



REPÚBLICA DE PANAMÁ

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FACULTAD CIENCIAS LOGÍSTICAS

**“PROPUESTA DE MEJORA LOGÍSTICA EN LA FARMACIA SAN MIGUEL
MEDIANTE SISTEMA WMS Y CÓDIGOS QR PARA OPTIMIZAR PRODUCTIVIDAD
Y TRAZABILIDAD.”**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

Tutor: LEONARDO COLLADO

Autores: EILLIEM FONTENELLE

FERNANDO RAMÍREZ C.

CIUDAD DE PANAMÁ, 03 DE OCTUBRE DE 2025.



REPÚBLICA DE PANAMÁ
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD CIENCIAS LOGÍSTICAS

**“PROPUESTA DE MEJORA LOGÍSTICA EN LA FARMACIA SAN MIGUEL
MEDIANTE SISTEMA WMS Y CÓDIGOS QR PARA OPTIMIZAR PRODUCTIVIDAD
Y TRAZABILIDAD.”**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

Tutor: LEONARDO COLLADO
Autores: EILLIEM FONTENELLE
FERNANDO RAMÍREZ C.

CIUDAD DE PANAMÁ, 03 DE OCTUBRE DE 2025.



Ciudad de Panamá, 4 de octubre de 2025.

Profesor

Héctor Mazurkiewicz

Coordinador del Comité de Titulación de Estudios de Grado y Postgrado

Presente.

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Grado de Maestría, presentado por los estudiantes Eilliem Fontenelle y Fernando Ramírez, para optar al grado de Maestría en Ingeniería Industrial con Énfasis en Calidad y Productividad, considero que el trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Jurado examinador que se designe.

Atentamente,

(Media firma)

A handwritten signature in black ink, appearing to be "L. Collado S.", is written over a solid horizontal line.

Leonardo Collado S.

Línea de Investigación:

Logística y Gestión de la Cadena de Suministro.



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS
INFORME DE ACTIVIDADES DE TUTORÍA OPCIÓN DE TITULACIÓN DE
TRABAJO DE GRADO DE MAESTRÍA

Programa de Maestría: en Ingeniería Industrial con Énfasis en Calidad y Productividad.

Estudiantes: Nombres y apellidos. Eilliem Fontenelle y Fernando Ramírez.

Tutor: Prof. Leonardo Collado S.

Título del trabajo de grado: **“PROPUESTA DE MEJORA LOGÍSTICA EN FARMACIA SAN MIGUEL MEDIANTE SISTEMA WMS Y CÓDIGOS QR PARA OPTIMIZAR PRODUCTIVIDAD Y TRAZABILIDAD.”**

Línea de Investigación: Logística y Gestión de la Cadena de Suministro.

SESIÓN	FECHA	HORA DE REUNIÓN	ASPECTO TRATADO	OBSERVACIÓN
1	17-7-2025	9:45 a.m. a 10:30 a.m.	Selección de profesor tutor de la tesis.	El profesor aceptó la petición.
2	10-8-2025	1:00 p.m. a 3:00 p.m.	Evaluación del Capítulo 1	Correcciones en la presentación y agregar referencias bibliográficas correctamente.
3	6-9-2025	1:30 p.m. a 5:00 p.m.	Evaluación capítulo 2	Corregir citas bibliográficas
4	9-9-2025	10:00 a.m. a 2:00 p.m.	Evaluación de capítulos 3 y 4.	Unificar los tamaños de letra y corregir cronograma.

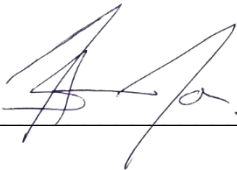
5	10-9-2025	1:00 p.m. a 4:00 p.m.	Revisión completa	Correcciones y recomendaciones
6	1-10-2025	6:00 p.m. a 8:00 p.m.	Revisión completa	Correcciones y recomendaciones
7	4-10-2025	9:30 a.m. a 11:45 a.m.	Revisión completa	Correcciones y recomendaciones
8	09-10-2025	8:00 a.m. a 10:55 a.m.	Revisión completa	Correcciones y recomendaciones

Título definitivo:

“PROPUESTA DE MEJORA LOGÍSTICA EN FARMACIA SAN MIGUEL MEDIANTE SISTEMA WMS Y CÓDIGOS QR PARA OPTIMIZAR PRODUCTIVIDAD Y TRAZABILIDAD.”

Comentarios finales acerca de la investigación: Declaramos que las especificaciones anteriores representan el proceso de dirección del trabajo de grado arriba mencionado.

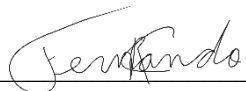
(Media Firma del Tutor)



(Media Firma del Estudiante)



(Media Firma del Estudiante)



DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por su amor silencioso pero constante, que nos sostuvo en cada desafío; a nuestros amigos y compañeros, que compartieron con nosotros risas, esfuerzos y aprendizajes; y a todos aquellos que creyeron en nosotros, aún en los momentos de duda. Este logro es un reflejo de su apoyo y nuestra perseverancia, y esperamos que inspire a otros a seguir adelante con pasión, esfuerzo y compromiso.

RECONOCIMIENTO

Deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta investigación. A nuestros docentes y asesores, por su orientación, paciencia y consejos que guiaron nuestro camino académico. A nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante, que nos permitió superar cada desafío. A nuestros compañeros de grupo, por la colaboración, el esfuerzo compartido y la inspiración diaria que hicieron de este trabajo una experiencia enriquecedora. También extendemos nuestro agradecimiento a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con ideas, recursos o apoyo, aportando al éxito de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
Introducción	14
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 El problema	18
1.2 Enunciado del Problema.....	19
1.3 Objetivo general	19
1.4 Objetivos Específicos	19
1.5 Delimitación	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Definición de conceptos clave.....	22
2.1.1 Importancia de la gestión eficiente de la cadena de suministro	24
2.2 Cadena de suministro en el sector farmacéutico	24
2.2.1 Riesgos en la cadena farmacéutica	25
2.2.2 Estructura de la cadena farmacéutica	25
2.3 Trazabilidad en la Cadena de Suministro Farmacéutica	25
2.4 Sistemas de gestión de almacenes	27
2.4.1 Tipos de sistemas de gestión de almacenes	27
2.4.2 Funciones clave	28
2.4.3 Beneficios en el sector farmacéutico	29
2.5 Códigos QR como Herramienta de Trazabilidad	30
2.6 Estudios previos relevantes	30
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	34
3.1 Tipo y enfoque de la investigación	34
3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.3 Población y Muestra.....	35
3.4 Procedimientos	36
3.4.1 Diagnóstico: observación y mapeo del flujo logístico actual	38
3.5 Criterios de validez y confiabilidad	41
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....	44

4.1 Diseño de la propuesta flujo ideal con WMS y códigos QR.....	44
4.2 Resultados del diseño propuesto	46
4.2.1 Aplicación práctica del sistema WMS con integración de códigos QR	48
4.3 Comparación antes y después de la propuesta	49
4.4 Análisis de viabilidad de la propuesta.....	52
4.5 Alcances y limitaciones.....	55
4.6 Plan de implementación propuesto	56
Conclusiones.....	59
Recomendaciones	60
Referencias Bibliográficas	61
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	28
Tabla 2.	50
Tabla 3.	52
Tabla 4.	53
Tabla 5.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	38
Figura 2.....	39
Figura 3.....	41
Figura 4.....	45
Figura 5.....	48
Figura 6.....	49
Figura 7.....	51
Figura 8.....	51
Figura 9.....	54



REPÚBLICA DE PANAMÁ
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS

“PROPUESTA DE MEJORA LOGÍSTICA EN FARMACIA SAN MIGUEL MEDIANTE SISTEMA WMS Y CÓDIGOS QR PARA OPTIMIZAR PRODUCTIVIDAD Y TRAZABILIDAD.”

Tutor: LEONARDO COLLADO

Autores: EILLIEM FONTENELLE

FERNANDO RAMÍREZ C.

Año: 2025

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad proponer una solución tecnológica para optimizar la cadena de suministro de la Farmacia San Miguel, una farmacia de carácter familiar ubicada en la provincia de Herrera, Monagrillo. El problema que se ha encontrado se relaciona con el seguimiento de medicamentos, el control limitado del inventario y la baja productividad operativa. Estos problemas se deben principalmente a la dependencia de procesos que se realizan de manera manual o tradicional y a un sistema de registro no sistematizado. La propuesta para este problema es implementar el sistema de gestión almacenes (SGA) con códigos QR. Esta herramienta busca la visibilidad de los productos, minimizar los errores en el inventario y garantizar el cumplimiento de las normas sanitarias del Ministerio de Salud de Panamá y la OMS. El enfoque incluye evaluar la situación actual; posteriormente y elaborar un plan para la implementación del sistema. Con esto, se espera mejorar la eficiencia de la cadena de suministro (para facilitar la localización de los artículos) y la seguridad al trabajar con producto farmacéutico, especialmente en Panamá. En conclusión, la propuesta de mejora logística mediante la implementación de un Sistema de Gestión de Almacenes (SGA) y el uso de códigos QR representa una oportunidad estratégica para modernizar los procesos operativos de Farmacia San Miguel. La integración de estas herramientas tecnológicas permitirá optimizar la trazabilidad de los medicamentos, reducir errores humanos, incrementar la productividad y asegurar el cumplimiento de las normativas sanitarias vigentes. De esta manera, el proyecto no solo contribuirá a fortalecer la eficiencia interna de la farmacia, sino que también servirá como modelo de innovación aplicable a pequeñas y medianas empresas del sector farmacéutico en Panamá.

Palabras clave: cadena de suministro, farmacia, WMS, trazabilidad, productividad.



REPUBLIC OF PANAMA
INTERNATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FACULTY OF LOGISTICS SCIENCES
**“PROPOSAL FOR LOGISTICS IMPROVEMENT AT SAN MIGUEL PHARMACY
THROUGH A WMS SYSTEM AND QR CODES TO OPTIMIZE PRODUCTIVITY AND
TRACEABILITY.”**

Authors: EILLIEM FONTENELLE

FERNANDO RAMÍREZ C.

Advisor: LEONARDO COLLADO S.

Year: 2025

ABSTRACT

The purpose of this paper is to propose a technological solution to optimize the supply chain at Farmacia San Miguel, a family-run pharmacy located in Herrera province, Monagrillo. The main problems encountered relate to medication tracking, limited inventory control, and low operational productivity. These problems are primarily due to the reliance on traditional manual processes and an unsystematic record-keeping system. The proposal for this digital age problem is to implement a warehouse management system (WMS), with QR codes. These tools aim to increase product visibility, minimize inventory errors, and ensure compliance with the health regulations of the Panamanian Ministry of Health and the WHO. The approach includes assessing the current situation, then developing a plan for system implementation, followed by a simulation of its effects. This is expected to improve supply chain efficiency (to facilitate item location) and safety when working with pharmaceutical products, especially in Panama. In summary, the proposed logistics improvement through the implementation of a Warehouse Management System (WMS) and the use of QR codes represents a strategic opportunity to modernize Farmacia Ramírez’s operational processes. The integration of these technological tools will optimize drug traceability, reduce human errors, increase productivity, and ensure compliance with current health regulations. Therefore, this project will not only strengthen the pharmacy’s internal efficiency but also serve as an innovative model applicable to small and medium-sized enterprises in the pharmaceutical sector in Panama.

Keywords: supply chain, pharmacy, WMS, traceability, productivity.

Introducción

La gestión eficiente de la cadena de suministro se ha convertido en un elemento esencial para el éxito y la sostenibilidad de las empresas, especialmente en sectores altamente regulados y sensibles como el farmacéutico. Garantizar que los medicamentos lleguen al consumidor en las mejores condiciones, manteniendo su eficacia intacta, representa no solo un requisito legal, sino también un compromiso ético que impacta directamente en la salud de la población y en la confianza de los usuarios en el sistema de salud.

En el MINSA de Panamá, se presta especial atención al almacenamiento y la documentación meticulosos de los medicamentos, este esfuerzo va mucho más allá de la práctica habitual. Una razón es que siguen las recomendaciones mundiales, como las de la OMS, el objetivo es garantizar que los productos farmacéuticos se manipulen profesionalmente de acuerdo con los procedimientos establecidos en cada etapa de su proceso desde la producción y la distribución hasta que el consumidor los obtiene en una farmacia; También se trata de reducir riesgos, al garantizar que los medicamentos se almacenen correctamente y se minimicen las pérdidas, los medicamentos de alta calidad pueden llegar rápidamente a quienes los necesitan.

En consecuencia, se ven en la necesidad de invertir en nuevas tecnologías y herramientas digitales que reduzcan los errores humanos, optimicen los tiempos de entrega, fortalezcan la trazabilidad y mejoren la experiencia del cliente, lo que contribuye no solo al cumplimiento normativo, sino también a la sostenibilidad de sus operaciones a largo plazo.

Farmacias Ramírez, una empresa familiar ubicada en la Ciudad de Panamá, representa un ejemplo de los desafíos que enfrentan muchas farmacias comunitarias en la región. Sus operaciones aún dependen de controles manuales y hojas de cálculo que, aunque fueron útiles en las etapas iniciales, hoy resultan insuficientes para responder a las crecientes demandas del mercado y a los requisitos regulatorios. Entre los principales problemas que enfrenta se encuentran el vencimiento de productos, errores en la preparación de pedidos, falta de visibilidad en el inventario y demoras en la atención al cliente, situaciones que evidencian la necesidad de una transformación en su gestión logística y en la manera en que administra su almacén.

