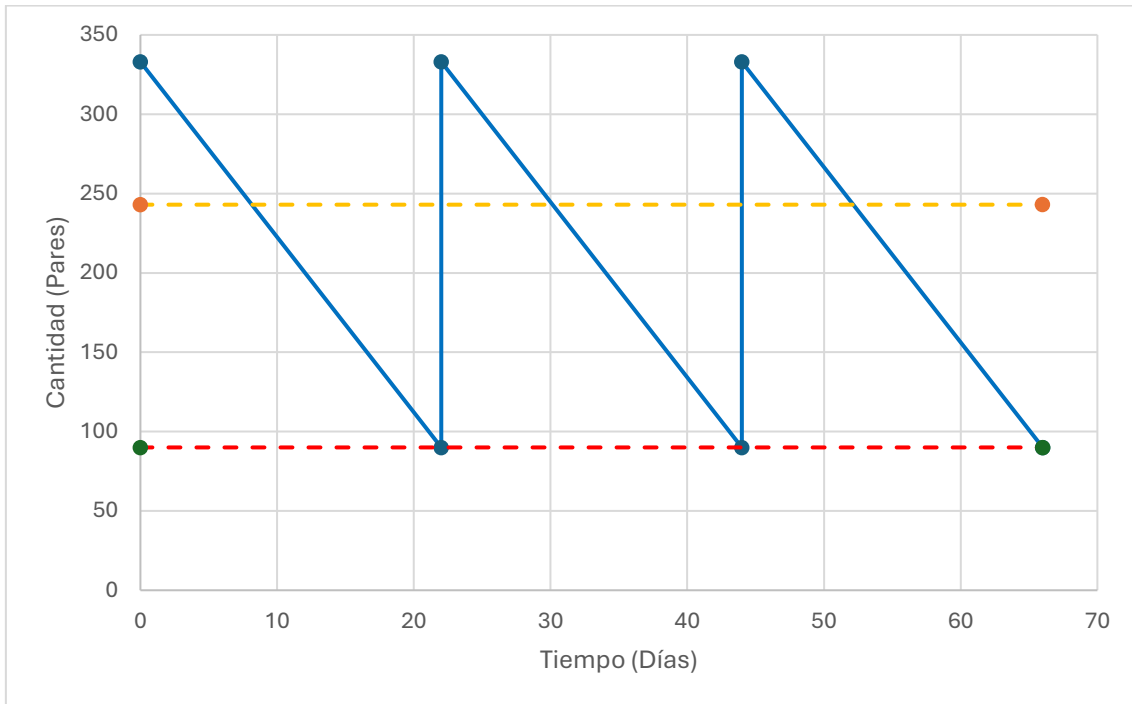


Gráfico 14. Modelo de Inventario Propuesto para Suelas

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Como se ilustra en el Gráfico 14, el sistema funciona bajo una secuencia matemática exacta. El inventario se consume de manera lineal hasta tocar el nivel de 247 pares, límite representado por la línea naranja. En ese instante preciso, la herramienta emite la orden de reposición. Durante los 7,65 días promedio que tarda el proveedor en entregar la mercadería, la fábrica consume 156 pares. Al finalizar este periodo de tránsito, las existencias teóricas se nivelan con el stock de seguridad, marcado por la línea roja, justo en el momento en que arriba el nuevo lote de 451 pares. Esta sincronía permite reiniciar el ciclo operativo sin experimentar quiebres.

Aplicación del Modelo para el cuero

Gracias a la alta confiabilidad del proveedor de pieles, sustentada en una desviación mínima de 0,45 días, el modelo permitió reducir el inventario de seguridad para liberar flujo de caja. Al procesar las ecuaciones con la demanda ajustada de 382 piezas anuales, el lote económico se fija en 23 unidades por pedido. El punto de reorden salta cuando la bodega registra 6 piezas físicas, de las cuales apenas una unidad corresponde a la reserva estadística, cobertura suficiente dada la certeza de entrega en poco más de tres días.

Como se muestra en la Tabla 19, la integración de estos parámetros sustituye la intuición por la certeza matemática. Para los insumos de clase B como las etiquetas, la herramienta de optimización sugiere compras de 2.450 unidades cada 122 días laborables. Esta estrategia cuatrimestral consolida el volumen y diluye el costo del flete para reducir los gastos logísticos al mínimo.

Tabla 19. Resumen de Parámetros Técnicos del Nuevo Sistema

Material	Clasif.	Demanda (D)	Lote (EOQ)	Frecuencia	Stock Seg. (SS)	Pto. Reorden (ROP)
Suelas	A	6,112 pares	451 pares	22 días	91 pares	247 pares
Cuero	A	382 piezas	23 piezas	18 días	1 pieza	6 piezas
Etiquetas	B	6,112 unid.	2,450 unid.	120 días	100 unid.	400 unid.

Fuente: A partir de los resultados obtenidos

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Interfaz de gestión operativa

El cálculo de los parámetros de compra (EOQ y ROP) requirió una plataforma tecnológica que pudiera integrarse en la gestión cotidiana. Dado que la empresa no contaba con un ERP, se optó por desarrollar un Kardex Digital Automatizado, diseñado para cumplir una doble función: registro histórico de movimientos y panel de control operativo que conecta el inventario físico con las reglas de negocio del modelo. La solución se enfocó en garantizar la consistencia de la información y la simplicidad de uso, buscando minimizar la resistencia del personal de bodega acostumbrado a procesos manuales.

A. Diseño del Kardex Digital

La arquitectura del sistema se fundamentó en una lógica relacional para separar la base de datos de la interfaz visual. A diferencia de las hojas de cálculo convencionales donde el operador escribe directo sobre la celda, el nuevo kardex incorporó formularios de entrada programados mediante el lenguaje de macros VBA. Esta decisión técnica bloqueó el acceso manual a las fórmulas para asegurar que cada transacción física, sea un ingreso o un despacho, cumpla con los criterios de validación antes de registrarse en el historial. La estructura operativa de la herramienta se dividió en tres módulos funcionales: el maestro de materiales, el registro transaccional y el panel de control. El diseño y la operatividad de estas interfaces logísticas se documentan a través de las evidencias visuales expuestas desde el anexo 2 hasta el anexo 7 del presente documento.

1. Módulo de Estandarización (Maestro de Materiales)

El primer nivel del sistema se fundamentó en la codificación única de los 30 materiales identificados en el catálogo maestro. Se erradicó la práctica de registrar los insumos bajo nombres comerciales variables y se asignó un código alfanumérico estandarizado a cada ítem, interfaz de entrada que se documenta de forma visual en el Anexo 3. Esta tabla matriz alojó los parámetros calculados en la sección de modelado matemático.

De este modo, el algoritmo adquirió la capacidad de operar de manera diferenciada según el tipo de artículo; por ejemplo, para las suelas reconoció un punto de reorden de 247

pares, mientras que para el cuero aplicó un límite de 6 piezas, acción que consolidó la automatización de la política de inventarios. La tabla 19 resume los parámetros técnicos que el algoritmo evalúa de forma diferenciada para cada material

Tabla 20. Resumen de la estandarización técnicos del nuevo sistema

Campo de Dato	Tipo de Variable	Función en el Sistema
Código SKU	Texto alfanumérico	Clave principal para evitar la duplicidad de registros en la base de datos.
Descripción	Texto	Nombre estandarizado para visualización del usuario.
Stock Físico	Numérico (Entero)	Saldo actual calculado por la diferencia exacta entre las entradas y las salidas.
Parámetro ROP	Numérico (Fijo)	Límite inferior que dispara la alerta amarilla de compra en el panel visual.
Parámetro Meta	Numérico (Fijo)	Nivel máximo de inventario deseado, resultado de la suma del stock de seguridad y el lote económico.

Fuente: Nueva nomenclatura del almacén

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

2. Interfaz de Registro (Entradas y Salidas)

En el proceso de captura de datos, se programaron formularios interactivos que guían al personal de bodega paso a paso durante la ejecución de las transacciones. El diseño integró listas desplegables de carácter obligatorio para la selección de proveedores y materiales, mecanismo técnico que erradicó los errores de digitación y previno la creación de registros duplicados en la base de datos. A la par, el algoritmo incorpora una restricción lógica programada para rechazar los saldos negativos.

