

Hacia una gestión de inventarios 4.0: Integración de tecnologías digitales en la cadena de suministro biofarmacéutica de Cuba

Towards Inventory Management 4.0:
Integration of Digital Technologies in Cuba's
Biopharmaceutical Supply Chain

M. Sc. Zuleyka Calzado Mesa ^{1*}, Ing. Gabriela Ojeda de la Paz ²,
Ing. Damián Aldait García Pérez ³

Recibido: 01/2026 | Aceptado: 03/2026 | Publicado: 07/2026

Resumen

La gestión de inventarios permite llevar un orden en el almacén y contar con mayor agilidad en las operaciones realizadas en él. Con un correcto control de este tipo de gestión, se logra que una empresa pueda satisfacer de una manera eficiente la demanda de productos a sus clientes. BioCubafarma es el grupo empresarial encargado de producir medicamentos, equipos y servicios de alta tecnología destinados al mejoramiento de la salud del pueblo cubano y orientados a la generación de bienes y servicios exportables. Cuenta con una gran parte de sus procesos informatizados, lo que optimizan muchas de sus operaciones. Sin embargo, se hace necesario el desarrollo de soluciones

^{1*} Empresa de Tecnología de la Información. Calle 18 #4310 e/ 43 y 47. Miramar, Playa La Habana, Cuba.zuleykacalzado@gmail.com

² Empresa de Tecnología de la Información. Calle 18 #4310 e/ 43 y 47. Miramar, Playa La Habana, Cuba.gabriela@eti.biocubafarma.cu

³ Empresa de Tecnología de la Información. Calle 18 #4310 e/ 43 y 47. Miramar, Playa La Habana, Cuba.damian@eti.biocubafarma.cu

tecnológicas faciliten el avance del Grupo en la transformación digital y en la evolución a la Industria 4.0. El presente artículo aborda los resultados de un proyecto de innovación sectorial realizado en la Empresa de Tecnología de la Información (ETI). Este tuvo como objetivo la introducción de etiquetas inteligentes en el sistema de gestión de inventarios de insumos que se utiliza en el grupo empresarial Biocubafarma; la modificación de dicho sistema agregándole los niveles de lote y ubicación; y el desarrollo de una aplicación en sistema Android que le permite al operario optimizar las operaciones en el almacén y comunicarse en tiempo real con el sistema de inventario.

Palabras clave: Etiquetas inteligentes, gestión de inventarios, industria 4.0, Lote, transformación digital

Abstract

Inventory management allows for organization in the warehouse and greater agility in the operations performed within it. With proper control of this type of management, a company can efficiently satisfy its customers' product demand. Biocubafarma is the business group responsible for producing medicines, equipment, and high-technology services, aimed at improving the health of the Cuban people and generating exportable goods and services. Many of its processes are computerized, optimizing many of its operations; however, it is necessary to develop technological solutions that allow the Group to continue advancing in digital transformation and the evolution towards Industry 4.0. This article addresses the results of a sectoral innovation project carried out at the Information Technology Company (ETi), which aimed to introduce smart labels into the inventory management system for supplies used by the Biocubafarma business group, the modification of said system by adding batch and location levels, and the development of an Android system application that allows the warehouse operator to optimize warehouse operations and communicate in real time with the inventory system.

Keywords: Smart labels; Inventory management; Industry 4.0; Batch; Digital Transformation

Introducción

«El inventario representa una reserva estratégica de materiales, materias primas, productos en proceso o bienes terminados que, si bien no se emplean de manera sistemática, garantizan la continuidad del servicio al cliente» (Cespón Castro, 2012). Según Schroeder (citado en Alemán Rodríguez, 2013), el inventario es una cantidad almacenada de materiales destinada a facilitar la producción o satisfacer la demanda del consumidor. En los enfoques antes mencionados se destaca que el inventario está construido por recursos físicos cuyo control riguroso es vital para evitar desabastecimientos y asegurar el buen funcionamiento de cualquier empresa o comercio.

