

Sistema de Estrategias de Aseguramiento de la Producción de los Laboratorios Farmacéuticos AICA+

Production Assurance Strategies System at AICA+ Pharmaceutical Laboratories

Lilian Rosa Rojas Rodríguez¹, Eduardo Alejandro González Martell², Dr. Carlos Ramón López Paz³, Msc. Ana Lilian Infante Abreu⁴

¹²³⁴Laboratorios Farmacéuticos AICA+. Ave. 23 e/ 268 y 270, San Agustín. La Lisa. La Habana.

*Carlos Ramón López Paz: carlosr@aica.cu

*Ana Lilian Infante Abreu: anai@aica.cu

Resumen

La empresa Laboratorios Farmacéuticos AICA+ del grupo BioCubaFarma se encuentra en un proyecto para desarrollar capacidades habilitantes que le permitan adoptar estas tecnologías en toda su infraestructura, incluyendo la digitalización del protocolo de Estrategias de Aseguramiento de la Producción (EAP). El sistema EAP permite evaluar la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda de productos, considerando recursos compartidos y priorizando la producción nacional sobre la exportación. El sistema integra información de productos, recursos, almacenes y contratos de importación, facilitando la creación y cálculo de estrategias de producción. Este artículo presenta el desarrollo del Sistema de Estrategias de Aseguramiento de la Producción (EAP) en los Laboratorios Farmacéuticos AICA+, con el objetivo de optimizar la gestión de la producción y la toma de decisiones mediante la digitalización. Los resultados incluyen la identificación de requisitos funcionales y no funcionales, la implementación de cuadros de mando integrales y la mejora en la eficiencia operativa. Futuras iteraciones incluirán un módulo financiero para un análisis más completo de costos y presupuestos.

Palabras clave: Estrategias de Aseguramiento de la Producción, Digitalización, AICA+.

Abstract

The company AICA+ Pharmaceutical Laboratories, part of the BioCubaFarma group, is engaged in a project to develop enabling capabilities that will allow it to adopt these technologies across its entire infrastructure, including the digitization of the Production Assurance Strategies (EAP) protocol. The EAP system enables the company to assess its capacity to meet product demand, considering shared resources and prioritizing domestic production over exports. The system integrates information on products, resources, warehouses, and import contracts, facilitating the creation and calculation of strategies. This article presents the development of the Production Assurance Strategies System (EAP) at AICA+ Pharmaceutical Laboratories, aiming to optimize production management and decision-making through digitalization. The results include the identification of functional and non-functional requirements, the implementation of dashboards, and improvements in efficiency. It is concluded that the EAP system optimizes logistical and production processes, enabling more efficient resource management and better responsiveness to market demands. Future iterations will include a financial module for analysis of costs and budgets.

Keywords: Production Assurance Strategies, Digitalization, AICA+.

1. Introducción

La digitalización es fundamental en la toma de decisiones gerenciales, ya que permite a las organizaciones acceder a información precisa y en tiempo real, lo que mejora la efectividad y agilidad en sus procesos decisionales [1]. Una plataforma digital para la planificación de estrategias de aseguramiento de la producción ofrece un enfoque eficaz y coordinado para evaluar las condiciones en las que se encuentra la empresa frente a la demanda de productos. Este sistema permite un análisis exhaustivo de diversos factores e indicadores, facilitando la identificación de oportunidades y desafíos en la capacidad de respuesta de la organización [2]. Al integrar información relevante y actualizada, la plataforma optimiza la toma de decisiones estratégicas, asegurando que la empresa esté adecuadamente preparada para satisfacer las necesidades del mercado [3]. La digitalización en el sector farmacéutico y biotecnológico es esencial, ya que permite optimizar procesos, mejorar la eficiencia operativa y responder de manera más ágil a las demandas del mercado, lo que se traduce en una mayor competitividad y capacidad de innovación [4].

En Laboratorios Farmacéuticos AICA+, perteneciente al grupo BioCubaFarma, es esencial trazar estrategias para cubrir tanto las demandas internas del país como las demandas de exportación. El sistema Estrategias de Aseguramiento de la Producción (en lo adelante EAP) garantiza que, al momento de firmar un contrato de producción, no se comprometan productos o recursos ya asignados a otros contratos. Este enfoque prioriza la producción nacional sobre la exportación, asegurando que la empresa cumpla con sus compromisos de manera eficiente.

