

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

INDUSTRIAL



“Sistema de inventarios para reducir el desabastecimiento de fármacos oncológicos en el Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta- ESSALUD”

Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial

Línea de investigación: Gestión Empresarial

Autor:

Br. Rojas Flores Carlos Alexandry

Asesor:

Dr. Ing. José Antonio Müller Solón

**Trujillo – PERÚ
Febrero – 2019**

ACREDITACIONES

TITULO: “SISTEMA DE INVENTARIOS PARA REDUCIR EL DESABASTECIMIENTO DE FÁRMACOS ONCOLÓGICOS EN EL HOSPITAL ALTA COMPLEJIDAD VIRGEN DE LA PUERTA- ESSALUD”

AUTOR : Br. Rojas Flores Carlos Alexandry

APROBADO POR:

Dr. Ing. Ángel Miguel López Aguilar
PRESIDENTE
N° CIP 21315

Dr. Ing. Manuel Urcía Cruz
SECRETARIO
N° CIP 27703

Ing. Víctor Manuel Del Castillo Miranda
VOCAL
N° CIP 68626

Dr. Ing. José Antonio Müller Solón
ASESOR
N° CIP 41187

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad con lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, tengo a bien someter a vuestro ilustrado criterio y justa consideración, el presente Trabajo de Tesis titulado: “SISTEMA DE INVENTARIOS PARA REDUCIR EL DESABASTECIMIENTO DE FÁRMACOS ONCOLÓGICOS EN EL HOSPITAL ALTA COMPLEJIDAD VIRGEN DE LA PUERTA- ESSALUD”; Con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

El desarrollo de este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante mi formación profesional en la universidad, producto de la orientación y enseñanza de nuestros docentes, de la consulta de fuentes bibliográficas y del análisis teórico-práctico del tema propuesto.

Por lo expuesto Señores Miembros del Jurado, pongo a vuestra disposición el presente trabajo de investigación para su respectivo análisis y evaluación, agradeciendo de antemano vuestra gentil atención.

Trujillo, 19 de Julio del 2019

Br. Rojas Flores Carlos Alexandry

DEDICATORIA

A Dios: Por ser el centro de mi vida, la fortaleza en la dificultad y la luz en la oscuridad.

A mis padres: José y María. Por su gran amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida como hijo y profesional.

A mi hermana: Elena Milagritos. Quien me brindo ánimo en todo momento.

A mi esposa: Martha Cecilia, quien entrego parte de su tiempo para compensar mi ausencia durante las jornadas académicas.

A mis hijos: Carlos y Camila, por ser el motor y motivo que me estimulan a mejorar.

Br. Carlos Alexandry Rojas Flores

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por darme la dicha de hacer realidad un sueño que tanto he anhelado como profesional. Gracias a mis maestros que han sabido enriquecer mi vida de conocimientos y valores durante toda mi etapa escolar y universitaria. Gracias a mi familia por su motivación, apoyo y consejos. Al enseñarme a priorizar cada cosa en su momento y que en la vida nada es fácil pero con esfuerzo, dedicación y Dios mediante siempre se logra. Un agradecimiento especial a mi querido asesor, Ing José Antonio Muller Solon, que con su experiencia ha sabido inculcar conocimientos para dar desarrollo a mi informe de Tesis. Gracias ingeniero por su paciencia y dedicación.

RESÚMEN

La presente investigación “Sistema de inventarios para reducir el desabastecimiento, de fármacos oncológicos, en el Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta”, tuvo como objetivo reducir el desabastecimiento de fármacos oncológicos, en el Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta-ESSALUD, jugando un rol importante en la provisión de servicios de salud de calidad, por ello requiere que su gestión sea eficaz y eficiente.

La presente investigación analiza la situación actual del abastecimiento público de medicamentos en el Hospital Alta Complejidad Virgen de La Puerta - ESSALUD y los principales problemas que enfrenta y sus oportunidades, en concordancia con las políticas de modernización de la gestión pública y la reforma del sector salud, por lo que se propone aplicar los modelos de revisión continua y revisión periódica, de acuerdo a los resultados del coeficiente de variabilidad. Para ello se clasificaron los inventarios de fármacos del 2018, del grupo terapéutico antineoplásicos e inmunosupresores, por considerarse críticos en este tipo de especialidades médicas. Para ello se utilizó la clasificación de Inventarios ABC, lo que nos permitió mejorar la eficiencia del inventario actual, así como optimizar el tiempo en la búsqueda de los fármacos con mayor demanda. Determinando que son 12 los fármacos que pertenecen a la Clase “A”, los cuales representan un 80.23% del total de la demanda valorizada anual de los 80 grupos de fármacos oncológicos que posee el Hospital. Posteriormente se seleccionó el modelo de pronóstico más adecuado, utilizando para ello 5 modelos de pronóstico: Regresión lineal, promedio móvil ponderado, suavización exponencial y suavización exponencial con tendencia, y finalmente se seleccionó el modelo con menor error (Regresión Lineal), de acuerdo con los siguientes indicadores: DMA (Desviación media absoluta), error cuadrático medio (ECM) y el error porcentual absoluto medio (MAPE). Finalmente se aplicó los modelos EOQ y el modelo P de inventarios. La aplicación de este sistema de inventario también permitió determinar los costos de pedido, así como los costos de mantenimiento de inventarios, que se venían realizando de manera empírica.

El sistema de inventario propuesto en comparación con el sistema actual supera el impacto negativo de este modelo sobre la gestión de abastecimiento de este establecimiento de salud, reduciendo los costos de inventarios y logrando un ahorro anual de S/ 232,747. Así mismo el indicador de disponibilidad actual de medicamentos de 82%, con la propuesta cubrirá el 100% de la demanda.

Palabras clave: Sistema de inventarios, Fármacos oncológicos, Desabastecimiento, EsSalud.

ABSTRACT

The present research "Inventory system to reduce the supply, of cancer drugs, in the Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta", aimed to reduce the supply of cancer drugs, in the Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta-ESSALUD, playing an important role in the provision of quality health services, therefore requires that its management be effective and efficient.

The present investigation analyzes the current situation of the public supply of medicines in the Hospital Alta Complejidad Virgen de La Puerta - ESSALUD and the main problems it faces and its opportunities, in accordance with the policies of modernization of public management and the reform of the health sector, so it is proposed to apply the continuous review and periodic review models, according to the results of the coefficient of variability. To this end, the inventories of 2018 drugs, the antineoplastic and immunosuppressive therapeutic group were classified as critical in this type of medical specialty. For this purpose, the ABC Inventories classification was used, which allowed us to improve the efficiency of the current inventory, as well as to optimize the time spent searching for the drugs with the greatest demand. Determining that there are 12 drugs belonging to Class "A", which represent 80.23% of the total annual valued demand of the 80 oncological drugs that the Hospital owns. Subsequently, the most suitable forecast model was selected, using 5 forecast models: Linear regression, weighted moving average, exponential smoothing and exponential smoothing with trend, and finally the model with the least error (Linear Regression) was selected, according to the following indicators: DMA (Mean absolute deviation), mean square error (ECM) and the mean absolute percentage error (MAPE). Finally, the EOQ models and the P model of inventories were applied. The application of this inventory system also allowed to determine the order costs, as well as the maintenance costs of inventories, which had been carried out empirically.

The proposed inventory system compared to the current system overcomes the negative impact of this model on the supply management of this health facility, reducing inventory costs and achieving annual savings of S/ 232,747. Likewise, the indicator of current availability of medicines of 82%, with the proposal will cover 100% of the demand.

Key words: Inventory system, Oncological drugs, Disposal, EsSalud

INDICE DE CONTENIDO

Contenido

ACREDITACIONES	2
PRESENTACIÓN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESÚMEN	6
ABSTRACT	7
INDICE DE CONTENIDO	8
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE ANEXOS	12
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Descripción del problema	14
1.3. Formulación del problema.....	14
1.4. Objetivos de la investigación.....	15
1.4.1. Objetivo general	15
1.4.2. Objetivos específicos.	15
1.5. Justificación del estudio	15
2. MARCO DE REFERENCIA	17
2.1. Antecedentes del estudio	17
2.2. Marco Teórico	20
2.2.1. <i>Gestión de inventarios</i>	20
2.2.2. <i>Inventarios</i>	20
2.2.3. <i>Tipos de inventarios:</i>	21
2.2.4. <i>Factores que intervienen en la gestión de inventario</i>	22
2.2.4.1. <i>Demanda:</i>	22
2.2.4.2. <i>Clasificación de la demanda:</i>	22
2.2.4.3. <i>Plazo de entrega (Lead time)</i>	23
2.2.4.4. <i>Nivel de Servicio:</i>	23
2.2.4.5. <i>El Lote Óptimo:</i>	23
2.2.4.6. <i>Stock de Seguridad</i>	24
2.2.4.7. <i>Punto de Reorden</i>	24
2.2.5. <i>Modelos de sistemas de inventarios de varios periodos</i>	26
2.2.5.1. <i>Modelos de cantidad de pedidos fija (Modelo Q)</i>	26

2.2.5.2. Modelo de cantidad fija con inventario de seguridad:	28
2.2.5.3. Modelos de cantidad de pedidos fijo (Modelo P)	29
2.2.5.4. Modelo de Pedido fijo con inventario de seguridad:	30
2.2.6. Stock medio en un sistema de revisión periódica:	31
2.2.7. Tiempo de revisiones.....	31
2.2.8. Selección del Modelo de Inventario.....	31
2.2.9. Índice de gestión de inventarios.....	32
2.2.9.1. Rotación de los inventarios:	32
2.2.9.2. Rentabilidad.....	33
2.2.9.3. Clasificación de inventarios.....	33
2.2.10. Pronósticos	34
2.2.10.1. Pronóstico de regresión lineal.....	36
2.2.10.2. Promedio móvil simple.....	36
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	37
2.2.10.3. Promedio ponderado	37
2.2.10.4. Suavización exponencial.....	38
2.2.11. Desabastecimiento	39
2.2.11.1. Indicadores de desabastecimiento	39
2.3. Marco conceptual.....	41
2.4. Hipótesis	42
2.5. Variables e Indicadores	43
2.5.1. Variable Independiente: Sistema de Inventarios.....	43
3. METODOLOGÍA	47
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	47
3.1.1. Tipo de investigación	47
3.1.2. Nivel de investigación	47
3.2. Población y muestra.....	47
3.3. Técnicas e instrumentos de investigación.....	47
3.4. Diseño de investigación.....	48
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	49
4. RESULTADOS.....	50
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66
6. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS.....	70
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Métodos para seleccionar un pronóstico de demanda.....	36
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	487
Tabla 3 Herramientas de análisis de datos	49
Tabla 4 Clasificación ABC	50
Tabla 5 Resumen de la Clasificación ABC de inventarios.....	52
Tabla 11 Resumen de los errores de pronósticos – Ciproterona 50 mg.	54
Tabla 12 Resumen de los errores de pronósticos – Rituximab 10 mg./ml. X 10	54
Tabla 13 Resumen de los errores de pronósticos – Imatinib 400 mg.....	55
Tabla 15 Resumen de los errores de pronósticos – Capecitabina 500 mg.	55
Tabla 17 Resumen de la demanda pronosticada de fármacos al 2019	56
Tabla 21 Costos de mantenimiento de inventarios.....	59
Tabla 22 Aplicación del Modelo EOQ con los Productos de la Clase A	60
Tabla 25 Costo Total de Inventario del Sistema Actual (Sin la propuesta)	62
Tabla 26 Aplicación del Modelo P.....	63
Tabla 27 Costo Total de Inventario con la propuesta (Modelo P)	63
Tabla 29 CUADRO DE CLASIFICACIÓN DE INSUMOS POR SITUACIÓN DE DISPONIBILIDAD (SISTEMA ACTUAL).....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Punto de Pedido	25
Figura 2 Modelo básico de cantidad de pedido fija. Fuente: Administración de operaciones Producción y cadena de suministros, 2013	26
Figura 3: Modelo de cantidad fija, Administración de operaciones Producción y cadena de suministros, 2013, (Chase & Jacobs, 2014)	28
Figura 4 Modelo P.....	30
Figura 5 Gráfico ABC.....	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Costo de Pedido.....	74
Anexo 2 Costo de Mantenimiento.....	75
Anexo 3 Guía de Entrevista	77
Anexo 4 Detalle del Total de Fármacos Oncológicos	77
Anexo 5 Análisis ABC.....	78
Anexo 6 Pronósticos - Regresión Lineal.....	81

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La realidad que afrontan las redes asistenciales y centros especializados de ESSALUD diariamente, es su incapacidad de garantizar la disponibilidad de los fármacos e insumos que permitan desarrollar acciones de prevención, reducción o control de enfermedades.