Esta regla informática bloquea cualquier intento de despacho si la cantidad de insumos solicitada excede el volumen físico real disponible en la estantería. Con esta validación de control, el sistema asegura una exactitud absoluta entre el registro digital y el inventario físico en bodega. El diseño y la operatividad de estas pantallas de captura transaccional se documentan a través de las evidencias visuales expuestas en el Anexo 5, el Anexo 6 y el Anexo 7 del presente documento.

El elemento de mayor relevancia del diseño radicó en la pantalla de visualización, panel interactivo expuesto en el anexo 2, donde se programó un algoritmo que compara de forma permanente el saldo actual con el punto de reorden. Los resultados se expresaron a través de un sistema de semáforos, construido con formato condicional, que indica al usuario la acción operativa exigida sin necesidad de ejecutar cálculos manuales. El sistema evalúa el estado de cada material bajo la siguiente estructura lógica:




- Estado verde (Normal): Se activa cuando el stock actual es superior al punto de reorden, barrera fijada en una cantidad mayor a 247 pares para el caso específico

de las suelas. El sistema proyecta un nivel de inventario saludable y bloquea solicitudes de compra anticipadas.

- Estado amarillo (Alerta): Salta en el instante exacto en que el inventario toca o desciende del punto crítico de 247 pares. El aplicativo muestra la directriz de emitir pedido y sugiere la compra de la cantidad exacta del lote económico óptimo, parametrizado en 451 pares.
- Estado rojo (Crítico): Se programó para aparecer si las existencias físicas perforan el nivel del stock de seguridad, establecido en 91 pares. Este color despliega una advertencia de riesgo de parada, señal técnica que evidencia un fallo en el proceso de abastecimiento e impone la ejecución de una compra de emergencia.

Las reglas de notificación y sus rangos de activación se estructuran en la tabla 20, herramienta que orienta las decisiones operativas.

Tabla 21. Matriz de Configuración de Alertas Visuales

Nivel de Inventario (I)	Color del Indicador	Mensaje al Usuario	Acción Operativa Requerida
$I > ROP$	 VERDE	Disponible	Ninguna. Operación normal.
$SS < I \leq ROP$	 AMARILLO	Reposición	Generar Orden de Compra por cantidad Q.
$I \leq SS$	 ROJO	Quiebre de stock	Activar compra local urgente y auditar retraso.

Fuente: Elaborado por el autor a partir del modelo Kanban

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

B. Implementación de *Kanban* Digital: Procedimiento de alertas visuales

La fase final de la estructuración del sistema consistió en la traducción del método japonés *Kanban* a un entorno virtual. Dado que la infraestructura física del almacén no permitía el uso de tarjetas plásticas tradicionales por el riesgo de pérdida, se optó por programar un tablero de señales visuales en la hoja de cálculo maestra. Este mecanismo funcionó mediante la ejecución continua de sentencias lógicas condicionales que monitoreaban el saldo de cada *SKU* en tiempo real. El objetivo principal de este módulo fue eliminar la necesidad de que el personal memorizara los niveles de inventario, pues el sistema asumió la responsabilidad de notificar el estado de cada material mediante un código de colores intuitivo.

El algoritmo de control se configuró para segmentar el nivel de existencias en tres zonas operativas diferenciadas, las cuales determinaron el grado de urgencia de la reposición. Para el caso específico de las Suelas (material crítico clase A), se parametrizaron los umbrales matemáticos calculados en la ingeniería del modelo: el límite inferior o *Stock* de Seguridad se fijó en 90 pares y el punto de activación o *ROP* en 243 pares. Esta configuración transformó la celda de "Stock Actual" en un indicador dinámico que cambiaba de apariencia automáticamente según la cantidad disponible, lo cual facilitó la inspección visual rápida por parte del jefe de planta sin necesidad de revisar reportes extensos.

Tabla 22. Protocolo de acción ante alertas del Kanban digital para suelas

Estado visual	Rango matemático	Significado operativo	Procedimiento estándar
Verde	$I > 247$ pares	Flujo estable. El inventario cubre el consumo y el tiempo de espera.	Registro normal de salidas. Cero autorizaciones para pedidos anticipados.
Amarillo	$91 < I \leq 247$ pares	Frontera de disparo. El consumo físico alcanza el nivel de reposición calculado.	Notificación obligatoria a gerencia. Emisión de orden de compra por el lote exacto de 451 pares.
Rojo	$I \leq 91$ pares	Zona de riesgo. Se perforo el amortiguador de seguridad y existe peligro inminente de parada.	Activación del protocolo de emergencia. Autorización para compra local y auditoría de tiempos al proveedor.

Fuente: Elaborado por el autor a partir del modelo Kanban

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Análisis de la Eficiencia del Sistema

La integración de los estados visuales transforma la conducta de abastecimiento de la fábrica. Al someter el algoritmo a una validación retrospectiva con los registros críticos de mayo de 2025, la matemática demuestra que la herramienta hubiera emitido la señal de reposición el 8 de mayo, siete días exactos antes del quiebre de inventario que paralizó la línea de montaje en ese periodo. Esta simulación confirma que la lógica programada posee la sensibilidad técnica para anticipar el desabastecimiento. El nuevo esquema sustituye la inspección manual y subjetiva de las perchas por una vigilancia estadística permanente, factor que suprime el error humano en la decisión de compra.

C. Panel de control y medición de desempeño

La auditoría operativa reveló una brecha estructural entre los registros teóricos del sistema y la existencia física real en la estantería. Esta inconsistencia, conocida de forma técnica como inventario fantasma, evidenció la ineficacia de los controles esporádicos y justificó la reingeniería del proceso de verificación. Para mitigar el riesgo y asegurar la integridad de los datos, el modelo erradicó la práctica del inventario general anual, un procedimiento que exigía la suspensión de las actividades productivas por cuarenta y ocho horas y arrojaba cifras de vigencia muy corta.

Como ya se estableció en el estatuto de aprovisionamiento, el sistema adoptó la metodología de conteos cíclicos. Esta auditoría perpetua garantiza la confiabilidad de la información a lo largo del periodo fiscal, con el propósito de acatar la norma directiva que exige la verificación frecuente de los artículos críticos para sostener un indicador de exactitud de registro de inventario (ERI) superior al 95 %.

La regla de negocio insta una frecuencia de conteo diferenciada según la jerarquía financiera de cada material, secuencia que se ilustra en el Gráfico 15. El algoritmo exige cincuenta y dos conteos anuales para el cuero por su alto valor y riesgo de merma; comprobaciones quincenales para las suelas y un ciclo de revisión semestral para los insumos auxiliares de clase C. Esta distribución estratégica de esfuerzos permite que el personal de bodega logre un nivel de exactitud continuo superior al 98 %, sin detener las operaciones de manufactura ni generar pagos por horas extraordinarias.