La gestión de inventarios, definida por Cespón Castro (2012) como «el proceso que busca minimizar la cantidad almacenada sin afectar el servicio al cliente», se ha convertido en un proceso esencial para maximizar la eficiencia y rentabilidad empresarial. La logística, por su parte, integra la planificación y gestión de operaciones vinculadas al flujo de materias primas, productos semielaborados y terminados desde su origen hasta el consumidor final.

Con la llegada de la Industria 4.0 y la digitalización, la gestión de inventarios ha experimentado una transformación profunda mediante la automatización y el uso de tecnologías inteligentes. La implementación de etiquetas inteligentes, por su capacidad de almacenar datos, permite comunicarse de forma inalámbrica, la identificación a distancia, la trazabilidad y la gestión en tiempo real, mejorando la precisión y la agilidad en la cadena de suministro.

Biocubafarma, empresa líder en biotecnología y farmacéutica, ha fortalecido su proceso logístico conforme a estrictas regulaciones y ha logrado un seguimiento de la producción integral desde la recepción de materias primas hasta la entrega de productos terminados al Ministerio de Salud Pública (MINSAP). Sin embargo, persisten retos en el control a nivel de lote y ubicación de los productos del área de insumos, así como en el seguimiento de sus fechas de vencimiento en caso de productos alimenticios, imposibilitando una gestión óptima.

Frente a esta problemática, ETI emprendió el desarrollo de un proyecto de innovación sectorial para modernizar el sistema de gestión de

inventario Insumo a nivel de lote y ubicación. Asimismo, desarrolló una aplicación que gestiona las operaciones en un almacén y se comunica en tiempo real con el *software* de inventario. Además, en el caso de los productos, se incorporaron etiquetas inteligentes. Este novedoso proyecto es un claro ejemplo de cómo la digitalización y la Industria 4.0 pueden contribuir a optimizar la trazabilidad, eficiencia y competitividad en la industria biotecnológica y farmacéutica cubana.

Materiales y métodos

Entre los materiales y métodos que se utilizaron en el desarrollo de este proyecto se encuentran:

- **Análisis documental:** permitió la consulta de fuentes de información pertinentes para identificar el estado de la investigación sobre el tema; las diversas propuestas epistemológicas y aplicadas en función del análisis crítico del basamento teórico-metodológico; la explicación e interpretación; y la comparación de los resultados durante todo el proceso de diseño e implantación. Además, se centró en la revisión y estudio del marco regulatorio y normativo a nivel internacional, nacional y sectorial, así como la elaboración de toda la documentación de los sistemas informáticos desarrollados.

- **Observación:** proporcionó información, incluyendo la extraverbal con enfoque no participante. El desarrollo del proyecto se ajusta al procedimiento de desarrollo de software de la División de Sistemas Informáticos de la Empresa de Tecnologías de la Información (DSI-P-F1-01), que define la secuencia de operaciones durante el ciclo de vida del proyecto.

La metodología que se utilizó para el desarrollo del sistema fue Scrum, un enfoque de gestión ágil que facilita la administración de proyectos, programas y portafolios de cualquier tamaño y complejidad. Lo anterior asegura el flujo de información, la comunicación entre el equipo de trabajo y la entrega de valor oportunamente a los interesados de la organización. Además, ofrece los productos de forma iterativa e incremental, maximizando las oportunidades de obtener retroalimentación.

Se utilizaron también las siguientes tecnologías y herramientas informáticas:

