

fifo



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS LOGÍSTICO DE SUMINISTROS EN HOSPITAL DE EL PROGRESO,

YORO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

PRESENTADO POR:

21841129 CARLOS ROBERTO FLORES GUARDADO

ASESOR: REYNA VALLE

CAMPUS: SAN PEDRO SULA,

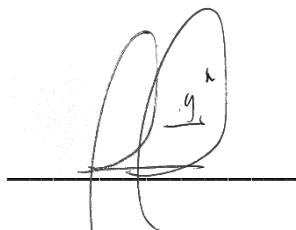
ABRIL 2024

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Reyna Valle
Asesor UNITEC

Ing.
Ciro Contreras



Ing.
Alejandro Zavala



Doc.
Nelly Alcantara

Ing. Carlos Pérez Dubon
Coordinador Académico de ingeniería
industrial y de sistemas/ UNITEC SAP

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios, por darme las virtudes de lograr mis metas y por todas las bendiciones que me ha otorgado en este recorrido de más de 4 años universitarios.

A toda mi familia que ha sido una parte fundamenta en la finalización de mis estudios con su amor y apoyo en todo.

A todos mis catedráticos que me enseñaron todo lo necesario para lograr esta etapa final de mi carrera.

A mi asesor metodológico Inge Reyna por tenerme paciencia y también al ingeniero María Elena por todo el recorrido en ingeniería industrial.

Al ingeniero Montalván por ayudarme y enseñarme una de las mejores herramientas para la ingeniería industrial.

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio se llevó a cabo en la ciudad de El Progreso, Yoro, con el objetivo de analizar el contexto actual y las limitaciones que enfrenta el hospital departamental de la ciudad, el cual presenta restricciones de espacio, logísticas y de personal. La investigación se centró en una exhaustiva recopilación de casos similares a nivel mundial, enfocándose específicamente en las prácticas de gestión de inventarios del sector salud y en cómo estas experiencias han abordado y superado limitaciones similares.

La evaluación del método de gestión de inventarios del hospital reveló que, aunque cumple con los requerimientos básicos de clasificación y distribución, presenta ciertas deficiencias en cuanto a fugas de información y errores en el proceso. Para proponer mejoras, se utilizaron diversas herramientas de recolección de datos, como entrevistas y análisis de campo, lo que facilitó la identificación de opciones de mejora y la elaboración de una solución. Esta solución fue validada mediante el uso de diagramas de flujo y el software Flex Simulator para simular el método propuesto.

Se identificaron dos modelos clave que ofrecen una base sólida para abordar estas deficiencias en el proceso: la reorganización de las bodegas para optimizar el espacio y reducir el recorrido dentro del almacén, y la clasificación de insumos según la fecha de vencimiento para mejorar la atención al cliente. La implementación de estas mejoras no solo beneficiará la reputación del hospital, sino que también aumentará la seguridad y el bienestar de los residentes de El Progreso y sus alrededores.

Palabras clave: almacenaje, cadena de suministros, control suministros, hospitales, logística

ABSTRACT

This study was realized in the city of El Progreso, Yoro to analyze the current context and the limitations it presents to attack the root problems that are spoken about the departmental hospital in the city which showed space, logistical and personnel limitations. The research focused on an exhaustive compilation of similar events in many parts of the world related to the health area more specifically in its inventory management method and how they addressed these events considering limitations and how to overcome them.

The evaluation of the Hospital's method showed that it has basic classification and distribution requirements, but with certain information leaks and process errors.

To propose the method, we first used different data collection tools such as interviews and field analysis which helped to determine improvement options and search for the solution that was validated using tools such as flow charts and Flex Simulator to run simulations of the proposed method.

Two models were determined that meet a significant basis to satisfy these process deficiencies, which are the reorganization of warehouses to reduce the use of warehouses that are located further from the warehouse, and the classification of supplies based on expiration date to provide an improvement in customer service at the hospital of El Progreso, which will benefit the reputation of the hospital and give more security to the inhabitants of the city and its surroundings.

Keywords: hospitals, logistics, supply chain, supply control, warehousing

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ESTADO DEL ARTE	4
2.1. Problemática	14
3.1 Imagen integradora	15
III. OBJETIVOS	19
3.1. Objetivo General	19
3.2. Objetivos específicos	19
IV. MÉTODOS	20
4.1. Enfoque	20
4.2. Variables de investigación	20
4.3. Técnicas e instrumentos	22
4.4. Metodología de Estudio	23
4.4.1. Etapa 1	23
4.4.2 Etapa 2	24
4.4.3 Etapa 3	25
4.4.4. Etapa 4	26
4.5 Metodología de validación	26
4.5.1 Corroboración con experto	26
4.5.2 FlexSimulator	27
V. RESULTADOS	30
5.1 validación de campo	30
5.2. Propuestas	31
5.2.1 Reorganización de Bodegas	31
5.2.2 Clasificación por fecha de vencimiento	31
5.3. Determinación de componentes	33
5.3.1 Herramientas de investigación	33
VI DISCUSIÓN	41

VII CONCLUSIONES	43
VIII RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 ecuación EOQ	10
Ilustración 2 Ejemplo Tiempo de almacenamiento de materiales	11
Ilustración 3 Imagen integradora	16
Ilustración 4 variables de investigación	21
Ilustración 5 Etapas del Proceso	23
Ilustración 6 Etapa 1 investigación	23
Ilustración 7 Etapa 2 validación de campo	24
Ilustración 8 Etapa 3 selección de método	25
Ilustración 9 Etapa 4 Propuesta	26
Ilustración 10 Diagrama de Flujo Entrega de pacto	34
Ilustración 11 Diagrama de Flujo Proceso de almacenaje	35
Ilustración 12 Simbología FlexSim	36
Ilustración 13 Método Actual	37
Ilustración 14 Método Propuesto	37
Ilustración 15 State bar proceso actual	38
Ilustración 16 State Bar proceso propuesto	38
Ilustración 17 Throughput proceso actual	39
Ilustración 18 Throughput Proceso Propuesto	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de Limitaciones	17
Tabla 2 Detalles de Enfoque	20
Tabla 3 Operacionalización de variables	28
Tabla 4 Matriz Metodológica	29
Tabla 5 Ejemplo de Pacto	30
Tabla 6 comparación de Propuesta de reorganización de Bodegas	31
Tabla 7 Aspecto comparativo del método por fecha de vencimiento	32
Tabla 8 Simbología Utilizada de FlexSim	36
Tabla 9 Muestra tiempos Almacén a Bodegas	37
Tabla 10 Muestra de tiempos Departamentos a Almacén	38
Tabla 11 Total Tiempo transcurrido Método Actual y Propuesto	39
Tabla 12 Diferencia de tiempo entre métodos	39

LISTA DE SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
EOQ	Economic Order Quantity
ERP	Enterprise Resource Planning
FIFO	First in First out
KPI	Key performance indicator

I. INTRODUCCIÓN

Un control adecuado de suministros para un ambiente de salud como los hospitales es una métrica clave para una buena eficiencia y alta calidad de atención médica. Los suministros en un hospital son complementados por medicamentos, herramientas médicas, material de limpieza, equipo quirúrgico etc. Llevar un buen control de estos suministros marca la diferencia entre una buena y mala gestión interna del hospital. (Sohrabi et al., 2023)

La atención al paciente en hospitales es respaldada por varias áreas operativas incluyendo la gestión de inventarios y el movimiento de suministros donde son necesarios. Los hospitales al contar con tanta variedad de artículos los problemas de almacenamiento y distribución son de gran importancia para ofrecer una atención de alta calidad a sus pacientes. (Moons et al., 2019)

Otro aspecto importante es La disponibilidad en un hospital ya que es un factor clave y tiene un impacto directo en la atención médica. Si un hospital carece de medicamentos, herramientas para médicos, insumos básicos etc. Enfrenta problemas graves al brindar atención oportuna a todos los pacientes y equipo de trabajo.

La seguridad del paciente está muy involucrada de igual manera al control de suministros. Estar seguros de que los medicamentos estén disponibles y correctamente aislados en óptimas condiciones para prevenir cualquier posible error médico y garantizar una atención segura de los tratamientos tomando en cuenta que el área logística se actualiza muy frecuentemente dando muchos métodos de controles para distintas áreas laborales por lo que hay una variedad de métodos bastante amplia para aplicar en un ambiente de salud solo se debe conocer su estado económico e infraestructura para poder adaptar un método real y capaz de llevar a cabo en su manera de operar.

Al tener demasiados métodos para abarcar la logística se puede permitir que la imaginación y creatividad salga, optando por métodos de gestión que son implementados en otras áreas como lo es el Just in time que aunque fue hecha para un área automotriz esta filosofía dice que en el área de salud significa mejorar la atención al cliente controlando los desperdicios de suministros y usando todo el material disponible sin exceder cantidades. (Balkhi et al., c)

Honduras dispone de 1,867 establecimientos de salud a nivel nacional, con un total de 32 Hospitales, (15 básicos, 7 Generales, 7 de especialidades, 9 de institutos), 860 unidades de atención primarias en salud, 365 centros integrales de salud, 81 Servicios de materno infantil, 347 Zonas de promoción y prevención, 28 policlínicas, 3 clínicas periféricas y 151 otros establecimientos. (*Honduras en Cifras 2019-2022.pdf*, s. f.).

A continuación, se muestra la clasificación del informe de la siguiente manera, estado del arte: en el cual se observará las distintas situaciones internacionales investigadas para recopilar, métodos herramientas y limitaciones presentadas en distintas situaciones logísticas. Objetivos: definirá el propósito de la investigación. Método: muestra la forma en la que se ejecutó la investigación y pasos que se realizaron. Resultados: una de las últimas etapas en la que se verá el resultado de la implementación de las distintas herramientas, Y por último la propuesta la cual es la conclusión y recomendación sobre el proceso y análisis de los pasos que se realizaron para la realización de la investigación.

II. ESTADO DEL ARTE

El estado del arte se muestra la parte inicial de la investigación en la cual se realizó una investigación de distintos métodos, herramienta y situaciones con referencias internacionales para conocer distintas maneras que abordar problemas logísticos. también se conocerá la problemática general y específica que aborda la investigación y por último se representará de manera visual por medio de una imagen integradora los beneficios y consecuencias de la logística.

La logística tiene un sinfín de métodos para abordarla, desde métodos matemáticos hasta la utilización de inteligencia artificial todo depende del estado actual de la organización en la que se emplea cierto método ya que cada método tiene limitaciones como económicas, infraestructurales, personal disponible y ubicación geográfica, todo factor debe tomarse en cuenta.

Las personas encargadas de la investigación logística hacen aportes muy constantemente ya que una gestión logística no solo se puede abordar por métodos ya existentes si no que cada vez se van inventando más métodos o modificando los métodos actuales, así como hicieron muchos de los autores en las investigaciones analizadas posteriormente.

En la investigación de Moons et al (2019) <<**Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains- a literatura study**>> detalla que su objetivo principal es analizar la gestión de la cadena de suministros en un ambiente de salud como son los hospitales u organizaciones dedicadas a la salud Con el fin de resaltar los indicadores más relevantes al desempeño logístico también menciona las técnicas de evaluación como lo es la AHP (Proceso analítico Jerárquico) se refiere a ordenar un solo problema complejo en prioridades de criterio para poder calcular las ponderaciones relativas y así tomar decisiones con respecto a sus prioridades. ANP (proceso analítico en red) Es similar a la AHP, pero trabaja de manera en que interrelaciona problemas en cadena para tomar decisiones sin afectar otros objetivos o problemas.

Una investigación que concluye y resalta las importancias de la gestión logística con un enfoque específico a toda la cadena de suministros interna de un hospital no solo para mantener un orden dentro del centro, sino que también para dar una atención a la cliente satisfactoria, la necesidad de investigar e implementar indicadores de desempeño para poder

evaluar el desempeño y la eficiencia de una cadena de suministros como lo mencionaba usando herramientas como la AHP y ANP.