Con estas necesidades en mente, este estudio propone la implementación de un Sistema de Gestión de Almacenes (SGA). Propone el uso de códigos QR como parte de esta solución tecnológica para mejorar la cadena de suministro en Farmacias Ramírez, la integración de estas

herramientas ayudará a digitalizar procesos clave: cuándo llega el stock, dónde se encuentran los artículos, cuánto hay disponible y la preparación de pedidos; además de aumentar la eficiencia general de las operaciones, lo que permite a los trabajadores centrarse en tareas de mayor valor, será posible rastrear cada producto desde su entrada en el almacén hasta su compra.

La investigación sigue un enfoque aplicado, inicialmente, implica evaluar el estado de la farmacia; a continuación, se diseña una propuesta tecnológica y se utilizan simulaciones para ver cómo afectará el cumplimiento de las normas de eficiencia del sistema de seguimiento, no se trata solo de mejorar la eficiencia operativa de Farmacias Ramírez: si todo sale bien, también habrá beneficios más amplios para las farmacias comunitarias de Panamá que experimentan dificultades logísticas similares a diario; a través de este proyecto, podrían encontrar maneras de mejorar los estándares en sus operaciones, lo que podría convertirse en buenas prácticas a nivel nacional.

CAPITULO I.
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las cadenas de suministro farmacéuticas, ahora se valora más el factor estratégico de garantizar que los medicamentos estén disponibles cuando y donde se necesitan, y en buen estado, esto es especialmente importante para las farmacias comunitarias: en este caso, una logística eficiente no solo mejora el servicio al cliente e impulsa la sostenibilidad del negocio, también afecta directamente a la seguridad del paciente.

Farmacia San Miguel, una empresa familiar ubicada en la provincia de Herrera, Monagrillo, calle tercera, enfrenta retos significativos en la administración de inventarios, la trazabilidad de los productos y la eficiencia de sus operaciones. Si bien algunos métodos pudieron haber sido adecuados en el pasado, ya no son suficientes dada la necesidad actual de velocidad y precisión. Padilla y otros (2023) demostró que esto también aplica a muchas pequeñas empresas farmacéuticas en Latinoamérica, muchas aún dependen de sistemas obsoletos, como el registro manual o las hojas de cálculo, lo que no solo aumenta la probabilidad de cometer errores, sino que también limita su capacidad para responder rápidamente a las necesidades de los compradores.

Además de generar pérdidas económicas, estas fallas dificultan el cumplimiento de las normas del Ministerio de Salud de Panamá (MINSA, 2022), que exige mantener trazabilidad y control documentado de cada lote de medicamentos. La falta de un sistema digital que permita el seguimiento en tiempo real aumenta la probabilidad de errores y desabastecimientos.

Ante esta realidad, se evidencia la necesidad de modernizar los procesos logísticos de Farmacia San Miguel. La integración de un Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) complementado con códigos QR constituye una alternativa viable para optimizar la eficiencia operativa, fortalecer la trazabilidad y mejorar la productividad, al tiempo que asegura el cumplimiento de buenas prácticas nacionales e internacionales.

A partir de lo descrito, se observa que los procesos logísticos actuales presentan limitaciones que afectan la eficiencia, la trazabilidad y la seguridad de los productos. Esto evidencia la necesidad de identificar los principales desafíos de Farmacia San Miguel y proponer soluciones efectivas. A continuación, se presenta el problema específico que motiva esta investigación.

1.1 El problema

La Farmacia San Miguel, es un servicio de salud que está experimentando graves problemas con su cadena de suministro, estos problemas están teniendo consecuencias negativas: el personal no puede trabajar con la misma eficiencia, no se cumplen los estándares de atención al paciente y la seguridad general también se ve afectada; depender de registros en papel y hojas de cálculo implica errores frecuentes, como la pérdida de artículos del inventario o su almacenamiento incorrecto, cuando se pierden artículos como los tensiómetros, es difícil localizarlos rápidamente; las solicitudes de las salas tardan más en procesarse y datos cruciales como las fechas de caducidad suelen estar incompletos; estos problemas no solo reducen los márgenes de beneficio, sino que también afectan la fiabilidad de nuestro servicio y, por lo tanto, la satisfacción del cliente.

Además, los métodos antiguos sin seguimiento en tiempo real impiden que el personal supervise con precisión el recorrido de un producto, esto significa que hay más posibilidades de errores durante el proceso, como administrar medicamentos o cantidades incorrectas al llegar los pedidos, lo que también puede provocar otros problemas, como la escasez inesperada de suministros desabastecimiento y la necesidad de que los trabajadores repitan tareas; sin sistemas digitales que controlen los niveles de existencias, las farmacias tienen dificultades para predecir cuándo se venderán rápidamente, información que también les ayuda a detectar problemas con mayor antelación, a su vez, esto afecta el cumplimiento de las normas oficiales establecidas por organismos como el Ministerio de Salud de Panamá (MINSA, 2022).

Como resultado, Farmacia San Miguel enfrenta no solo pérdidas económicas y operativas, sino también un riesgo reputacional frente a clientes y autoridades sanitarias. La situación evidencia la necesidad urgente de implementar mecanismos tecnológicos que optimicen los procesos, aseguren la trazabilidad de los productos, reduzcan errores humanos y fortalezcan la productividad, garantizando al mismo tiempo el cumplimiento normativo y la seguridad del paciente. La introducción de un Sistema de Gestión de Almacenes (SGA) complementado con códigos QR representa una alternativa concreta y viable para superar estos obstáculos y alinear las operaciones de la farmacia con estándares de calidad nacionales e internacionales.

1.2 Enunciado del Problema

¿Cuáles son los procedimientos que pueden optimizarse la cadena de suministro de Farmacia San Miguel en Panamá mediante la implementación de un sistema de gestión de almacenes y el uso de códigos qr; con el fin de fortalecer trazabilidad de los medicamentos y mejorar la productividad operativa?

1.3 Objetivo general

Proponer un sistema de gestión tecnológica basado en un Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) con códigos QR, destinado a optimizar la cadena de suministro de Farmacia San Miguel en Panamá, aumentando la trazabilidad de los productos farmacéuticos y mejorando la productividad logística de la organización.

1.4 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la cadena de suministro en Farmacia San Miguel, con el fin de identificar las fortalezas y debilidades presentes en sus procesos logísticos.
2. Analizar las principales fallas relacionadas con la trazabilidad de los medicamentos y la productividad operativa dentro del sistema actual, como base para la formulación de la propuesta de optimización.
3. Diseñar una propuesta de mejora fundamentada en la integración de un Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) y un sistema de códigos QR, ajustada a la realidad operativa de una farmacia comunitaria en Panamá.
4. Implementar la propuesta mediante la simulación de escenarios de aplicación, evaluando los impactos logísticos y operativos esperados tras la adopción del sistema tecnológico.
5. Evaluar los resultados de la simulación a través de indicadores de gestión, con el propósito de garantizar la mejora continua de la cadena de suministro en Farmacia San Miguel.

1.5 Delimitación

- Espacial: El proyecto se llevará a cabo en Farmacia San Miguel, un establecimiento farmacéutico de carácter familiar situado en la provincia de Herrera, distrito de Chitré, corregimiento de Monagrillo, calle tercera.
- Temporal: El estudio se llevó a cabo a finales de 2025, con la fase de planificación entre julio y octubre, durante este período, los investigadores realizaron evaluaciones iniciales,

diseñaron propuestas y simularon posibles escenarios de aplicación, todo ello para determinar cómo los cambios podrían afectar la cadena de suministro de Farmacia San Miguel.

- **Temática:** Este análisis se centró en identificar maneras de optimizar la cadena de suministro de Farmacia San Miguel mediante el uso de Sistemas de Gestión de Almacenes (WMS) y códigos QR; el estudio se fundamentó en referentes teóricos ampliamente reconocidos como la gestión integral de la cadena de suministro (Calatayud y Montes, 2021), Logística en América Latina y el Caribe: Oportunidades, desafíos y líneas de acción; (Christopher, 2016), la trazabilidad como pilar de la seguridad sanitaria y las normativas panameñas establecidas en el Manual de Buenas Prácticas de Almacenamiento (MINSa, 2023). También analizamos algunos estudios recientes sobre herramientas digitales para farmacias comunitarias, en la investigación se destacó cómo los códigos QR pueden ayudar a reducir los errores de dispensación y a mejorar el control de inventario, si bien nuestro estudio no abarcó todos los aspectos relacionados con el éxito de una farmacia, como el marketing, las finanzas o la gestión de recursos humanos, sabemos que estos aspectos también son importantes.
- **Limitaciones:** Si bien el proyecto cumplió con los objetivos principales, algunas condiciones limitaron su alcance, en particular, no fue posible implementar la propuesta tecnológica en un entorno real dentro de la Farmacia San Miguel, por lo que se recurrió a una simulación de escenarios como alternativa metodológica; asimismo, el acceso a información financiera detallada estuvo restringido, lo que impidió realizar un análisis económico exhaustivo sobre los costos y beneficios de la implementación del sistema, estas limitaciones no comprometen la validez de los hallazgos, pero sí sugieren la necesidad de investigaciones futuras que complementen este trabajo y amplíen su aplicación en otros contextos del sector farmacéutico.

CAPÍTULO II.
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La fundamentación teórica de este estudio se orienta a establecer los conceptos y enfoques centrales que sustentan la propuesta de optimización logística en Farmacia San Miguel, en este capítulo se presentan las principales definiciones y aportes relacionados con la cadena de suministro, la productividad logística, la trazabilidad en el sector farmacéutico, así como las tecnologías de apoyo, entre ellas los sistemas de gestión de almacenes (WMS) y los códigos QR; estos elementos constituyen la base conceptual que permitirá analizar la problemática planteada y justificar la pertinencia de la solución tecnológica propuesta.

2.1 Definición de conceptos clave

Para comprender adecuadamente este estudio, es necesario precisar los conceptos fundamentales que constituyen su base teórica y técnica; a continuación, se presentan las definiciones más relevantes, organizadas en orden alfabético:

Cadena de suministro

Es el conjunto de procesos interconectados que permiten el flujo de productos, información y recursos desde el proveedor inicial hasta el consumidor final; de acuerdo con Calatayud y Montes (2021), abarca actividades como la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la venta, en el sector farmacéutico, esta gestión adquiere una importancia crítica debido a la necesidad de garantizar la puntualidad y la seguridad del producto, especialmente en contextos como Panamá, donde factores climáticos y regulatorios refuerzan la necesidad de eficiencia.

Códigos QR

Son herramientas digitales que permiten almacenar y transmitir gran cantidad de información de manera rápida y accesible mediante su escaneo con dispositivos móviles o lectores especializados; según Padilla y otros (2023), en el ámbito logístico los códigos QR facilitan la gestión de inventarios, el seguimiento de lotes, el control de fechas de caducidad y la automatización de tareas, representando una alternativa práctica incluso para pequeñas farmacias comunitarias.

Eficiencia operativa

Hace referencia a la capacidad de obtener resultados satisfactorios empleando menos recursos, reduciendo errores y optimizando tiempos; según Heizer et al. (2020) señalan que la eficiencia se refleja en la rapidez de los procesos, la calidad en la atención al cliente y la prevención de pérdidas de inventario, en farmacias de menor escala, puede lograrse mediante la incorporación de tecnologías como los sistemas WMS y los códigos QR.

Productividad logística

Se entiende como la relación entre los resultados obtenidos, entregas cumplidas, inventarios controlados y reducción de errores y los recursos utilizados, tales como tiempo, espacio y personal, de acuerdo con Christopher (2016) destaca que una logística productiva implica maximizar la eficiencia operativa y minimizar desperdicios o tiempos muertos, aspecto vital para farmacias que manejan productos de alta rotación y con fechas de caducidad estrictas.

Sistema de Gestión de Almacenes (WMS)

Es un software diseñado para supervisar y optimizar las operaciones en almacenes y centros de distribución, tomando en consideración a Richards (2011) explica que este tipo de sistemas facilita la recepción, el almacenamiento, la preparación de pedidos y el despacho de mercancías, además de ofrecer actualizaciones en tiempo real sobre los niveles de inventario; en el caso de farmacias, su implementación reduce errores, mejora el control de fechas de caducidad y asegura el cumplimiento de normas sanitarias.

Trazabilidad

Consiste en la capacidad de identificar y registrar el recorrido de un producto a lo largo de toda la cadena de suministro, en el sector farmacéutico según Coronel (2017), esto implica conocer desde el laboratorio de fabricación hasta el momento de dispensación del medicamento; resalta que la trazabilidad es clave para prevenir fraudes, asegurar la calidad y facilitar auditorías sanitarias, así mismo, en Panamá, el Ministerio de Salud (MINSAL, 2022) exige un control por lotes que garantice la trazabilidad de cada medicamento, reforzando su importancia en la gestión local.

2.1.1 Importancia de la gestión eficiente de la cadena de suministro

La gestión eficiente de la cadena de suministro constituye un elemento estratégico para la sostenibilidad y la competitividad de las empresas, en especial en sectores altamente regulados como el farmacéutico, una administración ineficaz no solo puede generar pérdidas económicas considerables, sino también comprometer la seguridad del paciente y la reputación de las organizaciones ante los entes reguladores (Calatayud y Montes, 2021; López, 2019; Del Do y otros, 2023).

Desde el punto de vista normativo, Panamá cuenta con disposiciones específicas a través del Ministerio de Salud (MINSAL), que en su Manual de Buenas Prácticas de Almacenamiento establece lineamientos estrictos respecto al control documentado, la conservación de productos sensibles y la trazabilidad de cada lote (MINSAL, 2022).