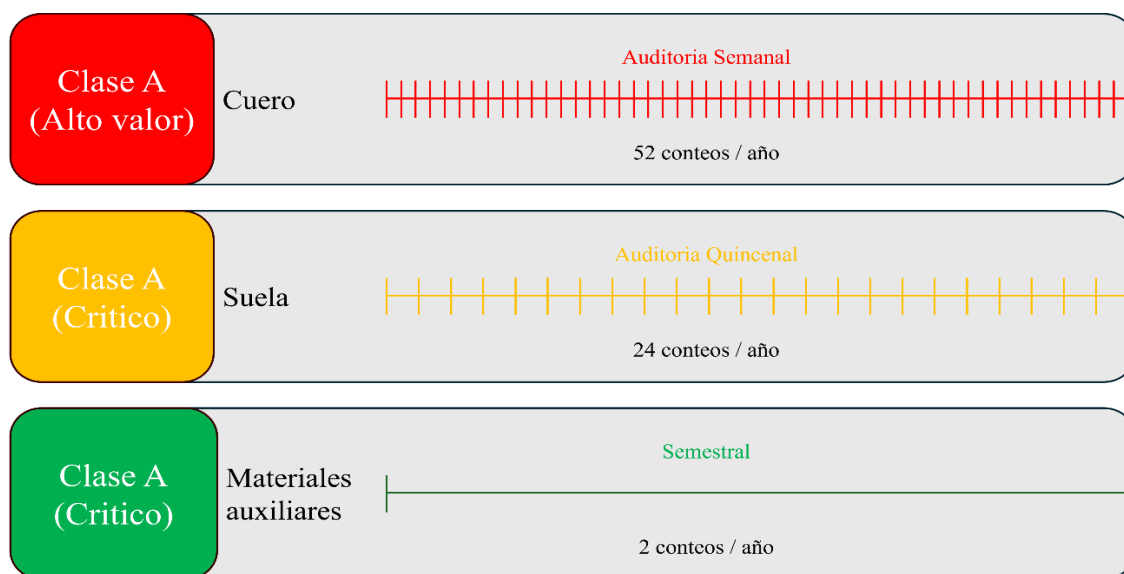


Gráfico 15 Cronograma de Frecuencia de Conteos Cíclicos

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Resultados esperados

La propuesta técnica desarrollada no contempló una ejecución física inmediata, sino una validación mediante simulación con los datos históricos del periodo fiscal 2025. Este ejercicio de modelado contrastó la eficiencia del método empírico actual frente a los parámetros de ingeniería calculados, permitiendo cuantificar el beneficio potencial de la reingeniería. Los resultados expuestos a continuación representan una proyección estadística del desempeño operativo que la empresa alcanzaría tras la adopción formal del sistema.

A. Mejora en el Nivel de Servicio

El objetivo central de la propuesta se enfocó en la estabilización del flujo de materiales críticos. Los materiales críticos que se obtuvo con la metodología del análisis ABC, los cuales son: cuero selva negro, plantas, plantitoalla y pasadores. La simulación del modelo matemático sobre la demanda histórica evidenció que la introducción de un stock de seguridad técnico blindaría a la operación contra la variabilidad de los proveedores. El análisis comparativo determinó que, bajo las nuevas reglas de decisión paramétricas de lote económico y punto de reorden, la incertidumbre inherente al abastecimiento de insumos clave como el cuero y las suelas se mitigaría de forma significativa. Este ajuste

permite el tránsito de un esquema reactivo hacia un modelo preventivo capaz de garantizar la continuidad de la línea de montaje.

Para cuantificar la mejora, se estableció la línea base del desempeño actual con apoyo en los datos de la auditoría de proveedores. A partir del análisis de los cuarenta y cuatro eventos de compra registrados en el periodo fiscal 2025, se detectó que ocho órdenes incurrieron en retrasos superiores a la holgura operativa, falla que arrojó una tasa de quiebre del 18,2 %. Por diferencia, se determinó que el nivel de servicio actual se sitúa en el 81,8 %, cifra que explica la recurrencia de interrupciones en la línea de montaje. La aplicación teórica del modelo propuesto eleva este indicador hasta el 95 %. Este diferencial exacto de 13,2 puntos porcentuales representa la recuperación de la capacidad instalada ociosa, pues asegura de forma estadística la disponibilidad de los recursos necesarios para cumplir con el programa maestro de producción en los plazos estipulados.

En lo referente a la mitigación de rupturas de stock, la validación confirmó la capacidad del sistema para neutralizar la variabilidad del tiempo de entrega. El diseño propuesto que se muestra en el Anexo 2 subsanó la deficiencia estructural del método actual, caracterizado por su reactividad ante el agotamiento físico, a través de la parametrización de puntos de reorden automáticos. La simulación retrospectiva evidenció que, bajo este esquema, el stock de seguridad habría operado como un amortiguador logístico eficaz, con la capacidad de absorber desviaciones de hasta cuatro días en el suministro sin comprometer la continuidad del cronograma maestro de producción.

Para visualizar la magnitud de esta optimización, se elaboró una matriz de proyección que contrasta los indicadores históricos contra el escenario simulado. Como se detalla en la tabla 22, la probabilidad de parada de planta por falta de material descendería de un nivel crítico del 18,2 % a un riesgo controlado del 5 %. A la par, la eliminación casi total de los pedidos de emergencia reduciría la carga administrativa del departamento de compras. Esta condición permite una negociación más favorable con los proveedores al suprimir la urgencia como factor de sobre costo.

Tabla 23. Cuadro de Mando Integral

Indicador de Desempeño (KPI)	Situación Actual	Situación Propuesta	Impacto Proyectado
Nivel de servicio objetivo	81,8% (Real)	95,0% (Meta)	Aumento de 13,2 % en cumplimiento de entregas.
Probabilidad de ruptura	18,2% (Alta)	5,0% (Técnica)	Reducción del riesgo operativo de desabastecimiento.
Eventos de quiebre por año	12 eventos promedio.	2 eventos máximo.	Estabilidad en la línea de producción.
Días de parada por material	24 días por año	3 días por año	Recuperación de 21 días productivos.
Gestión de pendientes	Constante y manual	Nula o excepcional	Eliminación de reprogramaciones.

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

B. Estandarización operativa

El impacto de la herramienta también se mide en la rutina del personal y en la gestión administrativa. La simulación demostró que la introducción del panel digital, en conjunto con los protocolos formalizados, modifica la naturaleza del trabajo en la bodega que se evidencia en el Anexo 2-7. Este avance orienta la labor hacia una ejecución controlada y suprime la improvisación o la búsqueda constante de información. Con esta estandarización, la empresa logra disminuir la dependencia del conocimiento empírico concentrado en el jefe de planta, de modo que la inteligencia operativa se traslada a una interfaz auditable y de libre acceso.

Reducción de la Complejidad Cognitiva y Dependencia Empírica

La integración del semáforo de inventarios representa un alivio cognitivo directo para el operador. En el esquema anterior, la decisión de compra dependía de inspecciones físicas, de la memoria sobre el consumo histórico y de estimaciones subjetivas, factores de alto riesgo que generaban errores y pérdida de tiempo. Con el nuevo modelo, las fórmulas del lote económico y del punto de reorden operan dentro del algoritmo del sistema, condición que libera al usuario de cálculos matemáticos complejos. En la actualidad, la acción se centra de forma exclusiva en responder a la alerta visual, mecanismo que elimina la incertidumbre y asegura decisiones precisas sobre el tipo de material, el momento exacto y la cantidad requerida para la compra. Las diferencias entre ambos esquemas se exponen en la tabla 23.

Tabla 24. Matriz de Transformación Operativa

Variable operativa	Gestión empírica tradicional	Gestión técnica propuesta	Impacto en la rutina
Gatillo de decisión	Subjetivo, con base en inspecciones visuales de la estantería.	Objetivo, accionado por la alerta amarilla del sistema.	Supresión de dudas y vacilaciones operativas.
Cálculo de cantidad	Variable, sujeto al presupuesto disponible del día.	Fijo, sustentado en el lote económico óptimo.	Estandarización del gasto y del espacio físico.
Fuente de información	Memoria del bodeguero y recorridos por los pasillos.	Interfaz digital con consulta directa en pantalla.	Acceso inmediato a datos exactos y veraces.
Dependencia del personal	Alta, ante la ausencia del encargado se desconoce el nivel de escasez.	Nula, cualquier usuario autorizado comprende la lectura del semáforo.	Continuidad operativa garantizada de la fábrica.

Fuente: Elaborado por el autor a partir de los resultados del estudio

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

C. Eficiencia Administrativa y Tiempos de Ciclo

La estandarización impactó de forma directa en la velocidad del ciclo de aprovisionamiento. Se realizó una medición de los tiempos del proceso administrativo

actual frente a la simulación del flujo propuesto. El procedimiento manual, desde la detección de la necesidad hasta la emisión de la orden, consumía un promedio de cuarenta y cinco minutos por evento, a causa de la dispersión de la información y la exigencia de validaciones verbales con la gerencia.