Según la (OMS, 2016), los informes sobre escasez y desabastecimiento de medicamentos esenciales han ido en aumento en los últimos años. El problema ha pasado a ser mundial, con quiebres significativos en el suministro de antibióticos, anestésicos, medicamentos para quimioterapia y muchos otros. Se ha descrito en países de ingresos altos, medianos y bajos y está vinculado a problemas de fabricación, así como a las dificultades de la cadena de suministros y de la financiación de la atención de salud. Por otro lado, en el documento denominado “Mapeo del sistema de compras públicas de productos farmacéuticos e insumos médicos”, en el Perú, editado por la OMS, se observa que el común denominador que ocasiona el desabastecimiento de medicamentos en las entidades del Ministerio de Salud, EsSalud y el Fondo de Salud de la Policía Nacional – FOSPOLI, es el retraso o demora de los proveedores en la entrega de productos. Más aún, evaluando el origen de esta coyuntura, se puede determinar que un factor principal que interviene en esta problemática es la gran elasticidad de la demanda de pacientes. En el Perú, a junio del 2018, la población asegurada activa de EsSalud, registró un crecimiento del 11,37% respecto al año 2015, sumado a ello en el año 2017 se registró un 20,1% de reclamos en la Red Asistencial La Libertad, incrementándose en el 2018 en un 5,6%. (EsSalud, Essalud, 2018)

Asimismo en el Hospital Alta Complejidad Virgen de La Puerta, registro un 13% de reclamos, de los cuales el 5,5% se debieron a la falta de medicamentos y/o materiales de farmacia. (Essalud, Gestión de solicitudes de atención de asegurados, 2017).

Ante este escenario de la demanda es importante diseñar un sistema de inventarios, que faciliten un manejo ideal de estos recursos, por esta razón es de carácter primordial prestar particular atención a su sistema logístico.

Una correcta gestión de stocks constituye uno de los pilares básicos en los cuales se apoyan las nuevas tendencias logísticas en la empresa, a fin de reducir los costos, incrementar la productividad, equilibrar el servicio y la disponibilidad, mejorar la fiabilidad, para ser más competitivos. (Rojas, M; Guisao, E; Cano, J, 2011).

1.2. Descripción del problema

Actualmente el área de Farmacia del Hospital Alta Complejidad Virgen de La Puerta de EsSalud, responsable del abastecimiento de fármacos e insumos médicos presenta empirismos aplicativos; es decir los planteamientos teóricos, que debería conocerse y aplicarse sobre el control de inventarios, en una parte de la realidad concreta no lo conocen o lo aplican mal, así mismo presentan limitaciones en el tiempo de aprovisionamiento de los proveedores, lo que se dificulta por topes externos a la realidad en estudio.

En este contexto la presencia de estas limitaciones, generan el desabastecimiento de medicamentos, que actualmente tiene un indicador de disponibilidad de 82%, lo cual lo ubica en una escala de regular, según el manual de Indicadores de Disponibilidad del DIGEMID/MINSA y la insatisfacción de los pacientes que se ven afectados. Por lo que se plantea la aplicación de un sistema de inventarios.

En la Red La Libertad, la dependencia principal para la compra de fármacos es el Área de Recursos Médicos, quién es la que consolida los requerimientos y luego pasa al Área de Adquisiciones para su compra. Sin embargo, el área de Farmacia de dicho Hospital tiene autonomía para realizar compras mensuales. Lo que facilitaría la aplicación de un sistema de inventarios. Para tal efecto se ha seleccionado los fármacos oncológicos del grupo terapéutico Antineoplásicos e Inmunosupresores, por considerarse críticos en este tipo de especialidades médicas, lo que permitirá optimizar el control de los inventarios.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo el sistema de inventarios permitirá reducir el desabastecimiento de fármacos oncológicos en el Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta-ESSALUD?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema de inventarios que permita reducir el desabastecimiento de fármacos oncológicos en el Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta-ESSALUD.

1.4.2. Objetivos específicos.

1. Determinar los fármacos de mayor demanda mediante la clasificación de inventarios.
2. Pronosticar la demanda de los fármacos seleccionados.
3. Aplicar el modelo de inventarios propuesto y compararlo con el sistema actual.
4. Evaluar económicamente el desempeño del sistema de inventarios propuesto, para reducir el desabastecimiento.

1.5. Justificación del estudio

Es importante destacar el rol que cumple un sistema de inventario dentro de una organización, pues permite mantener un registro diario de las existencias en los almacenes, asimismo de un buen control del funcionamiento de abastecimiento.

En el sector de salud pública los inconvenientes más resaltantes que generan una gran insatisfacción en los pacientes, es la falta de requerimientos solicitados, como es en el caso de los medicamentos. Para el Hospital de Alta Complejidad es de vital importancia utilizar prácticas que promuevan la prestación de un servicio eficiente para sus clientes. A medida de ello se reconoce a las herramientas que brinda la logística hospitalaria, como un medio para encontrar oportunidades de mejora y lograr el correcto funcionamiento del servicio.

A razón de lo mencionado, la presente investigación busca demostrar mediante un estudio, la situación actual del abastecimiento de fármacos oncológicos y la aplicación de un sistema de inventarios de revisión periódica que se adapte a las políticas institucionales de abastecimiento mensual y a evaluar los tiempos de aprovisionamiento y stock de seguridad requerido.

La presente investigación se justifica de manera práctica porque posibilita una solución al problema de la gestión actual sobre la previsión de los fármacos oncológicos, mediante el manejo de un sistema de inventario que permite tener conocimiento de la cantidad óptima a pedir, el tiempo entre pedidos y el stock de seguridad necesario para controlar la variabilidad de la demanda, de esta manera genere mayor facilidad al personal médico tomar las decisiones adecuadas en el momento de realizar el pedido correspondiente y obtener una mejor organización en el almacén de medicamentos, incrementando el nivel satisfacción en los pacientes y disminuyendo el índice de reclamos.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

(Cubides, J; Suarez, C, 2018) En la tesis titulada “**DISEÑO DE UNA POLÍTICA DE INVENTARIO PARA LOS MEDICAMENTOS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE SOGAMOSO E.S.E.**” presentada a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para optar el título de ingeniero industrial; Se diseña una política que permita dar control al inventario de los medicamentos en la farmacia, ésta determinará las cantidades de medicamentos por orden de pedido, así como la frecuencia con la que se deberán pedir dichos medicamentos, con el propósito de disminuir excesos innecesarios en inventarios, perdidas por vencimiento; dando un uso más eficiente de los recursos, sin que se vea afectado el nivel de servicio que la entidad emplea, siempre pensando en el bienestar de los pacientes. De manera que se pretende recolectar la información necesaria para el desarrollo del presente proyecto, realizando un diagnóstico inicial de como la entidad está manejando actualmente los inventarios de los medicamentos, en busca de puntos críticos que se puedan mejorar, y se realizó modelos de pronósticos para determinar las demandas de los mismos, posteriormente se diseñó un sistema que permita describir el comportamiento del inventario y finalmente se realizó una comparación entre los métodos actuales y el sistema propuesto

El aporte de este antecedente a la presente investigación es la metodología empleada para determinar el pronóstico de demanda.

(Regalado, R, 2017). En su tesis, “**PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE PLAN DE COMPRAS Y CONTROL DE INVENTARIOS MEDICINALES EN UNA CLÍNICA MATERNO-INFANTIL**”, presentada a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Lima, para optar el título de ingeniero industrial, la cual tiene como objetivo mantener la operación activa y el flujo de medicamentos en la empresa. Si bien la farmacia o el almacén principal representa el 10% de los ingresos netos de la organización, es la principal área de apoyo para los principales servicios ofrecidos por la clínica a los clientes, ya que es responsable del suministro médico al consumidor interno y externo donde se interactúa con las actividades de la empresa. La implementación del proyecto

consistió en calcular los lotes óptimos para cada línea de productos que se agruparon para un mejor tratamiento de los medicamentos: 700 artículos a 50 familias. Las líneas de productos para aquellos con características similares se definieron y se pudieron comprar a un proveedor en particular. Además, se establecieron descuentos para reducir los niveles de precios en la farmacia. En relación con el control de stock, se estableció el Plan Cíclico basado en el análisis Multicriterio ABC. Como parte del alcance del proyecto, se tomó una muestra con un nivel de confianza del 90% de la implementación del tipo de producto "A" total para aplicar durante 3 meses. En efecto, los pedidos de productos elegidos en el Plan Piloto cayeron del 80% al 12.5% de las ventas no atendidas por la falta de disponibilidad de existencias y los altos precios. Los resultados se lograron con la implementación de nuevos procedimientos de POES que involucran a los responsables de las áreas de la Clínica.

El antecedente contribuye a afirmar las mejoras en la gestión de compras, inventarios y almacén en una pequeña empresa, permitiendo obtener una mejor eficiencia con respecto al rendimiento de esta.

El aporte de la presente tesis nos servirá como referencia para el uso adecuado de la herramienta de la clasificación ABC en la investigación.

(Barca, D; Gutierrez, A, 2017) En su tesis, **“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS DEL ALMACÉN KOMATSU EN EL PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC”**. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE. esta tesis tuvo como objetivo diseñar un modelo de gestión de inventarios para disminuir los costos operativos de existencias de los repuestos almacenados en el almacén de la empresa KOMATSU en el proyecto especial CHAVIMOCHIC. En el estudio se identificó la gestión con la que el almacén trabajó realmente en el periodo 2015, sus procesos logísticos y la eficiencia de su gestión con la que se administraron los repuestos en el almacén; se realiza un pronóstico de ayuda base para un total de 369 bienes, el estudio está centrado en la propuesta de una gestión de modelo de revisión periódica de inventario, calculando la cantidad óptima de pedido (Q^*), el intervalo de revisión, el nivel máximo a pedir y una stock de seguridad (SS). También se

realiza una clasificación ABC en relación con el índice de rotación de los repuestos durante el año, herramienta importante para la logística de entrada y logística de salida. La investigación se orienta a determinar el grado de relación existente entre las dos variables usando un diseño correlacional simple. Y por último se analiza la viabilidad económica en el ahorro comparando los costos totales resultantes entre el modelo de gestión real y el modelo de gestión periódica de inventario propuesto por el autor, arrojándonos un ahorro ascendente a \$ 47,821.11 anual del inventario con respecto al periodo 2015, haciendo de la propuesta rentable y aceptable para la empresa KOMATSU.

El aporte de esta tesis nos servirá para la aplicación del sistema de revisión periódica, calcular el stock de seguridad y nivel de reposición.

(García, W, 2014) En su tesis “**PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DEL ALMACÉN DE REPUESTOS PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN SCANIA DEL PERÚ S.A**”, Facultad De Ingeniería Industrial, Universidad Privada Del Norte, Trujillo, Perú. El presente trabajo tuvo como objetivo general incrementar la rentabilidad en Scania del Perú S.A. a través de una propuesta de mejora de la gestión del almacén de repuestos, donde se evaluaron todos los factores que afectan la eficiencia del almacén y se reconoció el impacto que ocasiona en este servicio. Entre los principales factores evaluados con diagrama de Pareto por sus costos tenemos el bajo nivel de servicio (mide la disponibilidad de repuestos), la demora en el transporte y los pedidos elevados, los cual afectan directamente a las ventas externas e internas. La metodología utilizada en la presente investigación es: los pronósticos utilizando suavizado exponencial, clasificación ABC múltiple por costos y frecuencia de pedidos, implementación de un software (WMS), modelo y cantidad óptima de pedidos, además de la evaluación y selección de proveedores, lo cual permitió mantener inventarios adecuados, donde cada ítem tiene una cantidad mínima y una cantidad máxima; por lo cual cuando cada ítem llegue a su mínimo nivel de inventario automáticamente se procederá con el pedido y para calcular la cantidad óptima se toma como referencia el máximo. La selección del proveedor facilitó elegirlo de manera óptima y de acuerdo a las prioridades que necesitaba el almacén; así con esta implementación mejoraron su nivel de servicio y rentabilidad.

El aporte para nuestra investigación consistirá en aplicar el modelo ABC por frecuencia de pedidos para clasificar los productos según las familias de mayor demanda.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Gestión de inventarios

La gestión de inventarios comprende diversas actividades necesarias para mantener, custodiar y suministrar el producto requerido por los clientes, por lo que implica la coordinación de las áreas de compras, manufactura y distribución.

(Chase, R; Jacobs, R, 2014) indica que también puede ser definido como “el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles de inventario y determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deben ser los pedidos”

Respecto a lo mencionado la gestión de inventarios involucra variables como la planeación, coordinación, almacenaje, manejo, movimiento, distribución, suministros y herramientas empleados mediante la estimación de datos con el fin para satisfacer las necesidades del cliente.

2.2.2. Inventarios

Por otro lado, se debe conocer que el inventario, está basado en la existencia de productos físicos que se conservan en un lugar y momento determinado para propósitos directos o indirectos de ofrecer productos terminados, así mismo cada artículo diferente del inventario se denomina unidad de almacenamiento de existencias.

Entonces la función de los inventarios comprende el grupo de operaciones que tiene por objetivo ocuparse de los materiales que la empresa conserva y manipula dentro del flujo normal del proceso para la consecución de sus fines productivos y comerciales. (Taha, H, 2006)

2.2.3. Tipos de inventarios:

Existen diferentes formas de clasificar a los inventarios y cada una de ellas depende de la función que cumple en la organización, las tres categorías principales son:

Tipos de inventarios según su función:

- De fluctuación: “se dan cuando la demanda del artículo inventariado no se puede conocer con certeza, no es constante; su fin es que los niveles de producción no tengan que cambiar drásticamente para enfrentar las variaciones aleatorias que presenta la demanda. Los inventarios de fluctuación también son llamados de stock, de seguridad o de estabilización”.
- De anticipación: “Son los inventarios hechos con anticipación cuando conocemos de antemano la demanda del producto”.
- De tamaño de lote: “Son aquellos que se fabrican en un plan maestro de producción, generalmente es mayor a la demanda, pero se calcula según un estimado de ventas”.
- De protección o de seguridad: “Cuando la mercadería se caracteriza por fluctuar en sus precios y las empresas pueden obtener ahorros significativos comprando grandes cantidades cuando los precios están bajos”.