En términos prácticos, la investigación cobra relevancia porque se centra en una solución tecnológica de aplicación inmediata en una farmacia comunitaria panameña, la integración de un Sistema de Gestión de Almacenes (WMS) y códigos QR representa una alternativa viable, accesible y adaptable que responde a los desafíos actuales de Farmacia San Miguel; estudios recientes han evidenciado que este tipo de tecnologías contribuyen a reducir errores en el control de inventario, facilitan la identificación de fechas de caducidad y aseguran un mayor cumplimiento normativo (Fred, 2025; Ribeiro, 2025; Gallo y otros, 2024).

2.2 Cadena de suministro en el sector farmacéutico

La logística en la industria farmacéutica se considera una de las más complejas, ya que cada etapa debe realizarse con sumo cuidado; aunque comparte ciertos elementos con la distribución de otras industrias, en este caso se manejan productos que afectan directamente la salud de las personas, como medicamentos y vacunas, los cuales deben conservar su eficacia hasta el momento de su dispensación, esto hace necesario revisar todo el proceso de manera minuciosa, desde la producción hasta la entrega final, entre los riesgos más frecuentes se encuentran el incumplimiento de normas sanitarias, los errores en la gestión de inventario, la caducidad de productos por baja rotación, problemas de localización y fallas en el control de temperatura; estos factores, más allá de lo operativo, afectan la confianza de los consumidores y dañan la imagen de las farmacias o laboratorios responsables (Becerra y otros, 2025).

2.2.1 Riesgos en la cadena farmacéutica

El riesgo está presente en toda la cadena de suministro farmacéutica. Incluye peligros como errores operativos y de gestión como errores humanos, errores de fabricación o problemas de calidad, amenazas a la seguridad como robos, medicamentos falsificados y ciberataques, además de riesgos logísticos, interrupciones del suministro causadas por eventos externos, la dependencia de proveedores únicos y riesgos para la salud del paciente por reacciones adversas a medicamentos y errores de medicación, estos riesgos pueden surgir en cualquier etapa del proceso desde el desarrollo y la producción, pasando por la distribución, hasta el consumo; según López (2019), la ausencia de registros confiables abre la puerta a que circulen medicamentos falsificados o vencidos, con un impacto grave en la salud pública. Además, muchos productos requieren condiciones especiales de almacenamiento y transporte. La llamada cadena de frío es fundamental para vacunas y medicamentos biológicos. Si se rompe este proceso, no solo se reducen las ganancias, también se compromete la efectividad terapéutica, lo que representa un riesgo directo para los pacientes.

2.2.2 Estructura de la cadena farmacéutica

La cadena de suministro farmacéutica está compuesta por fases interrelacionadas que incluyen la fabricación, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la dispensación final. Cada etapa requiere procedimientos precisos que mantengan la integridad terapéutica de los productos y garanticen la trazabilidad de los lotes (Calatayud y Montes, 2021).

En Panamá, el Ministerio de Salud (MINSAL, 2023) regula estos procesos mediante el Manual de Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA), de cumplimiento obligatorio para farmacias, droguerías y centros de distribución. Entre sus disposiciones destacan la necesidad de llevar registros documentados, verificar las condiciones físicas del almacén y monitorear de manera continua los medicamentos más sensibles.

En respuesta a estas regulaciones y a la competencia del mercado, algunas farmacias panameñas han comenzado a implementar soluciones tecnológicas como los sistemas de gestión de almacenes (WMS) y los códigos QR.

2.3 Trazabilidad en la Cadena de Suministro Farmacéutica

Los gerentes de la cadena de suministro en el sector farmacéutico no bastan con ser eficientes; también deben garantizar el cumplimiento de regulaciones extremadamente exigentes, su

principal objetivo es garantizar que los medicamentos se suministren en las condiciones adecuadas; por ello, países de todo el mundo, incluido Panamá, han emitido directrices nacionales basadas en las internacionales sobre cómo deben almacenarse los medicamentos mientras esperan su despacho BPA, así como durante el transporte, estas normas son de vital importancia para la salud y la seguridad públicas, algo que todos desean de cualquier medicamento que utilicen. De acuerdo con Munyao (2022) los medicamentos deben conservar sus propiedades terapéuticas desde su producción hasta su uso por el paciente, explicando que este requisito tiene consecuencias más amplias. Los expertos también describen aspectos clave del transporte, el almacenamiento y la distribución

Siguiendo las directrices de la OMS, el MINSA solicitó a las farmacias y centros de distribución que siguieran normas estrictas, por ejemplo, sobre la capacitación del personal de higiene y el mantenimiento de registros. No sorprende que la autoridad sanitaria nacional se preocupe por la seguridad de los medicamentos durante su traslado de las fábricas a las tiendas, especialmente porque la OMS también destaca estos problemas. La OMS destaca tres aspectos en particular:

- Registros precisos y claros.
- Asegurarse de que las condiciones de almacenamiento sean adecuadas en todo momento: esto incluye la temperatura, los niveles de humedad y la limpieza general.
- Poder rastrear cada artículo desde su origen hasta su destino, el Ministerio de Salud (MINSA) ha incorporado estas ideas, adaptándolas a la situación local (MINSA, 2023).

Además, López (2019) observaron que muchas farmacias pequeñas, especialmente en Centroamérica, aún utilizan controles manuales, esto aumenta el riesgo de pérdidas, el envío de medicamentos caducados o errores en los pedidos. En cambio, las que han comenzado a utilizar tecnología de seguimiento reportan grandes mejoras: tienen un mejor control de sus existencias, es más fácil seguir las normas y los clientes están más satisfechos.

Desde una perspectiva práctica, implementar estas buenas prácticas representa una gran oportunidad para empresas como Farmacia San Miguel, demuestra un verdadero profesionalismo y dedicación a la salud del consumidor, que va más allá del simple cumplimiento de los requisitos del MINSA; y cuando las empresas adoptan estándares y utilizan herramientas inteligentes como WMS o códigos QR para automatizar gran parte del papeleo, se reducen los

errores. También facilita las cosas a los inspectores o auditores de la empresa en el futuro. En esencia, tanto el BPA como el GDP no deben considerarse solo como tareas regulatorias, sino también como algo positivo: una inversión para generar confianza y garantizar operaciones seguras que puedan funcionar sin problemas durante años.

2.4 Sistemas de gestión de almacenes

La logística farmacéutica moderna requiere tecnologías que permitan un control preciso y confiable del inventario. Entre las soluciones más utilizadas destacan los sistemas de gestión de almacenes, diseñados para coordinar procesos diarios como la recepción, el almacenamiento, la preparación de pedidos, la supervisión de inventarios y la integración con plataformas de gestión empresarial, estas herramientas proporcionan visibilidad en tiempo real y aseguran trazabilidad en cada movimiento del producto.

Cuando se implementan adecuadamente, ofrecen beneficios significativos. Richards (2011) señala que su uso incrementa la eficiencia al brindar datos actualizados que apoyan la toma de decisiones y garantizan el seguimiento de mercancías desde la recepción hasta el despacho. Sobko (2025) estima que, con una optimización adecuada, estos sistemas pueden reducir entre un 30 % y un 50 % el tiempo destinado a tareas logísticas rutinarias, como registros manuales o recuentos físicos. Ribeiro (2025) añade que, en el sector farmacéutico, la incorporación de estas herramientas permite detectar errores con mayor rapidez, asegurar el reabastecimiento de productos esenciales y cumplir con los estándares de trazabilidad exigidos por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia Europea de Medicamentos (EMA).

2.4.1 Tipos de sistemas de gestión de almacenes

Dependiendo de las necesidades de la organización, los sistemas de gestión de almacenes pueden clasificarse en diferentes modalidades, según su nivel de personalización, la tecnología utilizada y la capacidad de integración con otros sistemas.

Tabla 1

Clasificación de los sistemas de gestión de almacenes

Tipo de sistema	Descripción	Ejemplo de uso
Estándar en la nube (SaaS)	Software accesible por internet, escalable y con actualizaciones automáticas. Ideal para pequeñas y medianas empresas.	Farmacias minoristas que requieren control básico de stock y rápida implementación.
Instalado en servidores propios (On-Premise)	Se implementa en infraestructura interna, con mayores opciones de personalización, aunque con costos más elevados.	Empresas grandes con procesos logísticos complejos o mayores exigencias de seguridad.
Modular o híbrido	Se integra como módulo dentro de un ERP o conectado a sistemas de transporte (TMS).	Empresas que buscan una planificación logística más integral.

Nota. Clasificación elaborada a partir de Vico (2025).

De acuerdo con este autor, la elección del sistema debe alinearse con factores como el volumen de operaciones, la criticidad de los productos y la capacidad tecnológica de la empresa. En el caso de las farmacias, donde la trazabilidad por lote es esencial, los sistemas modulares que integran el escaneo de códigos QR y el monitoreo en tiempo real resultan especialmente recomendables.

2.4.2 Funciones claves

Los sistemas de gestión de almacenes concentran funciones específicas que se traducen en mejoras tangibles en la productividad y el control sanitario, entre las más relevantes se encuentran:

- Recepción de mercancías, el registro digital de productos permite ingresar información clave como número de lote, proveedor, fecha de caducidad y ubicación sugerida, reduciendo errores de entrada y agilizando auditorías, según Okechukwu y otros (2024) afirma que “al manejar de forma automática las entradas de productos, se previenen las

repeticiones en el sistema y se garantiza una validación temprana de la capacidad de seguimiento” (p. 11).

- Ubicación de productos, de acuerdo con el algoritmo de ubicación inteligente, el sistema asigna espacios en función de la frecuencia de salida, condiciones de conservación o niveles de venta, optimizando el flujo dentro del almacén
- Preparación de pedidos (picking), esta fase, que puede consumir gran parte del tiempo operativo, se optimiza mediante rutas de picking más eficientes y priorización de pedidos urgentes, reduciendo tiempos y errores en el despacho (Fred, 2025).
- Control de inventario, la actualización en tiempo real y la realización de recuentos cíclicos automatizados evitan excesos de stock o desabastecimientos. En el Anexo 1 se presenta un esquema ilustrativo del funcionamiento de un sistema de gestión de almacenes desde la recepción hasta la verificación final de existencias.

2.4.3 Beneficios en el sector farmacéutico

La adopción de estas tecnologías ofrece ventajas medibles que trascienden el simple orden en el almacén. Entre ellas destacan:

- Reducción de errores operativos: disminución de fallos en el picking en más del 60 % y eliminación casi total de registros manuales (Fred, 2025).
- Optimización del espacio físico: aplicación de clasificación ABC, método FIFO y uso eficiente del espacio vertical.
- Incremento de la productividad: reducción de tiempos de preparación de pedidos, mejor asignación del personal y uso de dispositivos móviles para escaneo con códigos QR.
- Cumplimiento normativo: trazabilidad completa de cada movimiento y generación de registros automáticos que facilitan auditorías sanitarias (MINSa, 2023).

En este sentido, la incorporación de un sistema de gestión de almacenes en farmacias como Farmacia San Miguel no solo representa un paso hacia la modernización tecnológica, sino también una respuesta práctica a problemas habituales como productos vencidos, errores en la preparación de pedidos o desorden operativo.

2.5 Códigos QR como Herramienta de Trazabilidad

En los últimos años, los códigos QR se han consolidado como una alternativa tecnológica accesible para fortalecer la trazabilidad en el sector farmacéutico, tomando en consideración a Udvaros y otros (2024) señalan que su aplicación permite obtener información esencial sobre la ubicación de almacenamiento, fechas de caducidad y números de lote en cuestión de segundos, utilizando únicamente un dispositivo móvil o un escáner básico; aunque tecnologías más avanzadas como la identificación por radiofrecuencia (RFID) ofrecen mayores prestaciones, su elevado costo y complejidad limitan su adopción en pequeñas y medianas empresas. Frente a ello, los códigos QR representan una solución práctica que equilibra funcionalidad y asequibilidad.

De manera complementaria, MyQRCode (2024) indican que los entornos donde las tareas manuales suelen ser repetitivas y propensas a errores, una solución cada vez más popular son los códigos QR. Ofrecen una forma eficiente de automatizar algunos procesos: con solo escanear un código, es posible acceder a información actualizada del stock, consultar fechas de caducidad o la división por sales, o averiguar qué producto pertenece a un lote específico, además de ofrecer muchas más utilidades, esto reduce los riesgos al manipular sustancias que deben controlarse y facilita las auditorías internas.

Para farmacias comunitarias como Farmacia San Miguel, la implementación de esta tecnología resulta especialmente viable; con una inversión mínima, un teléfono inteligente o un escáner de bajo costo, es posible mejorar la seguridad en la gestión de inventarios, optimizar tiempos de trabajo y garantizar registros confiables, más allá de una actualización tecnológica, el uso de códigos QR representa un cambio cultural hacia una gestión logística más eficiente, precisa y segura. Esta herramienta es eficaz para proporcionar un proceso claro de rastreo, como se aprecia en el Anexo 2.

2.6 Estudios previos relevantes

En la actualidad, muchas pequeñas y medianas empresas del sector farmacéutico están reconociendo la necesidad de modernizar su logística, esta transformación, sin embargo, no requiere inversiones millonarias ni soluciones inalcanzables; al contrario, varios estudios han demostrado que herramientas tecnológicas accesibles, como los sistemas de gestión de

almacenes (WMS) y los códigos QR, pueden implementarse de manera efectiva en negocios familiares o comunitarios, logrando importantes mejoras.