Conocer la estructura de un sistema como los hospitales es crucial para todo proceso, saber el movimiento de suministros y todas las áreas que requieren estos suministros para abastecer correctamente y satisfacer las necesidades tanto de los clientes como de los colaboradores del sistema.

Una investigación literaria perfecta para comprender los puntos más importantes de la logística y partes importante de un hospital el cual aportara información crucial para la realización de la investigación que se realizara en el Hospital de El progreso ya que se necesita conocimiento de todo el proceso y variedad de métodos para poder analizar y posiblemente implementarla posteriormente.

De igual manera en la investigación de Putri (2019) <<**A distributor Retailer inventory model for pharmaceutical supply chain with expiry cost**>> Los investigadores se centraron en desarrollar un modelo de control de inventario que involucrase un minorista como es la farmacia y un distribuidor, como objetivo tiene determinar los puntos óptimos del periodo de revisión, el inventario de respaldo y cantidad de entregas para el minorista con el fin de optimizar el beneficio entre ambos.

La investigación se enfoca en buscar ayuda para los gerentes a gestiona de la mejora manera el inventario en la farmacéutica, considerando costos de caducidad, la demanda y la distribución con un concepto de inventario llamado VMI (inventario administrado por proveedor) lo que significa que los costos de pedidos y transporte los gestiona el distribuidor no el minorista.

El método de su investigación es realizado por técnicas de programación matemáticas que se resuelven con u algoritmo para determinar puntos clave como valores óptimos de revisión, inventario de seguridad y números de entregas.

La realización de este método ofrece un aporte significativo al desarrollo de nuevos modelos de inventarios en este caso enfocados en costos de caducidad y demás actores involucrados para la toma de decisiones. El objetivo de proponer una herramienta como esta nos demuestra que la logística está en constante cambio debido a nuevos conocimientos y herramientas como los algoritmos por computadora para obtener resultados o pronósticos. Para nuestra investigación estos modelos son un ejemplo que siempre hay un margen de

mejora y muchos métodos por encontrar y moldear para cualquier área en las que sea necesario.

Es posible usar estrategias de afiliación como lo detalla Zepeda et al., (2016) en su investigación <<**Supply chain risk management and hospital inventory: effects of system affiliation**>> La investigación se centra en demostrar y comparar cambios en la gestión de inventarios cuando una organización hospitalaria hace uso de alianzas interorganizacionales en los costos de inventario y su manejo. Se sugiere utilizar afiliación a sistemas de hospitales ayuda a minimizar costos de inventario, y aún más recomendado si la estructura logística es débil y con incertidumbre sobre la demanda es alta, esta filiación genera confianza en los gerentes en su cadena de suministros al ser apoyado y recibir consejos exteriores con otros puntos de vista y situaciones distintas lo que ayudara a la reducción de costos y la optimización de sus recursos para mejorar el desempeño del hospital.

Se hace hincapié en que más del 50% de hospitales en estados unidos están afiliados a sistemas de este tipo, y crea oportunidades de compartir recursos e incluso inventario lo cual ayuda a retener menos inventario y minimizar costos.

Los investigadores utilizan un enfoque cuantitativo para poder recopilar información, este diseño usa datos financieros detallados de hospitales en california, esto nos permite un análisis profundo de las reacciones de la afiliación con respecto a la acumulación de inventario. Además, utilizaron medidas de recopilación en las bases de datos de Meducare Hospital Compare para evaluar percepciones en los pacientes sobre el servicio que recibieron en las instalaciones

Este punto es crucial para toma de decisiones en otras partes del mundo ya que no todos los países tienen esta costumbre de interrelacionar entes, sin saber sus beneficios, por lo que este enfoque puede ayudar en la investigación ya sea de la misma manera o buscar otras acciones que se puedan asemejar a los mismos resultados para mejorar la logística del hospital reduciendo sus costos logísticos.

En la gestión de inventarios el reducir costos es sumamente importante pero sin comprometer la atención al cliente como lo hace Zhou & Liao, (2023) en la investigación - <<**Research on demand forecasting and distribution of emergency medical supplies**>> La investigación radica en optimizar el desempeño de la gestión de adquisiciones y control de inventario de suministros médicos en un centro médico, su objetivo principal es disminuir los gastos asociados con los suministros sin comprometer la calidad de la atención al cliente.

Durante el estudio se revisaron las políticas vigentes de inventario, proponiendo alternativas que buscan reducir los costos de almacenamiento y prevenir la acumulación excesiva en existencia. Se emplean modelos de pronósticos para transformar los patrones de prescripción médica en una matriz cuantificable que refleje la relación entre médicos y medicamentos. Además, se implementa un sistema interactivo de apoyo a la toma de decisiones con el fin de elevar la precisión del pronóstico y la calidad de las decisiones adoptadas. Los resultados obtenidos en el estudio experimental evidencian que dicho sistema de apoyo a la toma de decisiones puede mejorar la exactitud del pronóstico y la calidad de las decisiones con el consecuente impacto positivo en la reducción de los costos de almacenamiento y el exceso de existencias.

Las herramientas usadas en la investigación fue el desarrollo de modelos de pronósticos para ver el comportamiento actual y prescribirlos en un matriz cuantificables de relación entre los médicos y los medicamentos, estableciendo un sistema de apoyo para la toma de decisiones y así poder mejorar la precisión del pronóstico y también mejorar la calidad de estas decisiones a tomar

La gestión de inventarios es crucial en temporadas o suceso imprevisto como lo son brotes pandémicos y ayuda a cómo abordar y estar preparados para toda situación como se hizo en la investigación <<**Drug Supplies Plannign in hospital for epidemic attack using SEIR Model**>> Los investigadores deciden enfrentar un escenario muy complejo e importante se centran en la planificación de suministros de medicamentos en hospitales durante un brote pandémico, en este caso es específicamente en el contexto del dengue en Indonesia su objetivo principal es utilizar un modelo SEIR (susceptible-Exposed-infectious-removed) usado para predecir la demanda de medicamentos, este modelo se usa para estimar una cantidad de personas infectadas y con este dato pode estimar los medicamentos que se necesitaran.

Su mayor contribución es moldear este modelo para proporcionar una herramienta que se pueda usar en los hospitales para gestionar eficazmente sus suministros en un caso de emergencia como fue en este caso en específico.

En conclusión, la logística puede adaptar métodos para poder usarlos a de distintas maneras como pronosticar el uso de suministros en un ámbito laboral como los hospitales lo cual da espacio a una nueva manera de pronosticar una demanda en los hospitales. (Syahrir et al., 2019)

Al tener muchos métodos de control es sumamente importante los métodos de prueba y error para verificar si hay una mejora controlando los gastos y tiempos como lo hace Maestre et al., en (2018) en la investigación <<**An application of económico model predictive control to inventory management in hospitals**>> El objetivo de la investigación es comparar, analizar y proponer una mejora al Hospital San Juan de Dios, España utilizando un método predictivo contra el usado que era un método tradicional.

Se uso el método de enfoque de control predictivo que es un modelo económico que nos permite una gestión de inventario más clara con reducciones de costos, se implementó para reducir el stock promedio en el hospital, ya que el enfoque del método predictivo es muy adaptable y flexible lo hace adecuado para una amplia variedad de situaciones.

Este método predictivo se usa con algoritmos de control predictivos lo cual recopilar datos sobre la demanda de medicamentos y demás suministros, aso como la configuración de parámetros de predicción y control, también ayuda en los niveles de seguridad y demás costos asociados.

En la investigación el método de control predictivo demostró se más eficiente en la gestión de suministros, y se logró liberar alrededor de 650 euros al reducir los niveles de almacenamiento de grupos de medicamentos.

Este método nos da una vista a otra solución a problemas de almacenamiento lo cual sería muy interesante de aplicar en nuestro objetivo y poder comparar las mejoras que se pueden realizar.

Saha & Ray, en (2019) detalla en su investigación <<**Modelling and análisis of inventory management sustems in healthcare**>>Aborda el estudio de sistemas de gestión de inventario con especial énfasis en sus características en el sistema hospitalario, con el objetivo primordial de evaluar y comparar los diferentes enfoques metodológicos de la literatura para minimizar los costos de inventario y maximizar los niveles de servicio en los sistemas de atención.

El estudio se centra en la modelización y el análisis de sistemas de gestión de inventario, también resalta el hecho de que el enfoque holístico e integrado a la gestión de inventarios en atención medica es por si Oslo un reto y que no se ha dado un enfoque sistemático que incorpore todos los factores influyentes, lo sistemas de inventario son influidos por la dinámica y la variabilidad temporal, como por la naturaleza poco fiable de la

demanda de productos médicos, por lo que se sugiere el uso de enfoque estocásticos y libres de distribución.

El enfoque utilizado en la investigación es meramente análisis ya que permite a los autores evaluar la literatura existente y así proporcionar recomendación prácticas y aplicables para mejorar la efectividad de los sistemas de gestión de inventarios, los modelos analizados son: Modelos de revisión continua, que se utilizan para controla inventarios de alta rotación, Modelos de revisión, utilizados para controlar inventario de baja rotación, Modelos de producción, modelo utilizado para controlar la producción de artículos, Modelo de control predictivo, modelo basado en predecir una posible necesidad de suministros.

En toda área la tecnología modifica muchas cosas y en la gestión de suministros no hay excepción hay métodos avanzados y grandes como los ERP descrito por Utami en (2020) en la investigación <<**Design of planning model for ERP system in warehouse management: An empirical study of public hospital in indonesia**>> La investigación se centra en el diseño del modelo de planificación para el sistema ERP en la gestión de inventario de un hospital público en indonesia. El objetivo principal es mejora la eficiencia y eficacia de los procesos de negocio del hospital,

Se identifican los desafíos del hospital con respecto a su gestión que incluyen ausencia de un sistema integrado dependencia de sus procesos manuales y mayoría de los procesos basados en papel, se propone el uso del sistema ERP específicamente OPENERP para mejorar la gestión de inventarios del hospital.

El ERP mejoro de forma abismal y no solo en el control de inventario, mejoro la toma de decisiones, ya que proporciona datos precisos y actualizados a tiempo, la visibilidad y control ya que proporciona una mayor visibilidad sobre las operaciones del hospital, y el cumplimiento normativo, los ERP pueden ayudar a cumplir los requisitos normativos y regulatorio, el cumplimiento que es crítico para el desempeño genera y la reputación del hospital.

Liu et al., (2019) detalla en su investigación <<**Improving the performance of procurement and inventory management of hospital materials (Case of a taiwanese medical Center)**>> Su investigación se centra en mejorar la gestión de compras y la gestión de materiales hospitalarios en un centro médico en Taiwán. Sus principales objetivos son analizar la situación actual de la oferta y demanda de medicamentos y consumibles médicos, establecer políticas de inventario para reducir costos de almacenaje y exceso de inventario sin afectar la atención,

desarrollar un modelo matemático que calcule la cantidad económica de pedidos y establezca inventarios de seguridad basados en la demanda.

Se utilizó el método EOQ para calcular la cantidad económica de pedidos y establecer el inventario de seguridad basados en la demanda agregada de cada departamento con el fin de reducir y mantener el inventario en un nivel aceptado.

$$EOQ_{ij} = \sqrt{2 \left(\frac{d_{ij}}{u_j} \right) s / H}$$

$$f_{ij} = d_{ij} / EOQ_{ij}$$

$$S_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m EOQ_{ij} * u_j * f_{ij}$$

Formula explanation

d_{ij} = demand of item (j) in user point (i)

u_j = item (j) ordering unit

f_{ij} = order frequency of item (j) in user point (i)

H = holding cost

s = cost per unit

S_j = Purchase quantity of item(j)

EOQ_{ij} = Economic Ordering Quantity of item (j) in user point (i)

Ilustración 1- ecuación EOQ

Fuente: (Saha & Ray, 2019)

La implementación de este método matemático es muy valioso e informativa la cual nos proporciona un método más de los incontables que hay para la resolución de problema con el exceso y control de inventario, al igual que la ayuda de crear políticas de inventario más rígida para la optimización de la organización.