Tipos de inventarios según el procesamiento del bien material:

- Materias primas: “Aquellos productos que son almacenados y esperan que, mediante un proceso productivo, puedan ser convertidos a productos terminados”.
- Productos en proceso: “Son productos parcialmente que no son materias primas, pero que se encuentran en una etapa intermedia del proceso productivo.”
- Productos terminados: “Son todos aquellos productos que han sido producidos o comprados por la empresa para ser comercializados”.
- Suministros: “Son artículos necesarios para la operación de la empresa que no tienen relación con el producto que se fabrica, dentro de estos se encuentran: repuestos, accesorios, papelería y útiles.

Tipos de inventarios según la demanda en que se ven afectados:

- Inventarios con demanda independiente: “que será aleatoria en función de las condiciones del mercado y no estará relacionada directamente con la de otros artículos”.
- Inventarios de demanda dependiente: “tienen necesidad de otros artículos almacenados. Son componentes de n productos complejos cuyo consumo dependerá del número de unidades a fabricar del producto final decidido en la planificación de la producción.

2.2.4. Factores que intervienen en la gestión de inventario

2.2.4.1. Demanda:

“La demanda es la cantidad de artículos requeridos por el cliente, ya sea cliente externo e interno. Cuando se trate de un cliente externo, la demanda será venta. Por el contrario, cuando se trate de un cliente interno, la demanda será de consumo” (Cruelles, J, 2012)

De acuerdo a lo mencionado la Demanda depende de múltiples factores, entre ellos el precio, la competencia o de la situación económica de los consumidores.

2.2.4.2. Clasificación de la demanda:

La demanda puede ser clasificada en diferentes criterios. Se consideran tres de vital importancia.

Según el nivel de dependencia:

- Demanda independiente, aquella a la que no le afectan más elementos que los propios del mercado.
- Demanda Dependiente, aquella que va vinculada a la fabricación de otro producto.

Según el grado de conocimiento que se tenga la demanda, en determinística o aleatoria:

- Demanda determinística, aquella aunque el valor de la demanda varia, lo hace alrededor de una cifra constante a lo largo del tiempo
- Demanda aleatoria, cuando no se conoce con certeza la cantidad y el momento en que se van a hacer necesitados los artículos.

Según la frecuencia con que es demandado el producto a lo largo del tiempo:

- Movimiento rápido, o lento la clasificación de la demanda de movimiento rápido o lento no depende tanto del valor de la demanda, como de la frecuencia de la demanda a lo largo del tiempo.

2.2.4.3. Plazo de entrega (Lead time)

“Tiempo que transcurre desde que se emite la orden de pedido hasta que el artículo pedido se ha recibido o se ha fabricado” (Cruelles, J, 2012)

Según el autor mencionado el plazo de entrega se basa en los siguientes Lead time:

- Lead Time de Aprovisionamiento, tiempo que transcurre desde el instante en que se hace un pedido a un proveedor externo hasta que lo recibe al almacén.
- Lead Time de Producción, tiempo que transcurre desde que se inicia el proceso de producción hasta que se completa.

2.2.4.4. Nivel de Servicio:

El nivel de servicio depende de dos aspectos fundamentales: Importancia de la rotura de stock. Si una rotura de stock es muy importante porque se trata de productos valiosos, o porque no tener el producto supone un daño grave a la imagen de la empresa, el nivel de servicio se fijará en niveles altos, próximos al 100%. (Rojas, M; Guisao, E; Cano, J, 2011)

$$\text{Nivel de servicio}(\%) = \left(\frac{\text{Unidades vendidas}}{\text{Unidades demandadas}} \right) 100$$

Esto también se puede formular en sentido negativo, es decir, calcular la rotura de stock:

$$\text{Rotura}(\%) = \frac{\text{Pedidos no satisfechos}}{\text{Pedidos totales}} \times 100$$

2.2.4.5. El Lote Óptimo:

“Aquel que genera el costo mínimo. Este lote puede corresponderse a un lote de producción (pedido interno o de cliente” (Cruelles, J, 2012)

El lote óptimo está definido mediante la siguiente ecuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

D=Demanda anual

S=Costo de almacenamiento

H=Costo de mantenimiento

2.2.4.6. Stock de Seguridad

“Es una protección contra la incertidumbre de la demanda, del tiempo de entrega y suministro. Son convenientes cuando los proveedores no entregan la cantidad requerida, en la fecha y la calidad aceptable o bien cuando en la manufactura de los artículos se generan cantidades considerables de material de desperdicio o se requieren muchas notificaciones”

Está definido mediante la siguiente ecuación:

Inventario de seguridad

$$SS = z(\sigma L)$$

Donde:

R = Punto de volver a pedir en unidades

d' = Demanda diaria promedio

L = Tiempo de entrega en días (tiempo transcurrido entre que se hace y se recibe el pedido)

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica

σL = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega

(Chase, R; Jacobs, R, 2014)

El término $z\sigma L$ es el inventario de seguridad. En el caso si estas existencias son positivas, el efecto es volver a pedir más pronto. Es decir, R sin inventario de seguridad simplemente es la demanda promedio durante el tiempo de entrega. Mientras más extenso sea el inventario de seguridad, más pronto se hará el pedido. (Chase, R; Jacobs, R, 2014)

2.2.4.7. Punto de Reorden

Una vez fijada la cantidad a pedir es necesario establecer el evento que lanzará la orden. Es evidente que éste irá vinculado al nivel de stock, así como a la demanda

prevista entre el instante en que se solicita el lote y el lapso de tiempo hasta que se recibe el pedido.

Según el Departamento de organización de empresas E.F.C(2014) el punto de pedido se define como “el nivel de stock necesario para abastecer la demanda durante el Plazo de Aprovisionamiento”.

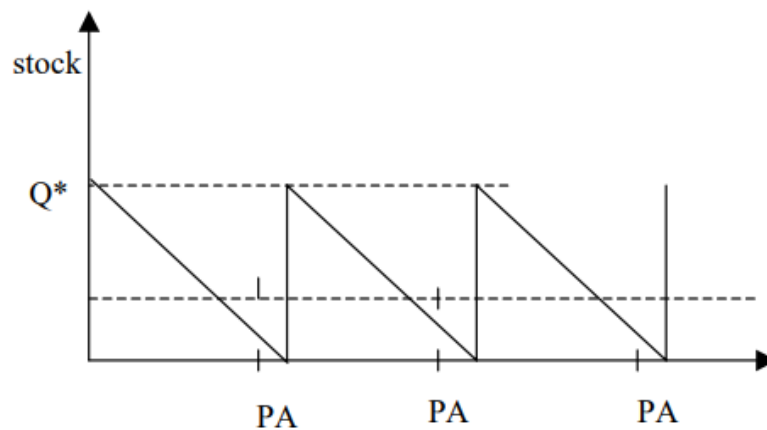


Figura 1. Punto de Pedido. Extraído de Diseños de Sistemas Productivos y logísticos, 2014

El punto de Reorden está definido mediante la siguiente ecuación:

$$R = d \times L + S_s$$

Donde:

d=demanda diaria

L=Plazo de entrega

S_s=stock de seguridad

“Es evidente que la demanda durante el plazo de aprovisionamiento es una previsión. Ésta, como tal, no se cumplirá. Si la demanda durante dicho plazo es inferior a la prevista, no ocurrirá nada especialmente grave. Sin embargo, si la demanda fuera superior a la prevista incurriríamos en una ruptura de stock”.

De acuerdo a lo descrito se puede suponer que si se fija el punto de pedido como se ha definido, se incurre a una ruptura de stock y para evitar tal efecto se puede aumentar el punto de pedido a una cierta cantidad llamada “stock de seguridad” que cubra las irregularidades.

2.2.5. Modelos de sistemas de inventarios de varios periodos

2.2.5.1. Modelos de cantidad de pedidos fija (Modelo Q)

El modelo de cantidad de pedido fija pretende determinar el punto específico R en que se hará un pedido, así como su tamaño Q . El punto de pedido R siempre es un número específico de unidades. Se hace un pedido de tamaño Q cuando el inventario disponible (en existencia o en pedido) llega al punto R . La **posición del inventario** se define como la cantidad disponible más la pedida menos los pedidos acumulados.

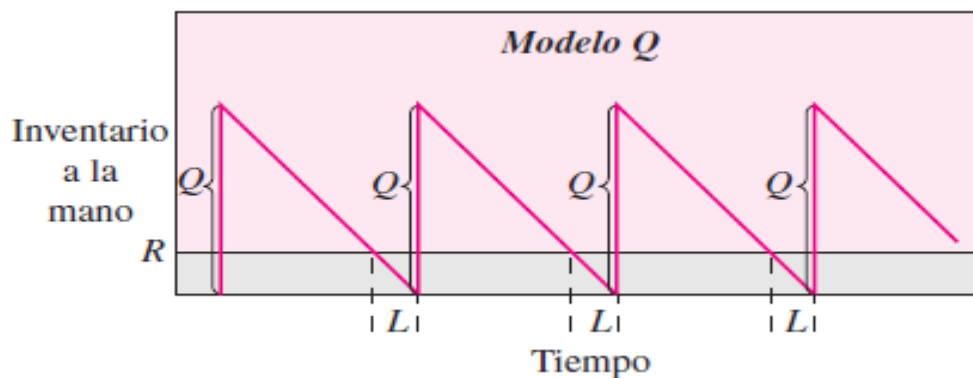


Figura 2. Modelo básico de cantidad de pedido fija. Ejemplo adaptado de Administración de Operaciones Producción y Cadena de suministros, (Chase, R; Jacobs, R; Aquilano, N, 2009).

Los análisis para obtener la cantidad de pedido óptima se basan en las siguientes características del modelo. Estas suposiciones son irreales, pero son un punto de partida y permiten usar un ejemplo sencillo.

- La demanda del producto es constante y uniforme durante todo el periodo.
- El tiempo de entrega (tiempo para recibir el pedido) es constante.
- El precio por unidad del producto es constante.
- El costo por mantener el inventario se basa en el inventario promedio.
- Los costos de pedido o preparación son constantes.
- Se van a cubrir todas las demandas del producto (no se permiten pedidos acumulados).

El “efecto sierra” relacionado con Q y R en la figura 2 muestra que cuando la posición del inventario baja al punto R , se vuelve a hacer un pedido. Este pedido se recibe al final del periodo L , que no varía en este modelo.

Al elaborar cualquier modelo de inventario, el primer paso consiste en desarrollar una relación funcional entre las variables de interés y la medida de eficacia. En este caso, como preocupa el costo, la ecuación siguiente es apropiada:

Costo anual total=costo de compra anual +costo de pedidos anual +costo de mantenimiento anual

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

donde

TC = Costo anual total

D = Demanda (anual)

C = Costo por unidad

Q = Cantidad por pedir (la cantidad óptima se conoce como *cantidad de pedido económica*,

EOQ, o $Q_{\text{ópt}}$)

S = Costo de preparación o costo de hacer un pedido

H = Costo anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad de inventario promedio (a menudo, el costo de mantenimiento se toma como porcentaje del costo de la pieza, como $H = iC$, donde i es el porcentaje del costo de manejo)

Del lado derecho de la ecuación, DC es el costo de compra anual para las unidades, $(D/Q)S$ es el costo de pedido anual (el número real de pedidos hechos, D/Q , por el costo de cada pedido, S) y $(Q/2)H$ es el costo de mantenimiento anual (el inventario promedio, $Q/2$, por el costo de mantenimiento y almacenamiento de cada unidad, H).

Mediante la ecuación del costo total se puede determinar la cantidad de pedidos $Q_{\text{ópt}}$. (Chase, R; Jacobs, R; Aquilano, N, 2009)

En la figura 2, el costo total es mínimo en el punto en el que la pendiente de la curva es cero. Mediante cálculo se toma la derivada del costo total respecto de Q y se iguala a cero. Para el modelo básico, los cálculos son:

Como este modelo sencillo supone una demanda y un tiempo de entrega

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

$$\frac{dTC}{dQ} = 0 + \left(\frac{-DS}{Q^2} \right) + \frac{H}{2} = 0$$

$$Q_{\text{ópt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

constantes, no es necesario tener inventario de seguridad, y el punto de reorden, R , simplemente es

$$R = dL$$

Donde

d = Demanda diaria promedio (constante)

L = Tiempo de entrega en días (constante)

(Chase, R; Jacobs, R, 2014)

2.2.5.2. Modelo de cantidad fija con inventario de seguridad:

Un sistema de cantidad de pedido fija vigila en forma constante el nivel del inventario y hace un pedido nuevo cuando las existencias alcanzan cierto nivel R . El peligro de tener faltantes en ese modelo ocurre solo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción.