Uno de los trabajos más reconocidos en el área logística es el de Richards (2011), quien explica que un sistema WMS, bien adaptado al tamaño y operación de una empresa, por ejemplo, puede mejorar la precisión de los pedidos al reducir los errores humanos o aumentar la productividad del personal del almacén, además de ayudar a organizar el stock para que encaje. Aunque este autor escribe pensando en grandes centros logísticos, sus principios pueden aplicarse perfectamente a farmacias panameñas que deseen evitar vencimientos, errores en pedidos o pérdida de inventario.

Hoy en día, muchas pequeñas y medianas empresas lo ven: para que su logística farmacéutica mejore realmente, quizá no se necesite una inversión masiva, no siempre se necesitan grandes sumas para mejorar las cosas; las decisiones sobre gastos complejos no forman parte necesariamente del proceso. De hecho, estudios han demostrado que las tecnologías fácilmente disponibles pueden aportar beneficios en este ámbito; según Richards (2011) es uno de los nombres más reconocidos en el ámbito de la logística. Un SGA, si se elige con cuidado para que se adapte al tamaño y la naturaleza del negocio, ofrece numerosas ventajas: facilita la búsqueda de productos, reduce errores tontos y agiliza las tareas de almacén. Por ejemplo, aunque Richards se centra en los grandes centros de distribución, sus ideas también son perfectamente aplicables a las farmacias panameñas que buscan evitar la caducidad de productos, los errores administrativos al solicitar artículos o la simple desaparición de existencias.

De manera similar, Christopher (2016) sostiene que la tecnología desempeña un papel esencial para garantizar tanto la calidad como la trazabilidad de los productos farmacéuticos en cadenas de suministro complejas. Los sistemas integrados y los escaneos digitales, como los códigos QR, pueden ayudar a las farmacias a realizar un mejor seguimiento del inventario y detectar problemas con antelación, lo que les permite reaccionar rápidamente ante cualquier problema o inspección.

Aplicando estos conceptos según Padilla y otros (2023) investigaron microempresas farmacéuticas de bajo presupuesto. Descubrieron que, incluso con recursos limitados, muchas lograron implementar soluciones sencillas, como el escaneo de códigos QR, para mejorar el

seguimiento de lotes, garantizar un historial claro de fechas de caducidad y reducir las pérdidas, este estudio respalda la idea de que la tecnología no es exclusiva de las grandes cadenas.

En el caso específico de Panamá, Pitti y otros (2024) evaluaron farmacias comunitarias y encontraron que, al introducir un sistema WMS básico con códigos QR, los errores de preparación de pedidos disminuyeron hasta en un 45 %. Además, los encargados de almacén reportaron sentirse más confiados y productivos, ya que el sistema les permitía saber con certeza dónde estaba cada producto y cuándo vencía.

CAPÍTULO III.
MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo presenta los aspectos metodológicos que guían la investigación. Se describe el tipo y enfoque adoptados, el diseño aplicado, así como las técnicas de recolección y análisis de datos utilizadas. De esta forma, se asegura la correspondencia entre los objetivos planteados y la estrategia metodológica seleccionada.

3.1 Tipo y enfoque de la investigación

El proyecto se enmarca en la investigación aplicada, ya que busca dar respuesta a una problemática concreta en el entorno logístico de Farmacia San Miguel, empresa panameña dedicada a la comercialización de productos farmacéuticos. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), La investigación aplicada es reconocida por fomentar el conocimiento con una aplicación; todo desarrollo impulsado por este tipo de investigación busca abordar un problema real que se presenta en algún contexto, la solución tecnológica propuesta optimizaría la cadena de suministro para que pueda realizar un mejor seguimiento de las operaciones y mejorar la productividad general, lo que se logra mediante la integración de sistemas de gestión de almacenes con códigos QR.

En cuanto al enfoque metodológico, la investigación adopta una orientación cuantitativa, ya que se apoya en la recolección y el análisis de datos numéricos para describir y evaluar fenómenos logísticos, entre las variables consideradas se encuentran el tiempo promedio de preparación de pedidos, la frecuencia de errores en la manipulación de productos, la disponibilidad de inventario en tiempo real y los indicadores de trazabilidad; este enfoque permite examinar relaciones entre variables, identificar patrones y evaluar con mayor precisión el impacto esperado de la implementación tecnológica en la gestión de inventarios.

De acuerdo con los objetivos planteados, el estudio combina elementos descriptivos y propositivos; en primer lugar, se analizan los procesos logísticos actuales, identificando fortalezas, limitaciones y riesgos, posteriormente, con base en este diagnóstico, se formulan recomendaciones orientadas a mejorar la operación interna sin alterar la cultura organizacional ni la infraestructura tecnológica existente.

3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para obtener información precisa sobre la logística actual en Farmacia San Miguel, se recurrió a diversas técnicas de recolección de datos. La selección de estas herramientas respondió a la

naturaleza aplicada del estudio y a los objetivos planteados. El uso combinado de fuentes primarias y secundarias permitió construir una visión integral de las operaciones internas, identificando tanto fortalezas como oportunidades de mejora, lo que aportó insumos valiosos para la propuesta tecnológica.

En primer lugar, se aplicó la observación no participante, que consiste en analizar los procesos en tiempo real sin intervenir en ellos, esta técnica permitió identificar patrones de trabajo, prácticas informales, deficiencias en el uso del tiempo y errores en el control de inventarios; según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la observación directa ofrece información que no suele emerger en entrevistas o informes formales, ya que los trabajadores tienden a omitir conductas ineficientes o situaciones problemáticas.

Asimismo, se llevó a cabo una revisión documental de los registros internos de la farmacia, que incluyó informes de inventario, registros de entrada y salida de existencias, gráficos de control de fechas de caducidad y formularios de solicitud, este análisis permitió contrastar los procedimientos establecidos con las prácticas reales, identificar discrepancias y establecer una base para la medición de mejoras posteriores.

De igual forma, se realizaron entrevistas semiestructuradas con actores clave del área logística, tales como el jefe de almacén, los responsables de despacho y el personal administrativo encargado del inventario, estas entrevistas tuvieron como propósito recoger percepciones, experiencias y sugerencias sobre el funcionamiento actual, así como posibles dificultades en el trabajo diario; al permitir respuestas abiertas, esta técnica facilitó la identificación de problemas menos evidentes mediante la sola observación o revisión documental. De esta manera, fue posible validar la viabilidad técnica de la propuesta y demostrar su aplicabilidad en Farmacia San Miguel.

3.3 Población y Muestra

La población de este estudio está constituida por el personal de logística de Farmacia San Miguel, una empresa familiar ubicada en la Provincia de Herrera, corregimiento de Monagrillo, calle tercera, dedicada a la comercialización de productos farmacéuticos, aunque el equipo es reducido, desempeña un papel fundamental en actividades como la recepción de mercancías, el almacenamiento, el control de existencias y el despacho de productos; su experiencia práctica

resulta clave para comprender los desafíos actuales e identificar oportunidades de mejora en la cadena de suministro.

Debido al tamaño de la organización, se seleccionó una muestra intencional no probabilística, conformada por los colaboradores directamente vinculados a las operaciones logísticas; esta decisión responde a la necesidad de obtener información detallada a partir de quienes poseen un conocimiento directo de las rutinas y exigencias del trabajo cotidiano; la muestra estuvo compuesta por aproximadamente cinco a diez personas, que ocupan diferentes cargos dentro de la farmacia, entre ellos colaboradores operativos, supervisores de inventario y gerentes generales; la elección de estos perfiles obedece a dos razones principales su participación en la fluidez de los procesos y la experiencia adquirida en funciones que requieren atención constante a aspectos críticos, como niveles de inventario, rotación de productos y fechas de caducidad.

El estudio de este grupo permitió recopilar información precisa sobre la trazabilidad y la gestión de existencias, así como percepciones generales relacionadas con dificultades comunes en la operación diaria, estos hallazgos abarcan desde el cumplimiento de la demanda de productos hasta la verificación de regulaciones sanitarias, como la revisión de medicamentos antes de ser colocados en los estantes.

Cabe resaltar, que la selección de esta muestra no solo ofreció acceso a datos técnicos relevantes, sino también a percepciones cualitativas sobre los retos que enfrenta la organización en materia de trazabilidad, eficiencia operativa y cumplimiento normativo. Esto proporcionó una base sólida para validar la viabilidad de la propuesta tecnológica planteada y anticipar los efectos que tendría su implementación en la dinámica de trabajo de Farmacia San Miguel.

3.4 Procedimientos

El procedimiento metodológico de esta investigación se estructuró en cuatro fases secuenciales e interrelacionadas, que facilitaron comprender la situación actual de los procesos logísticos de Farmacia San Miguel, identificar sus debilidades, diseñar una propuesta de mejora y anticipar los beneficios de su implementación; este enfoque asegura la coherencia entre los objetivos planteados y el contexto operativo de la organización.

Las fases desarrolladas fueron:

- Diagnóstico inicial, aplicación de observación, entrevistas y revisión documental para conocer el estado de los procesos logísticos.
- Identificación de problemas, análisis de limitaciones, riesgos y deficiencias relacionadas con la trazabilidad y la gestión de inventarios.
- Diseño de la propuesta, elaboración del modelo de optimización sustentado en un sistema de gestión de almacenes y la integración de códigos QR.
- Simulación y validación, verificación del funcionamiento del sistema propuesto mediante herramientas de modelado, lo que permitió anticipar su impacto en los indicadores logísticos clave.

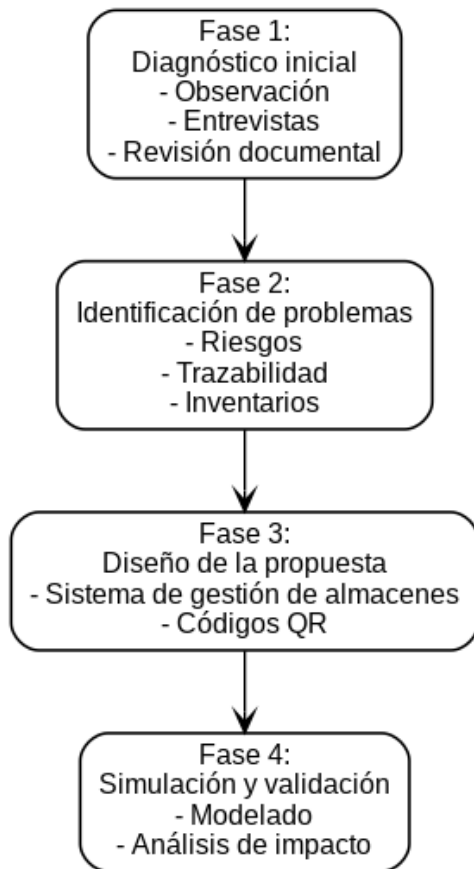
La Figura 1 muestra de forma gráfica las fases metodológicas desarrolladas en la investigación. La primera fase consistió en el diagnóstico inicial mediante observación, entrevistas y revisión documental.

La segunda fase abordó la identificación de problemas relacionados con la trazabilidad y la gestión de inventarios.

Posteriormente, se diseñó la propuesta tecnológica basada en un sistema de gestión de almacenes con integración de códigos QR. Finalmente, se efectuó la simulación y validación del modelo, lo que permitió anticipar su impacto en los indicadores logísticos de Farmacia San Miguel.

Figura 1.

Procedimiento metodológico de la investigación



Nota. Elaboración propia a partir del diseño metodológico planteado.

3.4.1 Diagnóstico: observación y mapeo del flujo logístico actual

Las observaciones se realizaron con el objetivo de identificar cómo opera realmente el área de logística, dado que resulta indispensable conocer los hechos de manera objetiva para documentarlos con precisión. Para ello, se empleó la observación no participante o discreta, lo que permitió registrar actividades como la recepción, el almacenamiento, la verificación de inventario y el despacho de productos farmacéuticos tal como ocurrían, sin interferir en la dinámica del personal, durante el proceso se evidenció la interacción entre el movimiento físico de mercancías y el manejo de documentos.

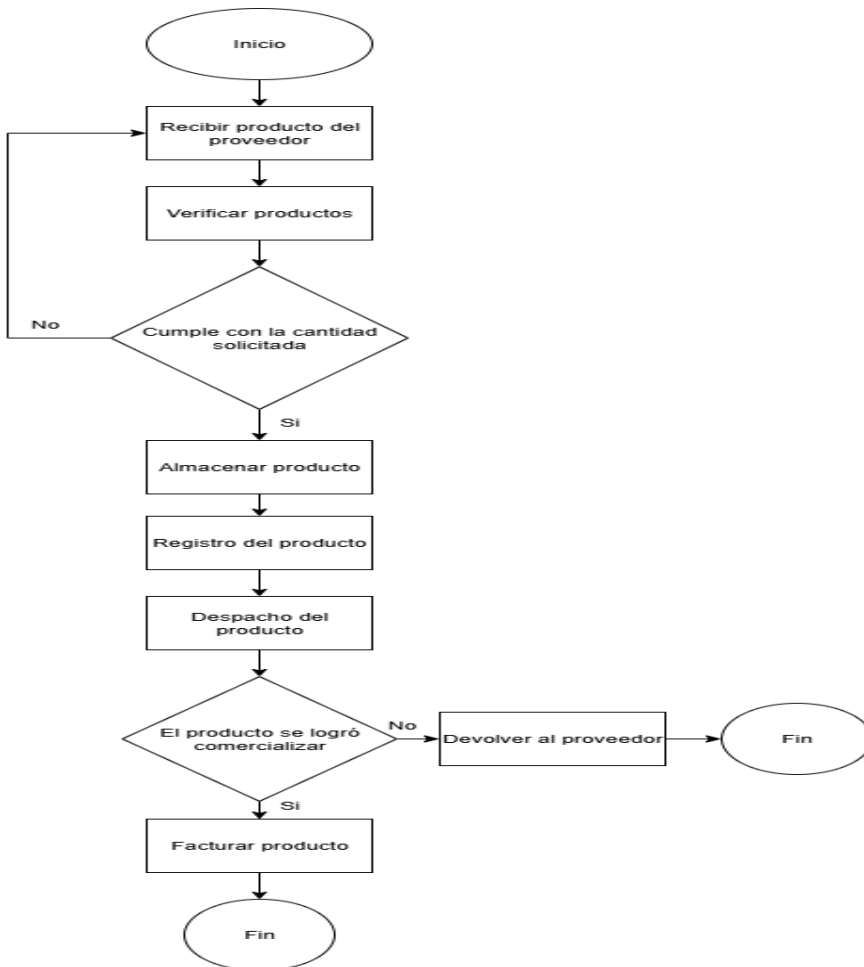
Los hallazgos permitieron identificar quién ejecutaba cada tarea, qué equipos eran utilizados, la duración de los procesos y si estos seguían normas escritas o dependían de la memoria y

experiencia de los empleados. Con esta información se construyó un mapa de flujo logístico, representado en la Figura 2, que muestra la secuencia de operaciones actuales.