Priyan & Uthayakumar, en (2014) detallan en su investigación <<**optimal inventory management strategies for pharmaceutical company and hospital supply chain in a fuzzy-stochastic environment**>> La investigación desarrolla estrategias de gestión de inventarios óptimas para empresas farmacéuticas y cadenas de suministros de hospitales. Para la demanda de productos farmacéuticos y suministros hospitalarios, se aborda la incertidumbre teniendo en cuenta la naturaleza difusa y estocástica de los datos, en este contexto se propone un enfoque novedoso que integra la teoría de conjuntos difusos y la programación para optimizar las decisiones de inventario.

Unos de los objetivos principales de la investigación es analizar la incertidumbre difusa en la gestión de inventarios de empresas farmacéuticas, desarrollar modelos matemáticos que

permitan tomar decisiones optimas, evaluar efectividad en las estrategias de control de inventario, y dar recomendaciones para mejorar la gestión de inventarios.

Algunos de los métodos expuestos son: Teoría de conjuntos: usada para la modelación de incertidumbre asociada con la demanda de los productos, esta teoría nos permite representar la variabilidad en los datos lo cual es fundamental con relación a la demanda.

programación estocástica: usada para optimizar las decisiones de inventario caracterizada por la variabilidad y aleatoriedad de los datos, este enfoque permite y muestra la variabilidad al tomar decisiones sobre niveles de inventario, los pedidos y la gestión de la cadena de suministros.

Moldeado matemático: Se desarrollaron modelos matemáticos que integran conjuntos difusos y la programación para abordar la complejidad del control de inventario.

Rocha & Rego en (2023) detallan en su investigación <<**Reorganization of the internal storage and distribution logistics in a hospital Portugal**>> Una investigación centrada en mejorar la distribución y logística interna del almacenamiento de suministros clínicos, su objetivo principal es aumentar la capacidad de respuesta de las operaciones.

Se utilizo un método de Investigación-acción se propuso una estrategia basada en cinco fases secuenciales, primero analizar la cadena de suministros con un enfoque en los almacenes y recopilación de datos sobre los procesos logísticos. Segundo, desarrollar un prototipo para experimentar un conjunto de soluciones innovadoras destinadas a resolver las dificultades identificadas. Tercero analizar las mejoras propuestas. Cuarto implementar las mejoras propuestas en una unidad de atención medica lo que llevo a la recopilación de nuevos datos sobre el rendimiento de los procesos después de la toma de decisiones. Y por último luego de experimentar las mejoras fue posible entrar nuevamente en la etapa de implementación para expandir el método a otras unidades de atención medica

Table 4. Time spent storing materials in the ward warehouse before and after the interventions.

	No. of observations	No. of SKU stored	Total no. of units	Time	Time per item (secs.)	Standard deviation (secs.)
Before the interventions	50	1,109	95,764	07:08:02	23	4.23
After the interventions	50	1,054	76,310	02:41:41	9	2.32

Ilustración 2 Ejemplo Tiempo de almacenamiento de materiales

Fuente: (Priyan & Uthayakumar, 2014)

Este método es simple y efectivo lo cual lo hace candidato a implementación en muchos lugares ya que se analiza y acciona al mismo tiempo lo cual nos muestra una vista más real a planificar sin experimentarlo.

Paul-Eric et al., (2020) detalla en su investigación <<**How to use lean manufacturing for improving a healthcare logistic performance**>> La investigación pone énfasis en cómo aplicar los principios de lean manufacturing para mejorar el desempeño logístico en entornos del cuidado de la salud, para abordar problemas que surgen de la intersección entre los problemas tecnológicos, económico y organizativos, flujos de pacientes, administrar tiempos y forma, comidas a distribuir etc. Recordando la importancia de que las soluciones tiene que ser en base a estándares a las de automatización y optimización.

Soluciones que propone lean manufacturing: Automatización de lecturas QR para el seguimiento y control de medicamentos e insumos, implementación de sistemas de transporte automatizados para comidas, insumos, y medicamento. Consideración de la salud ocupacional mediante estudios ergonómicos óptimos para los trabajadores.

Aunque lean manufacturing nos propone muchas soluciones a problemas cabe resaltar que es un método costoso, pero excepcional por lo que no cualquier institución es capaz de desarrollar.

Nguyen en (2023) detalla en su investigación <<**On the use of logistics data to anticipate drugs shortages through data mining**>> La investigación presentada trata de investigar el uso de datos para poder detectar atrasos en suministros y medicamentos para proponer variables relevantes para un modelo predictivo de escasez.

Para poder lograr este método usaron datos de pedidos y envíos a gran escala con ayuda de una plataforma de intercambio de datos en Francia.

Su método consta de tres pasos: Primer paso la verificación y limpieza de datos primero se verifica que los datos sean seguros y respaldados para que no haya ninguna variabilidad o manipulación de datos

Segundo paso es la ingeniería de características una vez tiene los datos se colocan en periodos semanales, y se extraen las características importantes como el número de pedidos, el tiempo promedio de envío y la fecha de pedido para cada periodo semanal.

Tercer paso es el análisis, principalmente redactaron dos preguntas 1. Si ciertas variables reflejan las condiciones de la cadena de suministro de manera oportuna y si se podía predecir las interrupciones. 2. Las series temporales contiene información predictiva sobre las

condiciones futura de la cadena de suministros y podían utilizarse para predecir posibles interrupciones futuras.

Daina et en (2019) detalla en su investigación <<**Improving performance of a pharmacy in a Romanian hospital through implementation of an internal management control system**>> Esta centrada en la implementación de un Sistema de control de gestión en farmacia, la finalidad del sistema es analizar cómo puede ayudar a mejorar las actividades para garantizar el cumplimiento de normas de calidad, y adecuarse a cambios. La calidad, la comunicación y evaluación de actividades, el control sobre adquisiciones y de recursos tecnológicos o administrativos son la clave para tener una organización estable y dar el mejor servicio posible.

Se uso un cuestionario de evaluación estandarizado proporcionado por el ministerio de finanzas el cual es conformado por 25 estándares en el periodo de 2012-2014 y 16 estándares en el 2015.2017, los estándares estuvieron agrupados en categorías, ambiente, gestión de rendimientos y riesgos, actividad de control, información y comunicación, y evaluación y auditoria. también las acreditaciones como el certificado ISO.

Aunque hable de normativas por consecuencia de esta rígida implementación todo el proceso mejora exponencialmente ya que al tener un control tan organizado llevando a cabo normativas estandarizados tanto el manejo de la cadena de suministro como las operaciones mejoran. Hay mayor control sobre el movimiento de suministros y la atención al cliente mejora mucho.

Zheng et al., (2021) detalla en su investigación <<**The impact of introducing automated dispensing cabinets, barcode medication administration, and closed-loop electronic medication management systems on work processes and safety of controlled medications in hospitals: A systematic review**>> La investigación es una revisión sistemática mide el impacto de la introducción de tecnología, como armarios de dispensación automáticos, administración de medicamentos con códigos de barras y sistemas de gestión electrónicos de medicamentos en bucle cerrados.

Se utilizaron métodos de revisión, los cuales incluyen búsquedas en ocho bases de datos: Medline, Pubmed, Emase, Scopus, Web of Science, PsycINFO, CINAHL, ScienceDirect para recopilar estudios entre enero de 2000 y mayo de 2019. Los estudios que reportaron hallazgos sobre el impacto de la implementación de tecnología mencionados fueron incluidos y revisados por al menos dos investigadores.

Los resultados fueron 16 estudios cumplieron con los criterios, 11 informaron armarios de dispensación automatizados, 4 administración de medicamento con código de barras y uno el sistema de gestión electrónica de medicamentos en bucle. La implementación condujo a la eliminación de recuentos manuales al final del turno, sin embargo, los dispensadores los desvíos de medicación se reportaron frecuentes. Tres estudios informaron reducciones del 26 al 81% de reducción en errores de medicación tras la implementación de la administración por códigos de barra.

La implementación de la tecnología en el ámbito de la salud es totalmente necesaria en cierto punto para poder seguir mejorando, aunque no sea perfecto resuelve mucha parte de los problemas que se cometen por parte de los humanos en cuestiones de interpretación o insubordinación.

2.1. Problemática

La situación en honduras en el 2014 Honduras contaba con un total de 28 hospitales públicos, 6 hospitales nacionales, 6 hospitales regionales y 16 hospitales de área, siendo muy criticados por diversos sucesos como mala atención, criticas duras, tiempos de espera demasiado largo y sucesos desafortunados muy recurrentes en las instalaciones. Ha habido muy pocos indicios de encontrar la raíz del problema y no explotar sus beneficios como debería de ser. (Herrera Cáceres, 2014) A comparación del 2022 que fue la ultima investigación de salud nos muestra una mejor significativa de disponibilidad total de 1,867 establecimientos de salud a nivel nacional, con un total de 32 Hospitales, (15 básicos, 7 Generales, 7 de especialidades, 9 de institutos), 860 unidades de atención primarias en salud, 365 centros integrales de salud, 81 Servicios de materno infantil, 347 Zonas de promoción y prevención, 28 policlínicas, 3 clínicas periféricas y 151 otros establecimientos. (*Honduras en Cifras 2019-2022.pdf*, s. f.).

La gestión de inventarios en un ámbito laboral como un centro de salud debe tener total compatibilidad con todas las partes críticas del sistema, asegurando que se minimizan los costos con relación al inventario, y a su misma vez maximizar el nivel de servicio con una reducción notable en el precio de los tratamientos y los desechos de recursos. (Saha & Ray, 2019)

Tener una gestión de inventarios correcta y ordenada proporciona al centro de salud estabilidad y reducción de costos, desde la reducción de productos almacenados hasta la

compra excesiva, al mantener un orden en los inventarios crea confiabilidad para los usuarios y el personal involucrado.(Mohamadi et al., 2024)

Un error en logística en un centro de salud puede ocasionar accidentes irreversibles sin un médico no obtiene un medicamento o insumo a tiempo podría ocasionar la muerte de una persona o suministrarle un medicamento incorrecto lo cual ocasionar problemas graves.

El Progreso Yoro cuenta con más de 250,000 habitantes y contiene un hospital público, el cual siempre ha tenido problemas con el almacenaje y distribución de suplementos ya que la mayor parte del tiempo no cuentan con medicinas suficientes para los paciente o suplementos médicos para los doctores.(LAAG, 2022)

Investigar la gestión logística en un hospital es de suma importancia, es la base de todo el sistema de operaciones de la organización ya sea privada o pública, conocer su estado actual dará el punto de partida para abarcar y determinar los puntos críticos dentro del sistema de almacenamiento y distribución que más necesitan una mejora, a consecuencia de estas acciones todo el sistema del hospital mejorara de manera exponencial desde la comodidad de los operarios hasta la atención al pacientes. (aterrizarlo a más específico en la situación del progreso)

3.1 Imagen integradora

Para representar de manera visual los beneficios de una logística en perfecto estado a continuación se presenta la imagen integradora la cual representa los beneficios más notables de una buena gestión de suministros contra los problemas que ocasiona una mala gestión de suministros dentro de un Hospital.

La Eficiencia nos ayuda a elevar la productividad de las operaciones hacer más con menos recursos necesarios. El tiempo es uno de los factores más importantes en un área de servicio y más en un área de salud ya que se juegan vidas humanas. El orden puede prevenir muchos accidentes y mejorar la eficiencia y por último la seguridad que provee un servicio es clave tanto para los clientes como los mismos colaboradores dentro del sistema.