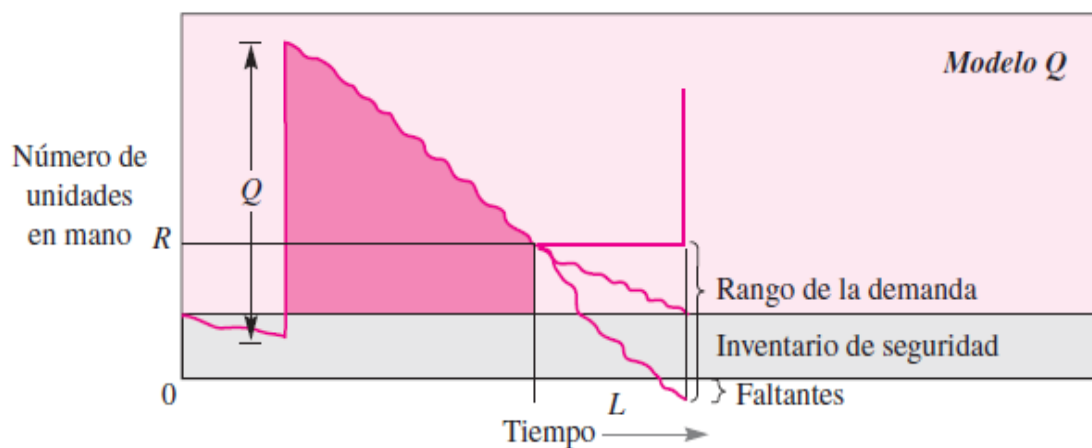


Figura 3: Modelo de cantidad fija, Ejemplo adaptado de Administración de operaciones Producción y cadena de suministros, (Chase, R; Jacobs, R, 2014)

Se hace un pedido cuando la posición del inventario baja al punto de reorden R . Durante este tiempo de entrega L es posible que haya gran variedad de demandas. Esta variedad se determina a partir de un análisis de los datos sobre la demanda pasada o de un estimado (en caso de no contar con información sobre el pasado). El inventario de seguridad depende del nivel de servicio deseado, como ya se vio. La cantidad que se va a pedir Q se calcula de manera normal considerando la demanda, costo de faltantes, costo de pedido, costo de mantenimiento, etc. Q se calcula mediante un modelo de cantidad de pedido fija, como el modelo simple $Q_{\text{ópt}}$ que ya se estudió. Entonces se establece el punto de volver a pedir para cubrir la demanda esperada durante el tiempo de entrega más el inventario de seguridad determinados por el nivel de servicio deseado. Así, la diferencia básica entre un modelo de cantidad de pedido fija en el que se conoce la demanda y otro en el que la demanda es incierta radica en el cálculo del punto de reorden. La cantidad del pedido es la misma en *ambos casos*. En los inventarios de seguridad se toma en cuenta el elemento de la incertidumbre.

El punto de reorden es:

$$R = dL + z\sigma L$$

Donde:

R = Punto de reorden en unidades

d = Demanda diaria promedio

L = Tiempo de entrega en días (tiempo transcurrido entre hacer y recibir el pedido)

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica

σL = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega

2.2.5.3. Modelos de cantidad de pedidos fijo (Modelo P)

“En un sistema de periodo fijo, el inventario se cuenta solo en algunos momentos, como cada semana o cada mes. Es recomendable contar el inventario y hacer pedidos en forma periódica en situaciones en que los proveedores hacen visitas de rutina a los clientes y levantan pedidos para toda la línea de productos o cuando los compradores quieren combinar pedidos para ahorrar en costos de transporte” (Chase, R; Jacobs, R, 2014)

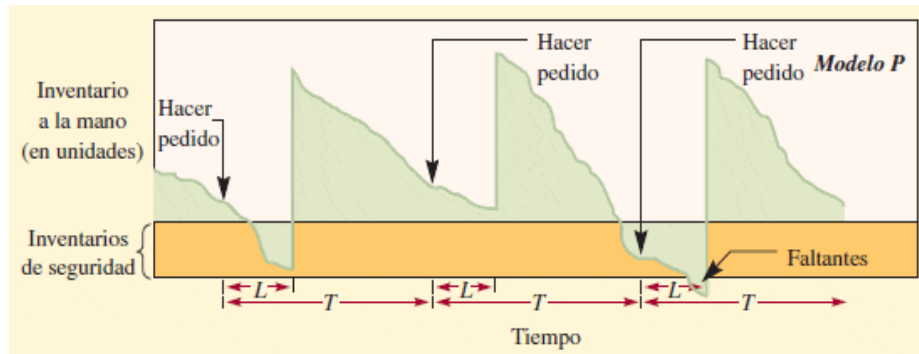


Figura 4. Modelo P. Ejemplo adaptado de Administración de operaciones Producción y cadena de suministros (Chase, R; Jacobs, R, 2014)

Los modelos de periodo fijo generan cantidades de pedidos que varían de un periodo a otro según los índices de uso. Por lo general, para esto es necesario un nivel más alto de inventario de seguridad que en el sistema de cantidad de pedido fija. El sistema de cantidad de pedido fija supone el rastreo continuo del inventario disponible y que se hará un pedido al llegar al punto correspondiente. En cambio, los modelos de periodo fijo estándar suponen que el inventario solo se cuenta en el momento específico de la revisión.

Es posible que una demanda alta provoque que el inventario llegue a cero justo después de hacer el pedido. Esta condición pasará inadvertida hasta el siguiente periodo de revisión; además, el nuevo pedido tardará en llegar. Así, es probable que el inventario se agote durante todo el periodo de revisión T y el tiempo de entrega L .

2.2.5.4. Modelo de Pedido fijo con inventario de seguridad:

En un sistema de periodo fijo, los pedidos se vuelven a hacer en el momento de la revisión (T), y el inventario de seguridad que es necesario volver a pedir es:

$$\text{Inventario de seguridad} = z\sigma_{T+L}$$

La cantidad por pedir, q , es:

$$q = \bar{d}(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Donde:

q = Cantidad por pedir

T = Número de días entre revisiones

L = Tiempo de entrega en días (tiempo entre el momento de hacer un pedido y recibirlo)

\bar{d} = Demanda diaria promedio pronosticada

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega

I = Nivel de inventario actual (incluye las piezas pedidas)

2.2.6. Stock medio en un sistema de revisión periódica:

Según (Rojas, M; Guisao, E; Cano, J, 2011), Cuando el sistema es de revisión periódica en cada ciclo de reaprovisionamiento el stock oscila entre un máximo al que llamamos a_i y un mínimo al que llamaremos b_i :

En este caso el stock medio será:

$$\text{Stock medio} = \frac{\text{Sumatoria } (a_i + b_i)t_i}{2T}$$

Donde:

a_i = Stock máximo de cada ciclo de reaprovisionamiento

b_i = Stock mínimo en cada ciclo de reaprovisionamiento

t_i = Tiempo que dura cada ciclo de reaprovisionamiento

T = Tiempo total para el que calculamos el stock medio

2.2.7. Tiempo de revisiones

(Heizer, J; Render, B, 2013) Tiempo acontecido para que el inventario pueda ser revisado.

$$p = \sqrt{2S/iCD}$$

Donde:

P = Periodo entre revisiones

D = Demanda anual

i = Tasa de interés

S = Costo de ordenar unitario

C = Precio de compra

2.2.8. Selección del Modelo de Inventario

Según (Winston, W, 2004) Para seleccionar el modelo de inventario adecuado es necesario determinar si se requiere un modelo EOQ o un modelo probabilístico.

Para facilitar esta decisión se recomienda calcular el coeficiente de variabilidad. Mediante el siguiente procedimiento:

- Calcular la estimación de la demanda promedio por periodo.
- Calcular la estimación de la varianza.
- Calcular un estimado de la variabilidad relativa o coeficiente de variabilidad, mediante:

$$VC = \frac{\text{Varianza de la demanda}}{(\text{Demanda promedio})^2}$$

Si el coeficiente de variabilidad calculado es menor a 0.20 se puede utilizar el modelo EOQ, de lo contrario si el coeficiente es mayor a 0.20 es recomendable utilizar el modelo P de inventarios.

2.2.9. Índice de gestión de inventarios

2.2.9.1. Rotación de los inventarios:

Es uno de los más importantes y que mayor trascendencia financiera tiene para la empresa. También expresa la permanencia de los materiales en el almacén y en consecuencia la renovación de estos.

Su valor no es necesariamente bueno o malo pues depende el tipo de negocio, aunque es muy importante que siempre presente un valor elevado, pues ello es indicativo de una buena marcha financiero. La rotación del inventario viene dada por la relación:

$$\text{Salida de producto} = \text{Rotación} / \text{Inventario medio}$$

Esta expresión se calcula utilizando las salidas –ventas de producto- habidas durante un periodo de tiempo, normalmente un año, y se expresa en unidades físicas. El inventario medio se calcula también durante un año y se expresa en unidades físicas.

También se utiliza la misma fórmula expresada en moneda.

$$\text{Coste de la Venta} = \text{Rotación} / \text{Inventario medio}$$

Cuando se aplica a un solo producto, es indiferente la utilización de cualquiera de ellas; pero para varios productos, como ocurre en un almacén, se debe utilizar necesariamente la expresión en moneda.

2.2.9.2. Rentabilidad

La rentabilidad de cualquier inversión, se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio} = \text{Rentabilidad} / \text{Valor de la Inversión}$$

2.2.9.3. Clasificación de inventarios

Es importante la clasificación de los artículos no solo dentro del almacén en una empresa sino también, por ejemplo: en la casa, en la oficina, entre otros lugares; así se lleva un mayor control de los productos, artículos o herramientas que son más importantes o más rotativos, de esta manera podemos saber cuándo nos falta alguno para abastecerlo. La mayoría de autores describe la clasificación ABC, como herramienta para clasificar las mercancías en el almacén.

Según (Krajewski, L, 2008) “el criterio ABC clasifica los productos según el porcentaje de inversión inmovilizada que cada uno representa sobre el total de existencias y se divide en grupo A, grupo B y grupo C.”

La clasificación ABC también es conocida como Análisis de Pareto que se basa en la Ley 80/ 20, el 80% del volumen de ventas está generada por el 20% de los productos es decir que cuando nos referimos a las mercancías almacenadas, el 80% de la inversión en stocks está concentrada en el 20% de los productos (Escudero, M;, 2005)

La zona "A" de la clasificación corresponde estrictamente al 80% de la valorización del inventario, y el 20% restante debe dividirse entre las zonas "B" y "C", tomando porcentajes muy cercanos al 15% y el 5% del valor del stock para cada zona respectivamente.

Los pasos para clasificar los productos según (Krajewski, L, 2008) de acuerdo a este sistema son:

1. Ordenar los productos de mayor a menor valor total. (Multiplicar el número de unidades. x precio de compra o venta).
2. Calcular el porcentaje de cada producto representado sobre el total de unidades. Y total del valor del inventario.

3. Hallar el porcentaje acumulado sobre las unidades y la inversión

4. Establecer la clasificación en los tres grupos:

A (80% - 90% del valor)

B (10% - 15% del valor)

C (10% - 5% del valor).

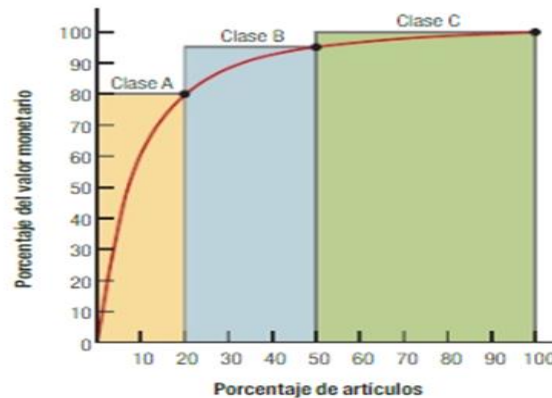


Figura 5. Gráfico ABC. Ejemplo adaptado de Administración de operaciones, (Krajewski, L, 2008)

2.2.10. Pronósticos

Los pronósticos son un elemento fundamental para iniciar los procesos de la cadena logística que velan por asegurar la disponibilidad de materiales dentro de la empresa, actividad directamente ligada a la gestión de los inventarios. Los pronósticos sirven tanto para la planeación a corto y mediano plazo, como a largo plazo. Los pronósticos buscan entonces entender la demanda futura de los clientes, con lo cual la empresa pueda adelantarse a sus exigencias. Sin embargo, esto supone que se debe encontrar la cantidad de materiales que los clientes van a ordenar en periodos posteriores, lo cual supone prever el futuro, lo cual está muy lejos de ser un proceso exacto.

Esto nos lleva al uno de los principios fundamentales de la elaboración de pronósticos, el cual es que el futuro es un reflejo del pasado. Esto es, para intentar predecir la demanda de los clientes se analiza cómo ha sido el pasado de las órdenes, y después de entender su comportamiento se realiza la suposición de que

el comportamiento se mantendrá a través del tiempo, por lo cual es posible obtener una idea de cómo será su demanda en el futuro.

Cuando la demanda es regular es posible obtener pronósticos con errores adecuados dado el reconocimiento del patrón que los datos siguen.

El objetivo de conocer y utilizar la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de demanda, para poder usar con eficiencia el proceso productivo y entregar los productos a tiempo (Richard B. Chase, 2014). Se considera dos tipos de demanda:

- **Demanda dependiente:** es la demanda de un producto o servicio provocada por la demanda de otros productos o servicios.
- **Demanda independiente:** porque no se deriva directamente de la demanda de otros productos. En cuanto a la demanda independiente.