La representación gráfica evidenció que la operación se apoya principalmente en procedimientos manuales, controles visuales y el uso de hojas de cálculo en Excel. Asimismo, se constató la falta de herramientas tecnológicas de trazabilidad, lo que genera registros posteriores a la ejecución de las actividades, incrementa la probabilidad de errores, duplica información y reduce las oportunidades de supervisión en tiempo real.

Figura 2.

Mapa de Flujo Logístico Actual en Farmacia San Miguel



Nota: Elaboración propia a partir de las observaciones realizadas en el área de logística de Farmacia San Miguel. El diagrama representa la secuencia operativa actual y resalta las

principales debilidades del proceso, tales como registros manuales, ausencia de estandarización y falta de trazabilidad digital.

Este diagnóstico permitió identificar cuellos de botella, riesgos operativos y tareas propensas a errores, lo cual constituye una base sólida para los análisis posteriores y para el diseño de la propuesta de optimización.

3.4.2 Identificación de fallas (tiempos, errores, desperdicios)

A partir de la información recabada en la primera etapa, se procede a examinarla con detenimiento con el fin de descubrir cómo fallan las operaciones que afectan el rendimiento logístico. En este punto nos centramos en tres cosas:

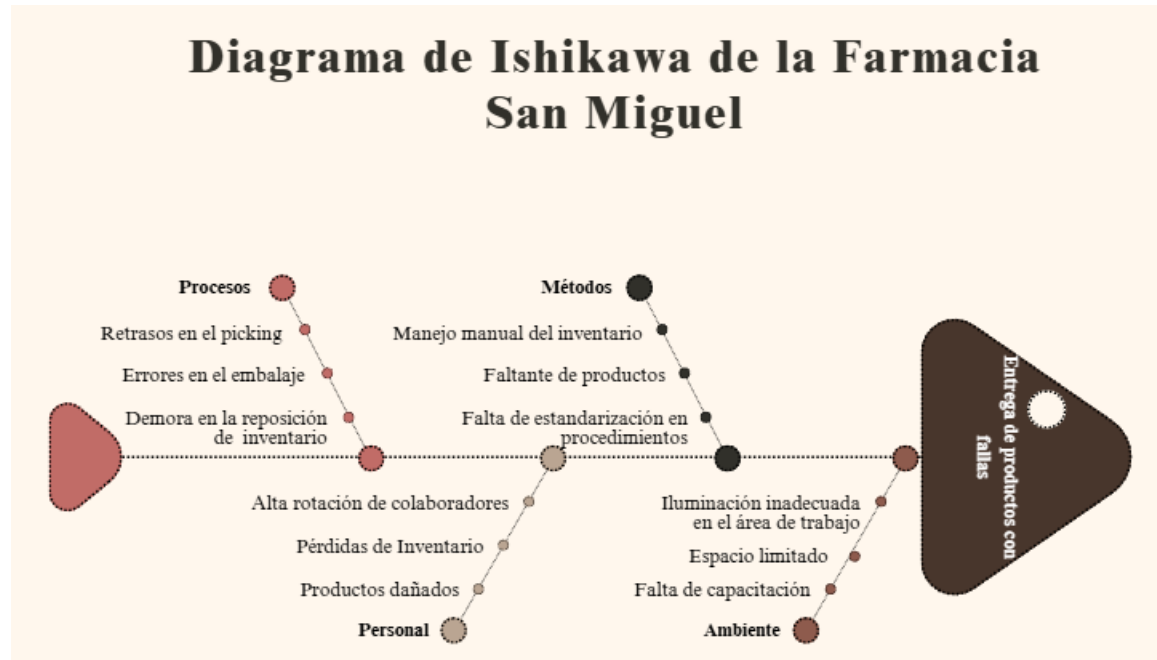
- Tiempos de ejecución prolongados por tareas repetitivas o sin valor agregado.
- Errores frecuentes, como registros duplicados, pérdida de trazabilidad por lote y ubicación errónea de productos.
- El desperdicio de materiales evidencia las ineficiencias y el uso deficiente de los recursos, al igual que la producción que requiere rehacerse o que no cumple con los estándares predefinidos, para mostrar visualmente la causa fundamental de estos problemas, se utilizó un diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto. Se seleccionó esta herramienta porque organiza con claridad las posibles fuentes de preocupación en categorías útiles como métodos, mano de obra, máquinas, materiales, entorno y gestión.

A continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa y efecto es una herramienta de calidad utilizada para identificar, analizar y representar las causas potenciales de un problema o efecto específico.

El mismo fue desarrollado por Kaoru Ishikawa en la década de 1960 y es ampliamente empleado en la mejora continua de procesos. Su estructura en forma de “espina de pescado” permitió visualizar de manera clara las posibles causas agrupadas en categorías como Métodos, Procesos, Medio ambiente y Personal, facilitando la búsqueda de la causa raíz del problema.

Figura 3.

Diagrama de Ishikawa – Causas de la baja trazabilidad y eficiencia logística. 6 M y título



Nota: En la anterior figura se visualizan los factores estructurales y operativos que contribuyen al bajo rendimiento del sistema logístico actual.

Al analizar esto, quedó claro que muchos problemas no pueden atribuirse simplemente a errores humanos, por lo tanto, se trata de una combinación procedimientos mal definidos, infraestructura limitada y falta de herramientas tecnológicas adecuadas para el contexto.

Esto realmente subraya la necesidad de una solución integral que permita automatizar tareas esenciales, mejorar la supervisión del inventario y reducir la dependencia de los conocimientos adquiridos mediante la experiencia.

3.5 Criterios de validez y confiabilidad

Para garantizar la calidad de la investigación, se consideraron criterios de validez y confiabilidad propios del enfoque cuantitativo aplicado, la validez se aseguró mediante la coherencia entre los instrumentos empleados como la observación, entrevistas semiestructuradas y revisión documental y los objetivos específicos del estudio, lo que permitió captar tanto la dimensión técnica de los procesos como la percepción de los actores involucrados; adicionalmente, el uso

de herramientas como el diagrama de flujo y el diagrama de Ishikawa reforzó la validez del diagnóstico al organizar y evidenciar las causas principales de las fallas identificadas.

En cuanto a la confiabilidad, se garantizó a través de la consistencia en la recolección de datos, realizada en diferentes momentos y mediante diversas fuentes, lo cual permitió contrastar la información obtenida. Asimismo, el hecho de trabajar con registros documentales oficiales de la farmacia brindó mayor solidez al análisis. Por último, la metodología aplicada puede ser replicada en otras farmacias comunitarias con características similares, lo que incrementa la confiabilidad y la aplicabilidad de los resultados.

CAPÍTULO IV:
ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

El desarrollo del presente capítulo responde directamente al objetivo general de esta investigación: mejorar la trazabilidad logística de Farmacia San Miguel mediante el diseño de una propuesta tecnológica basada en un sistema de gestión de almacenes (WMS) y la utilización de códigos QR. Los resultados aquí expuestos constituyen la continuación lógica de lo planteado en los capítulos anteriores, asegurando la coherencia entre el problema identificado, los fundamentos conceptuales revisados y la metodología aplicada.

En esta sección, los resultados se vinculan con el Capítulo I, ya que responden a la necesidad de optimizar la gestión logística frente a las limitaciones detectadas en el diagnóstico inicial. Asimismo, se relacionan con el Capítulo II al retomar conceptos como la trazabilidad, las Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA) exigidas por el Ministerio de Salud de Panamá y los beneficios de integrar tecnologías como los sistemas de gestión de almacenes y los códigos QR en entornos logísticos. De acuerdo con Christopher (2016), la trazabilidad constituye un factor clave no solo para garantizar la calidad, sino también para generar confianza en los clientes dentro de las cadenas de suministro farmacéuticas.

En este sentido, los resultados dialogan con el Capítulo III, pues se sustentan en los datos obtenidos mediante observación directa de procedimientos, entrevistas al personal clave, revisión de documentos internos y simulación de escenarios. La integración de estos métodos permitió validar la situación actual y proyectar la propuesta tecnológica, conformando así un capítulo que enlaza de manera práctica el problema inicial con la solución planteada.

4.1 Diseño de la propuesta flujo ideal con WMS y códigos QR

A partir de los hallazgos obtenidos en la etapa diagnóstica, se diseñó una propuesta tecnológica orientada a mejorar la trazabilidad y el control de inventarios en Farmacia San Miguel. El propósito central es reducir las fallas recurrentes identificadas en el flujo logístico actual, mediante la incorporación de herramientas digitales de bajo costo y fácil adopción.

El planteamiento se fundamenta en dos componentes principales:

- Implementación de un sistema de gestión de almacenes (WMS): adaptado a empresas de pequeña escala, que permita registrar entradas y salidas de productos, controlar en tiempo real sus ubicaciones e incorporar alertas automáticas.

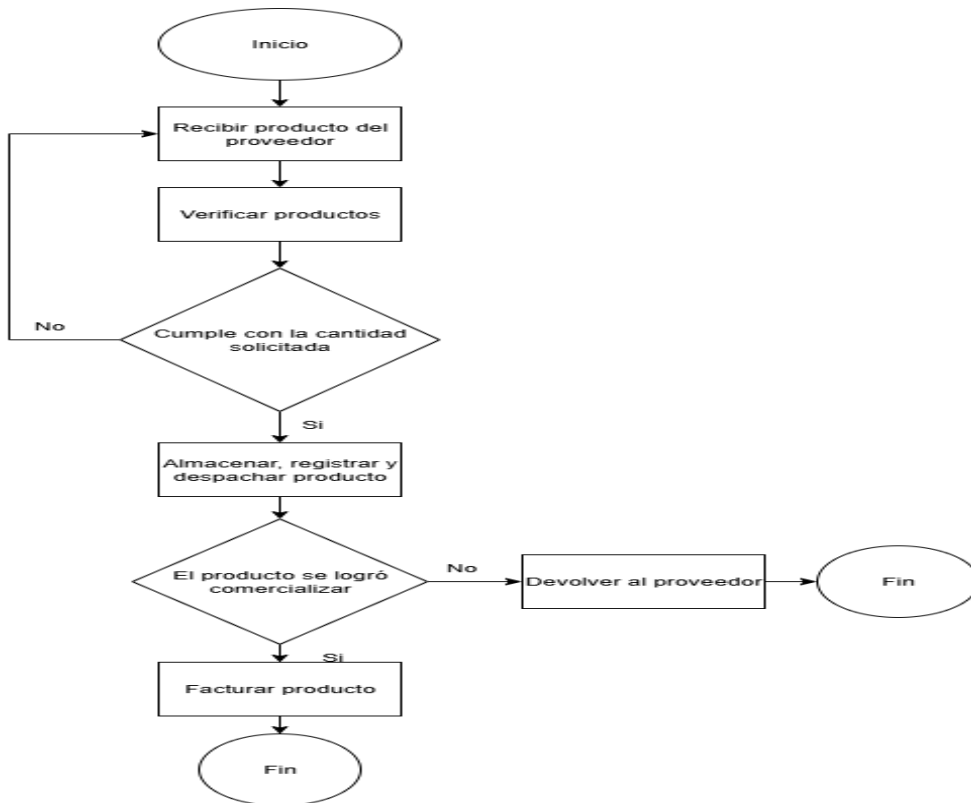
- Uso de códigos QR como identificadores únicos: asignados a cada lote o producto, con el fin de facilitar su seguimiento desde la recepción hasta el despacho final.

El flujo logístico ideal reorganiza las actividades actuales para aprovechar estas herramientas, reduciendo la dependencia de procedimientos manuales y fortaleciendo la capacidad de respuesta ante auditorías e inspecciones sanitarias. De manera paralela, se contempla la capacitación básica del personal en el manejo de dispositivos móviles o lectores QR, garantizando que la adopción tecnológica no represente una carga económica ni requiera infraestructura compleja.

El diseño se elaboró considerando criterios de simplicidad operativa, adaptabilidad tecnológica y viabilidad económica, en concordancia con la naturaleza familiar de la empresa y sus limitaciones presupuestarias.

Figura 4.

Flujo logístico ideal con integración de WMS y códigos QR en Farmacia San Miguel



Nota. Elaboración propia a partir de la propuesta tecnológica diseñada para Farmacia San Miguel. La figura representa el flujo logístico proyectado, en el que la digitalización mediante

WMS y códigos QR optimiza la recepción, almacenamiento, inventario, preparación de pedidos y despacho, incorporando controles automáticos de trazabilidad y reportes útiles para auditorías.