El modelo de negocio del sistema EAP permite responder a la pregunta: ¿en qué condiciones de recursos está la empresa para satisfacer determinada demanda de productos?, parametrizando dicha demanda con características y medidas que garanticen su cumplimiento sin comprometer contratos o demandas de mayor prioridad. La necesidad de este proceso radica en la planificación de la demanda de productos con recursos compartidos, lo que posibilita determinar qué productos, según su prioridad, dejarán de producirse por falta de recursos, y trazar la causa de dicha situación.

La demanda de productos no satisfecha en una estrategia se cuantifica en términos de dinero inmovilizado, lo que se refiere a la cantidad de recursos pagados que se destinan a productos cuya demanda podría cumplirse, pero que la estrategia no logra satisfacer en su totalidad, porque requiere de otros recursos de los que no hay existencia. Este capital se considera ocioso y, por lo tanto, se encuentra inmovilizado. En este contexto, las estrategias de aseguramiento de la producción son fundamentales, ya que permiten a la empresa responder a un entorno empresarial dinámico que exige un sistema eficaz para gestionar múltiples estrategias. De este modo, se asegura la producción y la capacidad de respuesta ante las demandas del mercado, al tiempo que se abordan las limitaciones de un sistema de inventario integrado.

Como antecedente de este trabajo, se desarrolló el sistema Producto-Recurso (PR), que actualmente se encuentra operando en la empresa. Este sistema permite analizar si es posible satisfacer determinada demanda de un único producto. Sin embargo, su alcance es limitado, ya que no permite hacer el análisis de múltiples productos con recursos compartidos. Tampoco permite organizar estrategias, producto y almacenes para agotar los recursos.

Este trabajo tiene como objetivo principal la creación de una plataforma digital que facilite la gestión dinámica y flexible de las estrategias necesarias para abordar este proceso complejo. El proyecto de desarrollo e implementación de esta solución digital investiga las ventajas de adoptar tecnologías como Next.js, Nest.js, MongoDB, Docker, Portainer y GitLab, en el marco de una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA). Esta iniciativa se posiciona como un referente de

prácticas tecnológicas y organizativas en el programa de transformación digital de una empresa de alta tecnología del grupo BioCubaFarma.

2. Materiales y Métodos

Para el desarrollo del sistema Estrategias de Aseguramiento de la Producción (EAP) se utilizó la metodología ágil Scrum, que permitió gestionar el proyecto de forma iterativa y flexible. Este enfoque facilitó la división del trabajo en sprints cortos con entregables funcionales, promoviendo la comunicación efectiva entre equipos técnicos y no técnicos, y permitiendo ajustes constantes basados en retroalimentación. La metodología garantizó el cumplimiento de los objetivos dentro de los plazos establecidos, minimizando riesgos y maximizando la calidad del producto.

En cuanto a las herramientas, se emplearon recursos como el navegador web para pruebas funcionales, Swagger para documentar y probar APIs, y Jet Client, una extensión de JetBrains que sirvió como alternativa a Postman para pruebas exhaustivas, optimizando el flujo de trabajo. Respecto a las tecnologías, se adoptó una arquitectura orientada a servicios (SOA). En el frontend se utilizó Next.js, que mejoró el rendimiento mediante renderizado del lado del servidor (SSR) y generación estática (SSG). En el backend se empleó Nest.js para construir una API modular y escalable, junto con MongoDB como base de datos NoSQL por su alto rendimiento. La infraestructura incluyó herramientas como Docker para contenerización, Portainer para gestionar contenedores, y GitLab para control de versiones e integración continua (CI/CD).

El desarrollo siguió un proceso que inició con el análisis de requisitos, continuó con el diseño técnico basado en modularidad y escalabilidad, y avanzó mediante ciclos iterativos donde se implementaron y probaron funcionalidades clave. Finalmente, el sistema fue desplegado en entornos controlados mediante Docker, asegurando su correcto funcionamiento antes de pasar a producción. Este enfoque integral permitió desarrollar un sistema eficiente, alineado con los objetivos estratégicos de AICA+, maximizando su capacidad de respuesta ante las demandas del mercado.