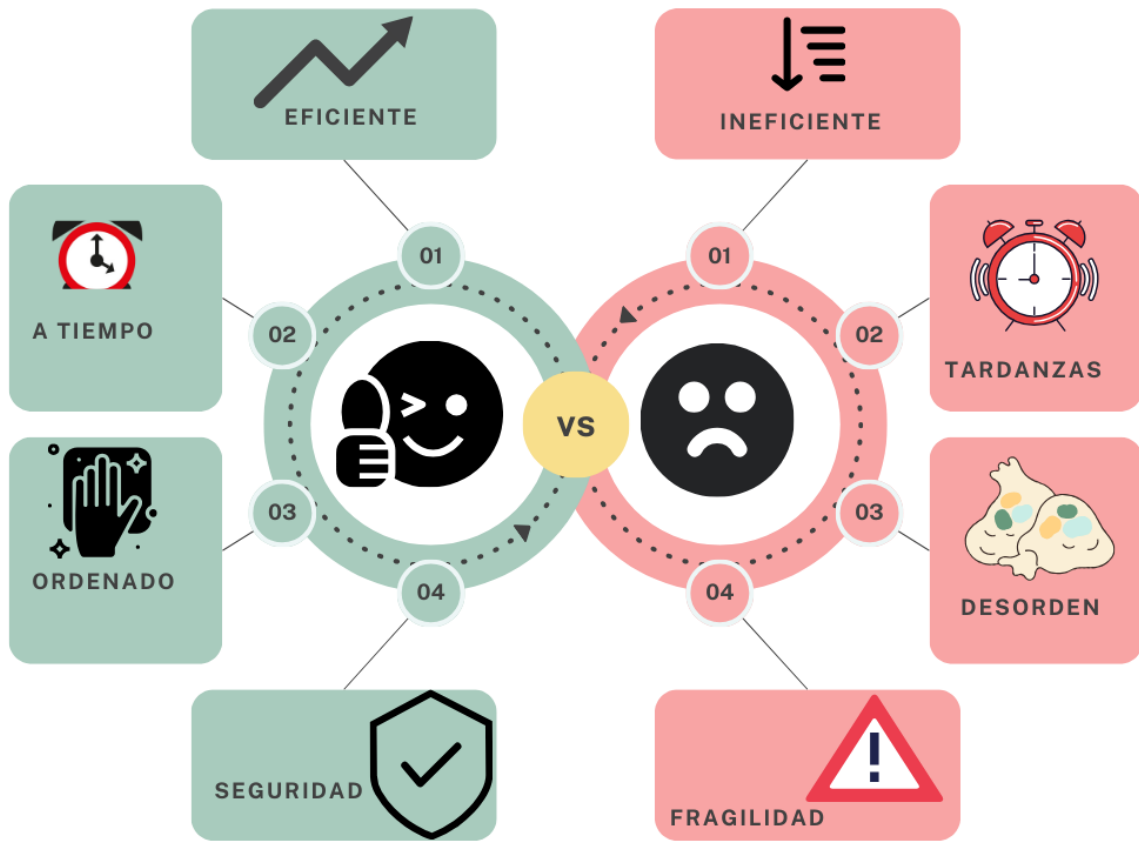


Ilustración 3 - Imagen integradora

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1 - Tabla de Limitaciones

Autores y año de publicación	país de estudio	Enfoque del estudio	Tipo de limitación	Detalle de limitación
Liu, Y. y C, Chiu, M. B. Chiu - 2019	Taiwán	Mejoramiento mediante EOQ del manejo de inventario en hospital de Taiwán	Incertidumbre	Hubo muchos problemas con los departamentos del hospital ya que pedían demasiado producto hasta 5 veces más de lo recomendado por incertidumbre de demanda, pero prefieren eso a quedarse cortos de suministros lo que ocasiona un exceso de inventario y perdidas grandes, los altos mandos exigían esta cantidad de suministros excesivos.
Maestre, J.M y Fernandez M- 2018	España	Aplicación de un modelo económico predictivo para el control de inventario en hospitales	Recursos limitados	El hospital no contaba con muchos requerimientos para una mejora en ciertas medicinas como refrigeración específica y cajas especiales por lo que no se pudo tomar todos los suministros.
Priyam. S , y Uthayakumar. R.- 2014	India	Manuscrito de estrategias del control óptimo de un buen manejo de inventario	Incertidumbre	No enfrentaron problemas directos ya que no fue nada aplicable, pero se menciona que en muchos métodos como la toma de decisión puede haber limitaciones como la incertidumbre

Autores y año de publicación	país de estudio	Enfoque del estudio	Tipo de limitación	Detalle de limitación
Priyam. S , y Uthayakumar. R.- 2014	India	Manuscrito de estrategias del control óptimo de un buen manejo de inventario para una compañía farmacéutica.	Incertidumbre	Al ser un manuscrito no enfrentaron problemas directos ya que no fue nada aplicable, pero se menciona que en muchos métodos como la toma de decisión puede haber limitaciones como la incertidumbre dependiendo del área en que se enfocara y su ubicación geográfica.
Putri. A.I.S, Jauhari.W.A y Rosyidi-2019	Indonesia	modelo de control de inventario de un distribuidor minorista enfocado en el costo de vencimientos de una farmacéutica	Proveedor	En este caso los investigadores tienen la limitación que usaban método de inventario manejado por distribuidor por lo que no contaban con un tiempo fijo de entregas, costos de órdenes y costos de transportación ya que se manejaba por parte del distribuidor.
-----	-----	FlexSimulator	Flexibilidad	FlrxSimulator es un programa que nos limita bastante a la hora de quere manejar o cambiar datos ya que funciona de una manera en la que los errores de humanos y productos defectuosos no hacen efecto en los resultados por lo que las conclusiones pueden no ser muy flexibles.

Fuente: Elaboración Propia

III. OBJETIVOS

En la logística existen muchas maneras, métodos y herramientas para llegar a una meta por lo que determinar los objetivos traza una línea a seguir y no dar muchas vueltas así se obtendrán los resultados esperados y resaltara la metodología utilizada en la investigación.

3.1. Objetivo General

Analizar el funcionamiento del control de inventarios en medicamentos e insumos del Hospital de El Progreso, Yoro para proponer un método de control de inventarios capaz de satisfacer las necesidades de los usuarios.

3.2. Objetivos específicos

1. Realizar una comparación de los métodos de control de inventario para medicamentos e insumos hospitalarios utilizando referencias internacionales.
2. Evaluar de manera exhaustiva el método de control de inventario de medicamentos e insumos empleado actualmente en el Hospital de El Progreso.
3. Proponer un método de control de inventario moldeado de manera que sea capaz de satisfacer las necesidades del hospital de El Progreso Yoro considerando su situación actual.

IV. MÉTODOS

Para poder realizar una investigación y un aporte científico es crucial el uso de una metodología establecida, que contenga los aspectos más importantes y detallados de todo lo que se usa durante el periodo de investigación.

4.1. Enfoque

La investigación opta por un enfoque mixto.

Se realizó una investigación de campo acudiendo al lugar de estudio para experimentar la situación actual, entender las percepciones y limitaciones, y el carácter y disponibilidad del personal disponible. A su vez se realizaron entrevistas al personal involucrado en el sistema de control de inventario y a los beneficiarios de este sistema como son los doctores y enfermeras del hospital, por estos aspectos la investigación opta por un enfoque cualitativo.

Se recopilaron varios datos para delimitar el estado actual del hospital, como los tiempos de atención, tiempos de distribución y reacción para identificar patrones estadísticos y poder representarlos, lo que opta a la investigación a un enfoque cuantitativo.

Tabla 2 - Detalles de Enfoque

Enfoque	Alcance	Diseño	Tipo de muestra
Cualitativo	Estudios de caso Descriptivo	Experimental investigación-acción	Muestreo intencional: selección específica en este caso medicamentos e insumos
Cuantitativo	Explicativa Correlacional	Experimental	Muestreo crítico: uso de entrevista a personas que cumplen con el propósito de la investigación

Fuente: Elaboración propia

4.2. Variables de investigación

Variable Dependiente

Propuesta de Estrategia para la gestión de suministros: Esta iniciativa se desarrolla a partir de un análisis detallado de las condiciones actuales, considerando meticulosamente las restricciones existentes. Entre estas, se incluyen la capacidad financiera, ya que los hospitales

públicos trabajan dentro de un presupuesto predeterminado, así como las limitaciones relacionadas con la infraestructura y el espacio destinado al almacenamiento de suministros y medicamentos. Además, se toma en cuenta la disponibilidad de personal en los departamentos, entre otros factores críticos.

Variables Independientes

Tiempo de respuesta: se refiere al tiempo que toma el movimiento de suministros al ser necesitado por los departamentos del hospital en caso de la escasez de algún insumo o medicamento.

Almacenamiento: Es la capacidad disponible con la que cuenta el hospital para resguardar los medicamentos e insumos necesarios para todos los departamentos del hospital

Personal disponible: Se refiere a la cantidad de personal operando en el área de suministros, la labor que tienen designado, y la manera en la que ejecutan cada proceso que tenga que ver con la distribución, ordenamiento y almacenaje.

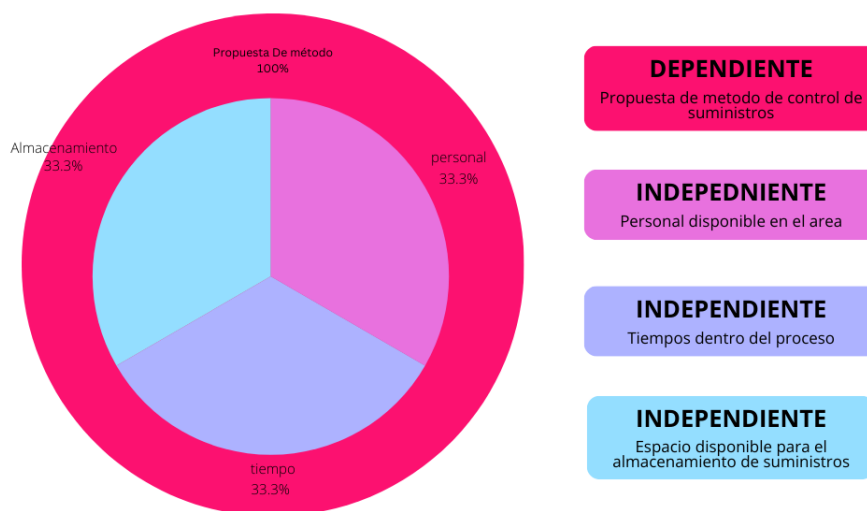


Ilustración 4 - variables de investigación

Fuente: Elaboración propia

4.3. Técnicas e instrumentos

Análisis de proceso: es un método orientado a examinar el proceso completo se usó para el trabajo de campo, para observar todo el proceso desde que se ingresa el suministro al área de almacén hasta que se distribuye por los distintos departamentos del hospital, esta herramienta ayuda a entender el propósito e identificar oportunidades de mejora en la etapa más temprana de la investigación.

Entrevistas: Fue totalmente necesario ver el punto de vista y las acciones de los colaboradores involucrados en este proceso por lo cual se realizaron entrevistas a doctores, personal de bodega y otros integrantes del proceso que se investigó.

Mapeo de flujos: una herramienta que nos ayudó a representar el análisis de proceso de forma ordenada y visualmente atractiva para entender y ver más específicamente todos los pasos que se siguen en el proceso.

Indicadores clave de rendimiento: También conocidos como KPI son indicadores que nos dieron un punto de vista más estadístico y numérico, mostrándonos tiempos de entregas, los niveles de inventario etc.