La empresa puede:

- Adoptar un papel activo para influir en la demanda.
- Adoptar un papel pasivo y tan solo responder a la demanda.

Tabla 1. Métodos para seleccionar un pronóstico de demanda

METODO DE PRONOSTICO	CANTIDAD DE DATOS HISTORICOS	PATRÓN DE LOS DATOS	HORIZONTE DE PRONÓSTICO
Regresión Lineal	De 10 a 20 observaciones para la temporalidad, al menos cinco observaciones por temporada.	Estacionarios, tendencias y temporales.	Corto a mediano plazo
Promedio móvil simple	6 a 12 meses; a menudo se utilizan datos semanales.	Los datos deben de ser estacionales, es decir, sin	Corto plazo

tendencia ni
estacionalidad.

Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones.	Los datos deben de ser estacionarios.	Corto plazo
--	--	---	-------------

Nota: Extraído de Richard B. Chase, 2014

2.2.10.1. Pronóstico de regresión lineal

Según (Richard B. Chase, 2014), la regresión lineal es un método de pronóstico basado en la ecuación de la recta, que tiene la forma de $Y = a + bx$, donde Y es el valor de la variable dependiente que se despeja, a es la secante en Y , b es la pendiente y X es la variable independiente Este modelo de pronóstico es útil para proyectar datos históricos que tienen una marcada tendencia.

Sus fórmulas son las siguientes:

$$y = a + bx$$

$$b = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{N}$$

2.2.10.2. Promedio móvil simple

Para (Richard B. Chase, 2014). Cuando la demanda de un producto no aumenta o disminuye con rapidez, y si no tiene características estacionales, un promedio móvil será útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico. Aunque los promedios de movimientos normalmente son centrados, es más conveniente utilizar datos anteriores para predecir el período siguiente de una manera directa.

Mientras el período de promedio móvil sea más largo, más se suavizarán (uniformarán) los elementos aleatorios, Pero si existe una tendencia en los datos

(ya sea a la alta o a la baja), el promedio móvil tiene la característica adversa de retrasar la tendencia. Por tanto, aunque un periodo más corto produce más oscilación, existe un seguimiento cercano de la tendencia. Por el contrario, un periodo más largo da una respuesta más uniforme, pero retrasa la tendencia

La fórmula de un promedio móvil simple es:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

Dónde:

F_t = Pronóstico para el siguiente periodo

n = Número de periodos por promediar

A_{t-1} = Suceso real en el periodo pasado

A_{t-2}, A_{t-3} y A_{t-n} = Sucesos reales hace dos periodos, hace tres periodos y así sucesivamente, Hasta hace n periodos

Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple

2.2.10.3. Promedio ponderado

Según (Aquilano, 2009) El promedio móvil ponderado permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando la suma de todas las ponderaciones sea igual a uno.

La fórmula para un promedio móvil ponderado es:

$$F_t = w_1A_{t-1} + w_2A_{t-2} + \dots + w_nA_{t-n}$$

Dónde:

w_1 = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t - 1$

w_2 = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t - 2$

w_n = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t - n$

n = Número total de periodos en el pronóstico

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

2.2.10.4. Suavización exponencial

Para (Aquilano, 2009) la suavización exponencial es la técnica de pronóstico más común. Es parte integral de casi todos los programas de pronóstico por computadora, y se usa con mucha frecuencia al ordenar el inventario en empresas minoristas, compañías mayoristas y agencias de servicios.

Las técnicas de suavización exponencial se generalizaron por seis razones principales:

- Los modelos exponenciales son bastante precisos.
- Es más sencillo formular un modelo exponencial.
- El usuario entiende cómo funciona el modelo.
- Se requieren muy pocos cálculos para utilizar el modelo.
- Los requerimientos de almacenamiento en computadora son bajos en virtud del uso limitado de datos históricos.
- Es fácil calcular las pruebas de precisión relacionadas con el desempeño del modelo.

Con el método de suavización exponencial solo es necesario tres datos para poder pronosticar el futuro:

- El pronóstico más reciente.
- La demanda real que ocurrió durante el período de pronóstico.
- La constante de suavización alfa (α), la cual permite conocer el nivel de uniformidad y la velocidad de reacción ante las diferencias entre los pronósticos y hechos reales. El valor de una constante se determina por la naturaleza del producto y por la idea del gerente de lo que se refiere a un buen índice de respuesta.

$$F_t = F_{t-1} + (\alpha(A_{t-1} - F_{t-1}))$$

Donde:

F_t = Pronóstico suavizado exponencial para el periodo t

F_{t-1} = Pronóstico suavizado exp. para el periodo anterior

A_{t-1} = Demanda real en el periodo anterior

α = Índice de respuesta deseado, o constante de suavizac.

La suavización exponencial simple tiene la desventaja de retrasar los cambios en la demanda.

2.2.11. Desabastecimiento

Según (Maldonado, 2008; OMS, 2016), “El desabastecimiento es la escasez convertida en problema político, cuando son afectados bienes esenciales para la población, o para la actividad continua de las empresas”

2.2.11.1. Indicadores de desabastecimiento

Presenta cuatro indicadores para la vigilancia y evaluación de la gestión de adquisiciones y suministros en el plano nacional. Los indicadores son los siguientes:

a. Indicador de Consumo:

Este indicador permite determinar si se sobreestimaron las cantidades (obtenidas por adquisición o donación), en relación con las necesidades reales. La sobreestimación lleva al exceso de existencias, con alto riesgo de caducidad de los productos, como se observó en algunos países (OMS, 2016)

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Co = \frac{\text{Cantidad de cada producto utilizada en un periodo definido}}{(\text{cantidad total disponible}) - (\text{reserva de estabilización}) \text{ en el mismo periodo}} \times 100$$

El análisis de este indicador requiere:

- Cantidad adquirida de cada producto en un periodo determinado;
- Cantidad donada de cada producto en el mismo periodo;
- Saldo inicial de cada producto al comienzo del periodo establecido;
- Necesidades en función de la reserva de estabilización de cada producto en el periodo definido, y
- cantidad utilizada de cada producto en el mismo periodo, de acuerdo con los informes de los establecimientos sanitarios.

b. Indicador de Disponibilidad:

Este indicador mide la eficacia del sistema de gestión de adquisición y los suministros en función de la disponibilidad de medicamentos. (OMS, 2016)

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$D = \frac{\text{Cantidad de medicamentos disponibles}}{\text{Cantidad total prevista de medicamentos disponibles}} \times 100$$

c. Indicador mínimo de existencias y control de existencias:

Este indicador mide el uso eficaz del control de existencias en la adopción de decisiones. Es aplicable en todos los niveles del sistema de distribución (establecimientos de salud, depósitos regionales y depósitos centrales de suministros médicos. (OMS, 2016; EsSalud, Essalud, 2018)

Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$NCE = \frac{\text{Total de consumo en un periodo definido}}{\text{Total de meses en el mismo periodo}}$$

El análisis de este indicador requiere:

- Cantidad total recibida,
- Cantidad consumida de cada producto,
- Cantidad disponible de cada producto,
- Nivel mínimo de existencias de cada producto,
- Reserva de estabilización requerida de un medicamento en cada establecimiento sanitario,
- Datos sobre el promedio de consumo mensual de cada producto.

2.2.12. Costos de Inventario

En general los costos de inventario totales están conformados por los costos de adquisición y el costo de manejo de inventario.

2.2.12.1. Costos de Ordenar

(Chase, R; Jacobs, R; Aquilano, N, 2009). Se denomina también costos de pedir, incluyen los costos asociados con colocar o recibir un pedido u orden de compra sin importar el tamaño del pedido dentro de los cuales tenemos: el tiempo del comprador para formular el pedido, preparar las especificaciones, registrar el pedido, hacer el seguimiento del mismo, procesar las facturas,

preparar el pago y recepción además de costos de transporte y otros costos relacionados con hacer el pedido.

2.2.12.2. Costos de mantener inventario

Son los costos que resultan de guardar o tener artículos en inventario durante un periodo de tiempo y son bastante proporcionales a la cantidad promedio de artículos disponibles además incluyen los costos del capital invertido, los costos de deterioro, obsolescencia, robos, seguros e impuestos, espacio y requerimientos para mantener los registros. (Balou, 2004).

La fórmula básica para los costos totales de inventario es la siguiente:

$$CT = \frac{D}{Q}S + \frac{HQ}{2}$$

Donde:

D: Demanda anual (Unid. /año)

S: Costo de pedir (Soles/Pedido)

H: Costo Anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad de inventario promedio (Soles/Unid. Al año)

Q: Tamaño del pedido para reaprovisionar el inventario (Unidades)

CT: Costo total de inventario (Soles/Año)

2.3. Marco conceptual

- Solicitud de atención: Solicitud por la cual el asegurado puede emitir un reclamo, pedido de intervención, requerimiento, consulta o sugerencia de los servicios prestados por EsSalud. (EsSalud, Gestión de solicitudes de atención de asegurados, 2017)
- Reclamo: Insatisfacción que se encuentra registrada en el libro de reclamaciones. (EsSalud, Gestión de solicitudes de atención de asegurados, 2017)
- Motivo de insatisfacción: Las insatisfacciones son tipificadas según la casuística a la que corresponde el hecho. Actualmente se puede clasificar en 24 motivos. (EsSalud, Gestión de solicitudes de atención de asegurados, 2017).

- Índice de insatisfacción: Número de insatisfacciones registradas por cada 10,000 atenciones en prestaciones. (EsSalud, Gestión de solicitudes de atención de asegurados, 2017).
- Inventario: Existencias de una pieza o recurso utilizado para apoyar la producción (materias primas y artículos en proceso de trabajo), actividades de apoyo (mantenimiento, reparación y suministros operativos), y servicio al cliente (productos terminados y repuestos). (Chase R., Jacobs F. (2013) Administración de operaciones producción y cadena de suministros: Mc Graw Hill)
- Sistema de Stock Perpetuo: Sistema que mantiene un registro, continuo y diario de los movimientos de los inventarios y del costo del artículo vendido costeados, ya sea por identificación específica, PEPS, UEPS o promedio ponderado. (Jiménez F., Espinoza C. (2007) Costos Industriales: Tecnológica de Costa Rica)
- Desabastecimiento: Es la ruptura de stock, cuando no hay existencias de un producto. (Escudero M. (2014) Logística de Almacenamiento: Paraninfo)
- Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas (DIGEMID): Es una institución técnico normativa, órgano de línea del Ministerio de Salud que tiene como objetivo fundamental, lograr que la población tenga acceso a medicamentos seguros, eficaces y de calidad y que estos sean usados racionalmente. (Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas (2016) ¿Qué es la DIGEMID? Lima. Recuperado de <http://www.digemid.minsa.gob.pe/Main.asp?Seccion=39>)
- Informe de Consumo Integrado (Ici): Registro mensual de la información generada por el SISMED en los establecimientos de salud, almacén o subalmacén especializado. (Ministerio de Salud DIGEMID. Directiva del Sistema Integrado de Suministro de Medicamentos e Insumos Médico-Quirúrgicos: SISMED)

2.4. Hipótesis

Un sistema de inventarios logrará reducir el desabastecimiento de fármacos oncológicos en el Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta – ESSALUD.

2.5. Variables e Indicadores

2.5.1. Variable Independiente: Sistema de Inventarios

1. Clasificación de Inventarios (Análisis ABC):

A=20%

B=30%

C=50%

2. Pronóstico:

Modelo de regresión lineal

$$Y = a + bx$$

3. Coeficiente de variabilidad (Para determinar el modelo de inventario adecuado)

$$VC = \frac{\text{Varianza de la demanda}}{(\text{Demanda promedio})^2}$$

Si el coeficiente de variabilidad calculado es menor a 0.20 se puede utilizar el modelo EOQ, de lo contrario si el coeficiente es mayor a 0.20 es recomendable utilizar el modelo P de inventarios. (Chase, R; Jacobs, R, 2014)

4. Cantidad económica de pedido:

4.1 Sistema P (Revisión Periódica)

4.1.1. La cantidad por pedir, “ q ”, es:

$$q = d(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Donde:

q = Cantidad por pedir

T = Número de días entre revisiones

L = Tiempo de entrega en días (tiempo entre el momento de hacer un pedido y recibirlo)

d = Demanda diaria promedio pronosticada

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega

I = Nivel de inventario actual (incluye las piezas pedidas)

4.1.2. Stock medio:

$$\text{Stock medio} = \frac{\text{Sumatoria } (a_i + b_i)t_i}{2T}$$

Donde:

a_i = Stock máximo de cada ciclo de reaprovisionamiento

b_i = Stock mínimo en cada ciclo de reaprovisionamiento

t_i = Tiempo que dura cada ciclo de reaprovisionamiento

T = Tiempo total para el que calculamos el stock medio

4.1.3. Periodo de revisiones

$$p = \sqrt{2S/iCD}$$

4.1.4. Inventario de seguridad

$$S_s = z\sigma_{T+L}$$

4.2 Sistema EOQ (Revisión Continua con demanda variable)

4.2.1. La cantidad económica de pedido es:

$$Q_{\text{ópt}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

4.2.2. Inventario de seguridad

$$SS = z(\sigma L)$$

4.2.3. Punto de reorden

$$R = dL + z\sigma L$$

(Chase, R; Jacobs, R, 2014)

2.5.2. Variable Dependiente: Desabastecimiento

a. Indicador de Consumo:

$$Co = \frac{\text{Cantidad de cada producto utilizada en un periodo definido}}{(\text{cantidad total disponible}) - (\text{reserva de estabilización}) \text{ en el mismo periodo}} \times 100$$

b. Indicador de Disponibilidad:

$$D = \frac{\text{Cantidad de medicamentos disponibles}}{\text{Cantidad total prevista de medicamentos disponibles}} \times 100$$

c. Indicador mínimo de existencias y control de existencias:

$$Nc_e = \frac{\text{Total de consumo en un periodo definido}}{\text{Total de meses en el mismo periodo}}$$

(Richard B. Chase, 2014)

2.5.3. Operacionalización de Variables

Tabla 2: Operacionalización de Variables.