3. Resultados y Discusión

Diseño del sistema

Luego de la aplicación de una serie de técnicas de capturas de requisitos, que incluyen entrevistas con los clientes principales del sistema, se obtuvieron 23 requisitos funcionales y 11 requisitos no funcionales. Dichos requisitos se concretaron en 18 casos de uso del sistema, los cuales son descritos en la **Figura 1**.

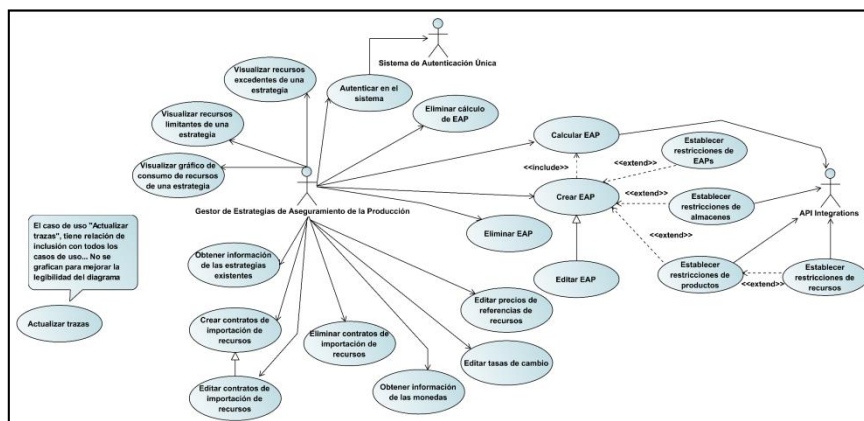


Fig. 1: Diagrama de casos de uso del Sistema de Estrategias de Aseguramiento de la Producción.

Se definió la arquitectura candidata para el sistema a desarrollar mediante una investigación de plataformas digitales disponibles en el mercado que compartieran parte de la lógica de negocio del sistema EAP, o pertenecieran a la industria farmacéutica. Los resultados, presentados en la **Tabla 1** [5-7], respaldan la elección de la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) como la opción más adecuada. Esta arquitectura organiza servicios independientes y reutilizables que cumplen funciones específicas dentro de la lógica de negocio, comunicándose entre sí a través de interfaces bien definidas y protocolos web como SOAP o REST [6]. La implementación de SOA permite una significativa reutilización de servicios, optimizando tiempos y costos de desarrollo, además de garantizar alta interoperabilidad con diversas tecnologías, lo cual es esencial en el complejo entorno farmacéutico [7]. Su flexibilidad y capacidad para escalar servicios de manera independiente facilitan una rápida adaptación a cambios en las demandas del negocio, alineando las operaciones de TI con los objetivos estratégicos de la empresa [8]. El despliegue en AICA+ se simplifica con SOA, ya que permite mantener la información en los servidores internos, cumpliendo así con los requisitos de seguridad [9]. La experiencia del equipo de ingenieros informáticos se centra en esta arquitectura, y todas las soluciones de la empresa están evolucionando hacia SOA, lo que asegura una integración y gestión más efectiva del sistema [10].

Tabla 1. Resultados de Investigación de arquitecturas presentes en sistemas farmacéuticos

Sistema	Arquitectura	Uso Principal	Interoperabilidad	Escalabilidad	Seguridad de datos
<i>Farmanager</i>	Monolítica	Software de gestión para farmacias	Moderada	Baja	Alta
<i>PioneerRX</i>	SOA	Software de gestión para farmacias	Alta	Alta	Alta
<i>Liberty Software</i>	SOA	Gestión de farmacias y servicios médicos	Alta	Alta	Alta
<i>CoverMyMeds</i>	Microservicios	Automatización de autorizaciones previas para medicamentos	Alta	Alta	Muy alta
<i>QS/1 Pharmacy Management</i>	SOA	Gestión integral de farmacias	Alta	Moderada	Alta
<i>McKesson Pharmacy Systems</i>	SOA	Soluciones para la gestión de farmacias y distribución	Alta	Alta	Muy alta
<i>Rx30 Pharmacy Management System</i>	SOA	Software de gestión para farmacias	Alta	Alta	Alta