En el escenario propuesto, la centralización de los datos en el *kardex* digital y la preaprobación de las políticas de compra redujeron este ciclo a doce minutos. El sistema, al proveer la información del proveedor y la cantidad de forma automática, limitó la tarea del usuario a la generación del documento y su envío. En la Tabla 25 se muestra el cuadro comparativo:

Tabla 25. Estudio Comparativo de Tiempos de Ciclo

Actividad del proceso de compra	Tiempo actual	Tiempo propuesto	Justificación de la mejora
Detección de la necesidad	15 min	2 min	Se elimina el recorrido físico en bodega; el sistema alerta de forma visual.
Búsqueda de historial de precios y proveedores	10 min	0 min	El dato reposa cargado en la matriz del maestro de materiales.
Cálculo de la cantidad a pedir	5 min	0 min	La cifra del lote económico se calcula de manera automática.
Validación y aprobación	10 min	5 min	Las políticas preaprobadas disminuyen la consulta a la jefatura.
Generación y envío de orden	5 min	5 min	Generación automática del documento contra la redacción manual.
Tiempo total por evento	45 min	12 min	Reducción del 73 % del tiempo de gestión.

Fuente: Elaborado por el autor a partir de los resultados del estudio

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

La formalización de los procedimientos instauró una disciplina operativa inédita en la empresa. La existencia de reglas claras sobre los niveles de servicio y las frecuencias de conteo (inventarios cíclicos) eliminó la discrecionalidad, asegurando que el desempeño logístico se mantuviera consistente independientemente de la rotación del personal.

D. Análisis de impacto ambiental

Considerando que el sistema de inventarios involucra el almacenamiento de materiales como cuero, adhesivos y productos químicos, es necesario evaluar su posible impacto ambiental. En particular, los adhesivos y sustancias químicas pueden contener compuestos orgánicos volátiles (COV), los cuales generan emisiones contaminantes que afectan la calidad del aire y pueden representar riesgos para la salud ocupacional.

Asimismo, un almacenamiento inadecuado de estos insumos puede provocar derrames o filtraciones que contaminen el suelo y generen residuos peligrosos. Por otro lado, el cuero,

al ser un material de origen animal tratado químicamente, puede generar desechos sólidos que requieren una disposición adecuada para evitar impactos negativos en el entorno. En este contexto, se vuelve fundamental implementar prácticas de almacenamiento seguro, control de inventarios y manejo adecuado de residuos, con el fin de minimizar los efectos ambientales y cumplir con la normativa vigente.

Cronograma de actividades para la aplicación (Plan de implementación temporal)

Para materializar las mejoras operativas descritas en los apartados anteriores, se estructuró un plan de despliegue secuencial diseñado para minimizar la resistencia al cambio organizacional. La estrategia de implementación se fundamentó en una transición gradual, la cual priorizó la limpieza de datos y la adecuación física antes de la introducción de las herramientas digitales. Se estimó un horizonte temporal de ocho semanas para la ejecución total del proyecto, periodo suficiente para asegurar la adopción de los nuevos hábitos por parte del personal de bodega sin interrumpir el flujo comercial de la empresa.

Plan de trabajo

La ruta crítica del proyecto se dividió en cinco etapas interdependientes. Cada fase se definió con objetivos entregables específicos y criterios de aceptación rigurosos, los cuales actuaron como compuertas de calidad que impedían el avance a la siguiente etapa si no se cumplían los requisitos previos. Esta estructura modular garantizó que el modelo matemático se sustentara sobre una base operativa sólida y saneada.

A. Fase 1: Saneamiento del entorno y depuración (Semanas 1-2)

La intervención iniciará con la preparación de los instrumentos en físico y digital. Se programará una jornada intensiva de clasificación bajo la metodología 5S, cuyo objetivo será segregarse los materiales obsoletos de los activos corrientes. Simultáneamente, se ejecutará la homologación del catálogo de proveedores y la creación de los códigos SKU en el sistema. Esta actividad resultará crítica para eliminar la duplicidad de registros detectada en el diagnóstico, asegurando que cada artículo físico tenga un único código generado en la base de datos antes de iniciar cualquier conteo.

B. Fase 2: Inventario Inicial y Carga de Datos (Semana 3)

Con el almacén ordenado y los códigos definidos, se procederá a la ejecución del Inventario General Inicial. Se estipulará la realización de este conteo durante un fin de semana para asegurar el congelamiento de las operaciones de entrada y salida, lo que garantizará una fotografía estática y veraz de las existencias. Los saldos validados se migrarán al Kardex Digital como Inventario Inicial, estableciendo la línea base confiable sobre la cual el algoritmo iniciará el cálculo de las necesidades de reposición.

C. Fase 3: Capacitación y Transferencia de Conocimiento (Semana 4)

Se ejecutará un programa de entrenamiento funcional dirigido al jefe de planta y al asistente de compras. Las sesiones no se limitarán a la instrucción sobre el uso del software, sino que abordarán la interpretación de las políticas de inventario (ABC). Se instruirá al personal sobre la importancia de respetar las alertas del semáforo Kanban y se simularán escenarios de quiebre para evaluar su capacidad de respuesta. El objetivo

será transformar la mentalidad del equipo, pasando de una gestión reactiva a una basada en la disciplina del dato.

D. Periodo de Prueba y Calibración (Semanas 5-7)

Antes de la adopción total del sistema, se establecerá una fase de validación operativa de 21 días. Durante este intervalo, el modelo propuesto funcionará en paralelo con el método tradicional de gestión. El objetivo será monitorear el comportamiento de las alertas de reorden frente al consumo real para calibrar la precisión de los parámetros. Esta etapa permitirá ajustar los tiempos de entrega en el sistema y corregir errores de registro por parte de los usuarios, todo ello en un entorno controlado sin riesgo financiero para la compañía.

E. Fase 5: Implementación Definitiva y Entrega (Semana 8)

Tras verificar la estabilidad del modelo durante la prueba piloto, se decretará el inicio oficial de operaciones. A partir de este hito, el Kardex Digital se consolidará como la herramienta oficial y única para la toma de decisiones de compra. El proceso concluirá con la formalización del "Manual de Procedimientos Logísticos" entregado a la gerencia y la instauración de un cronograma mensual para la revisión de indicadores de desempeño (KPIs), cerrando así el ciclo del proyecto.

Tabla 26. Matriz de Entregables por Fase de Implementación

Fase del Proyecto	Actividad Clave	Entregable (Output)	Responsable
1. Saneamiento	Clasificación 5S y Codificación	Catálogo Maestro de Materiales (35 SKUs)	Jefe Planta
2. Carga de Datos	Inventario General Inicial	Acta de Saldos Iniciales Validados	Auditor Interno
3. Capacitación	Taller de Uso del Kardex	Personal Certificado / Manual de Usuario	Tesista
4. Validación Operativa	Operación en Paralelo (Prueba)	Informe de Calibración de Parámetros	Tesista
5. Implementación	Inicio Oficial de Operaciones	Sistema en Producción / Acta de Cierre	Gerencia General

Fuente: Elaborado por el autor a partir de los resultados del estudio

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Diagrama de Gantt: Cronograma visual de la implementación

Para garantizar el cumplimiento de los plazos estipulados, se diseñó un cronograma maestro que detalla la secuencia lógica de las actividades futuras. Esta herramienta gráfica permitirá identificar la ruta crítica del proyecto, destacando aquellas tareas cuya demora impactaría directamente en la fecha de finalización. Como se aprecia en el Gráfico 16, la planificación evitará la saturación de recursos al distribuir las cargas de trabajo de manera equilibrada a lo largo de los dos meses de ejecución proyectados.

El diagrama evidencia que la mayor densidad de trabajo se concentrará en las primeras tres semanas, periodo donde se requerirá el mayor esfuerzo físico para el saneamiento de

la bodega. Posteriormente, la intensidad operativa disminuirá para dar paso a actividades de análisis y monitoreo durante la Validación Operativa. Esta distribución temporal asegurará que el personal operativo pueda asimilar los nuevos procesos sin descuidar sus obligaciones diarias de manufactura, factor clave para el éxito de la adopción tecnológica.