Variables	Dimensión	Indicador
INDEPENDIENTE	Clasificación de Inventario	Análisis ABC A=20%; B=30% y C=50%
Sistema de inventarios	Pronostico	Modelo de Regresión Lineal $Y = a + bx$
	Coeficiente de Variabilidad	$VC = \frac{\text{Varianza de la demanda}}{(\text{Demanda promedio})^2}$
	Cantidad económica de pedido	Sistema P (Revisión Periódica) $q = d(T + L) + z\sigma T + L - I$
		Sistema EOQ (Revisión Continua) $Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$
	Stock Medio	$Stock\ medio = \frac{\text{Sumatoria } (a_i + b_i)t_i}{2T}$
	Periodo de Revisiones	$p = \sqrt{2S/iCD}$
	Inventario de Seguridad	$S_s = z\sigma T + L$
DEPENDIENTE		
Desabastecimiento	Indicador de Consumo	$Co = \frac{\text{Cantidad de cada producto utilizada en un periodo definido}}{(\text{cantidad total disponible}) - (\text{reserva de estabilización en el mismo periodo})} \times 100$
	Indicador de Disponibilidad	$D = \frac{\text{Cantidad de medicamentos disponibles}}{\text{Cantidad total prevista de medicamentos disponibles}} \times 100$
	Indicador mínimo de existencias y control de existencias	$N_{Ce} = \frac{\text{Total de consumo en un periodo definido}}{\text{Total de meses en el mismo periodo}}$

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según su finalidad el tipo de investigación es aplicada porque se hará uso de los conocimientos teóricos de Gestión de stock para reducir el desabastecimiento de fármacos oncológicos en el Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta – ESSALUD.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo ya que considera a un fenómeno y sus componentes, mide conceptos y define variables.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población:

Conformado por 576 farmacos divididos en 12 grupos terapéuticos que conforman el stock total de fármacos de la Farmacia del Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta – EsSalud.

3.2.2. Muestra:

Se consideró el muestreo no probabilístico por juicio y se seleccionó el grupo terapéutico antineoplásicos e inmunosupresores de fármacos oncológicos (80) de la Farmacia del Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta – EsSalud. Por estar calificados como fármacos vitales, según el Método VEN (Vitales, Esenciales y No Esenciales), de acuerdo a la clasificación de la OMS. (OMS, 1989). Por otro lado, mediante el método de la clasificación ABC para efectos de la presente investigación se han considerado los fármacos oncológicos que presentan mayor costo (Clase A).

3.3. Técnicas e instrumentos de investigación

A continuación, se presentan las técnicas e instrumentos de investigación que se utilizaron en la presente investigación

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

SUBVARIABLE	TÉCNICA/ HERRAMIENTA	INSTRUMENTO	INFORMANTES O FUENTES
Demanda	Análisis Documental	Hoja de Registro	Informe de Consumo Integrado
Registro de Inventarios	Análisis Documental	Hoja de Registro	Inventario de Farmacia / Informe de Consumo Integrado
Desabastecimiento	Entrevista Análisis Documental	Guía de Entrevista Hoja de Registro	Jefe de Farmacia Inventario de Insumos Entregados por la Red.

Nota: Metodología Integral Innovadora para planes y tesis (Alejandro Caballero), Editorial CENGAGE LEARNING, Año (2013), Pág. 263

3.4. Diseño de investigación

Según su diseño, la investigación del presente proyecto pertenece a un diseño no experimental transversal descriptivo, ya que el investigador solo se sustrae a contemplar fenómenos en su estado natural para luego analizarlos, sin manipular directamente las variables, luego de aplicar la gestión de stock; transversal ya que se da la recolección de datos con el propósito de describir las variables y analizarlas en un mismo tiempo solo una vez, sin necesidad de volver a recolectar datos.

X_1 = Sistema de inventarios actual

X_2 = Sistema de inventario propuesto (Aplicación del modelo de inventario)

D_1 = Desabastecimiento de medicamentos (sin la propuesta)

D_2 = Desabastecimiento de medicamentos (con la propuesta)

$$D_2 < D_1$$

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Tabla 4. Herramientas de análisis de datos

Análisis de Pareto (ABC)	Para identificar los fármacos de mayor demanda
Distribución de frecuencias y representaciones gráficas	Para realizar el comparativo de los 3 tipos de pronósticos a utilizar y comparar los costos de inventarios.
M.S. Excel	Para determinar los indicadores de las variables independiente y dependiente

Nota: Herramientas de análisis seleccionadas por el autor.

4. RESULTADOS

4.1. CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS PARA DETERMINAR LOS FÁRMACOS DE MAYOR DEMANDA

Para el cumplimiento del presente objetivo se realizó un inventario de todos los fármacos oncológicos del Hospital de Alta Complejidad Virgen de La Puerta y luego se utilizó el método de Clasificación ABC para seleccionar los insumos de la Clase A, priorizando los fármacos de mayor demanda. Para ello se analizó la demanda durante el año 2018 de los fármacos oncológicos del grupo terapéutico antineoplásicos e inmunosupresores, por considerarse críticos en este tipo de especialidades médicas. (Ver Anexo 1).

A continuación, se muestra en la Tabla 5 los fármacos oncológicos clasificados de acuerdo al análisis ABC.

Tabla 5. Clasificación ABC

Nº	Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	Unidad de medida	Consumo 2018	Costo Unitario (S)	Monto Total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clase
1	010350104	Trastuzumab	440mg(Con diluyente)	AM	558	5200.35	2901795.3	32.26%	32.26%	A
2	010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	760	2447	1859720	20.67%	52.93%	
3	010350135	Lenalidomida	5 mg	TB	3580	158	565640	6.29%	59.22%	
4	010350065	ACIDO MICOFENOLICO (Micofenolato Mofetilo)	250 mg	TB	112184	3.85	431908.4	4.80%	64.02%	
5	010350045	HIDROXICARBAMIDA	500 mg	TB	40880	7.5	306600	3.41%	67.43%	
6	010350018	CIPROTERONA	50 mg	TB	104256	2.5	260640	2.90%	70.33%	
7	010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	376	528	198528	2.21%	72.54%	
8	010350145	IMATINIB (como mesilato)	400mg	TB	17664	10.8	190771.2	2.12%	74.66%	
9	010350124	Dasatinib	50 mg	TB	1090	128.33	139879.7	1.56%	76.21%	
10	010350091	CAPECITABINA	500 mg	TB	42552	2.98	126804.96	1.41%	77.62%	
11	010350147	DIETILESTILBESTROL	1mg	TB	23699	5	118495	1.32%	78.94%	
12	010350141	ACIDO MICOFENOLICO (Micofenolato Mofetilo)	500mg	TB	58250	2	116500	1.30%	80.23%	
13	010350154	Cetuximab	5 mg/mL x 20 mL	AM	123	1008	123984	1.38%	81.61%	B
14	010350146	TRETINOINA ó ACIDO TRANSRETINOICO	10mg	TB	3340	32	106880	1.19%	82.80%	
15	010350002	ASPARAGINASA	10 000 UI	AM	773	135	104355	1.16%	83.96%	
16	010350011	CICLOFOSFAMIDA	50 mg	TB	14308	7	100156	1.11%	85.07%	
17	010350003	AZATIOPRINA	50 mg	TB	85386	1	85386	0.95%	86.02%	
18	010350148	Lenalidomida	25 mg	CP	231	308	71148	0.79%	86.81%	
19	010350090	BICALUTAMIDA	50 mg	TB	74858	0.92	68869.36	0.77%	87.58%	
20	010350125	Dasatinib	70 mg	TAB	540	120	64800	0.72%	88.30%	
21	010350120	TROLAMINA	Emulsión x 0.670g.(Contenido neto 93a)	TU	812	79.65	64675.8	0.72%	89.02%	
22	010350092	Mesalazina	500 mg	TB	25540	2.35	60019	0.67%	89.69%	
23	010350026	DAUNORUBICINA (como clorhidrato)	20 mg	AM	502	108	54216	0.60%	90.29%	
24	010350057	MERCAPTOPURINA	50 mg	TB	6525	7.9	51547.5	0.57%	90.86%	
25	010350043	FOLINATO CALCICO ó Leucovorina de Calcio	50 mg	AM	5686	8.75	49752.5	0.55%	91.41%	
26	010350017	CICLOSPORINA	50 mg (Modificada-Microemulsión)	CP	32332	1.43	46234.76	0.51%	91.93%	
27	010350027	DEXRAZOXANO (como clorhidrato)	500 mg	AM	89	450	40050	0.45%	92.37%	
28	010350098	PACLITAXEL	300 mg	AM	770	45.5	35035	0.39%	92.76%	
29	010350114	Pemetrexed	Polvo liofilizado para Solución Inyectable 500 mg	AM	179	195	34905	0.39%	93.15%	
30	010350031	DOXORUBICINA (Clorhidrato)	50 mg	AM	1139	30	34170	0.38%	93.53%	
31	010350058	MESNA	100mg/mL x 4mL	AM	2126	16	34016	0.38%	93.91%	
32	010350039	FLUOROURACILO	50 mg / mL x 10 mL	AM	3074	11	33814	0.38%	94.29%	
33	010350059	METOTREXATO (como sal sódica)	2,5 mg	TB	159654	0.21	33527.34	0.37%	94.66%	
34	010350009	CICLOFOSFAMIDA	1 g	AM	830	38	31540	0.35%	95.01%	
35	010350007	CARBOPLATINO	450 mg	AM	469	67	31423	0.35%	95.36%	
36	010350073	TAMOXIFENO (como citrato)	20 mg	TB	38677	0.81	31328.37	0.35%	95.71%	

37	010350044	GEMCITABINA (como clorhidrato)	1 g	AM	771	39	30069	0.33%	96.04%	
38	010350067	OXALIPLATINO	100 mg	AM	655	40	26200	0.29%	96.33%	
39	010350142	BICALUTAMIDA	150 mg	TB	3724	6.5	24206	0.27%	96.60%	
40	010350001	ANASTROZOL	1 mg	TB	95605	0.248	23710.04	0.26%	96.86%	
41	010350140	TEMOZOLAMIDA	250 mg	CP	255	85	21675	0.24%	97.11%	
42	010350053	Irinotecan	100 mg/5 ml x 5mL. Solución Inyectable	AM	161	130	20930	0.23%	97.34%	
43	010350100	EXEMESTANO	25MG	TB	4259	4.2	17887.8	0.20%	97.54%	
44	010350022	CITARABINA	500 mg	AM	1631	10.76	17549.56	0.20%	97.73%	
45	010350061	METOTREXATO (como sal sódica)	25 mg /mL x 20 mL	AM	491	34	16694	0.19%	97.92%	
46	010350130	DOXORUBICINA Liposomal	20mg/ 10 mL	AM	53	275	14575	0.16%	98.08%	
47	010350015	CICLOSPORINA	100 mg / mL x 50mL.Solución Oral Modificada (Microemulsión)	FR	76	180.24	13698.24	0.15%	98.23%	
48	010350078	VINCISTINA SULFATO	1 mg	AMP	1306	10.4	13582.4	0.15%	98.38%	
49	010350041	FLUTAMIDA	250 mg	TB	11101	1.1	12211.1	0.14%	98.52%	
50	010350034	ETOPOSIDO	20 mg/mL x 5 mL	AM	747	15.1	11279.7	0.13%	98.64%	
51	010350139	TEMOZOLAMIDA	100 mg	CP	186	57.85	10760.1	0.12%	98.76%	
52	010350105	ACIDO ZOLEDRONICO	4 mg	AM	714	14.6	10424.4	0.12%	98.88%	
53	010350029	DOCETAXEL	80 mg	AM	250	40	10000	0.11%	98.99%	
54	010350020	CISPLATINO	50 mg	AM	657	14	9198	0.10%	99.09%	
55	010350047	IFOSFAMIDA	1 g	AM	691	11.48	7932.68	0.09%	99.18%	
56	010350042	FOLINATO CALCICO ó Leucovorina de Calcio	15 mg	TB	1082	7.2	7790.4	0.09%	99.27%	
57	010350028	DOCETAXEL	20 mg	AM	191	27	5157	0.06%	99.33%	
58	010350004	BLEOMICINA (Como Sulfato)	15 mg (15 UI)	AMP	96	50	4800	0.05%	99.38%	
59	010350024	DACARBAZINA	200 mg	AM	289	15.33	4430.37	0.05%	99.43%	
60	010350081	VINORELBINA (como tartrato o ditartrato)	10 mg / mL x 5 mL	AM	24	178	4272	0.05%	99.48%	
61	010350144	GEMCITABINA (como clorhidrato)	200mg	FR	206	20	4120	0.05%	99.52%	
62	010350019	CISPLATINO	10 mg	AM	167	24.95	4166.65	0.05%	99.57%	
63	010350062	MITOMICINA	2 mg	AM	48	78	3744	0.04%	99.61%	
64	010350036	FLUDARABINA FOSFATO	50 mg	AM	24	150	3600	0.04%	99.65%	
65	010350064	MITOXANTRONA (como clorhidrato)	20 mg	AM	49	70	3430	0.04%	99.69%	
66	010350010	CICLOFOSFAMIDA	200 mg	AM	178	21	3738	0.04%	99.73%	
67	010350089	METOTREXATO	50 mg (sin preservantes)	AM	202	15.8	3191.6	0.04%	99.76%	
68	010350076	TIOGUANINA	40 mg	TB	177	18	3186	0.04%	99.80%	
69	010350069	PACLITAXEL	100 mg	AM	170	18.5	3145	0.03%	99.83%	
70	010350077	VINBLASTINA SULFATO	1 mg / mL x 10 mL	AM	60	51	3060	0.03%	99.87%	
71	010350097	IMATINIB (como mesilato)	100mg	TB	900	2.99	2691	0.03%	99.90%	
72	010350068	OXALIPLATINO	50 mg	AM	164	16	2624	0.03%	99.93%	
73	010350087	CITARABINA	100 mg (sin preservantes)	AM	196	12	2352	0.03%	99.95%	
74	010350006	CARBOPLATINO	150 mg	AM	85	24	2040	0.02%	99.98%	
75	010350033	EPIRUBICINA CLORHIDRATO	50 mg	AM	16	55.5	888	0.01%	99.99%	
76	010350030	DOXORUBICINA (Clorhidrato)	10 mg	AM	35	11	385	0.004%	99.99%	
77	010350037	FLUOROURACILO	50 mg / mL x 5 mL	AM	48	5.6	268.8	0.003%	99.99%	
78	010350016	CICLOSPORINA	25 mg (Modificada-Microemulsión)	CP	425	0.7	297.5	0.003%	99.997%	
79	010350160	Mitomicina	20 mg	AM	3	65	195	0.002%	99.999%	
80	010350025	DACTINOMICINA	500 µg	AM	3	30.99	92.97	0.001%	100.000%	
TOTAL							8995364	100.00%		