En la empresa AICA+, se identifican dos subsistemas fundamentales que son esenciales para el funcionamiento de la plataforma digital que se está desarrollando. Estas fuentes incluyen información sobre productos, recursos, almacenes y existencias. Para lograr esto, se lleva a cabo un proceso de Extracción, Transformación y Carga (ETL), que permite la normalización de datos heterogéneos [11]. Este subsistema se configura como la fuente de datos principal para el sistema EAP, asegurando así que todos los componentes del sistema cuenten con información coherente y actualizada. El segundo subsistema es AICA IS (AICA Identity Server), que proporciona una solución de *Single Sign-On* (SSO) para las aplicaciones de la empresa [10,11]. Este subsistema se integra con el *Lightweight Directory Access Protocol* (LDAP) existente en AICA+, lo que permite gestionar la autenticación de usuarios de manera centralizada [8]. AICA IS actúa como la fuente de autenticación para el sistema EAP, facilitando un acceso seguro y simplificado a las diversas soluciones ofrecidas por la empresa. Ambos subsistemas son cruciales para garantizar un entorno digital eficiente y seguro, permitiendo a AICA+ optimizar su operativa y mejorar la experiencia del usuario en su plataforma digital.

Las funciones principales del sistema EAP son la creación y cálculo de las estrategias de aseguramiento de la producción. Estos procesos se encuentran detallados en las Figuras 2 y 3.

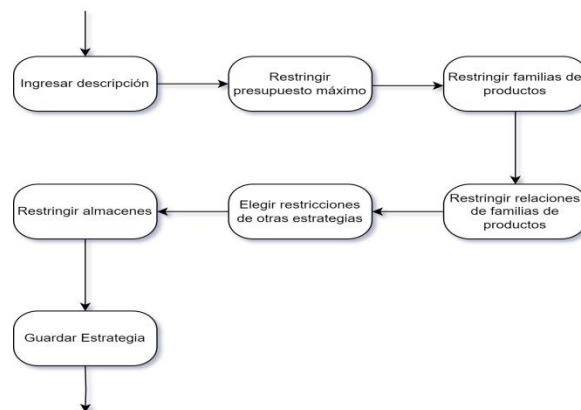


Fig. 2: Descripción del proceso de creación de una Estrategia de Aseguramiento de la Producción.

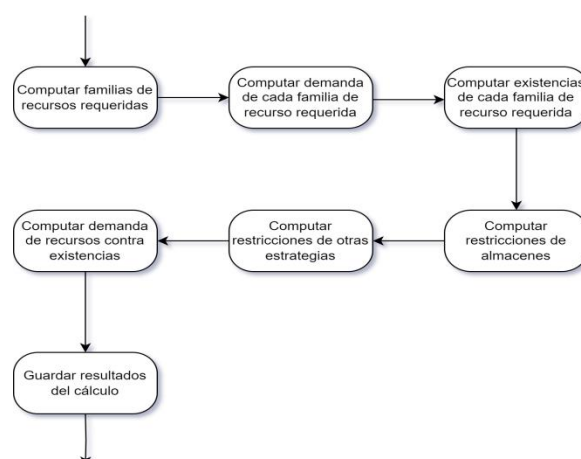


Fig. 3: Descripción del proceso de cálculo de una Estrategia de Aseguramiento de la Producción.

Iteraciones de la concepción del sistema

Primera Iteración

La primera iteración del proyecto de desarrollo del sistema EAP se estableció tras las reuniones iniciales con los clientes y usuarios clave de la plataforma digital. Durante este proceso, se identificaron los requisitos fundamentales necesarios para iniciar el desarrollo adecuado de la plataforma y se logró una comprensión general de la lógica de negocio subyacente. En esta fase, el proyecto presentó tres hitos esenciales: la gestión digital y el cálculo automático de múltiples estrategias, la implementación de cuadros de mando integrales (*dashboards*) para el análisis empresarial mediante técnicas de inteligencia de negocios aplicadas a los resultados de las estrategias, y el desarrollo de mecanismos de políticas de acceso que restringen el uso de la aplicación y el acceso a los datos en diferentes niveles.