FlexSim: Flex simulator un programa que nos ayudó a simular el proceso anterior y el proceso propuesto para poder compararlos el cual nos mostró estadísticas como el rendimiento, el tiempo transcurrido, entradas y salidas etc. Todo en un periodo estableci

4.4. Metodología de Estudio

El proceso de la elaboración de la se divide en 4 etapas las cuales son divididas de la siguiente forma:

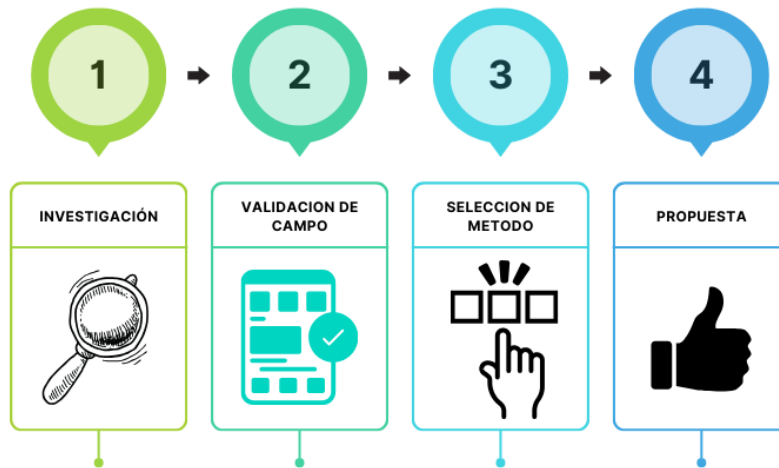


Ilustración 5 - Etapas del Proceso

4.4.1. Etapa 1



Ilustración 6 - Etapa 1 investigación

La primera etapa del proceso es la investigación, se realizó un análisis exhaustivo de distintos casos internacionales, para recopilar información de métodos, estrategias y herramientas usadas para resolver problemas de gestión de suministros. Información que nos ayudó a ver los problemas desde distintos puntos de vista y con una amplia opción de métodos de solución

Esta etapa fue esencial para obtener un concepto solido de la situación actual en la gestión de suministros global en un ámbito de salud, lo cual fue totalmente necesarios para poder desarrollar la investigación y proponer una mejora. Dentro de las investigaciones

realizadas incluimos muchos países desde estados unidos hasta india esto nos demuestra que en todas partes del mundo se utilizan métodos distintos, pero con modificación según las limitaciones de los lugares no solo estructurales y económicos, también la influencia cultural del pueblo.

4.4.2 Etapa 2



Ilustración 7 - Etapa 2 validación de campo

La segunda etapa fue la validación de campo, esta consistió en acudir al objeto de estudio en este caso al Hospital de El progreso para verificar su condición estos detalles fueron cruciales para hacer la propuesta y moldear del método seleccionado.

El objetivo de la segunda etapa era verificar las variables de la investigación, cuáles eran sus limitaciones y sus capacidades, ya que para hacer una propuesta se debe saber cómo operaban, los pasos de su proceso, su espacio disponible para el almacenamiento y la capacidad de personal disponible.

Algunos de los métodos utilizados para la recolección de datos fueron las entrevistas y la observación del método, se hicieron entrevistas a jefas de sala, personal de almacén y demás colaboradores dentro del área del hospital, para corroborar si los puntos de vista y métodos utilizados en el interior del hospital concordaban y así obtener una información fidedigna y corroborada por el director del hospital.

4.4.3 Etapa 3



Ilustración 8 - Etapa 3 selección de método

Una vez realizada la etapa dos se procede a la selección del método, una vez delimitada sus capacidades y limitaciones se escoge uno de los métodos ya investigados que a simple vista pueda cumplir con las necesidades del hospital y moldearlo para poder satisfacer cada detalle de la mejor manera.

En esta etapa la parte más importante son las limitaciones del hospital ya que no existe un método predeterminado para satisfacer todas las necesidades, se necesita un arduo análisis para moldear el método y hacerlo más adaptable, en este caso el hospital cuenta con un presupuesto establecido por lo que un gasto adicional no es una opción de mejora, las instalaciones tienen limitaciones de espacio y el personal es limitado. Por lo que se opta escoger dos métodos, el método de almacenamiento por fecha de vencimiento y reorganización de inventario debido a las limitaciones del área de almacenamiento, ya que cuenta con 2 almacenes principales y 8 bodegas para completar el almacenamiento de todos los suministros que debe disponer el Hospital.

Se opta por cambiar la manera de organización ya que el hospital cuenta con restricciones en las fechas de vencimiento ya que los suministros deben tener más de 7 meses de tiempo de caducidad si esta situación ocurre los suministros involucrados son trasladados a otros hospitales por peticiones de uso inmediato lo cual perjudica al hospital ya que deshacerse de suministros que en un futuro pueda serles útil.

4.4.4. Etapa 4

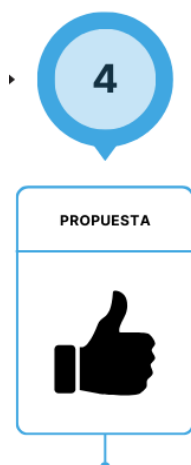


Ilustración 9 - Etapa 4 Propuesta

Por último, la etapa de propuesta se optó por dos mejoras dentro del área de almacenamiento ya que muchos de los problemas que enfrenta el hospital de El Progreso, es por parte del proveedor y su presupuesto, por lo tanto uno de los puntos mas importantes es reducir la cantidad de stock que se desperdicia en este caso el hospital no desperdicia stock pero hay políticas de fechas de vencimiento, el hospital cuenta con un método de cola FIFO (first in/Firs out) por lo cual es mejor implementar una organización por fecha de vencimiento sin importar el lote que llegue, de esta manera menos producto llegara al límite en que se puede almacenar los suministros que en este caso son 7 meses antes del vencimiento.

Y la segunda propuesta es la reorganización de las bodegas, ya que al recibir una pedido rutinario o de emergencia hay complicaciones con la recolección de suministros ya que están repartidos en 8 bodegas, los suministros principales están en los almacenes y demás en las bodegas, si se reorganizan de manera en que la distancia es mas corta se ahorra mucho tiempo y esfuerzo para los colaboradores y mayor eficiencia para la líder de enfermería que es la autoridad que recibe el pedido del almacén dentro del hospital

4.5 Metodología de validación

Para la validación del proyecto se plantearon dos métodos, las simulaciones en computadora y la corroboración con expertos.

4.5.1 Corroboración con experto

Se hicieron auditorias con un catedrático de Unitec el cual imparte clase sobre FlexSim y trabaja en área de planeación con este mismo sistema, el cual fue una parte clave para la

realización del modelo de simulación ya que valido datos y verifíco que fuesen datos reales que se pudiesen interpretar y sean confiables con respecto a flexSim.

4.5.2 FlexSimulator: se escogió esta herramienta debido a su flexibilidad para representar procesos completos, es usado para representar procesos actuales, propuesto o modificar un proceso lo cual es perfecto para la investigación ya que se realizaron dos procesos el proceso actual y el propuesto para poder comprarlos.

Los datos que nos da flexsim son: cantidad de entradas, cantidad de salidas, máximo contenido en espera, media de contenido en espera, tiempos de espera, y porcentajes de efectividad. Uno de los errores que hay que tomar en cuenta de flexsimulator es que trabaja con teoría de colas lo que significa que no toma en consideración errores humanos ni productos defectuosos.(Díaz-Martínez et al., 2018)

Tabla 3 - Operacionalización de variables

Objetivo General	Variable Dependiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Analizar el funcionamiento del control de inventarios en medicamentos e insumos del Hospital El Progreso para proponer un método de control de inventarios capaz de satisfacer las necesidades de los usuarios	Selección de método de control de suministros	El método que se propone y es moldeado a modo de satisfacer las necesidades y capacidades del hospital	Técnicas de búsqueda, Evaluación del estado actual	Selección y diagnóstico de método
Objetivo Especifico	Variable Independiente	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Identificar métodos de control de inventario más utilizados en el mundo	Moldeo de método	Procedencia de la información en los demás países	Recursos, tipo de centros de salud, especializaciones de centros de salud	Similitudes de funcionamiento y de categorías
Delimitar el funcionamiento del control de inventarios actual	Método actual, delimitación de capacidades	Disponibilidad y accesibilidad de infraestructura y económica	Disponibilidad de espacio de almacenamiento y cantidad de personal	Cantidad de personal designadas, espacio disponible
Proponer método capaz de satisfacer las necesidades del usuario.	Diagnostico actual, y moldeo de método	Aceptación y moldeo del método	Utilidad y facilidad de su uso.	Niveles de seguridad, adaptación del personal y mejora laboral

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4 - Matriz Metodológica

Título de Investigación	Problema de investigación	Preguntas de investigación	Objetivos
<p>Análisis logística) de suministros en Hospital de El Progreso, Yoro</p>	<p>Honduras cuenta con un total de 28 hospitales públicos, 6 hospitales nacionales, 6 hospitales regionales y 16 hospitales de área, siendo muy criticados por diversos sucesos como mala atención, criticas duras, tiempos de espera demasiado largo y sucesos desafortunados muy recurrentes en las instalaciones. Ha habido muy pocos indicios de encontrar la raíz del problema y no explotar sus beneficios como debería de ser.</p> <p>Investigar la gestión logística en un hospital es de suma importancia, es la base de todo el sistema de operaciones de la organización ya sea privada o pública, conocer su estado actual dará el punto de partida para abarcar y determinar los puntos críticos dentro del sistema de almacenamiento y distribución</p>	<p>¿Cuáles son los principales métodos de control de inventario utilizados en los hospitales para medicamento y utensilios médicos? ¿Qué método de control de inventarios sería el más eficiente para el hospital de El Progreso, Yoro? ¿Qué método usan actualmente en el Hospital de El Progreso para gestionar sus medicamentos e insumos?</p>	<p>General: Analizar el funcionamiento del control de inventarios en medicamentos e insumos del Hospital de El Progreso, Yoro para proponer un método de control de inventarios capaz de satisfacer las necesidades de los usuarios</p> <p>Específicos: Realizar una investigación con propósito comparativo de los métodos de control de inventario para medicamentos e insumos hospitalarios de referencias internacionales. Evaluar de manera exhaustiva el método de control de inventario de medicamentos e insumos empleado actualmente en el Hospital de El Progreso. Proponer un método de control de inventario moldeado de manera que sea capaz de satisfacer las necesidades del hospital de El Progreso Yoro contando con sus limitaciones</p>
	<p style="text-align: center;">Variables</p> <p>Variable Dependiente Propuesta de método de control de suministros:</p> <p>Independientes Tiempo de respuesta: Almacenamiento: Personal disponible:</p>		<p style="text-align: center;">Técnicas e instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de proceso • Entrevistas • Mapeo de flujos • Indicadores clave de rendimiento • FlexSim

Fuente: Elaboración Propia

V. RESULTADOS

En esta sección de resultados, se presentan observaciones clave y el conocimiento encontrado derivados de la evaluación y desarrollo del método propuesto para el Hospital de El Progreso, Este método se compuso de dos distintos enfocados específicamente en el área de almacenamiento, y fue sometido a simulaciones para comparar ciertos datos como tiempos, eficiencia etc.

5.1 validación de campo

Con validación de campo se refiere a los datos recopilados mediante la herramienta de análisis de proceso y entrevistas desarrolladas en el Hospital de El Progreso.

La primera parte de la validación de campo fue analizar todos los pasos a seguir para su clasificación y almacenamientos. El Hospital de El Progreso, opta por un método bastante original contando con sus limitaciones ya que usan un método propio que lo llaman "pacto" el cual es un formato ya establecido. A continuación, represento a entendimiento propio su organización del método de pacto.

Tabla 5 - Ejemplo de Pacto

NO.	Catálogo de producto	Unid.	Pacto	Frecuencia	Existencia	Entrega	PDTE	Precio	Total	COD
1	Alcohol	Galón	1	Semanal	1	0	0	x	x	E01xx

Fuente: Elaboración Propia

Cada departamento que es abastecido por el almacenamiento general tiene el mismo formato, la parte de pacto se refiere a una necesidad por el departamento que se basa en la cantidad de paciente que recibe a la semana esta cantidad de pacientes se multiplican por los suministros necesarios por ejemplo si cada paciente usa 6 jeringas y el departamento recibe 100 pacientes a la semana se pactara un total de 600 jeringas semanales.