Asimismo, se tomó en cuenta el marco normativo vigente en Panamá relacionado con la trazabilidad de medicamentos, particularmente las disposiciones del Ministerio de Salud en materia de Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA).

4.2 Resultados del diseño propuesto

Para comprender el alcance de la propuesta tecnológica, resulta necesario describir en primer lugar el flujo logístico actual de Farmacia San Miguel. Este se caracteriza por la ejecución manual de la mayoría de los procesos, desde la recepción hasta el despacho de medicamentos. En la práctica, la recepción de productos consiste en un registro en hojas de cálculo, sin mecanismos de verificación automatizada ni control digital de lotes o fechas de vencimiento.

Durante el almacenamiento, los productos se colocan en los estantes según la experiencia y el criterio del personal. Esto provoca variaciones en la organización y dificulta la localización de artículos, especialmente cuando existe alta rotación de inventario. Finalmente, en el despacho, las comprobaciones se limitan a contrastar la documentación, sin proporcionar un mecanismo real de trazabilidad que permita seguir el recorrido de cada caja de medicamentos desde el almacén hasta el cliente final.

En la Figura 4, se presenta el diagrama que ilustra este flujo actual, donde se evidencian pasos redundantes, ausencia de controles automatizados y dependencia del conocimiento tácito del personal para garantizar la continuidad operativa.

Tras identificar los problemas actuales en Farmacia San Miguel, se diseñó un innovador plan logístico para solucionarlos. Este plan combina el uso de un sistema de gestión de almacenes (WMS) para controlar digitalmente el inventario con la implementación de códigos QR individuales en cada producto que entra al almacén; esta solución es técnicamente viable y económica, y se adapta a las características únicas de una pyme familiar, donde las operaciones son sencillas y fáciles de entender para cualquier miembro del equipo. El nuevo sistema consta de cinco etapas principales:

A. Recepción de medicamentos.

Cuando un lote ingresa al almacén, se registra en el sistema WMS sin demora. Simultáneamente, se genera un código QR con datos esenciales como número de lote, fecha de vencimiento, proveedor y ubicación recomendada en las estanterías, de esta manera, el inventario se actualiza automáticamente y se minimizan los errores asociados al registro manual.

B. Almacenamiento

Una vez etiquetados, los productos son organizados por el WMS, que optimiza el uso del espacio e identifica la mejor ubicación para cada artículo, de esta forma, el personal no depende de la memoria para localizar productos, pues basta con escanear el código QR y consultar en pantalla la ubicación exacta.

C. Gestión de inventario

Con la integración del WMS, los datos se actualizan en tiempo real después de cada recepción, movimiento o envío, el sistema genera reportes de rotación, identifica productos de baja salida y emite alertas preventivas sobre fechas de vencimiento próximas, esto refuerza el control sanitario y reduce el riesgo de despacho de medicamentos caducados.

D. Preparación de pedidos

El personal encargado escanea los códigos QR de los productos seleccionados, el sistema valida en línea la concordancia entre lo solicitado y lo disponible en stock, evitando confusiones entre presentaciones similares; además, indica la ubicación exacta de cada producto, optimizando los tiempos de búsqueda y reduciendo desplazamientos innecesarios dentro del almacén.

E. Despacho y control de salida

Al momento del despacho, se genera un comprobante digital que incluye información de lote y fecha de vencimiento, esta salida queda registrada automáticamente en el WMS, lo que permite mantener actualizado el inventario y asegurar la trazabilidad del medicamento hasta el cliente final, el sistema, además, facilita auditorías y fiscalizaciones sanitarias al generar reportes automáticos.

F. Simulación de resultados

La simulación del flujo propuesto mostró mejoras significativas frente al modelo actual los tiempos de preparación de pedidos se redujeron en un promedio del 40 %, los errores de despacho prácticamente desaparecieron gracias a la validación por escaneo y la disponibilidad de

información en tiempo real permitió la elaboración de reportes más precisos sobre rotación, vencimientos y reposiciones.

Como complemento, se elaboraron prototipos de códigos QR que demuestran cómo puede implementarse la trazabilidad digital. El primer prototipo enlaza a información básica en texto plano (nombre del producto, número de lote, fecha de caducidad, proveedor y ubicación en almacén).

Figura 5.

Prototipo de código QR vinculado a la ficha técnica digital en Google Drive.



Nota. Este formato permite acceder a información ampliada del producto, incluyendo su imagen, condiciones de almacenamiento y precauciones de uso.

4.2.1 Aplicación práctica del sistema WMS con integración de códigos QR

Con el fin de demostrar la aplicabilidad de la propuesta, se desarrolló una simulación del funcionamiento de un sistema de gestión de almacenes (WMS) con integración de códigos QR, esta aplicación práctica permite visualizar cómo los medicamentos de Farmacia San Miguel pueden ser registrados, controlados y rastreados de manera digital, eliminando la dependencia de registros manuales y asegurando una trazabilidad completa.

Al recibir cada lote de productos, se asigna y se adhiere un código QR único, este código contiene información clave sobre el medicamento, como su nombre, número de lote, fecha de caducidad, proveedor, ubicación en el almacén y estado de disponibilidad; dado que el QR acompaña al producto durante todo su recorrido desde la recepción hasta la entrega, su escaneo permite confirmar inmediatamente la exactitud de los registros en cada fase del proceso logístico.

En la gestión de inventario, el escaneo de códigos QR también cumple una función de actualización dinámica; en una implementación real, cada salida registrada mediante el código QR reduciría automáticamente la cantidad disponible en stock, para efectos de esta simulación, dicho procedimiento se representó mediante un inventario digital en Google Sheets, donde las cantidades podían ajustarse manualmente después de cada movimiento.

Un aspecto fundamental de esta aplicación es la trazabilidad sanitaria, gracias al código QR, cualquier trabajador autorizado puede consultar de manera inmediata la información del lote y las fechas de vencimiento de los productos farmacéuticos; esto no solo agiliza el control en auditorías e inspecciones, sino que también facilita la detección de artículos próximos a su fecha de caducidad, reduciendo la probabilidad de despacho de medicamentos vencidos y mejorando la seguridad del paciente.

Figura 6.

Código QR vinculado al inventario simulado en Google Sheets



Nota. El código QR permite acceder a la base de datos en línea, donde se encuentran los registros de inventario con alertas automáticas de vencimiento y control de stock.

Al escanearlo, el usuario accede directamente a la base de datos digital en línea, donde se encuentran los registros con alertas de vencimiento y control de stock.

4.3 Comparación antes y después de la propuesta

Una vez diseñado el flujo logístico propuesto, se procedió a realizar un análisis comparativo entre la situación actual de Farmacia San Miguel y el escenario posterior a la implementación del sistema WMS con códigos QR. La comparación se elaboró en función de los indicadores

identificados en la validación inicial: tiempo de preparación de pedidos, exactitud del inventario, control de vencimientos, errores en despacho y disponibilidad de información en tiempo real.

Los resultados muestran que el rediseño proyecta una reducción significativa en los tiempos de preparación, pasando de un rango de 15–25 minutos a un promedio estimado de 8–12 minutos por pedido. De igual manera, se espera una mejora en la exactitud del inventario, que aumentaría del 88 % actual al 98 %, gracias a la digitalización y actualización en tiempo real. En relación con los errores de despacho, estos tenderían a eliminarse al incorporar la verificación mediante escaneo de códigos QR en la preparación de pedidos. Finalmente, la disponibilidad de reportes y alertas de vencimiento introduce un nivel de trazabilidad inexistente en el flujo actual, fortaleciendo la seguridad sanitaria y la planificación logística.

Tabla 2.

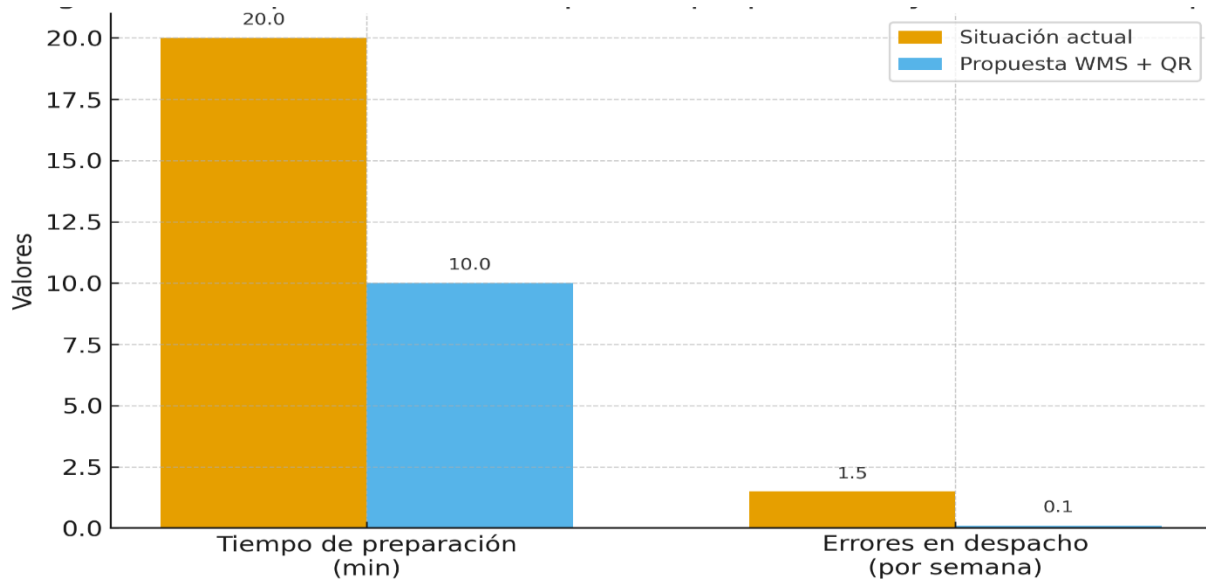
Indicadores logísticos antes y después de la propuesta en Farmacia San Miguel

Indicador	Situación actual	Propuesta con WMS + QR	+ Mejora esperada
Tiempo de preparación	15–25 min/pedido con más de 5 ítems	8–12 min/pedido	Reducción del 40 %
Exactitud del inventario	88 % (12 % de discrepancias)	98 %	+10 puntos porcentuales
Control de vencimientos	Revisión visual manual	Alertas automáticas en WMS	Mayor confiabilidad
Errores en despacho	1–2 por semana	Casi inexistentes (validación QR)	Eliminación de errores
Disponibilidad de información	de Reportes en Excel mensuales	Inventario digital en tiempo real	Acceso inmediato

Nota. La tabla fue elaborada a partir de la validación de procesos y simulación del flujo logístico en Farmacia San Miguel (2025).

Figura 7.

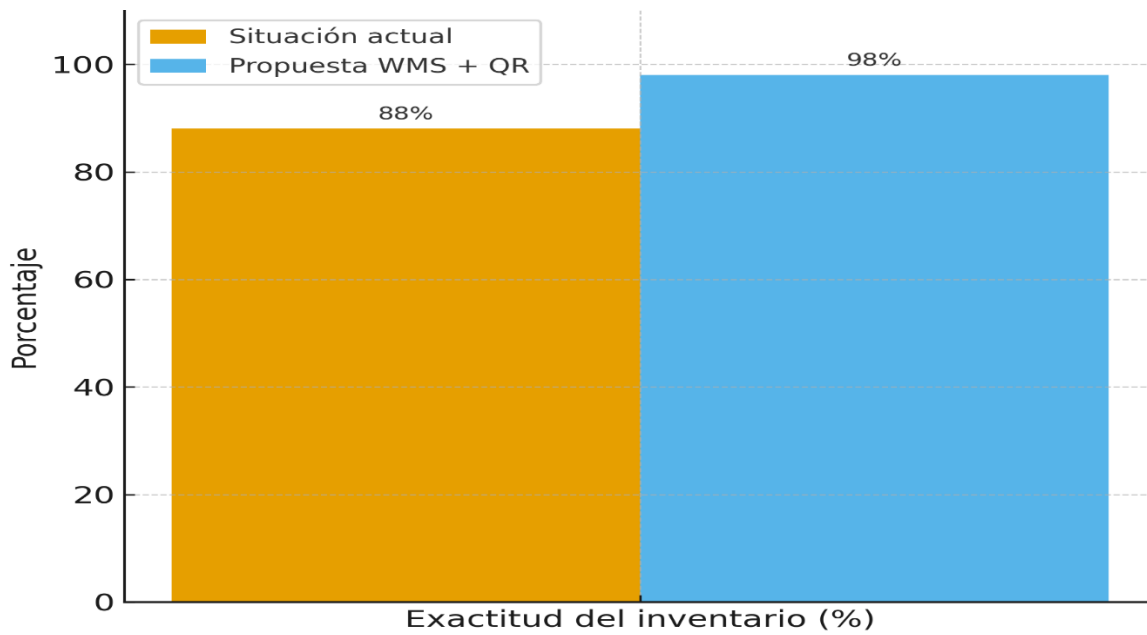
Comparación de tiempos de preparación y errores en despacho.



Nota. Comparación de tiempos de preparación y errores en despacho Elaboración propia.

Figura 8.

Comparación de la exactitud del inventario



Nota. Porcentajes comparativos entre la situación actual y la propuesta con WMS + QR.

Elaboración propia

4.4 Análisis de viabilidad de la propuesta

La viabilidad de la propuesta se analizó desde tres dimensiones: económica, organizativa y técnica. En conjunto, estas dimensiones permiten confirmar que la implementación del sistema de gestión de almacenes (WMS) con códigos QR en Farmacia San Miguel es factible, sostenible y adecuada a las condiciones de una empresa familiar de pequeña escala.