La concepción del sistema en esta primera iteración contemplaba que la estrategia requeriría únicamente cuatro restricciones fundamentales: las restricciones relacionadas con los productos, las restricciones vinculadas a las relaciones (es decir, los recursos utilizados para elaborar dichos productos), las restricciones derivadas de otras estrategias, y las restricciones concernientes a los almacenes desde los cuales se obtienen las existencias de esos recursos. De este modo, se pudo capturar la esencia de una estrategia, entendida como un medio que permite a quienes la diseñan conocer las condiciones de recursos disponibles en la empresa para satisfacer una demanda, considerando diversos aspectos y limitaciones.

Una estrategia comienza con una demanda específica de productos elaborados por AICA+. Esta demanda se traduce en la necesidad de mantener una cantidad adecuada de existencias de recursos en inventario. La estrategia debe ser capaz de informar sobre todos los productos cuya demanda no puede ser satisfecha debido a la falta de existencias suficientes en inventario, especificando la cantidad requerida. Además, todos los productos dentro de una estrategia están organizados según un orden de prioridad; dado que se comparten recursos, estos deben asignarse siguiendo el orden en que aparecen. Cada existencia de recurso está asociada a un precio, que corresponde al costo de adquisición. Dado que puede haber múltiples existencias de un mismo recurso con precios diferentes, el cálculo se realiza utilizando el precio promedio. Este atributo permite estimar la cantidad aproximada de dinero necesaria para completar la estrategia, ya que, al conocer la cantidad faltante de cada recurso, se puede calcular el monto total requerido. Por otro lado, si una estrategia no puede llevarse a cabo debido a que existen productos cuya demanda no puede ser satisfecha, el total de recursos que sí pudieron ser asignados y queda excedente se considera ocioso, ya que no puede ser utilizado en producción; este monto se denomina dinero inmovilizado.

Para presentar los resultados de esta iteración, se implementó una estrategia de prueba destinada a verificar la validez de los mismos, mediante la comparación con el diseño manual elaborado por los especialistas del área de logística de la empresa. Los datos generados a partir de esta estrategia se encuentran recopilados en la **Tabla 2**. Se seleccionaron 15 productos con diversas demandas como datos de prueba, sin imponer restricciones relacionadas con los almacenes, las relaciones o cualquier otra estrategia. Los resultados se ilustran en la **Figura 4**, las cuales indican que únicamente se puede satisfacer la demanda de 2 productos dentro de la estrategia. Esto resulta en un monto promedio a abonar de 498,633,408.21 CUP para la adquisición de los recursos que limitan el cumplimiento de la estrategia, así como un capital inmovilizado de 18,617,368.77 CUP.

Tabla 2. Datos de la estrategia de prueba

UEB	Prioridad	Producto	Plan de Producción Mensual	Cobertura (Meses)	Unidades Físicas
AICA	1	Clindamicina	20000	2	40000
		Cotrimoxazol	43000	2	86000
		Epinefrina	115000	2	230000
		Prednisolona	43000	1	43000
	2	Fenobarbital	5500	2	11000
		Acetilcisteína	17000	2	34000
		Hierro Dextrana	82000	2	164000
		Dipirona	583000	2	1166000
CITOX	1	Carboplatino 450 MG	2400	4	9600
		Paclitaxel	2100	1	2100
JULIO TRIGO	1	Dorzolamida	46000	2	92000
		Timolol	119000	2	238000
		Heparina	86000	2	172000
LIORAD	1	Lidocaina sin preservo	65000	2	130000
		Omeprazol	80000	2	160000

Analisis de la estrategia "Estrategia de Prueba" con método de cálculo "Unidades físicas"

PRODUCTOS RECURSOS EXISTENCIAS **Consumo** **Existencias**

Productos compartidos

Nombre: Alas absolutivas Operador de Cálculo: Igual Unidades Físicas: Operador de Cálculo: Igual ¿Ajustar? ☐

Nombre	CIFA	LF	¿Ajustar?
ACETILCISTEINA 100	72	34000	No
CARBOPLATINO 450MG	108	9600	No
CLINDAMICINA 600 MG	50	40000	No
COTRIMOXAZOL	50	80000	No
DIPIRONA	50	1166000	No