Para la parte de categorización cuando almacenamiento general recibe un pedido que está establecido por el proveedor trimestralmente primero se divide entre medicamentos y suministros los medicamentos son enviados al área farmacéutica que la distribuye con el mismo método de pacto y lo suministros son enviados al almacenamiento general y las 8 bodegas disponibles el cual los ordena por categorías en estantes, y su criterio de salida es FIFO (First in/ First out).

5.2. Propuestas

En esta sección se enlistan las propuestas que se lograron moldear para poder satisfacer algunos de los problemas que enfrenta el hospital de El Progreso, en este caso se optaron por dos mejoras, la reorganización de las bodegas extras de almacenamiento y la clasificación de insumos y medicinas por medio de un método de clasificación por fecha de vencimiento.

5.2.1 Reorganización de Bodegas

En la investigación de Rocha & Rego, en (2023) <<**Reorganization of the internal storage and distribution logistics in a hospital Portugal**>> nos muestra la importancia de una buena distribución del almacenamiento y como esta puede modificar y mejorar el tiempo de respuesta que por su consecuencia tendrá una mejor atención y más facilidad para los colaboradores. A continuación, se muestra una breve comparación entre el artículo y la investigación.

Tabla 6 - comparación de Propuesta de reorganización de Bodegas

Hospital El Progreso	Rocha y Rego en 2023
Muestra problemas en el almacenamiento por sus limitaciones estructurales y clasificación parcial de todos los suministros ya que están repartidos por 8 distintas bodegas a parte del almacén general.	Muestra tiempos largos en la organización de los suministros en los almacenamientos debido a las limitaciones de infraestructura y demasiado stock necesario para satisfacer a todo el hospital

Fuente: Elaboración Propia

Se realizaron pruebas de tiempo para buscar una mejora en estos tiempos tan extensos, y se concluyó que al reorganizar las bodegas de cierta manera se reducen los tiempos en una media de 30 minutos, se propone reorganizar las bodegas dependiendo a su tipo de almacenaje ya que cada departamento exige más de ciertos tipos de suministros que otros tipos. Por lo tanto, si se cambia de puesto la bodega 1 con la 6 se notará esta mejora en el departamento de ortopedia y pediatría que fueron los dos sujetos sometidos a las pruebas de tiempo.

5.2.2 Clasificación por fecha de vencimiento

El Hospital de El Progreso maneja una organización de cola FIFO el cual hace que muchos suministros se pierdan dentro de un tiempo por su fecha de expiración, por lo que se

propone aplicar un método de prioridad en este caso fecha de caducidad sin importar el orden de llegada, lo que requiere una inspección frecuente a todos los lotes que lleguen cada trimestre al hospital.

La investigación hecha por (Putri et al., 2019) <<**A distributor-Retailer Inventory Model For Pharmaceutical Supply Chain with Expiry Cost**>> nos enseña una clasificación farmacéutica en base a las fechas de vencimiento la cual compara su efectividad y el costo que representa que suministros caduque por métodos matemáticos, aunque en la investigación realizada no se toma como limitación la fecha de caducidad también afecta en la cantidad de stock por lo tanto se puede tomar como pérdida para la organización. A continuación, una pequeña comparación entre ambos sujetos.

Tabla 7 - Aspecto comparativo del método por fecha de vencimiento

Hospital El Progreso	Putri en 2019
Hospital de El Progreso, enfrenta un problema con grandes cantidades de suministros ya que al momento en que un suministro llega a los 7 meses de vencimiento debe ser trasladado a otro hospital que lo ocupe de manera inmediata y en un par de meses ese suministro escasee en el hospital	El hospital enfrenta una gran cantidad de perdidas debido al vencimiento de los suministros debido a su mala organización lo cual genera una gran cantidad de costos logísticos

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Determinación de componentes

En esta sección se enlista lo necesario para el moldeado del método propuesto y sus especificaciones, como métodos y herramientas para una buena descripción del proceso.

5.3.1 Herramientas de investigación

Las principales herramientas de investigación para la elaboración del método son las siguientes:

Lucid Chart: Una herramienta en línea capaz de crear diagramas de flujo los cuales son ideales para especificar un proceso paso a paso, esta herramienta nos ayuda a representar un proceso de forma visual lo cual aporta a la investigación una visión más clara para ver cada parte del proceso y las decisiones que se toman en la distribución de suministros y en los reportes de pacto realizado por los distintos departamentos. A continuación, se muestran los procesos delimitados:

Diagrama De flujo

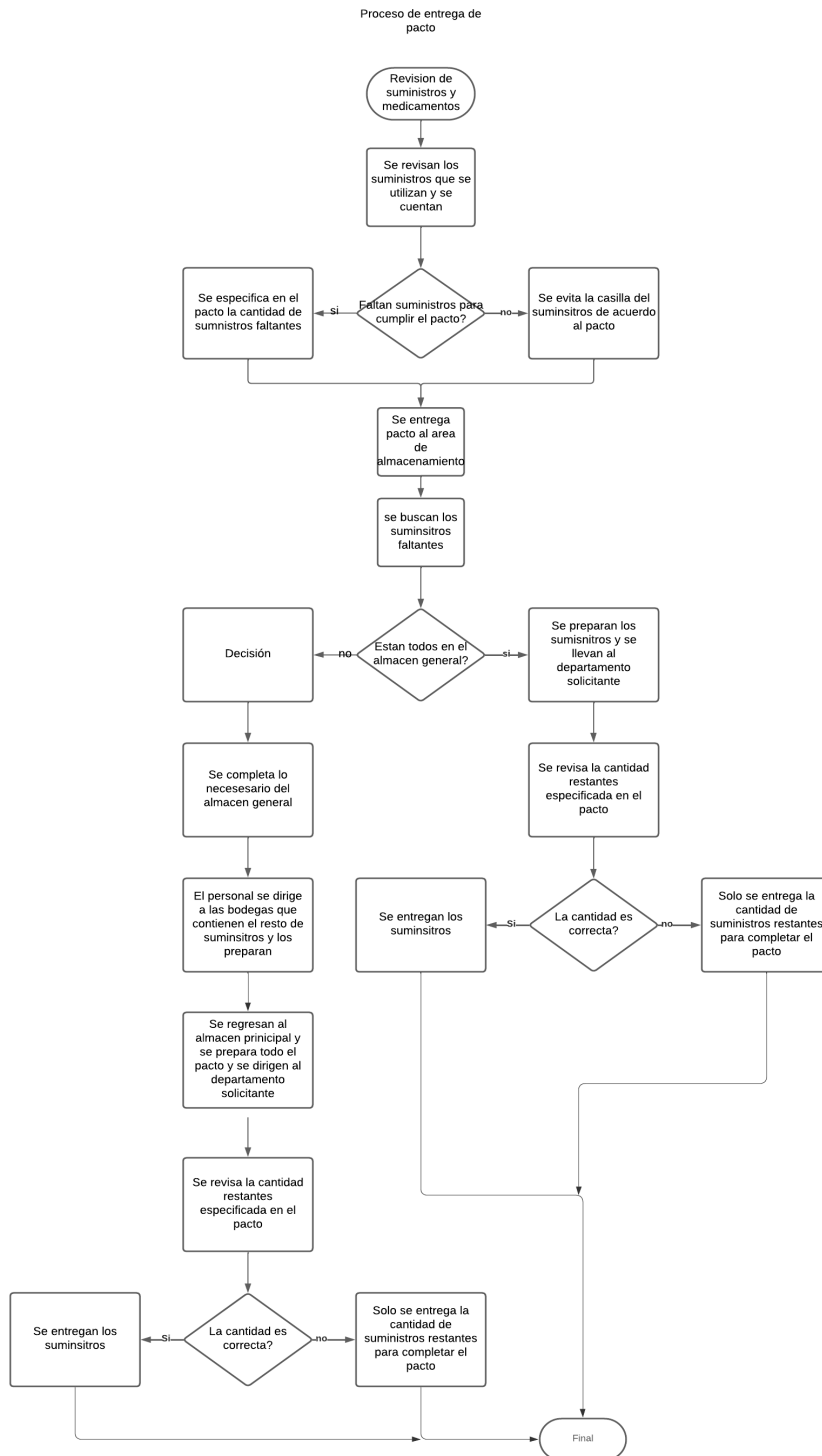


Ilustración 10 - Diagrama de Flujo Entrega de pacto

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama De flujo

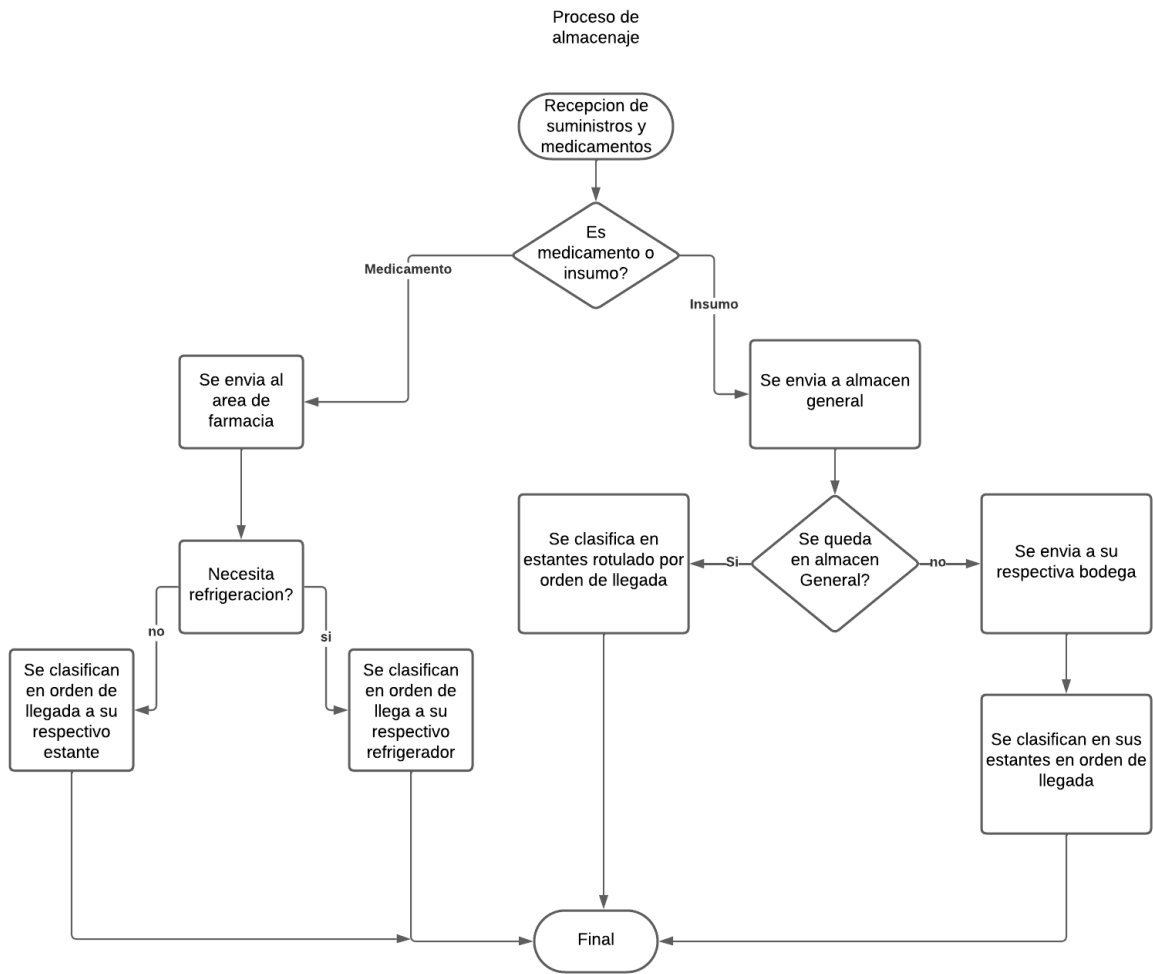


Ilustración 11 - Diagrama de Flujo Proceso de almacenaje

Fuente: Elaboración Propia.