C

Nota: AM: Ampolla; TB: Tableta; FR: Frasco; CP: .La fuente de datos corresponde al área de Farmacia del Hospital de Alta Complejidad Virgen de la Puerta.

En esta tabla observamos que son 12 fármacos los pertenecientes a la *Clase "A"*, los cuales representan un **80,23%** del total de la demanda valorizada anual de los 80 fármacos que posee el Hospital. A continuación se muestra el resumen de la clasificación ABC:

Tabla 6. Resumen de la Clasificación ABC de inventarios

Tipo	Nº de Referencias	%	Costo Total	%
A	12	15%	7217283	80%
B	24	30%	1391833	15%
C	44	55%	386248	4%
Totales	80	100%	8995364	100%

Nota: El número de referencias se obtiene de tomar la demanda valorizada, cuyo porcentaje se aproxime a lo establecido por Pareto. La fuente de datos corresponde a la Tabla 5.

4.2. Pronóstico de la demanda de los fármacos oncológicos seleccionados

Se determinó el modelo de pronóstico más adecuado tomando como referencia la demanda histórica de los fármacos seleccionados en la clase “A”, de los últimos 3 años (2016-2018). Para tal efecto se utilizó 5 modelos de pronósticos: regresión lineal, promedio móvil, promedio móvil ponderado, suavización exponencial y suavización exponencial con tendencia. Finalmente se seleccionó el modelo con menor error (Regresión Lineal), de acuerdo con los siguientes indicadores: desviación media absoluta (DAM), error cuadrático medio (ECM) y el error porcentual absoluto medio (MAPE), para pronosticar la demanda del 2019.

A continuación, se muestra el resumen de los errores de pronósticos con sus respectivos indicadores de error:

Tabla 7 Resumen de los errores de pronósticos – Traztuzumab 440 mg. (con diluyente)

METODOS DE PRONOSTICOS	DMA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	13	280	28.96%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	12	275	28.01%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	10	214	23.02%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	67	8,452	140%
REGRESION LINEAL	7	61	1.34%

Nota: Los indicadores de error (DMA; MSE, MAPE), han sido determinados por el autor.

Tabla 8. Resumen de los errores de pronósticos – Rituzimab 10mg/ml x 50

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	21	671	39.08%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	21	633	38.25%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	17	493	31.63%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	116	24,060	207%
REGRESION LINEAL	12	174	1.69%

Tabla 9. Resumen de los errores de pronósticos – Lenalidomida 5mg.

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	180	102,884	86.75%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	153	91,827	75.39%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	357	196,793	248.04%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	1,064	1,811,290	661%
REGRESION LINEAL	7	53	0.19%

Tabla 10. Resumen de los errores de pronósticos – Ácido Micofenólico 250 mg.

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	4,134	31,694,194	93.94%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	4,375	31,936,172	92.57%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	4,032	28,404,927	116.03%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	19,955	689,576,674	366%
REGRESION LINEAL	2,772	8,643,096	2.67%

Tabla 11 Resumen de los errores de pronósticos – Hidroxicarbamida 500 mg

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	982	1,602,635	31.03%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	970	1,572,761	30.09%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	1,004	1,766,260	27.20%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	5,478	55,043,341	167%
REGRESION LINEAL	654	480,527	1.65%

Tabla 12 Resumen de los errores de pronósticos – Ciproterona 50 mg.

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	2,110	8,637,352	27.62%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	2,166	9,308,695	27.92%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	1,841	6,726,672	25.33%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	20,105	713,396,063	252%
REGRESION LINEAL	487	267,181	0.47%

Tabla 13 Resumen de los errores de pronósticos – Rituximab 10 mg./ml. X 10

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	13	286	38.27%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	13	271	38.32%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	11	248	29.02%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	28	1,534	84%
REGRESION LINEAL	30	983	7.75%

Tabla 14 Resumen de los errores de pronósticos – Imatinib 400 mg.

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	593	541,221	47.78%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	599	569,272	46.69%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	502	394,411	41.44%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	3,126	17,598,707	261%
REGRESION LINEAL	304	104,120	1.78%

Tabla 15 Resumen de los errores de pronósticos – Dasatinib 50 mg.

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	32	1,862	53.28%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	33	1,848	54.57%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	33	1,566	60.59%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	203	71,369	284%
REGRESION LINEAL	4	22	0.41%

Tabla 16. Resumen de los errores de pronósticos – Capecitabina 500 mg.

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	771	1,323,463	22.34%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	748	1,297,433	21.67%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	863	1,393,241	26.69%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	6,269	70,529,887	162%
REGRESION LINEAL	2,072	4,829,832	4.79%

Tabla 17. Resumen de los errores de pronósticos – Dietilestilbestrol 1 mg.

METODOS DE PRONOSTICOS	MDA	MSE	MAPE
PROMEDIO MOVIL	623	726,424	43.01%
PROMEDIO MOVIL PONDERADO	632	765,807	42.46%
SUAVIZACION EXPONENCIAL	513	524,081	34.85%
SUAVIZACION EXPONENCIAL CON TENDENCIA	3,927	27,862,263	232%
REGRESION LINEAL	511	294,145	2.13%

Mediante estas tablas se muestran los resultados de los tres errores estadísticos obtenidos según los pronósticos desarrollados para cada fármaco. De esta manera se escogió los de menor error, siendo seleccionado el pronóstico de regresión lineal para cada uno de los fármacos, dado que presentaron un comportamiento histórico de demanda creciente.

Finalmente se obtuvo cada pronóstico de la demanda seleccionada para los 12 fármacos en el año 2019, como se detalla a continuación en la tabla 17.

Tabla 18. Resumen de la demanda pronosticada de fármacos al 2019

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	Unidad de medida	Demanda pronosticada
010350104	Trastuzumab	440mg(Con diluyente)	AM	862
010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	962
010350135	Lenalidomida	5 mg	TB	4,573
010350065	Acido Micofenolico	250 mg	TB	140,043
010350045	Hidroxycarbamida	500 mg	TB	53,319
010350018	Ciproterona	50 mg	TB	123,502
010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	733
010350145	Imatinib (como mesilato)	400mg	TB	22,339
010350124	Dasatinib	50 mg	TB	1,486.67
010350091	Capecitabina	500 mg	TB	70,590
010350147	Dietilestilbestrol	1mg	TB	24,466
010350141	Ácido Micofenólico	500mg	TB	80,987

Nota: Todos los resultados (código, denominación, especificaciones técnicas, unidad de medida y demanda pronosticada), han sido proporcionados por el establecimiento de salud y la demanda calculada por el autor)

De acuerdo a la presente tabla, los pronósticos de la demanda se utilizaron para el desarrollo del modelo del inventario propuesto.

4.3. Aplicación del modelo de inventarios propuesto y comparación con el sistema actual.

El proceso actual de pedidos realizado por el Hospital de Alta Complejidad “Virgen De La Puerta” es de carácter semestral para los fármacos oncológicos, ya que los contratos de compra con los proveedores, en caso de licitación y adjudicación directa se realizan de esta manera. Del total de medicamentos oncológicos el 80% de los fármacos se compran a través de licitación y el 20% restante por adjudicación directa. Además que para una misma licitación y un mismo proveedor se tienen varios productos asociados.

La propuesta de la presente investigación se basó en la aplicación de un sistema de inventarios para gestionar el actual inventario en el almacén de Farmacia del Hospital de Alta Complejidad “Virgen De la Puerta”. Para el logro de este objetivo, fué necesario calcular el coeficiente de variabilidad (VC), para cada uno de los fármacos de la Clase “A”. Cuyo resultado nos permitió seleccionar el Modelo de Inventario adecuado para cada uno.

Los resultados del coeficiente de variabilidad, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 19 Coeficiente de Variabilidad

Nº	Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	Unidad de medida	Varianza de la demanda	(Demanda Promedio) ²	CV
1	010350104	Trastuzumab	440mg(Con diluyente)	AM	228.63	3609.61	0.0633
2	010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	678.70	4923.83	0.1378
3	010350135	Lenalidomida	5 mg	TB	81011.42	114805.77	0.7056
4	010350065	Acido Micofenolico	250 mg	TB	21932567.30	108977940.56	0.2013
5	010350045	Hidroxicarbamida	500 mg	TB	1526725.30	14770570.56	0.1034
6	010350018	Ciproterona	50 mg	TB	7561791.00	88906041.00	0.0851
7	010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	338.08	2492.01	0.1357
8	010350145	Imatinib (como mesilato)	400mg	TB	464273.66	2652826.56	0.1750
9	010350124	Dasatinib	50 mg	TB	670.27	11646.73	0.0575
10	010350091	Capecitabina	500 mg	TB	708349.11	24733215.56	0.0286
11	010350147	Dietilestilbestrol	1mg	TB	804581.64	5707321.00	0.1410
12	010350141	Ácido Micofenólico	500mg	TB	4098808.70	32583204.75	0.1258

Nota: Los datos han sido proporcionados por el establecimiento de salud, mientras que los resultados fueron obtenidos por el autor.^{2 3}

Como resultado del análisis del coeficiente de variabilidad, podemos observar que solo dos fármacos de la Clase “A”: Lenalidomida de 5mg y

el Acido Micofenolico de 250 mg. tienen un CV mayor a 0.20, siendo recomendable utilizar el modelo P de inventarios. Los demás fármacos presentan un CV menor a 0.20 por lo que se utilizará el modelo EOQ.

4.3.1. Costo de realizar un pedido

Para poder determinar los costos de pedido, se realizó una entrevista al Jefe de la Unidad de Adquisiciones, de acuerdo al formato de entrevista que se muestra en el anexo 1, la misma que estuvo orientada a identificar los costos incurridos en las compras y reposición de los productos, así como los costos de mantenimiento de los inventarios que de manera empírica actualmente se viene realizando. A continuación se muestra el costo unitario de hacer un pedido.

Tabla 20 Costo Unitario de pedido

COSTOS DE PEDIDO	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Monto (S/.)
Mano de obra	2.20	Hora	62.50	137.50
Llamadas telefónicas	0.17	Horas	0.22	0.04
Internet	0.63	Horas	0.11	0.07
Energía eléctrica	1.19	KW-H	2.5	2.98
Suministros				1.10
Mantenimiento de equipos (3%)	0.42	Horas	0.06	0.02
COSTO TOTAL POR PEDIDO				141.71

Nota: Elaboración propia con datos extraídos de la institución.

Considerando que actualmente las compras se realizan dos veces al año. Se determinó el costo total de pedido anual de cada uno de los fármacos. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$C_p (\text{Trastuzumab 440 mg}) = \text{Número de pedidos} \times S$$

$$C_p (\text{Trastuzumab 440 mg}) = 2 \times S / 141.71$$

$$C_p (\text{Trastuzumab 440 mg}) = S / 283.42$$

A continuación se muestran los resultados, tomando en cuenta la suma de los costos de pedido de cada producto para el periodo semestral.