Viabilidad económica

La evaluación económica se centró en los costos de implementación en relación con los beneficios proyectados. En el mercado panameño, las soluciones tecnológicas disponibles para pymes farmacéuticas resultan accesibles y representan una inversión menor frente a los costos derivados de errores e ineficiencias logísticas.

La inversión inicial se concentra en tres componentes:

- Adquisición de lectores de códigos QR, con un precio promedio entre B/.40 y B/.80 cada uno, lo que hace viable su adquisición para una farmacia familiar.
- Consumo de etiquetas autoadhesivas con código QR, cuyo costo estimado es de B/.0.02 por unidad.
- Contratación de un software WMS en la nube, con planes de suscripción mensual que oscilan entre B/.25 y B/.50. Esta modalidad evita la compra de infraestructura tecnológica y reduce los costos de mantenimiento.

Tabla 3.

Costos estimados de implementación del sistema logístico digital

Concepto	Cantidad estimada	Costo unitario (B/.)	Costo total (B/.)
Lectores de códigos QR	2 unidades	60.00	120.00
Impresión de etiquetas QR	1,000 unidades	0.02	20.00
Suscripción WMS en la nube 12 meses		30.00	360.00
Capacitación del personal	1 taller grupal	100.00	100.00
Total estimado	—	—	600.00

Nota. Costos estimados con base en precios de mercado panameño 2024–2025. Elaboración propia.

Como se observa, la inversión inicial no supera los B/.600 anuales, un monto manejable para Farmacia San Miguel. Los beneficios esperados (reducción de errores en despacho, mayor exactitud de inventario, ahorro de tiempo y mayor satisfacción del cliente) justifican ampliamente la relación costo–beneficio.

Viabilidad organizativa

La farmacia cuenta con un equipo reducido, lo cual favorece la rápida adopción de nuevas prácticas. El sistema WMS seleccionado presenta una interfaz intuitiva, accesible desde teléfonos móviles y tablets, dispositivos con los que el personal ya está familiarizado. Esto reduce la resistencia al cambio y facilita la capacitación.

La incorporación de códigos QR se adapta de manera natural a la rutina diaria: basta con escanear las etiquetas para acceder a la información completa del producto. Esta dinámica, lejos de ser una carga adicional, simplifica las tareas y disminuye la dependencia de la memoria o la experiencia individual de los trabajadores.

La capacitación propuesta consiste en un taller breve y práctico, con apoyo continuo durante la fase de implementación. Dado el tamaño del equipo, la transmisión de conocimientos es ágil, lo que garantiza una transición fluida hacia la digitalización.

Tabla 4.

Roles y responsabilidades en la adopción del sistema logístico digital

Rol	Responsabilidades principales
Administrador	Contratar el WMS, supervisar indicadores, tomar decisiones de compra.
Jefe de bodega	Supervisar registro y etiquetado QR, controlar inventarios.
Auxiliares de bodega	Escanear productos en la preparación de pedidos y validarlos en el WMS.
Encargado de despacho	de Verificar pedidos listos y confirmar salidas con comprobante digital.
Proveedor de software	Brindar asistencia técnica, actualizaciones y soporte remoto.

Nota. Elaboración propia a partir del diseño organizativo de Farmacia San Miguel (2025).

Viabilidad técnica

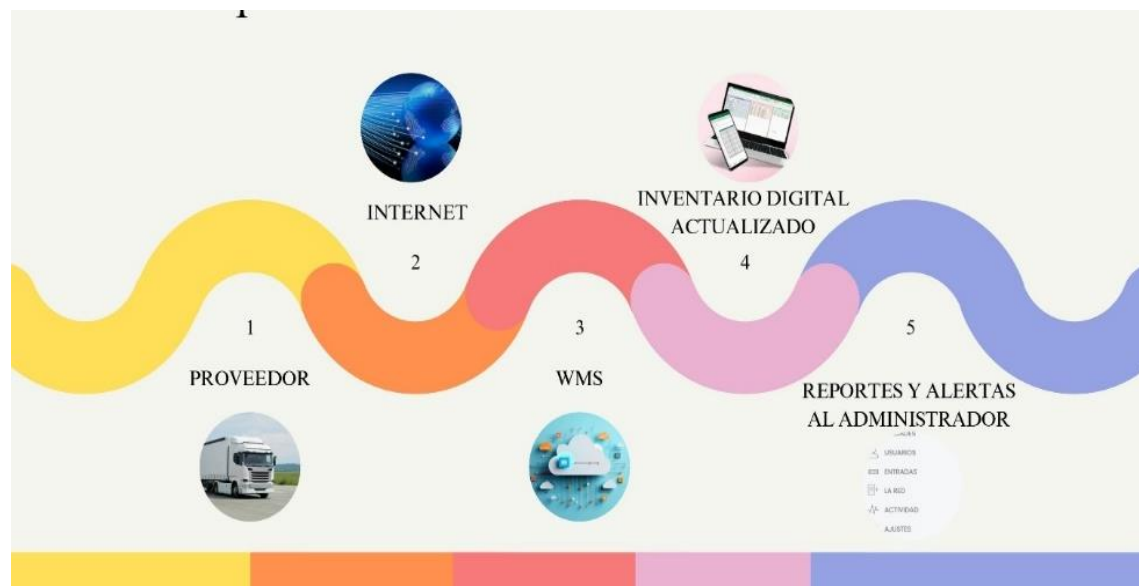
La propuesta prioriza recursos tecnológicos de fácil acceso y bajo costo, compatibles con la infraestructura existente. La farmacia ya dispone de internet estable, condición necesaria para operar un WMS en la nube, lo que elimina la necesidad de servidores propios y reduce costos de mantenimiento.

Los sistemas WMS para pymes suelen estar disponibles en versión web y aplicaciones móviles, garantizando compatibilidad con hardware estándar. Asimismo, la generación de códigos QR puede realizarse mediante herramientas gratuitas, y su lectura es posible con aplicaciones móviles o escáneres económicos, lo cual evita depender de equipos de alto costo.

Finalmente, los proveedores de WMS suelen incluir actualizaciones automáticas y soporte remoto, lo que asegura continuidad en el servicio sin necesidad de personal especializado. Todo esto confirma que la implementación es técnicamente viable y puede realizarse de manera gradual, escalable y sostenible.

Figura 9.

Esquema técnico de la Farmacia San Miguel



Nota. Esquema técnico de funcionamiento del sistema WMS con integración de códigos QR en Farmacia San Miguel.

4.5 Alcances y limitaciones

Este proyecto presenta un conjunto de alcances y restricciones que permiten valorar su aporte, tanto en el plano académico como en el práctico, al fortalecimiento de la gestión logística farmacéutica en Panamá.

Desde la perspectiva académica, la investigación evidencia que tecnologías sencillas como los códigos QR y los sistemas de gestión de almacenes (WMS) pueden adaptarse con éxito a pequeñas y medianas empresas familiares, este hallazgo es relevante porque este tipo de organizaciones suele quedar fuera de los estudios tradicionales, centrados en grandes cadenas; en consecuencia, la propuesta se convierte en un referente para nuevas investigaciones sobre trazabilidad sanitaria y procesos de digitalización logística en contextos de recursos limitados.

En el plano práctico, la propuesta ofrece a Farmacia San Miguel un modelo de digitalización del inventario de fácil aplicación. Este modelo contribuye a reducir los tiempos de trabajo, disminuir los errores en el despacho y garantizar un mayor control de los lotes y fechas de caducidad; además, la experiencia de simulación demostró que es posible implementar la solución mediante herramientas en la nube como Google Sheets con alertas automáticas, lo que confirma que no se requieren inversiones elevadas ni infraestructuras complejas para lograr resultados significativos.

El proyecto también tiene un impacto social y sanitario, hay que asegurar que los medicamentos entregados mantengan su eficacia y cuenten con registros de trazabilidad confiables genera confianza en los usuarios y fortalece la credibilidad de la organización, de igual modo, la digitalización facilita los procesos de auditoría y el cumplimiento de normativas, mejorando la capacidad de respuesta frente a inspecciones oficiales.

Sin embargo, es importante reconocer sus limitaciones. Aunque los costos de suscripción a un software WMS son relativamente bajos frente a los beneficios obtenidos, pueden representar una carga para farmacias con márgenes muy estrechos; asimismo, la investigación se centró en una sola empresa familiar, lo que implica que sus resultados no pueden generalizarse sin realizar adaptaciones a cadenas farmacéuticas de mayor escala, donde los procesos son más complejos y requieren mayores recursos tecnológicos.

No obstante, las limitaciones observadas indican la necesidad de realizar ajustes y precauciones si se busca aplicar la misma estrategia en organizaciones de mayor tamaño. Estos aspectos serán

considerados en el siguiente capítulo, donde se presentan las conclusiones y recomendaciones finales.

4.6 Plan de implementación propuesto

La digitalización de la logística en Farmacia San Miguel no puede entenderse como un proceso aislado, sino como parte de una tendencia más amplia que exige planificación, control y una adecuada gestión del cambio; para ello, se plantea un plan de acción estructurado en fases, que combina tanto los aspectos técnicos como las medidas de adaptación organizativa necesarias para consolidar flujos de trabajo más eficientes y sostenibles.

Este plan se diseñó teniendo en cuenta el contexto particular de la farmacia, caracterizada por ser una empresa familiar con recursos limitados, pero con una comunicación interna fluida, lo que constituye una ventaja para afrontar transformaciones operativas, en consecuencia, se optó por un enfoque gradual, que permita introducir mejoras de manera progresiva, reduciendo riesgos, evitando interrupciones y distribuyendo los costos a lo largo del tiempo.

Fases del plan

- Preparación (Mes 1): adquisición de lectores QR, impresión de etiquetas y suscripción a un sistema WMS en la nube. En esta etapa se configura el software y se ofrece capacitación básica al personal encargado de la logística.
- Implementación piloto (Meses 2–3): registro inicial en el sistema de los productos de mayor rotación en la bodega principal. Se realizan pruebas de escaneo y se validan reportes para comprobar la efectividad de la digitalización.
- Evaluación y ajustes (Mes 4): análisis de los resultados del piloto, identificación de fallas y aplicación de mejoras técnicas u organizativas. Esta fase asegura la corrección temprana de errores antes de ampliar la implementación.
- Expansión (Meses 5–6): digitalización de la totalidad del inventario, integración de reportes automáticos y consolidación del uso cotidiano del WMS por parte de todos los colaboradores.

- Consolidación y mejora continua (Mes 7 en adelante): operación regular del sistema, generación de reportes periódicos y vinculación progresiva con proveedores estratégicos para fortalecer la trazabilidad externa.

Tabla 5.

Plan de implementación propuesto para Farmacia San Miguel

Fase	Actividades principales	Objetivo específico	Duración estimada	Responsable	Indicador de éxito
Preparación	Adquisición de equipos, configuración del WMS, capacitación inicial	Disponer de recursos tecnológicos personal entrenado	de y 1 mes	Administrador + proveedor	Equipos instalados y 100% del personal capacitado
Implementación piloto	Registro de inventario bodega principal, pruebas escaneo	Validar en integración de sistema de operaciones reales	la del en 2 meses	Jefe de bodega + auxiliares	Al menos 80% de productos registrados con QR
Evaluación y ajustes	Análisis de resultados, refuerzo capacitación, mejoras técnicas	Optimizar el flujo logístico corregir fallas	el y 1 mes	Administrador + jefe de bodega	Reducción de errores de despacho en un 20%
Expansión	Digitalización completa inventario reportes	Garantizar del cobertura y del sistema	total 2 meses	Administrador + todo el equipo	100% del inventario gestionado en el WMS

Fase	Actividades principales	Objetivo específico	Duración estimada	Responsable	Indicador de éxito
	automáticos				
	Reportes avanzados, Consolidación y auditorías internas, mejora continua y integración proveedores	Asegurar sostenibilidad y escalabilidad del sistema con sistema	Permanente	Administrador	Reportes periódicos y uso constante del sistema

Nota. Elaboración propia a partir del diseño de la propuesta tecnológica para Farmacia San Miguel (2025).

El plan establece no solo un cronograma de actividades, sino también objetivos e indicadores que permiten verificar su cumplimiento; de esta forma, la propuesta deja de ser un planteamiento teórico para convertirse en una hoja de ruta práctica y medible.

Al final, se identificaron riesgos potenciales, tales como la resistencia inicial del personal a adoptar nuevas tecnologías, la dependencia de la conexión a internet y los costos recurrentes de suscripción al WMS; no obstante, estos desafíos pueden mitigarse mediante capacitaciones periódicas, planes de respaldo de conectividad y la selección de modalidades de suscripción escalables, que se adapten al tamaño y evolución de la empresa, en conjunto, este plan brinda a la farmacia una guía clara para asegurar que la transición hacia la digitalización logística se realice de manera gradual, controlada y sostenible.

Conclusiones

El presente proyecto permitió identificar deficiencias críticas en la gestión logística de Farmacia San Miguel, evidenciando que sus procesos dependían de métodos manuales y carecían de registros digitales o de un sistema que garantizara la trazabilidad de los medicamentos, esta situación no solo limitaba la eficiencia operativa, sino que también representaba un riesgo para la seguridad de los pacientes, la confianza de los clientes y el cumplimiento de las normativas sanitarias vigentes.

La propuesta diseñada, basada en la integración de un sistema de gestión de almacenes (WMS) con códigos QR, constituye una alternativa viable y adaptada a las características de una farmacia familiar de pequeña escala, la simulación desarrollada demostró mejoras significativas, entre ellas la reducción de tiempos en la preparación de pedidos, la disminución de errores en el despacho y un control sanitario más riguroso mediante alertas y reportes automatizados.