FlexSim: Permitted the visual realization of the molding in the storage area, complying with the validation role, as it provided a clear vision of the proposed improvement. The choice of FlexSim contributed efficiently to the method as it offers a future vision taking into account margins of error to give a percentage of efficiency and improvement over the way they used to transport and delimit orders.

Continuing, it shows the symbology used and its representation and also two models of the process, the current method used by the hospital and the proposed method.

Tabla 8 - Simbología Utilizada de FlexSim

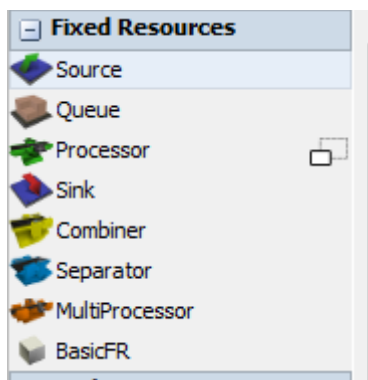


Ilustración 12 - Simbología FlexSim

Fuente: Simbología FlexSim

Símbolo	Concepto	Representación en el proyecto
Source	Utilizado para representar la entrada del proceso	Representa el primer paso solicitud de Pacto
Queue	Se utiliza para poner objetos en espera dentro de un proceso	Representa los lugares como departamentos y almacén general
Processor	Una representación de maquina o una acción que requiere tiempo	Representa el tiempo transcurrido de ida a las bodegas
Sink	Representa el final del proceso	Es la entrega de productos solicitados a los departamentos.

Fuente: Elaboración Propia

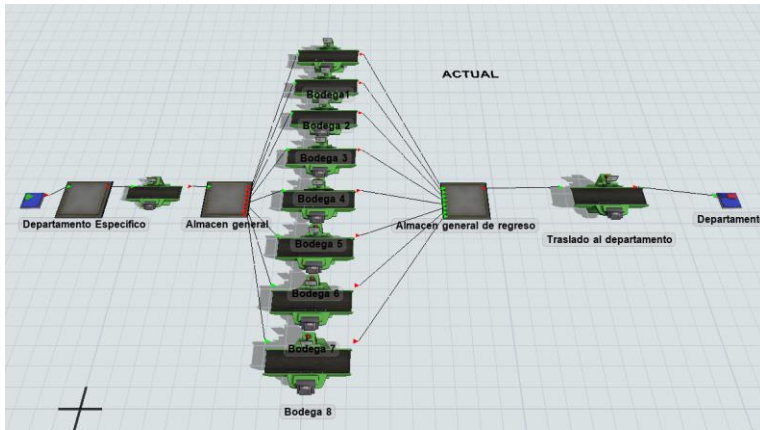


Ilustración 13 - Método Actual

Fuente: Elaboración Propia

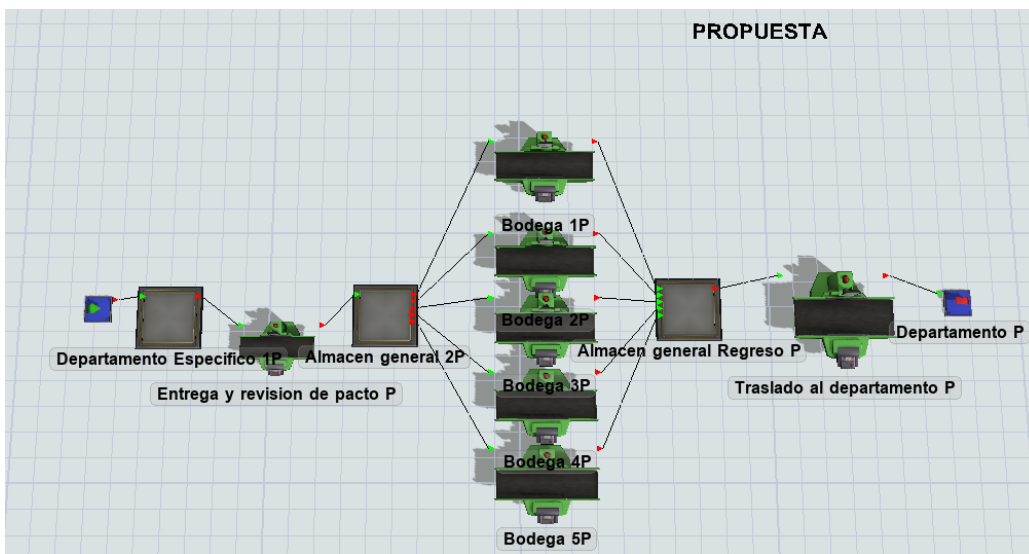


Ilustración 14 - Método Propuesto

Fuente: elaboración propia

Una vez elaborado el proceso en FlexSimulator cada componente se estableció con los siguientes datos:

Tabla 9 - Muestra tiempos Almacén a Bodegas

Bodega	Tiempos/minutos			Media	Desviación estándar
1	33	35	31	33	2
2	26	29	28	27.66666667	1.527525232
3	29	31	27	29	2
4	27	30	32	29.66666667	2.516611478
5	31	32	36	33	2.645751311
6	48	47	44	46.33333333	2.081665999
7	41	44	48	44.33333333	3.511884584
8	44	41	49	44.66666667	4.041451884

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10 - Muestra de tiempos Departamentos a Almacén

Departamentos	Tiempo de llegada al almacén			Media	Desviación estándar
	21	24	28		
				22	23.46666667

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 9 y tabla 10 nos muestra el tiempo promedio que toma el proceso de envío de pacto y recibo de suministros tomado de 3 muestras, siguiendo el recorrido completo hecho por los colaboradores del almacén y la desviación estándar es necesaria para establecer los datos en flexSim para trabajar con un margen de error por parte de los operadores.

El objetivo de la FlexSim es simular un escenario igual y ver su comportamiento en el proceso actual y el proceso propuesto, se simula por un trimestre dando un total de 168 pactos enviados el cual nos mostró los siguientes resultados:

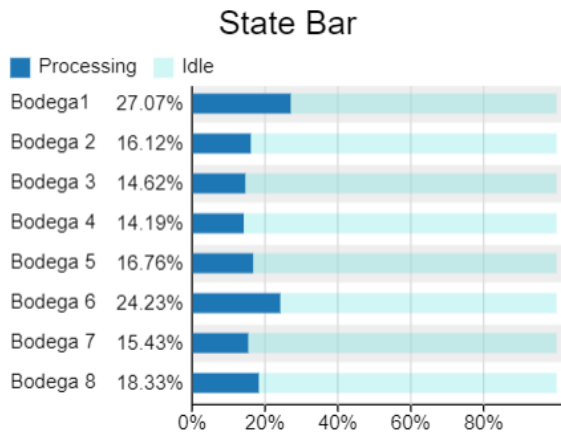


Ilustración 15 - State bar proceso actual

Fuente: Resultados de FlexSim

Las state bars representa el porcentaje de utilización de las bodegas, nos muestra que hay un incremento del porcentaje de utilización de las bodegas al disminuir las bodegas disponibles lo que significa que se usaran más las bodegas con menor tiempo lo cual reducirá el tiempo de espera de los departamentos.

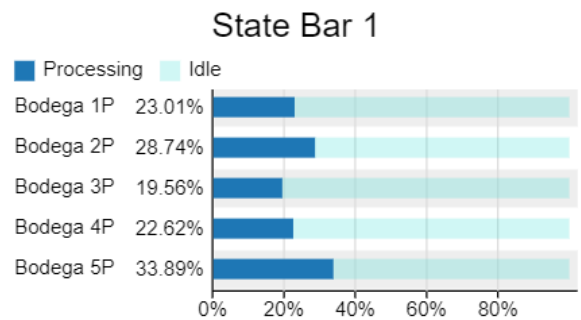


Ilustración 16 - State Bar proceso propuesto

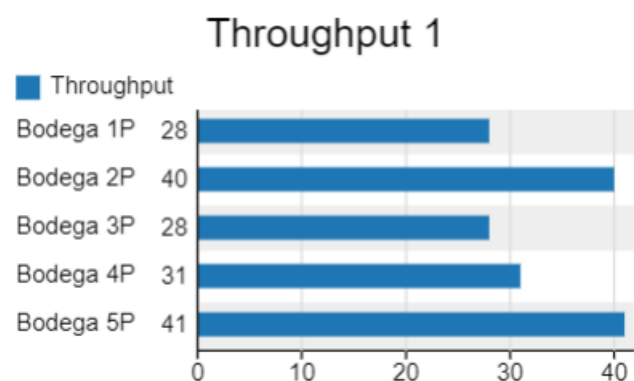
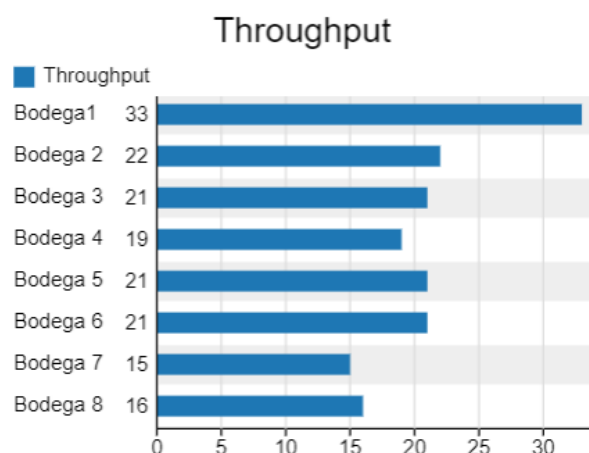


Ilustración 18 - Throughput Proceso Propuesto

Ilustración 17 - Throughput proceso actual

Fuente: Resultados de Flexsim

Las tablas de throughput nos muestran las cantidades de veces que se acudió a cada bodega por pedidos de pactos de forma aleatoria. Estos datos se usaron para obtener el tiempo total transcurrido en el trimestre lo cuales se especifican en las siguientes tablas:

Tabla 11 - Total Tiempo transcurrido Método Actual y Propuesto

Tiempo Transcurrido					
Bodegas	Ingresos a bodega Actual	Ingresos a bodega Propuesta	Tiempo/minutos	Total/minutos Actual	Total/minutos Propuesto
1	33	28	33.00	1089.00	924.00
2	22	40	27.67	608.67	1106.67
3	21	28	29.00	609.00	812.00
4	19	31	29.67	563.67	919.67
5	21	41	33.00	693.00	1353.00
6	21		46.33	973.00	
7	15		44.33	665.00	
8	16		44.67	714.67	
			Total, minutos	5916.00	5115.34
			Total, Horas	98.60	85.26

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12 - Diferencia de tiempo entre métodos

Diferencia de Resultados / horas	
Método Actual	98.60
Método Propuesto	85.26
Diferencia	13.34

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 y tabla 12 nos muestra los resultados analizados de los datos que dio FlexSim y representa una disminución de tiempo de 13.34 horas en un trimestre que es el tiempo

designado para cambios de pacto y reabastecimiento del almacenamiento. A si mismo nos muestra los indicadores clave o KPI los cuales en este caso seria los tiempos transcurridos, las veces que cada almacen recibió un pacto y la diferencia de tiempo en resultado ya que nos muestra y nos deja medir la eficiencia del proceso.

VI DISCUSIÓN

Es la interpretación de los resultados y vivencia durante las pruebas, compara los datos y los interrelaciona señalando aportes y sus significados.

Este estudio se propuso evaluar el rendimiento de un sistema de gestión de suministros en el hospital de El Progreso para poder proponer una mejora en su proceso. Los resultados obtenidos indican una mejora significativa en la categorización de suministros en el almacén general y las bodegas complementarias con una reducción de tiempo para reabastecer los departamentos del hospital, a su misma vez la categorización de suministros y medicamentos por fechas de vencimiento resultara en una reducción de suministros trasladados lo cual aumentara el stock de suministros por más tiempo del que disponían. Este efecto reducirá no solo tiempo sino también costos de almacenamiento y reabastecimiento evidenciado por el método de validación flex simulator el cual nos mostró estadísticas de mejora en el proceso de reabastecimiento.