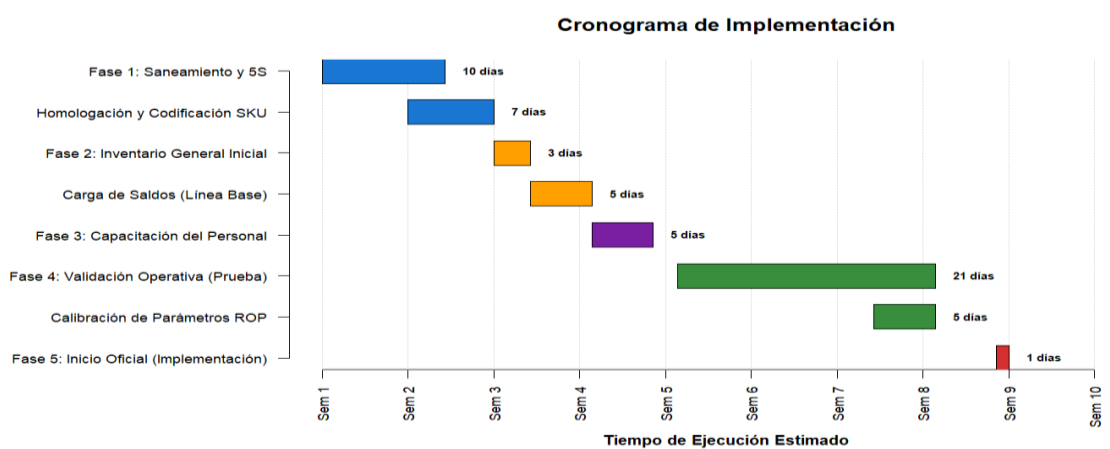


Gráfico 16 Diagrama de Gantt del Proyecto de Implementación

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

Análisis de costos de implementación (Evaluación económica)

La viabilidad del diseño propuesto se sustenta tanto en su rigor técnico como en su racionalidad financiera. Para evaluar este aspecto, se estructuró un análisis de costos detallado que cuantifica la inversión inicial requerida y la contrasta frente a los ahorros operativos proyectados. El objetivo de esta evaluación radica en determinar el retorno sobre la inversión y demostrar de manera matemática que la estandarización logística resulta rentable para la organización a corto plazo.

A. Presupuesto de implementación: Costos directos

Para la puesta en marcha de la propuesta, se formuló un presupuesto de ejecución racionalizado, con prioridad en la adecuación funcional del almacén y la habilitación de los instrumentos de control. El plan descartó la adquisición de licencias de software comercial a favor del desarrollo interno de macros VBA, estrategia técnica que suprime los gastos directos de licenciamiento. En consecuencia, la inversión se concentra en el acondicionamiento físico y en el capital humano exigido para el saneamiento inicial.

Como se detalla en la tabla 25, el costo total de implementación asciende a 845 dólares. El componente de mayor ponderación corresponde a la adecuación de la infraestructura con el 41 % del presupuesto, partida destinada a la compra de estanterías y gavetas plásticas necesarias para aplicar la metodología 5S. A la par, el modelo asigna recursos para la retribución de las jornadas extraordinarias del personal operativo durante la ejecución del inventario físico, medida que asegura la disponibilidad del recurso humano y el cumplimiento estricto del cronograma. La matriz condensa el desglose de los recursos requeridos para cada etapa de la transición.

Tabla 27. Presupuesto Desglosado de Inversión Inicial

Rubro de inversión	Detalle del gasto	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Infraestructura (41 %)	Estantería metálica de cinco niveles	2 unidades	\$120,00	\$ 240,00
	Gavetas plásticas	30 unidades	\$3,50	\$ 105,00
Identificación (18 %)	Impresora de etiquetas térmicas	1 unidad	\$120,00	\$ 120,00
	Rollos de etiquetas y cintas	5 unidades	\$6,00	\$ 30,00
Capital humano (24 %)	Horas extra para inventario físico	24 horas	\$6,50	\$ 156,00
	Refrigerio y logística de la jornada	Global	\$44,00	\$ 44,00
Capacitación (17 %)	Material impreso y manuales	5 juegos	\$10,00	\$ 50,00
	Horas de consultor para inducción	4 horas	\$25,00	\$ 100,00
Total costo directo del proyecto				\$ 845,00

Fuente: Elaborado por el autor a partir de los resultados del estudio

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

B. Análisis Costo-Beneficio (B/C)

La rentabilidad del proyecto se evalúa a través de la comparación directa entre la inversión única de 845 dólares y el flujo de ahorro anualizado que proyecta la nueva política de inventarios. El estudio identifica dos fuentes principales de recuperación económica:

1. Ahorro por Optimización de Fletes (EOQ):

El método empírico actual ejecuta compras fragmentadas, con un registro de cuarenta y cuatro pedidos anuales exclusivos para las suelas, práctica que exige pagos repetitivos por fletes. La aplicación de la ecuación del lote económico reduce la frecuencia a dieciséis pedidos al año. Con un costo promedio de gestión y transporte validado en 15 dólares por evento, la matemática arroja el siguiente beneficio: Ahorro por fletes = $(44 - 16)$ pedidos x \$ 15,00 = \$ 420,00 anuales.

$$\text{Ahorro por fletes} = (44 - 16) \text{ pedidos} * \$15,00 = 420,00 \text{ anuales}$$

2. Eliminación de Sobrecostos de Emergencia:

En el diagnóstico inicial, se cuantificó que la empresa gastó 210 dólares de sobrepago a causa de compras urgentes a intermediarios en solo dos eventos críticos, lo que fija un costo de castigo de 105 dólares por cada fallo. El historial demuestra que la fábrica sufre un promedio de doce quiebres de línea al año, lo que representa una fuga de 1.260 dólares. Al proyectar la reducción de las paradas a un máximo de dos eventos anuales mediante el uso del panel de control, se determina un ahorro directo por prevención:

Ahorro por emergencias

$$\begin{aligned} &= \$ 1.260,00 \text{ (Gasto actual)} - \$ 210,00 \text{ (Gasto proyectado)} \\ &= \$ 1.050,00 \text{ anuales} \end{aligned}$$

Cálculo del Indicador Beneficio/Costo:

Con la consolidación de las dos variables previas, se obtiene un beneficio total proyectado de 1.470 dólares al año. Al aplicar la fórmula de rentabilidad, se determina la viabilidad financiera del modelo logístico propuesto: Relación B/C = Beneficios totales / Costos totales = \$ 1.470,00 / \$ 845,00 = 1,74

El indicador de 1,74 demuestra de forma irrefutable que, por cada dólar invertido en la reestructuración física y digital del almacén, la empresa recupera el capital original y genera 74 centavos de ganancia neta operativa durante el primer año. Este resultado confirma que la propuesta de ingeniería posee alta viabilidad, es autofinanciable y proyecta un periodo de recuperación de la inversión inferior a los siete meses.

Curva S de ejecución presupuestaria

Para asegurar el control financiero durante el despliegue del proyecto, se estructuró la curva S de inversión, herramienta que correlaciona el avance físico del cronograma con el desembolso económico. El diseño programa una inyección de capital inicial agresiva para garantizar el equipamiento antes de la transición digital.

Durante las semanas uno y dos, el proyecto consume el 58,6 % del presupuesto, equivalente a 495 dólares destinados a la compra de estanterías y equipos de etiquetado. En la semana tres, la curva asciende con el pago de 200 dólares por horas extraordinarias para la ejecución del inventario físico, acumulando un avance financiero del 82,2 %. El ciclo de gasto se cierra en la semana cuatro con la liquidación de 150 dólares para la capacitación del personal. A partir de la semana cinco, el modelo ingresa en la fase de validación operativa, periodo donde la curva se mantiene plana hasta el final del mes dos, pues el sistema opera sin requerir recursos adicionales.