Consumo de recursos

Nombre de la familia: Tipo de Recurso: Cantidad de Recurso: Cant. Requerida: Igual Operador de Cálculo: Igual ¿Ajustar? ☐

Cálculo: Operador de Cálculo: Igual Existencias: Operador de Existencias: Igual Cant. Posible: Operador de Cant. Posible: Igual Existencias: Operador de Existencias: Igual

Nombre	Tipo de Recurso	Criterio de Relación	Cant. Requerida	Deficit	Cant. Posible	Excedente	Existencias	LF
AMPULETTAS 2ML AMBUL	Ampliatas	Exceso primario	1,340.9	1,259,204	81,996	0	81,996	812
EPINEFRINA	Principio activo	Fórmula maestra	365,577	791,5875	93,5837	0	93,5837	835
1 FL. 30P/300-400 ZAL	Líquido para ampollas	Unidad secundaria	1,340.9	0	1,340.9	2,496,108	3,837,608	812
MASTURALZIN 200G	Excedente	Fórmula maestra	3,5068	0	3,5068	3,161,3747	3,163,8311	835

1-4 de 4

DORZOLAMIDA 20MG/ML COLIRO 1CC X 0.5ML	51	92000	No
EPINEFRINA 1 MG	93	238000	No
FENOBARBITAL 300CC 300 MG	60	11000	No
HEPARINA 500CA 5000 U/ml INY. IV BALBO X 0.5ML	58	172000	No
HIERRO DEXTRANA 30 MG AMPOLLAS X 1ML	60	164000	No
LIDOCARNA 2% 800 X 1 ML (SIN PRESERVO)	52	130000	No
OMEPRAZOL 40 MG BULBO AMPOLLADO PARA INYECCION X 10 ML	57	160000	No
PAQUETES 150MG/ML 0.5% SOLUCION INY. POR INFUSION 1CC X 0.5ML	0	7100	SI
PREDNISOLONA COLIRO 0.5%	12	43000	SI
TIMOLOL COLIRO 0.5%	55	238000	No

1-15 de 15

Fig. 7: Resultado del cálculo de la estrategia de prueba en el sistema, con el detalle de un recurso abierto.

Segunda Iteración

La segunda iteración del proyecto de desarrollo del sistema EAP incorpora nuevos requisitos funcionales relacionados con adicionar al cálculo de la estrategia la información de los contratos de importación de recursos.

Hasta el momento, durante el cálculo de una estrategia, solo se consideraban las existencias de los recursos disponibles en inventario. Sin embargo, este enfoque resultaba incompleto, dado que

existen contratos de importación de recursos que la empresa utiliza para mantener sus existencias estables a medida que se consumen. Los recursos asociados a estos contratos presentan diferentes estados en función de la etapa del proceso de importación en la que se encuentren, siendo clasificados como financiados o no financiados. Cuando un recurso está en estado financiado, puede ser utilizado en el cálculo de las estrategias como parte del inventario, dado que se encuentra en una fase avanzada hacia su disponibilidad.

Los contratos de importación de recursos son denominados en moneda extranjera, lo que añade una nueva complejidad al sistema. Hasta ahora, no existía un subsistema financiero que contemplara los precios de los recursos en inventario, los cuales estaban expresados únicamente en pesos cubanos (CUP). Por lo tanto, se ha hecho necesario desarrollar un módulo financiero que permita además de la gestión de contratos de importación de recursos, la gestión de tasas de cambio. Este módulo también incorporará un componente para registrar las monedas extranjeras y nacionales utilizadas. Además, se ha añadido un componente para las tasas de cambio, permitiendo al usuario configurar la tasa correspondiente para cada moneda extranjera respecto a la moneda nacional. No se ha automatizado esta información mediante una API Forex [20] debido a las limitaciones de las opciones gratuitas y a la necesidad ocasional de establecer tasas diferentes a las internacionales. Asimismo, se ha integrado un componente para precios de referencia de recursos que permite seleccionar entre precios mínimos, promedio o máximo, basados en las existencias en inventario en moneda nacional o elegir otro precio configurable por el usuario en cualquier moneda, sea extranjera o nacional.