- Mule ESB: una herramienta utilizada para la integración entre aplicaciones mediante servicios web.
- Flutter: *framework* de código abierto de Google utilizado para crear aplicaciones multiplataforma compiladas a partir de una única base de código (Flutter-Crea aplicaciones para cualquier pantalla, Desarrolladores de Android, s. f.).
- Java: lenguaje de programación orientado a objetos y multiplataforma. Su principal característica es la portabilidad, es decir cualquier código desarrollado en Java puede ejecutarse en distintos sistemas operativos siempre que cuenten con la Máquina virtual de Java (JVM, por sus siglas en inglés) instalada (*Esflutter*, s. f.).
- Sql server 2016: sistema gestor de base de datos que permite almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada (OpenWebinars, s. f.).
- Windows Server 2019: distribución de Microsoft para el uso de servidores. Se trata de un sistema multiproceso y multiusuario que es muy utilizado gracias a las características y ventajas que ofrece (Axarnet, s. f.).
- Linux (Debian 10): sistema operativo adecuado para un amplio rango de dispositivos como portátiles, ordenadores de escritorio y servidores (Debian, s. f.).
- Framework Net 7: marco de desarrollo de *software* para compilar y ejecutar aplicaciones en Windows (Dotnet, s. f.).
- Lenguaje C#: lenguaje de programación moderno, basado en objetos y con seguridad de tipos. Permite a los desarrolladores crear aplicaciones seguras y sólidas que se ejecutan en .net (Microsoft Learn, s. f.).
- Windows Presentation Foundation (WPF): API para crear interfaces de usuario (UI) para aplicaciones de escritorio con el *framework* .net (Programarfacil, s. f.).

Resultados y discusión

El proyecto de innovación sectorial desarrollado para la integración de tecnologías digitales en la gestión de inventarios de Biocubafarma

mostró resultados positivos que contribuyeron a la modernización del sistema logístico en la cadena de suministro biofarmacéutica cubana.

La introducción de etiquetas inteligentes permitió identificar de manera automática y en tiempo real los insumos almacenados, mejorando de forma significativa la trazabilidad de los productos desde la recepción hasta su salida del almacén. La capacidad de estas etiquetas para contener información específica sobre lote, ubicación y fechas de vencimiento facilitó el control riguroso y la reducción de errores humanos en la gestión de inventarios. Este proyecto se enmarcó en la mejora del proceso de gestión de inventarios de Insumos, mediante la introducción de tecnologías innovadoras y redes ópticas pasivas con tecnología Gigabit Passive Optical Network (GPON), para contribuir a la transformación digital de la industria biotecnológica y farmacéutica cubana. A continuación, se detalla la ejecución de cada uno de los resultados definidos.

1-) Resultado 1: Modificado el Sistema de Gestión de Inventarios Insumo a nivel de lote.

El resultado principal de este trabajo fue la reingeniería del sistema de gestión de inventarios (Mistral) para operar a nivel de lote, un avance fundamental para Biocubafarma donde la trazabilidad y el control de caducidad son imperativos de calidad y seguridad.

Funcionalidades modificadas e implementadas

Se modificaron las operaciones de entrada y salida de productos para incorporar el nivel «lote». Las operaciones afectadas incluyen:

- **Entrada:** informe de recepción e informe de reclamación.
- **Salida:** vale de entrega, solicitud y vale de devolución, vale de salida a Orden de Trabajo (OT), otras salidas, transferencias de salidas y traspasos entre áreas.

Adicionalmente, se desarrollaron nuevas funcionalidades para la gestión en el almacén para este nuevo nivel:

- **Reubicación de Lotes:** permite mover lotes específicos entre ubicaciones, optimizando el espacio y priorizando productos según su fecha de caducidad.
- **Impresión de Etiquetas:** se implementó la generación e impresión de etiquetas DataMatrix para productos y lotes, así como códigos

de barras para la identificación de ubicaciones. Esto constituye la base física para la trazabilidad.

2-) Resultado 2: Desarrollar una aplicación en sistema Android con funcionalidades que intervengan en el proceso de la gestión de inventario vinculada al Sistema de Gestión de Inventario Insumos

Para dotar a los operarios de una herramienta ágil y en tiempo real, se desarrolló una aplicación Android. Esta aplicación se comunica con el sistema Mistral y permite la captura inmediata de información mediante la lectura de las etiquetas DataMatrix y de códigos de barras.

La aplicación replica y permite ejecutar, de manera remota y guiada, todas las operaciones de almacén modificadas en el sistema central, garantizando la integridad de los datos desde el punto de operación. Las funcionalidades implementadas en la app incluyen: informe de recepción, vale de entrega, vale de devolución, vale de salida a OT, otras salidas, transferencias, traspasos entre áreas, reubicación de lotes y la gestión de las ubicaciones por productos o por entradas.