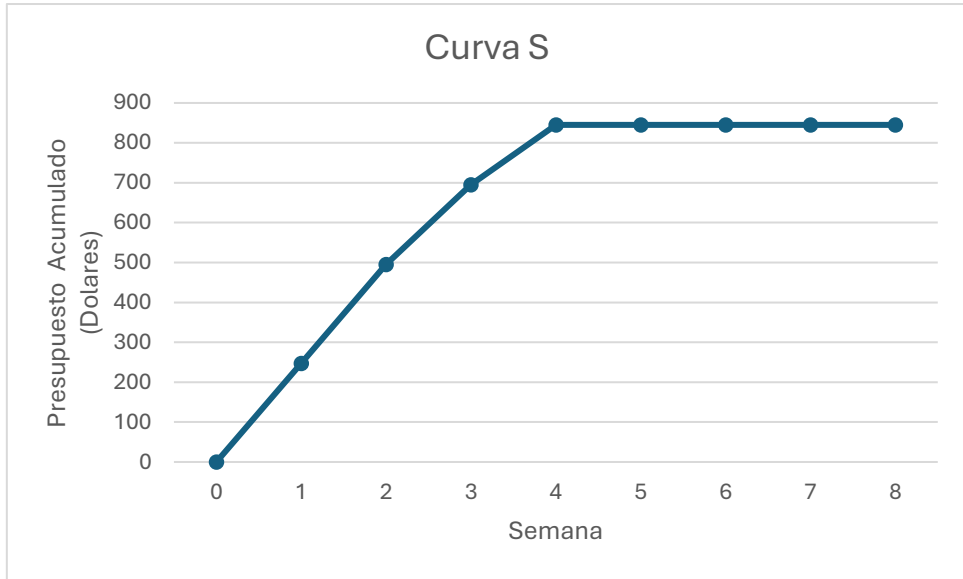


Gráfico 17 Curva s del proyecto

Elaborado por: Llerena, Marcos (2026)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se diagnosticó la situación actual de la gestión de inventarios en la empresa John H. Mateo, identificando factores críticos que afectan el abastecimiento y despacho. Entre los principales hallazgos se determinó una tasa de error en despachos del 6,4 % a partir de la auditoría de 250 pares, así como la acumulación de 225 horas de inactividad por desabastecimiento de materiales. Estas deficiencias operativas generaron pérdidas anuales de 22 453,55 dólares, equivalentes al 23,8 % del valor total del inventario retenido en bodega, evidenciando una gestión ineficiente y la necesidad de implementar un sistema estructurado de control.

Se determinó la clasificación de los artículos mediante el análisis ABC, validando el principio de Pareto al evidenciar que el 13,3 % de los materiales concentra el 79,5 % de la inversión total. A partir de esta segmentación, se aplicó el modelo de lote económico de pedido (EOQ), estableciendo cantidades óptimas de reposición que permiten estandarizar los niveles de inventario. En este sentido, se definieron políticas específicas como la reposición de suelas en lotes de 451 pares cada 22 días y del cuero en 23 piezas cada 18 días, optimizando los costos de pedido y almacenamiento.

Se estructuró un sistema de control de inventarios basado en políticas diferenciadas según la criticidad de los materiales, integrando procedimientos operativos estandarizados e indicadores de gestión (KPIs). El modelo incluyó la implementación de niveles de alerta visual, puntos de reorden y stocks de seguridad, destacando un punto de reorden de 247 pares y un stock mínimo de 91 pares para las suelas. Asimismo, se establecieron frecuencias de control como 52 conteos anuales para materiales clase A y auditorías semestrales para clase C, garantizando la trazabilidad, control y confiabilidad de la información, y eliminando la toma de decisiones empírica.

La evaluación económica del sistema propuesto confirmó su viabilidad mediante un análisis costo-beneficio. Con una inversión inicial de 845,00 dólares, se proyectaron beneficios anuales de 1 470,00 dólares, derivados principalmente de la reducción en la frecuencia de pedidos y la eliminación de intermediarios con sobrecostos. El indicador beneficio-costo obtenido fue de 1,74, lo que demuestra que por cada dólar invertido se genera un retorno de 0,74 dólares, validando la sostenibilidad económica y operativa de la propuesta.

Recomendaciones

Se propone implementar de manera progresiva un sistema digital de registro para el control de entradas y salidas de bodega, sustituyendo los apuntes manuales. Esta transición es indispensable para reducir la tasa de error en despachos (6,4 %) y garantizar la integridad de la información histórica, facilitando decisiones basadas en datos reales.

Asimismo, se recomienda establecer alianzas estratégicas y acuerdos de suministro programado con los proveedores de materiales de Clase A (cuero y suelas), que representan el 79,5 % de la inversión anual. La negociación de tiempos de entrega más cortos o lotes parciales permitirá reducir el stock de seguridad y disminuir la carga financiera del capital inmovilizado.

La propuesta incluye la capacitación periódica del personal operativo y administrativo en la aplicación de manuales y diagramas de flujo diseñados bajo BPMN. La socialización de estos estándares asegura la correcta ejecución de las nuevas políticas, evita el retorno a prácticas empíricas y garantiza la trazabilidad de los materiales.

Finalmente, se recomienda auditar semestralmente los indicadores financieros, especialmente costos de mantenimiento y ruptura de stock, verificando la reducción de la pérdida anual de 22 453,55 dólares. Se sugiere actualizar los parámetros del modelo EOQ al inicio de cada periodo fiscal para ajustar las cantidades de pedido a las variaciones del mercado y asegurar la sostenibilidad económica del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- Ballou, R. H. . (2004). *Business logistics/supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain*. Pearson/Prentice Hall.
- Cabrera Guaraca, K. N. (2023). *Análisis del impacto del Covid-19 en las empresas manufactureras en el sector de calzado de Gualaceo* [Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/14562/1/20080.pdf>
- Castro-Sigüenza, A., Ramírez-Guerrero, D., Pacheco-Molina, A., & Ollague-Valarezo, J. (2021a). Técnicas de administración de inventario en las fábricas de calzado de la Centinela sin relevo. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(3), 274–286. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.3.579>
- Chiñas, G. B., Cabrera, B. C. C., Leal, M. C., & Martínez, J. A. A. (2025). Dimensión socioeconómica de la producción artesanal de calzado artesanal en los Valles Centrales de Oaxaca. *REVISTA DELOS*, 18(63), e3785. <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n63-176>
- Chopra, Sunil. (2019). *Supply chain management: strategy, planning and operation*. Pearson Education.
- Mora García, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Ecoe Ediciones.
- Ordoñez, J. (2024). The new competitive challenges in the post-pandemic era: A review of the footwear industry in Cuenca-Ecuador. *MASKANA*, 15(1), 27–42. <https://doi.org/10.18537/mskn.15.01.02>
- Paucar Samaniego, M., Pilamunga Poveda, M., Santamaría Aguirre, J., & Viera Alulema, E. (2023). Problemática del sector productivo del calzado de Tungurahua: perspectivas estratégicas desde el ámbito del diseño. *Cuadernos Del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, (180). <https://doi.org/10.18682/cdc.vi181.8903>
- Pazmiño Freire, M., Narváez Zurita, C. I., & Erazo Álvarez, J. C. (2020). Herramientas para el control de inventarios inteligentes en la industria del calzado de la provincia de Tungurahua. *CIENCIAMATRIA*, 5(1), 758–780. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i1.318>
- Pérez Fernández de Velasco, J. A. (2012). *Gestión por procesos* (5th ed.). ESIC Editorial.
- Pinillos Aldoradin, L. F., Salinas Aliaga, A. D., & Vásquez Espinoza, J. M. (2024). Gestión de inventario y optimización de stock en la industria en general. *Proceedings of the 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): "Creating Solutions for a Sustainable Future: Technology-Based Entrepreneurship."* <https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.471>
- Sánchez Quinchuela, L. F., Abril Carvajal, L. M., Aguano Salguero, H. R., & Guato Pozo, J. C. (2022). La industria del calzado y la formación dual en la provincia de Tungurahua. *Revista Académica y Científica VICTEC*, 3(5). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/572/5724442003/>

Zapata, J. (2014). *Fundamentos en Gestión de Inventarios*.