Es fundamental que cada estrategia cuente con un límite presupuestario máximo, dado que los recursos monetarios disponibles para la empresa son finitos. Por lo tanto, se ha introducido una nueva restricción financiera en el diseño de la estrategia que permitirá determinar si una estrategia puede llevarse a cabo no solo por la disponibilidad de recursos, sino también por la restricción de presupuesto máximo.

Esta nueva lógica de negocio facilita un cálculo completo y preciso de las estrategias al incorporar un módulo financiero totalmente configurable. En el contexto práctico de la primera iteración, esta incorporación permitirá asegurar la disponibilidad de ciertos recursos gracias a los contratos establecidos, lo que a su vez facilitará satisfacer demandas previas no atendidas y permitirá verificar si las estrategias cumplen con las restricciones presupuestarias establecidas. Actualmente, esta fase se encuentra en desarrollo y pruebas, y su objetivo es garantizar que la plataforma digital creada integre de manera total la lógica de negocio necesaria para llevar a cabo los procesos estratégicos de forma correcta y eficiente.

Impacto en la organización

El sistema EAP se prevé que tenga un impacto positivo significativo en la empresa AICA+, optimizando los procesos gerenciales relacionados con la inteligencia de negocio y la toma de decisiones. En la actualidad, el diseño y cálculo de las estrategias se llevan a cabo de manera parcial utilizando hojas de cálculo Excel y mediante métodos manuales. Este enfoque presenta diversas dificultades, ya que los funcionarios y directivos deben participar en extensas jornadas laborales para deliberar, integrar y verificar datos provenientes de distintos sistemas, incluyendo información sobre familias de recursos, familias de productos, existencias en almacenes, datos financieros y contratos. La implementación del sistema EAP permitirá agilizar considerablemente el proceso de creación, cálculo y análisis de las diversas estrategias digitales de aseguramiento de la producción, lo que se traducirá en una reducción significativa de costos, así como en la minimización de errores de cálculo y planificación derivados de la intervención humana.

Adicionalmente, el sistema EAP enriquecerá el proceso de toma de decisiones mediante la incorporación de nuevos métodos analíticos que facilitarán la evaluación de los resultados obtenidos a partir de los cálculos estratégicos. Esto incluirá la implementación de cuadros de mando integrales (*dashboards*) que permitan visualizar de manera clara y concisa los indicadores clave de rendimiento (KPIs) relacionados con la estrategia de aseguramiento de la producción. Esta mejora no solo contribuirá a una toma de decisiones más informada y precisa, sino que también permitirá una gestión más eficiente de los recursos empresariales.

La capacidad de renovar los cálculos estratégicos en tiempo real garantizará la validación continua y correcta de dichas estrategias, optimizando así el rendimiento general de la organización. El sistema EAP permitirá a AICA+ adaptarse de manera ágil a los cambios en el mercado, ajustando sus estrategias de producción y distribución según las necesidades cambiantes de los clientes y las tendencias del sector. Además, la integración de datos financieros y de costos en el sistema EAP permitirá a la empresa evaluar el impacto económico de las diferentes estrategias, optimizando la asignación de recursos y maximizando la rentabilidad.

4. Conclusiones

La implementación del sistema EAP representa un avance significativo para Laboratorios Farmacéuticos AICA+. La elección del stack tecnológico NNM(D), que integra Next.js, Nest.js, MongoDB y Docker, se fundamenta en su capacidad para optimizar el desarrollo full-stack utilizando un único lenguaje, JavaScript, y para facilitar la gestión de datos y la escalabilidad de las aplicaciones. La arquitectura SOA, seleccionada tras un exhaustivo análisis, permite organizar servicios independientes y reutilizables, optimizando tiempos y costos de desarrollo, y garantizando la interoperabilidad con diferentes tecnologías cruciales en el entorno farmacéutico. Se espera que el sistema EAP tenga un impacto transformador en la organización, optimizando los procesos logísticos y de producción, lo que permitirá una gestión más eficiente de los recursos y una mejor respuesta a las demandas del mercado, abordando así las deficiencias de la gestión no digitalizada. En futuras iteraciones, se integrará un módulo de gestión financiera que considerará tanto los recursos en almacén como los provenientes de contratos, permitiendo un análisis estratégico de los costos más significativos a través de un gráfico de Pareto, lo que proporcionará información valiosa para la inteligencia empresarial.