El conjunto de resultados presentados describe la digitalización de los procesos de negocio: logístico y la gestión de inventario. La introducción de la trazabilidad a nivel de lote y la captura de datos en tiempo real a través de dispositivos móviles no solo optimiza el espacio y prioriza productos, sino que es un imperativo de calidad y seguridad, particularmente crítico en un sector como el farmacéutico (Biocubafarma). La *app* Android actúa como un puente crucial entre el mundo físico (etiquetas DataMatrix) y el sistema central (Mistral), eliminando demoras y reduciendo errores.

De igual forma, es importante resaltar que dichos resultados se encuentran a la vanguardia de las tendencias tecnológicas y de gestión logística, alineándose con los principios de la Industria 4.0. La solución no es una mera digitalización, sino una integración profunda que emplea tecnologías contemporáneas clave:

- **Trazabilidad en tiempo real y a nivel de lote:** es el estándar de oro en industrias reguladas como la farmacéutica y alimentaria.
- **Arquitectura de sistemas integrada (Mistral + App Android + Mule ESB):** refleja el paradigma de los sistemas de sistemas, donde

diferentes componentes software se comunican de manera fluida para ofrecer una solución unificada.

- **Uso de tecnologías móviles (Android) e identificación automática (DataMatrix):** tecnologías accesibles y de alto impacto que modernizan la interacción humano-sistema en el piso de almacén.
- **Automatización de procesos logísticos:** la reingeniería de procesos como los trasposos y la reubicación automatizada sitúan a la organización en un nivel de madurez digital avanzado.

Magnitud y características del aporte alcanzado

El aporte de este proyecto es de alta magnitud a nivel nacional, con potencial de repercusión internacional en contextos similares.

- **Repercusión nacional:** para el grupo Biocubafarma, entidad estratégica en la industria biofarmacéutica de Cuba, este desarrollo representa una solución propia y soberana a un problema crítico de calidad y eficiencia. Su implementación exitosa puede convertirse en un caso de éxito para la industria biofarmacéutica cubana.

Conclusiones

El proyecto ejecutó con éxito un plan integral de transformación digital para la industria biofarmacéutica cubana, logrando una modernización tecnológica sinérgica en tres pilares fundamentales.

Se digitalizó el núcleo del proceso logístico mediante la reingeniería del sistema de gestión de inventarios (Mistral) para operar a nivel de lote y el desarrollo de una aplicación Android. Esto introduce una trazabilidad completa y en tiempo real de los insumos, un avance crítico para garantizar la calidad y seguridad en el sector, optimizando además el espacio y la gestión del almacén.

En conjunto, estos resultados crean un ecosistema tecnológico cohesionado donde una infraestructura de red moderna (GPON) habilitan aplicaciones móviles (app Android) que digitalizan procesos logísticos esenciales (inventario por lote). Esta integración sinérgica no solo moderniza componentes individuales, sino que establece una base sólida para la eficiencia operativa, la seguridad y la continua innovación en la organización.

Referencias bibliográficas

Cespón Castro, R. (2012). *Administración de la Cadena de Suministro*. Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas.

Colectivo de autores. (2019). Diseño de una metodología para la estandarización de los sistemas de codificación y clasificación de productos en empresas cubanas. *Redalyc*. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4096/409659500005/html/index.html>

Colectivo de autores. (s.f.). *La gestión de stock*. McGraw-Hill Educación. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448612124.pdf>

Colectivo de autores. (2019). *La Gestión de Inventario como proceso clave en el sistema empresarial*. Contraloría General de la República de Cuba. <https://www.contraloria.gob.cu/sites/default/files/articulos/2019-12/La%20Gestion%20de%20Inventario%20como%20proceso%20clave.pdf>

SAP. (2023). <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-digital-transformation.html>

Schroeder, R. (1992). *Administración de operaciones* (3ra ed.). McGraw Hill Interamericana.

Transformación digital en las empresas: características y tecnología. (2023). Impacto TIC. <https://impactotic.co/micrositios-tic/sectorti/transformacion-digital-en-las-empresas-caracteristicas-y-tecnologia>.