Los estudios mencionados en la investigación han mostrado una adaptabilidad similar al expuesto anterior mente en el hospital de El Progreso en hospitales de distintas partes del mundo mejorando tiempos de cola, calidad de atención y reducción de desperdicios. Al igual que en la exhaustiva investigación internacional del tema se ve que se limitan por varios factores entre los más comunes la incertidumbre y la limitación de recurso e infraestructura lo que afecta la generalización de los resultados, además, el periodo de evaluación podría no capturar de la mejor manera los efectos a largo plazo de los métodos de control de suministros.

Las técnicas como Flex simulator, fluid chart, entrevistas y Kpis mostraron la evidente mejora en tiempos y reducción de suministros trasladados por fecha de vencimiento. Flex Sim mostró una mejora significativa al reorganizar las bodegas lo cual ayudo a modelar el método de reorganización de almacenes tomando en cuenta las limitaciones, y la recopilación de información por medio de entrevistas nos dio una imagen clara de cómo la clasificación y distribución por medio de FIFO (First in/First out) afectaba la cantidad de suministros que se debían trasladar lo cual dio suficiente información para moldear el método de inventariado por medio de fechas de caducidad. De esta manera se hace un método compuesto de ambos para proponer una mejora que satisfaga estas necesidades del hospital de El Progreso.

Los resultados de todo el estudio indican que la propuesta de este método en el Hospital de El Progreso podría mejorar no solo en la clasificación y distribución del inventario, también y más importante en la atención al cliente, ya que estos percances que tienen afectan directamente al usuario ya que al faltar un suministro son cargados a los pacientes y no todos tienen la capacidad adquisitiva de obtenerlos.

VII CONCLUSIONES

1. Se logro obtener la información requerida para determinar el control de inventarios en medicamentos e insumos que usan llamado pacto y así se propuso un método moldeado con la capacidad de satisfacer las necesidades del hospital de El Progreso.
2. La investigación comparativa realizada enfatiza en lo importante que es adoptar métodos de control modernos y eficientes en distintas circunstancias, el 80% de los artículos investigados muestran el papel critico de la tecnología y la innovación y comparten situaciones similares entre ellos. A su vez destacan las necesidades de superar las barreras estructurales y operativas para implementar estas prácticas innovadoras.
3. La evaluación del método de control de suministros en el Hospital de El Progreso realizada con la aplicación de entrevistas mostró que cuenta con requerimientos básicos de clasificación y distribución de suministros y medicamento, pero con fugas de información y errores dentro de los procesos significativos, descritos por las jefas de sala y administrador del área de almacenamiento. Y el análisis de procesos ayudo a delimitar el proceso completo para un mejor entendimiento visual del proceso entero.
4. Se determinaron dos modelos que cumplen con una base significativa para atacar dos puntos débiles del Hospital siendo el método de control de suministros por fechas de expiración con la información obtenida por medio de entrevistas al encargado del almacén y jefas de sala y el método de reorganización de almacenes el cual se implementó usando indicadores clave y el programa de flexsimulator.

VIII RECOMENDACIONES

Hubo limitaciones por parte del tiempo, acceso a ciertas partes de las instalaciones y restricción a ciertos datos que podrían ser relevantes para una investigación más detallada ya que es un proceso que no se puede apreciar de la mejor manera en un lapso tan corto de tiempo por lo que es recomendable recopilar muestras más grandes. Utilizar Flex simulador para obtener resultados con la metodología utilizada fue de gran ayuda ya que es una herramienta bastante flexible y se puede utilizar en todos los procesos existentes al igual que las herramientas como el diagrama de flujo y análisis de procesos, aunque debemos tomar en cuenta que flex simulator limita bastante al ser un programa que simula algo de manera perfecta y no nos da números tan variados para hacer otras pruebas o margen de error mas amplio.

Es recomendable utilizar otros métodos de recopilación de datos más específicos como lo puede ser debates con los integrantes de la organización, softwares para simular espacios de almacenamientos y tener un mejor control del inventario y sistemas de gestión para clasificar mejor los datos.

ANEXOS

Anexos 1 – Generalidades de Flex Simulator

La ilustración 12 nos muestra los recursos básicos que dispone Flex Simulator para poder crear un modelo.

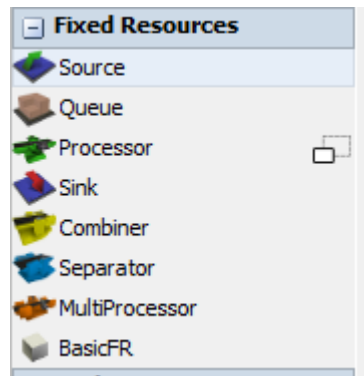


Ilustración 19 - Simbología FlexSim

Fuente: Simbología FlexSim

Sources: Es usado para representar la entrada de materia prima a un sistema o modelo

Queue: es una zona de espera dentro de una línea de producción

Processor: son los procesos que se someten los productos dentro de una línea

Sink: Es la salida de un producto ya procesado

Combiner, separator, multiprocessor y basic: son complementos del processor para representar un proceso más complejo o con fases múltiples.

Flex Simulator también tiene la opción de crear graficas para ver el comportamiento de un proceso como en la ilustración 18 e ilustración 16.

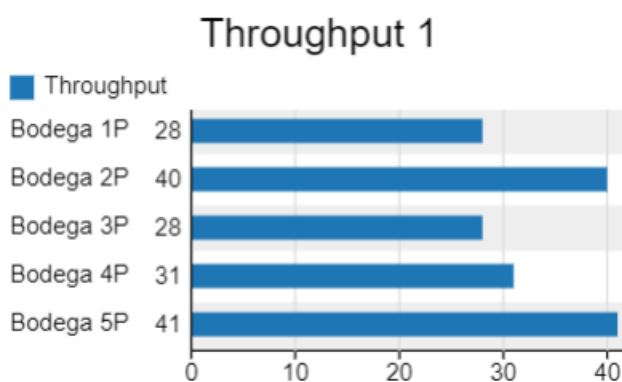


Ilustración 20 - Throughput Proceso Propuesto

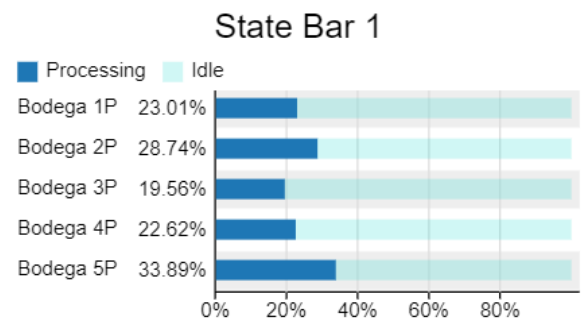


Ilustración 21 - State Bar proceso propuesto

ThroughPut: son tablas que nos muestra la recurrencia de un producto sometido de manera aleatoria a distintos procesos o máquina.

StateBat: Representa el porcentaje de uso de una maquina o proceso, entre más alto sea el porcentaje más provecho se le está dando a una maquina o proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sohrabi, M., Zandieh, M., & Shokouhifar, M. (2023). Sustainable inventory management in blood banks considering health equity using a combined metaheuristic-based robust fuzzy stochastic programming. *Socio-Economic Planning Sciences*, 86, 101462. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101462>
- Moons, K., Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2019). Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains – A literature study. *Omega*, 82, 205-217. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.01.007>
- Balkhi, B., Alshahrani, A., & Khan, A. (c). Just-in-time approach in healthcare inventory management: Does it really work? *Saudi Pharmaceutical Journal*, 30(12), 1830-1835. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2022.10.013>
- Putri, A. I. S., Jauhari, W. A., & Rosyidi, C. N. (2019). A Distributor-Retailer Inventory Model for Pharmaceutical Supply Chain With Expiry Cost. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 495(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/495/1/012010>
- Zepeda, E. D., Nyaga, G. N., & Young, G. J. (2016). Supply chain risk management and hospital inventory: Effects of system affiliation. *Journal of Operations Management*, 44, 30-47. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2016.04.002>
- Daina, L. G., Sabău, M., Daina, C. M., Neamțu, C., Tit, D. M., Buhaș, C. L., Bungau, C., Aleya, L., & Bungau, S. (2019). Improving performance of a pharmacy in a Romanian hospital through implementation of an internal management control system. *Science of The Total Environment*, 675, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.231>
- Zhou, X., & Liao, W. (2023). Research on demand forecasting and distribution of emergency medical supplies using an agent-based model. *Chaos, Solitons & Fractals*, 177, 114259. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.114259>

- Syahrir, I., Suparno, & Vanany, I. (2019). Drug Supplies Planning in Hospital for Epidemic Attack using SEIR Model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1179(1), 012150. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1179/1/012150>
- Maestre, J. M., Fernández, M. I., & Jurado, I. (2018). An application of economic model predictive control to inventory management in hospitals. *Control Engineering Practice*, 71, 120-128. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2017.10.012>
- Saha, E., & Ray, P. K. (2019). Modelling and analysis of inventory management systems in healthcare: A review and reflections. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106051. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106051>
- Utami, F. D., Puspitasari, W., & Saputra, M. (2020). Design of planning model for ERP system in warehouse management: An empirical study of public hospital in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 909(1), 012061. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/909/1/012061>
- Liu, Y. C., Chiu, M. B., & Chiou, C. C. (2019). Improving the Performance of Procurement and Inventory Management of Hospital Materials (Case of a Taiwanese Medical Centre). *IOP*
- Díaz-Martínez, M. A., Zárate-Cruz, R., & Román-Salinas, R. V. (2018). Simulación Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba. *Científica*, 22(2), 97-104.
- Priyan, S., & Uthayakumar, R. (2014). Optimal inventory management strategies for pharmaceutical company and hospital supply chain in a fuzzy–stochastic environment. *Operations Research for Health Care*, 3(4), 177-190. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2014.08.001>

- Rocha, L. A., & Rego, N. (2023). Reorganisation of the internal storage and distribution logistics in a hospital. *Procedia Computer Science*, 219, 1357-1364. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.421>
- Paul-Eric, D., Rafael, P., Cristiane, S., & Joao, C. J. (2020). How to use lean manufacturing for improving a Healthcare logistics performance. *Procedia Manufacturing*, 51, 1657-1664. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.231>
- Nguyen, A., Bougacha, O., Lekens, B., Lamouri, S., Pellerin, R., & Couvreur, C. (2023). On the use of logistics data to anticipate drugs shortages through data mining. *Procedia Computer Science*, 219, 949-956. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.371>
- Zheng, W. Y., Lichtner, V., Van Dort, B. A., & Baysari, M. T. (2021). The impact of introducing automated dispensing cabinets, barcode medication administration, and closed-loop electronic medication management systems on work processes and safety of controlled medications in hospitals: A systematic review. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 17(5), 832-841. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.08.001>
- Mohamadi, N., Niaki, S. T. A., Taher, M., & Shavandi, A. (2024). An application of deep reinforcement learning and vendor-managed inventory in perishable supply chain management. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 127, 107403. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107403>
- Herrera Cáceres, H. R. (2014). Primer Informe Especial Sobre Aspectos del Servicio Público de Salud en Honduras. *CONADEH*. http://app.conadeh.hn/descargas/InformesEspeciales/Informe_Especial_sobre_Aspectos_del_Servicio_Publico_de_Salud.pdf.

http://app.conadeh.hn/descargas/InformesEspeciales/Informe_Especial_sobre_Aspectos_del_Servicio_Publico_de_Salud.pdf

LAAG. (2022, octubre 31). *Sexto informe del análisis integral a la red sanitaria de Honduras*.

CNA | Consejo Nacional Anticorrupción. <https://www.cna.hn/sexto-informe-del-analisis-integral-a-la-red-sanitaria-de-honduras/>

Conference Series: Materials Science and Engineering, 598(1), 012055.

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012055>