Zavaleta Castro, G. S., Zavaleta Castro, M. M., & Quilia Valerio, J. V. M. (2024). Control de inventarios y gestión rentable en mypes comerciales de calzados. *Economía & Negocios*, 6(1), 182–194. <https://doi.org/10.33326/27086062.2024.1.1825>

Anexo 1. Entrevista semi estructurada

Entrevistado: Juan Guerrero

Fecha: 19/11/2025

Pregunta 1

¿La empresa cuenta con políticas, procedimientos o instructivos claramente definidos para la recepción, almacenamiento y conservación de la materia prima y del producto terminado?

Respuesta:

No, la empresa no dispone de políticas, reglamentos, instructivos, manuales ni flujogramas formalmente establecidos para el manejo de inventarios. Las actividades relacionadas con la bodega se realizan de manera manual anotando en un cuaderno.

Pregunta 2

¿Existe personal responsable exclusivamente del control de inventarios y del área de bodega?

Respuesta:

No existe un responsable exclusivo del control de inventarios. El manejo de la bodega recae en personal del área de producción.

Pregunta 3

¿El personal encargado del almacenamiento cuenta con capacitación adecuada en gestión y control de inventarios?

Respuesta:

El personal no cuenta con capacitación técnica ni permanente en temas de gestión de inventarios.

Pregunta 4

¿Se utilizan formatos o herramientas de control para el registro de entradas y salidas de inventarios, como kardex, hojas de control o registros digitales?

Respuesta:

La empresa únicamente dispone de registros informales de producción diaria, los cuales no se actualizan de manera sistemática ni permiten conocer con precisión las cantidades de materia prima.

Pregunta 5

¿Las existencias de materia prima y producto terminado se almacenan de forma ordenada y clasificada?

Respuesta:

No, el almacenamiento se realiza sin criterios de clasificación.

Pregunta 6

¿Se registran diariamente las unidades producidas y despachadas en inventarios?

Respuesta:

Si, se lleva un registro en un cuaderno la cantidad de producción y de despachos.

Pregunta 7

¿Se controla el producto terminado por lotes, fechas de producción o rotación?

Respuesta:

No se realiza ningún tipo de control por lotes ni fechas de producción. Los productos terminados se almacenan en un mismo espacio y se despachan en función a los pedidos que se realicen los clientes.

Pregunta 8

¿Se efectúa un control de los productos sobrantes de cada lote de producción?

Respuesta:

No se realiza un control específico de los productos sobrantes. Estos permanecen almacenados sin seguimiento, lo que ocasiona acumulación excesiva de inventarios y posibles deterioros.

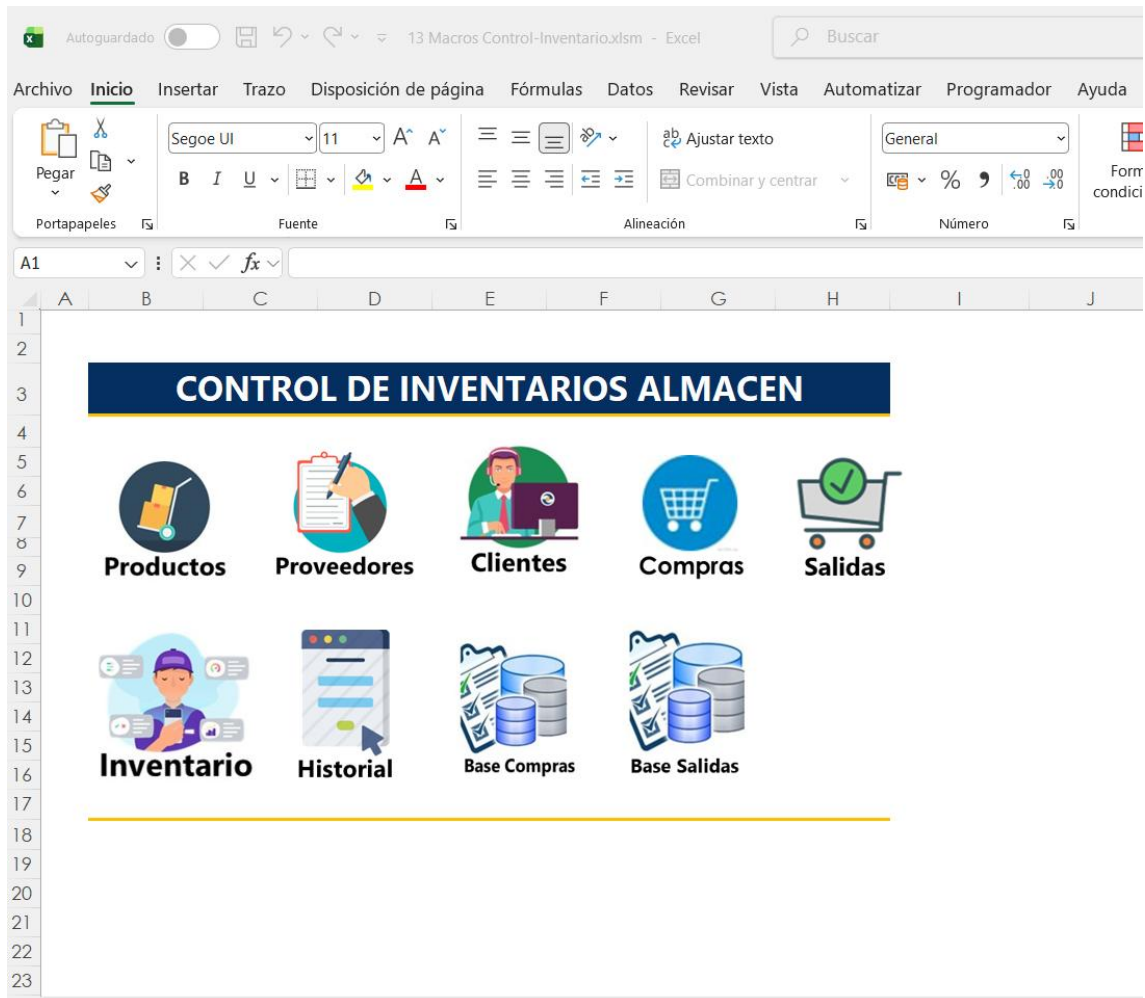
Pregunta 9

Según su criterio, ¿existen pérdidas económicas asociadas a la falta de control de inventarios?

Respuesta:

Debido a la inexistencia de registros formales, no se puede determinar con exactitud el nivel de pérdidas; sin embargo, de manera empírica se estima que las pérdidas podrían representar aproximadamente entre un 10 % y 15 % de la producción total, principalmente por deterioro, errores de despacho y reprocesos.

Anexo 2. Pantalla principal del sistema de gestión de almacenes



Nota. La imagen expone la interfaz central del kardex digital. El panel de control ilustra el estado de alerta visual para cada insumo, mecanismo algorítmico configurado a partir del límite de seguridad y el punto de reorden.