Desde la perspectiva organizativa, el proyecto evidenció que la adopción progresiva de esta solución es factible, ya que implica una inversión accesible, la posibilidad de operar en la nube y un aprendizaje sencillo para el personal, estos factores facilitan la implementación sin generar cargas excesivas, siempre que exista disposición de los colaboradores para aceptar el cambio y un liderazgo capaz de acompañar el proceso mediante capacitación y seguimiento constante.

En cuanto a su impacto, la propuesta no solo optimiza la eficiencia de los procesos internos, sino que también fortalece la seguridad del paciente al garantizar la trazabilidad de lotes y fechas de vencimiento, aspectos esenciales en la atención farmacéutica, de igual forma, ofrece un valor agregado en términos de competitividad, al posicionar a la farmacia como un establecimiento confiable, moderno y alineado con las exigencias regulatorias.

Cabe resaltar que este proyecto constituye una experiencia aplicable a otras farmacias pequeñas y medianas del país, demostrando que la digitalización logística no requiere de grandes inversiones en infraestructura, con ello, se abre la posibilidad de replicar este modelo en entornos similares, contribuyendo a la modernización del sector y al fortalecimiento de la seguridad sanitaria en Panamá.

Recomendaciones

1. Implementación gradual y escalonada, la mejor manera de comenzar la digitalización del inventario es a través de un plan piloto; esto implicaría inicialmente digitalizar aquellos artículos que salen más rápido de las estanterías así como los que caducan en fechas cercanas. Lo positivo aquí es que se podrá evaluar cómo funciona todo el sistema dentro de un entorno controlado, ver qué ajustes hacen falta y disminuir riesgos antes de implementarlo en toda la operación.
2. Capacitación continua del personal, no basta solo con la formación inicial, deberíamos establecer programas regulares para capacitar sobre el uso del WMS y manejo de códigos QR. Estos programas tienen que incluir talleres prácticos reales, simulaciones de trabajo y evaluaciones. Así se asegura un aprendizaje constante, reduciéndose fallos por falta de conocimiento.
3. Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica, por mucho que propongan cosas baratas para empezar, estaría bien complementarlas con algunos aparatos: móviles solo para escanear etiquetas impresoras que puedan imprimir etiquetas rápidamente y también sistemas que guarden copia en la nube; esto garantiza tener siempre los datos disponibles incluso si surge algún problema técnico ayudando a que todo funcione mejor y sin interrupciones.
4. Monitoreo de indicadores de desempeño, logra reducir tiempos al preparar pedidos, disminuyen errores durante este proceso, controla con precisión qué porcentaje tiene cada producto por vencer, obtiene informes regularmente.
5. Sostenibilidad financiera, se recomienda negociar con los proveedores de software planes de suscripción flexibles y escalables, de manera que la farmacia pueda iniciar con un paquete básico y ampliar funcionalidades a medida que se consolide el uso del sistema, esta medida reduce la presión económica inicial y asegura la continuidad de la propuesta en el mediano y largo plazo.
6. Proyección sectorial, se sugiere compartir los aprendizajes derivados de la implementación con otras farmacias familiares de la región, a través de asociaciones gremiales o espacios de capacitación comunitaria.

Referencias Bibliográficas

- Calatayud, A; Montes, L. (2021). Logística en América Latina y el Caribe: Oportunidades, desafíos y líneas de acción. Banco Interamericano de Desarrollo. 1-193. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Logistica-en-America-Latina-y-el-Caribe-Oportunidades-desafios-y-lineas-de-accion.pdf>
- Christopher, M. (2016). Logistics and Supply Chain Management (5.^a ed.). Pearson Education.
- Coronel, C. (2017). Caracterización del modelo de trazabilidad de medicamentos y su desarrollo en Colombia. [Tesis Facultad de Ciencias Económicas] Universidad Militar Nueva Granada. 1–25 <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/f2f8ff3b-8262-45c2-a83f-540d112d3d10/content>
- Del Do, A; Villagra, A; Pandolfi, D. (2023). Desafíos de la Transformación Digital en las PYMES. 15(1), 200–229. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v15.n1.941>
- Duc, H. L. (2020). Optimizing pharmaceutical company's warehouse system [Tesis de maestría, Metropolia University of Applied Sciences]. Theseus.fi. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/349142/Ho_Luong_Duc.pdf?sequence=2
- Egharevba, H. O., Fatokun, O., Aboh, M., & Kunle, O. O. (2019). Piloting a smartphone-based application for tracking and supply chain management of medicines in Africa. PLoS ONE, 14(6), e0217976. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217976>
- Evans, J. D. (2018). Improving the transparency of the pharmaceutical supply chain through the adoption of quick response (QR) code, Internet of Things (IoT), and blockchain technology. Pittsburgh Journal of Technology Law & Policy, 19(1), 67–95. https://heinonline.org/hol/cgi-bin/get_pdf.cgi?handle=hein.journals/pittjtlp19§ion=4
- Fred, T. (2025). Smart Warehousing Solutions for Sustainable Pharmaceutical Distribution. University of London, 8(4), 92–106. https://www.researchgate.net/publication/391705811_Smart_Warehousing_Solutions_for_Sustainable_Pharmaceutical_Distribution
- Gallo, E; Martínez, J; Peña, W. (2024). Propuesta para la implementación de códigos QR en el etiquetado de productos de uso veterinario como estrategia de marketing para el reconocimiento de la marca VECOL S.A. [Tesis de Grado, Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas]. Universidad EAN. 1-111. <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/c6bc0267-da7f-4a28-bfc0-a044d97ecd0e/content>

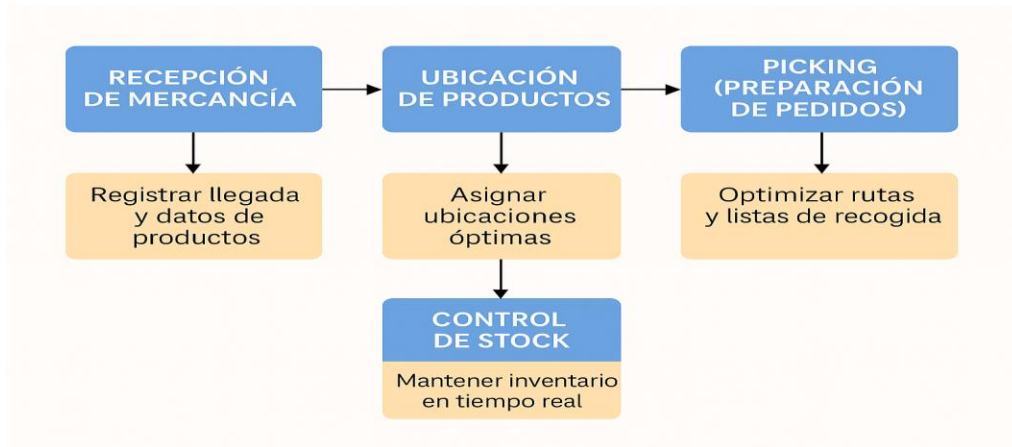
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (13.^a ed.). Pearson.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001:2015: Quality management systems — Requirements. ISO. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- López, J. (2019). Buenas prácticas de distribución farmacéutica. Formación Continuada. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos. 1–18. https://www.farmaceuticos.com/wp-content/uploads/2022/01/Libro_completo_BP.pdf
- Ministerio de Salud de Panamá (MINSALUD). (2022). Manual buenas prácticas de almacenamiento bodega zona franca del ministerio de salud y protección social. control de insumos, (dispositivos médicos) medicamentos y biológicos. 33-56 <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/ABIM02.pdf>
- Ministerio de Salud de Panamá. (2023). Gaceta Oficial de Panamá. Resolución No. 001. Lineamientos para el almacenamiento y distribución de dispositivos médicos y productos afines y adopta el formulario denominado Buenas Prácticas de Almacenamiento y Distribución de Dispositivos Médicos, Productos Afines. 1-16. https://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/general/resolucion_001_de_enero_de_2023_0.pdf
- Munyao, S. M. (2022). Una solución de trazabilidad de medicamentos basada en blockchain: un caso de falsificación de medicamentos en la industria farmacéutica [Tesis de maestría, University of Nairobi]. <https://erepository.uonbi.ac.ke/handle/11295/161613>
- MyQRcode, (2024). Códigos QR en el sector minorista de la droguería <https://myqrcode.com/es/industry/drug-retail>
- Okechukwu, C; Prince, I; Koshechkin, K; Overcomer, V; Hassan, A; Babayemi, K; Florence, U. (2025). Digital Transformation in Pharmaceutical Operations: A Comprehensive Review of Industrial Internet of Things (IIoT) Applications, 14(3), 1-17. DOI:10.9734/ajrimps/2025/v14i3313
- Padilla, L; Lasarte, J; Caldentey, P. (2023). Evaluaciones de políticas de servicios de apoyo a las microempresas en América Latina: una revisión sistemática. (97). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0149718922001665>

- Pitti, I; Aguilar, R; Saldana, J; Moreno, Y. (2024). Aplicación Android para el reconocimiento de medicamentos mediante QR, texto a voz e inteligencia artificial. *Revista de Iniciación Científica*. [Tesis de Grado - Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)]. 1-8. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/4021/4687>
- Ribeiro, I. (2025). Gestión de existencias en almacenes farmacéuticos automatizados: mejora de la detección y la reposición [Tesis doctoral, Universidad de do Porto]. Repositorio Aberto. https://sigarra.up.pt/reitoria/en/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=734843
- Richards, G. (2011). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse* (2.^a ed.). Kogan Page. 120–135.
- Sobko, N. (2025). Automation and efficiency metrics in pharmaceutical warehousing. *Journal of Healthcare Logistics*, 9(3), 110–125.
- Udvaros, J; Forman, N; Tašić, J; Szabó, L. (2024). La aplicación de códigos QR en el ámbito del comercio electrónico en el caso del seguimiento de pedidos y la logística. 275–280. https://www.researchgate.net/publication/381663947_The_Application_of_QR_Codes_in_the_Field_of_E-Business_in_the_Case_of_Order_Tracking_and_Logistics

ANEXOS

Anexo 1.

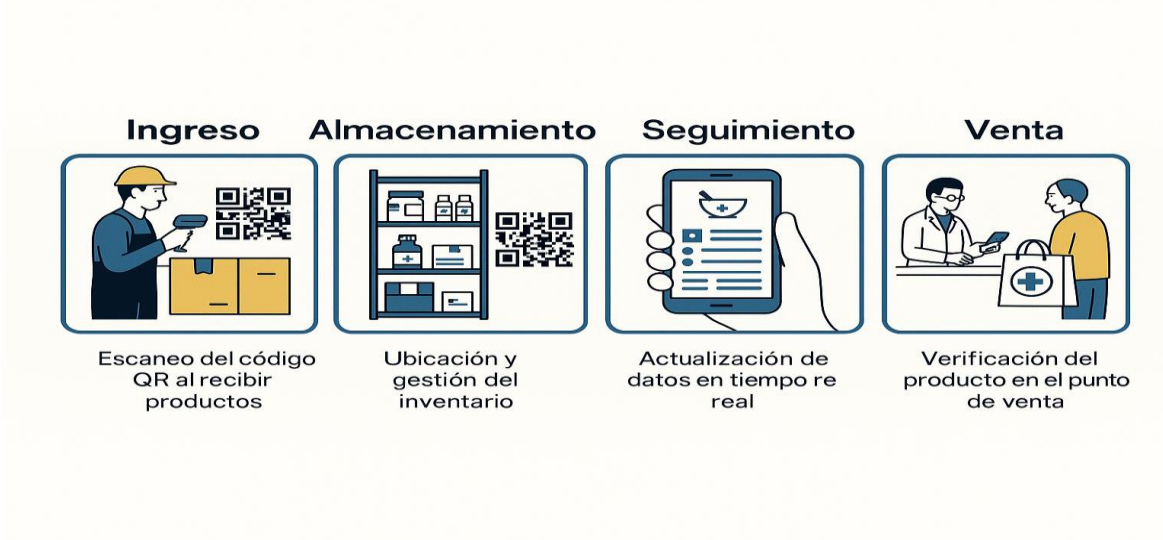
Funciones clave del Sistema de Gestión de Almacenes (WMS).



Nota. El anexo muestra el flujo operativo de un sistema WMS: recepción, ubicación, picking y control de inventario. El mismo fue basado en Richards (2011), Okechukwu y otros (2024) y Fred (2025).

Anexo 2.

Aplicación de Códigos QR



Nota. Aplicación de códigos QR para trazabilidad, control de vencimientos y actualización de inventario en farmacias.

Anexo 3.

Fachada principal de Farmacia San Miguel



Nota. Fotografía de la entrada principal de la farmacia, donde se observa la identificación comercial y el acceso de clientes.

Anexo 4.

Vista general del área de atención al cliente



Nota. Imagen panorámica del área de ventas y atención, donde se exhiben los productos de venta libre.

Anexo 5.
Estanterías y organización de productos farmacéuticos



Nota. Imagen del ordenamiento actual de medicamentos según categorías, sin sistema de codificación digital.

Anexo 6.
Vista general del área de depósito



Nota. Imagen panorámica del espacio destinado al almacenamiento, evidenciando el uso actual de estanterías y cajas.

Anexo 7.
Organización de productos en estanterías del depósito.



Nota. Fotografía que muestra la disposición de productos, sin clasificación por código o ubicación sistematizada.

Anexo 8.
Condiciones de almacenamiento y control de inventario.



Nota. Fotografía que muestra las condiciones físicas y de registro actual del inventario, base para la propuesta de mejora con el sistema WMS y códigos QR.