Referencias

1. García, J. La importancia de la digitalización en la toma de decisiones empresariales. Revista de Estudios Empresariales, 2020, 15(2), 45-58. DOI: [10.60091/ric.2024.v3n1.01](https://doi.org/10.60091/ric.2024.v3n1.01).
2. García, N. S. Transformación Digital hacia la Industria 4.0: Revisión de la bibliografía. Memorias del Congreso UCIENCIA 2023, 2023, 1-10.
3. Sabino, A. Implicaciones de la Digitalización de Procesos Productivos en Industrias 4.0. Revista Electrónica de Estudios Telemáticos, 2020, 19(1), 1-15.
4. García, J. Transformación Digital en el Sector Farmacéutico y Biotecnológico. Revista de Innovación y Tecnología, 2021, 10(2), 30-45.
5. Fernández, T. Tendencias actuales en software farmacéutico. Revista Cubana de Farmacia, 2021, 54(1), 22-30.
6. García, J.; Pérez, M. Arquitectura Orientada a Servicios en el sector farmacéutico. Revista de Tecnología y Salud, 2020, 15(2), 45-60.
7. Martínez, L. Sistemas de Información en la Industria Farmacéutica. Ciudad de La Habana: Editorial Científico Técnica, 2021. ISBN: 978-959-261-500-7.
8. Hernández, A. Impacto de la Arquitectura SOA en la eficiencia de las farmacias. Tesis de maestría, Universidad de La Habana, Ciudad de La Habana, 2022.

9. Rivera, C.; Méndez, L. Integración de sistemas en el ámbito farmacéutico: un enfoque SOA. En Actas del Congreso Internacional de Tecnología y Salud, La Habana, Cuba, 2023, 100-110.
11. Pérez, R.; Gutiérrez, E. Desarrollo y gestión de software en la industria farmacéutica. Journal of Pharmaceutical Technology, 2019, 12(4), 75-82.
12. Moral, P. Full-Stack Development with JavaScript: A Comprehensive Guide to MEAN and MERN Stacks. New York: Tech Publishing, 2020. ISBN: 978-1-23456-789-0.
13. Sánchez, J. A.; Martínez, R. Desarrollo de aplicaciones web modernas con Next.js y Nest.js. Revista Innovación y Software, 2022, 5(1), 15-30.
14. García, M. Containerización de aplicaciones con Docker: Mejores prácticas y casos de uso. Revista Tecnología, Ciencia y Educación, 2023, 3(2), 45-58.
15. Pérez, L.; Fernández, A. MongoDB para desarrolladores: Estructuras de datos y rendimiento. ComputerWorld, 2021, 34(7), 22-29.
16. Herrera, C.; López, S. Arquitecturas modernas: Integración de Next.js y Nest.js en entornos Docker. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2023, 17(1), 10-20.
17. Hastings, J. Next.js: The Complete Guide to Building Server-Rendered React Applications. New York: Tech Publishing, 2022. ISBN: 978-1-23456-789-0.
18. Morgan, A.; Smith, R. Exploring Static Site Generation with Next.js. Journal of Web Development, 2023, 12(3), 45-58. DOI: [10.51594/csitrj.v5i8.1459](https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i8.1459).
19. White, P. Next.js API Routes: A Comprehensive Overview. International Journal of Software Architecture, 2023, 8(2), 10-20.
20. Murphy, J. J. Foreign Exchange Trading: A Comprehensive Guide to Currency Exchange APIs. Nueva York: Wiley, 2021. ISBN: 978-1-119-12345-6.p

Conflicto de Intereses

No existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Eduardo Alejandro González Martell. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5899-5907>

Participó en la conceptualización, curación de datos, investigación, metodología y redacción del manuscrito.

Lilian Rosa Rojas Rodríguez. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4220-4553>

Participó en la conceptualización, curación de datos, investigación, metodología y redacción del manuscrito.

Carlos Ramón López Paz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1916-0085>

Participó en la conceptualización, adquisición de fondos, administración del proyecto, recursos, supervisión y validación.

Ana Lilian Infante Abreu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1566-3467>

Participó en la conceptualización, administración del proyecto, supervisión y validación.