Anexo 3. Registro de productos

	A	B	C	D	F	G	H	I
1	Codigo	Categoría	Nombre de Producto	Medida				
2	SKU-01	Elaboración de capellada	Cuero selva negro	piezas				
3	SKU-02	Base estructural del calzado	Plantas casuales	pares				
4	SKU-03	Base interior del calzado	Plantitoalla confort	pares				
5	SKU-04	Sujeción del calzado	Pasadores	pares				
6	SKU-05	Estructura interna	Sapla	planchas				
7	SKU-06	Revestimiento interior	Pig aparado forro	pares				
8	SKU-07	Refuerzo estructural	Punteras y talones	planchas				
9	SKU-08	Adhesión de componentes	Pega blanca PVC	unidad				
10	SKU-09	Adhesión de estructura	Pega empastado	unidad				
11	SKU-10	Unión de piezas superior	Pega aparado	unidad				
12	SKU-11	Base de plantilla	Cartón para plantillas	unidad				
13	SKU-12	Refuerzo de piezas	Cambrella refuerzo	unidad				
14	SKU-13	Identificación de marca	Etiquetas de aparado	unidad				
15	SKU-14	Protección final	Fundas de empaque	unidad				
16	SKU-15	Acolchado	España para lengüeta	unidad				
17	SKU-16	Identificación interna	Etiquetas para plantillas	unidad				
18	SKU-17	Detalle interior	Pig arreglado	unidad				
19	SKU-18	Identificación externa	Etiqueta para pasador	unidad				
20	SKU-19	Fijación de plantilla	Pega para emplantillado	unidad				
21	SKU-20	Acabado estético	Tinta arreglado	unidad				
22	SKU-21	Preparación de suela	Activador	unidad				
23	SKU-22	Brillo final	Laca	unidad				
24	SKU-23	Identificación final	Etiquetas de terminado	unidad				
25	SKU-24	Adhesión térmica	Vulcanizante	unidad				
26	SKU-25	Talla del calzado	Etiquetas de números	unidad				
27	SKU-26	Corrección de detalles	Pega arreglado	unidad				
28	SKU-27	Unión de piezas de cuero	Hilo de coser	unidad				
29	SKU-28	Fijación temporal	Grampas	unidad				
30	SKU-29	Limpieza final	Españas arreglado	unidad				
31	SKU-30	Sujeción de etiquetas	Plastifilechas	unidad				
32								
33								

Nota. El módulo de estandarización detalla el listado maestro de materiales de la fábrica. Cada insumo presenta una codificación alfanumérica única para evitar la duplicidad de la información.

Anexo 4. Registro de proveedores

The image shows a screenshot of the Microsoft Excel interface. The ribbon at the top includes tabs for Archivo, Inicio, Insertar, Trazo, Disposición de página, Fórmulas, Datos, Revisar, Vista, Automatizar, Programador, Ayuda, and Acrobat. The 'Inicio' tab is active, showing options for Pegar, Fuente, Alineación, Número, and Estilos. The spreadsheet below has a title bar 'C11' and a formula bar. The grid shows columns A through G and rows 1 through 18. Column B is highlighted with a black background and contains the text 'PROVEEDORES'. Rows 2 through 6 contain the text 'Proveedor A', 'Proveedor B', 'Proveedor C', 'Proveedor D', and 'Proveedor E' respectively. A red home icon with the text 'Inicio' is located in cell F2.

	A	B	C	D	E	F	G
1		PROVEEDORES					
2		Proveedor A					
3		Proveedor B					
4		Proveedor C					
5		Proveedor D					
6		Proveedor E					
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

Nota. Base de datos operativa que almacena la información de los suministros, los tiempos de entrega pactados y los datos de contacto del portafolio de proveedores de la empresa.

Anexo 5. Registro de compras

Formulario de Compras

COMPRAS

Guardar Buscar Limpiar Eliminar Salir

Fech Document Proveedor + Comentario

Cod. Producto Producto Und Cantida +

Código Producto Und Cantida -

Hecho por: Lic. Luis Torres | <https://ofimaticaempresarial.com> | <https://torresernesto.com>

Nota. Formulario interactivo para la captura de datos ante el ingreso de mercancía, estructurado para la actualización del saldo físico en tiempo real.

Anexo 6. Registro de salida

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a 'REQUISICIÓN DE MATERIALES' (Material Requisition) form overlaid. The form is titled 'Formulario de Requisiciones de Materiales' and has a green header. It contains the following fields and sections:

- Header:** 'REQUISICIÓN DE MATERIALES' with icons for 'Guardar' (Save), 'Buscar' (Search), 'Limpiar' (Clear), 'Eliminar' (Delete), and 'Salir' (Exit).
- Form Fields:** 'Fecha' (Date), 'Documento' (Document), 'Cliente' (Client) with a dropdown arrow, and 'Comentario' (Comment).
- Table 1:** A table with columns 'Cod. Producto' (Product Code), 'Producto' (Product), 'Existencia' (Existence), and 'Cantidad' (Quantity). It includes a '+' icon for adding records.
- Table 2:** A table with columns 'Código' (Code), 'Producto' (Product), and 'Cantidad' (Quantity). It includes a '-' icon for removing records.
- Status Bar:** 'Registro 0 de 38' (Record 0 of 38).
- Footer:** 'Hecho por: Lic. Luis Torres | <https://ofimaticaempresarial.com> | <https://torresernesto.com>

Nota. Pantalla transaccional que documenta el consumo de materiales hacia la línea de producción. El diseño incluye una restricción lógica programada para bloquear saldos negativos.

Anexo 7. Registro de movimientos

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

- Worksheet Name:** HISTORIAL DE MOVIMIENTOS
- Buttons:** Inicio (red circle), Actualizar (blue refresh icon)
- Filters:** Fecha Inicial: 01/01/2026, Fecha Final: 31/12/2026
- Table Headers:**

Fecha	N. Doc	Proveedor / Clientes	Código	Categoría	Producto	Comentario	ENTRADAS	SALIDAS
-------	--------	----------------------	--------	-----------	----------	------------	----------	---------

Nota. Historial consolidado del aplicativo. El registro permite la trazabilidad completa de todas las operaciones de entrada y salida, base fundamental para las auditorías internas.

Anexo 8. Manual de procedimiento logístico para el control de inventarios

Objetivo: Estandarizar el proceso de control de los inventarios de materia prima y producto terminado en la empresa John H. Mateo a través de parámetros matemáticos.

Alcance: De aplicación obligatoria para el personal de bodega y de compras.

1. Política de recepción y almacenamiento

- Todo ingreso o salida de material requiere registro inmediato en los formularios del kardex digital.
- El almacenamiento físico obedece a la clasificación ABC. Los materiales de clase A (cuero y suelas) exigen acceso restringido y supervisión continua.

2. Procedimiento de reposición y alertas visuales (Kanban digital) El abastecimiento se ejecuta bajo estricta observancia del panel de control informático:

- **Alerta verde (Flujo normal):** El inventario supera el punto de reorden. La directriz prohíbe las solicitudes de compra anticipada.
- **Alerta amarilla (Activación de compra):** El stock iguala o desciende del punto de reorden (247 pares para suelas, 6 piezas para cuero). El sistema obliga a la emisión de una orden de compra por la cantidad del lote económico óptimo (451 pares para suelas, 23 piezas para cuero).
- **Alerta roja (Riesgo de parada):** Las existencias perforan el nivel de seguridad (91 pares para suelas). El estado impone la notificación a gerencia para autorizar la compra local urgente y auditar el retraso del proveedor.

3. Política de auditoría y exactitud de registro La empresa erradica el inventario anual general. El control físico se rige por la metodología de conteos cíclicos con base en la jerarquía financiera:

- **Insumos de clase A (Cuero):** Cincuenta y dos conteos anuales.
- **Insumos de clase A (Suelas):** Revisiones quincenales.
- **Insumos de clase C (Materiales auxiliares):** Auditorías de frecuencia semestral.

Anexo 9. Carta de conformidad

Ambato, 23 de abril de 2026

A quien corresponda,

Presente

Por intermedio de la presente y en mi condición de asesor, doy mi conformidad al proyecto de titulación titulado: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO TERMINADO EN LA EMPRESA DE CALZADO JOHN H. MATEO, CANTÓN TISALEO", presentado por la Sr. Llerena Tobar Marcos David, estudiante la carrera de Ingeniería Industrial.

Se deja constancia de que la estudiante ha recopilado la información presentada en este proyecto en conjunto con el gerente/propietario de la empresa; no obstante, por motivos de confidencialidad y privacidad empresarial, ciertos datos han sido limitados. A pesar de ello, se garantiza que la información expuesta refleja de manera fiel la realidad operativa y administrativa de la organización durante el desarrollo de la asesoría de la propuesta metodológica.

Agradeciendo la atención que brinde a la presente. y reiterándole mis cordiales saludos quedo de Ud.

Atentamente,



A circular stamp with the text: "OASIS S.C.", "Sr. Juan Guerrero", "Propietario", "Calle 101", "Tisaleo - Ecuador".

Sr. Juan Guerrero

Propietario

John H. Mateo