Tabla 21 Resumen del costo total de pedido 2019 (Sistema actual)

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	Unidad de medida	Número de pedidos/año	Costo Total
010350104	Trastuzumab	440mg(Con diluyente)	AM	2	283.42
010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	2	283.42
010350135	Lenalidomida	5 mg	TB	2	283.42
010350065	Acido Micofenolico	250 mg	TB	2	283.42
010350045	Hidroxycarbamida	500 mg	TB	2	283.42
010350018	Ciproterona	50 mg	TB	2	283.42
010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	2	283.42
010350145	Imatinib (como mesilato)	400mg	TB	2	283.42
010350124	Dasatinib	50 mg	TB	2	283.42
010350091	Capecitabina	500 mg	TB	2	283.42
010350147	Dietilestilbestrol	1mg	TB	2	283.42
010350141	Ácido Micofenólico	500mg	TB	2	283.42
COSTO TOTAL ANUAL (S/)					3,401.04

Nota: Numero de pedidos por año y costo total ha sido obtenido por el autor.

4.3.2. Costo de almacenamiento

Para la determinación de los costos de almacenamiento de fármacos se ha tomado en cuenta la tabla de costos y rangos según Heizer & Render (2013), que se muestra en el anexo 2 y los resultados de la entrevista al Jefe de la unidad de almacenamiento. Obteniendo el porcentaje del costo de mantener en inventario una unidad, equivalente al 15.24%, como se puede observar en la Tabla 20.

Tabla 22 Costos de mantenimiento de inventarios

COSTOS DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIOS	Monto (S/.)
Costos de espacio de almacenamiento	65,701.20
Alquiler del almacén	20,000.00
Servicio de energía eléctrica	43,243.20
Servicio de sistemas y TI	840.00
Servicio de agua	315.00
Mantenimiento del local	1,303.00
Costos de servicio de inventario	739,152.84
Seguros (2%)	268,240.00
Planilla del personal adm. y operativo	66,000.00
Mantenimiento existencias (3%)	402,360.00
Mantenimiento de equipos (3%)	2,307.95
Impresiones	244.89
Costo de oportunidad de capital (3,24%)	434,548.80
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIOS	2,044,256.88
PORCENTAJE DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIOS	15.24%

Nota: Costo de mantenimiento son anuales y han sido obtenidos por el autor.

4.3.3. Aplicación del Modelo de inventario

Se ha diseñado un sistema de inventarios acorde con la demanda pronosticada de los fármacos oncológicos que se indican en la Tabla 18 y se ha calculado los indicadores, tomando como modelo de inventarios el Modelo EOQ y P.

4.3.3.1. Modelo EOQ:

Para la aplicación del modelo EOQ de demanda variable, se ha determinado el Tiempo de Aprovisionamiento, la Demanda Promedio, la Desviación de la Demanda, La Desviación del Tiempo de Aprovisionamiento, el Lote Económico, El Punto de Reorden (ROP), el número de pedidos y el Stock de Seguridad, considerando un nivel de servicio de 95%. Los resultados se muestran en las Tablas 23 y 24.

Tabla 23 Aplicación del Modelo EOQ con los Productos de la Clase A

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	Unidad de medida	Demanda anual	Costo por pedido	Costo por almacenamiento	Lote Económico	Numero de pedidos	Stock de seguridad	ROP
010350104	Trastuzumab	440mg (Con diluyente)	AM	862	141.71	792.533	18	49	53	62
010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	962	141.71	372.923	27	36	79	90
010350045	Hidroxicarbamida	500 mg	TB	53,319	141.71	1.143	3,636	15	3,911	4496
010350018	Ciproterona	50 mg	TB	123,502	141.71	0.381	9,585	13	8,704	10057
010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	733	141.71	80.467	51	14	56	64
010350145	Imatinib (como mesilato)	400mg	TB	22,339	141.71	1.646	1,961	11	2,154	2399
010350124	Dasatinib	50 mg	TB	1,487	141.71	19.557	147	10	79	96
010350091	Capecitabina	500 mg	TB	70,590	141.71	0.454	6,637	11	2,676	3449
010350147	Dietilestilbestrol	1mg	TB	24,466	141.71	0.762	3,017	8	2,834	3102
010350141	Ácido Mifofenólico	500mg	TB	80,987	141.71	0.305	8,678	9	6,406	7293

Nota: Los datos de la demanda corresponden al pronóstico del 2019 y el modelo de inventarios EOQ, así como los costos de inventario han sido elaborados por el autor.

Tabla 24 Aplicación del Modelo EOQ

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	U.M.	Demanda anual	Tiempo de aprovisionamiento	Desviación de la demanda	Demanda Promedio	Desviación del tiempo	Desviación de la demanda para el tiempo de	Stock de seguridad
010350104	Trastuzumab	440mg (Con diluyente)	AM	862	4	16	2.36	1	32	53
010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	962	4	24	2.64	1	48	79
010350045	Hidroxicarbamida	500 mg	TB	53,319	4	1,183	146.08	1	2,371	3,911
010350018	Ciproterona	50 mg	TB	123,502	4	2,632	338.36	1	5,275	8,704
010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	733	4	17	2.01	1	34	56
010350145	Imatinib (como mesilato)	400mg	TB	22,339	4	652	61.20	1	1,305	2,154
010350124	Dasatinib	50 mg	TB	1,487	4	24	4.07	1	48	79
010350091	Capecitabina	500 mg	TB	70,590	4	805	193.40	1	1,622	2,676
010350147	Dietilestilbestrol	1mg	TB	24,466	4	858	67.03	1	1,717	2,834
010350141	Ácido Micofenólico	500mg	TB	80,987	4	1,938	221.88	1	3,882	6,406

Nota: Los tiempos de aprovisionamiento, han sido proporcionados por la institución y la disminución de la demanda, tiempo y stock de seguridad, han sido elaborados por el autor.

La aplicación del Modelo EOQ en la presente investigación ha impactado en los costos de inventarios en el Hospital de Alta Complejidad “Virgen De La Puerta”, reduciendo los mismos en un 2,214% equivalente a un ahorro de S/ 232,747 respecto al sistema de inventarios actual. Como se aprecia en las Tablas 23 y 24.

Tabla 25 Costo Total de Inventario con la Propuesta (Modelo EOQ)

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	U.M.	Demanda anual	Costo anual de pedido	Costo anual de almacenamiento	Costo de adquisición	Costo Total
010350104	Trastuzumab	440mg (Con diluyente)	AM	862	6,957	48,917	4,482,702	4,538,576
010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	962	5,042	34,622	2,354,014	2,393,677
010350045	Hidroxicarbamida	500 mg	TB	53,319	2,078	6,549	399,893	408,519
010350018	Ciproterona	50 mg	TB	123,502	1,826	5,142	308,755	315,723
010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	733	2,044	6,566	387,024	395,635
010350145	Imatinib (como mesilato)	400mg	TB	22,339	1,614	5,159	241,261	248,035
010350124	Dasatinib	50 mg	TB	1,487	1,439	3,000	191,676	196,115
010350091	Capecitabina	500 mg	TB	70,590	1,507	2,722	210,358	214,588
010350147	Dietilestilbestrol	1mg	TB	24,466	1,149	3,308	122,330	126,788
010350141	Ácido Micofenólico	500mg	TB	80,987	1,323	3,275	161,974	166,572
COSTO TOTAL								9,004,227

Nota: Los costos de inventario han sido elaborados por el autor.

Tabla 26 Costo Total de Inventario del Sistema Actual (Sin la propuesta)

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	U.M.	Demanda anual	Costo anual de pedido	Costo anual de almacenamiento	Costo de adquisición	Costo Total
010350104	Trastuzumab	440mg (Con diluyente)	AM	862	283	170,791	4,482,702	4,653,776
010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	962	283	89,688	2,354,014	2,443,985
010350045	Hidroxicarbamida	500 mg	TB	53,319	283	15,236	399,893	415,412
010350018	Ciproterona	50 mg	TB	123,502	283	11,764	308,755	320,802
010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	733	283	14,746	387,024	402,053
010350145	Imatinib (como mesilato)	400mg	TB	22,339	283	9,192	241,261	250,737
010350124	Dasatinib	50 mg	TB	1,487	283	7,303	191,676	199,263
010350091	Capecitabina	500 mg	TB	70,590	283	8,015	210,358	218,656
010350147	Dietilestilbestrol	1mg	TB	24,466	283	4,661	122,330	127,274
010350141	Ácido Micofenólico	500mg	TB	80,987	283	6,171	161,974	168,429
COSTO TOTAL								9,200,387

Nota: Los costos de inventario del sistema actual, han sido proporcionados por la institución y adaptados por el autor.

4.3.3.2. Modelo P:

Para la aplicación del modelo P de revisión periódica, fueron seleccionados los fármacos: Lenalidomida de 5mg y el Acido Micofenolico de 250 mg.

Se determinó la cantidad económica de pedido, stock medio, periodo de revisiones e inventario de seguridad, considerando un nivel de servicio de 95%. Los resultados se muestran en las Tablas 27 y 28.

La fórmula que determina la cantidad económica de pedido para el sistema de revisión periódica es la siguiente:

$$q = \bar{d} (T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Donde:

\bar{d} = Demanda mensual promedio

Esta variable del modelo corresponde a la demanda pronosticada.

T = Tiempo entre revisiones (Se consideró el valor de T de 1 mes)

L = Tiempo que tarda el pedido en llegar desde que se hace la solicitud al proveedor (0.13 meses).

El valor de L se determinó en meses como promedio de los tiempos que históricamente se registraron.

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio

El valor de z se determinó mediante el nivel de servicio que se desea ofrecer a los pacientes.

Para determinar el nivel de servicio de los fármacos seleccionados, se les asignó un nivel de servicio de 95%, equivalente a un valor de 1,65.

σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega.

Este valor corresponde a la desviación estándar mensual de la demanda durante el periodo $T + L$. En el presente estudio se consideró la variabilidad de la demanda en el periodo de entrega L y la variabilidad de la demanda en el periodo entre revisiones T .

Con los tiempos de entrega históricos se pudo calcular tanto el promedio como la desviación estándar.

I = Nivel de inventario actual.

Tabla 27 Aplicación del Modelo P

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	U.M.	d	(T+L)	σ_{T+L}	$Z\sigma_{T+L}$	I	Q*	p (meses)
010350135	Lenalidomida	5 mg	TB	381.08	1.13	17.5317	28.9273	38.2960	421	0.0507332
010350065	Acido Micofenolico	250 mg	TB	11670.25	1.13	71.1744	117.4377	1108.7350	12196	0.0587300

Nota: Los datos obtenidos corresponden a la aplicación de modelo P, elaborado por el autor.

Tabla 28 Costo Total de Inventario con la propuesta (Modelo P)

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	U.M.	Demanda anual	Costo anual de pedido	Costo anual de almacenamiento	Costo de adquisición	Costo Total
010350135	Lenalidomida	5 mg	TB	4,573	1,701	5,072	722,534	729,306
010350065	Acido Micofenolico	250 mg	TB	140,043	1,701	3,578	539,166	544,444

Nota: Los costos de inventario del modelo P, han sido calculados por el autor.

Tabla 29 Costo Total de Inventario sin la propuesta (Sistema Actual)

Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	U.M.	Demanda anual	Costo anual de pedido	Costo anual de almacenamiento	Costo de adquisición	Costo Total
010350135	Lenalidomida	5 mg	TB	4,573	283	27,529	722,534	750,346
010350065	Acido Micofenolico	250 mg	TB	140,043	283	20,542	539,166	559,991

Nota: Los costos de inventario del sistema actual; fueron proporcionados por la institución y adaptados por el autor.

4.4. Evaluación económica del desempeño del sistema de inventarios propuesto, para reducir el desabastecimiento.

Para determinar el nivel de gestión actual de los fármacos en el Hospital de Alta Complejidad “Virgen De La Puerta”, se procedió a medir y evaluar el indicador de consumo, de disponibilidad y el indicador mínimo de existencias. A continuación se muestran dichos resultados para los fármacos seleccionados de la Clase A.

Tabla 30 INDICADORES DE DESABASTECIMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL Y SISTEMA PROPUESTO

Fármaco	Demanda	INDICADORES DE DESABASTECIMIENTO SIN LA PROPUESTA			INDICADORES DE DESABASTECIMIENTO CON LA PROPUESTA		
		Indicador de consumo TOTAL	Indicador de disponibilidad D	Indicador mínimo de existencias mensual Nce	Indicador de consumo TOTAL	Indicador de disponibilidad D	Indicador mínimo de existencias mensual Nce
Trastuzumab 440 mg.	862	1.11	90.00	71.83	1.023201856	102.32	71.83
Rituzimab 10 mg/ml x 50 ml	962	1.25	80.00	80.17	1.01039501	101.04	80.17
Hidroxicarbamida 500 mg.	53319	1.64	61.00	4443.25	1.022899904	102.29	4443.25
Ciproterona 50 mg.	123502	0.99	101.00	10291.83	1.008931029	100.89	10291.83
Rituzimab 10 mg/ml x 10 ml	733	1.12	89.00	61.08	0.974079127	97.41	61.08
Imatinib 400 mg.	22339	1.15	87.00	1861.58	0.965620663	96.56	1861.58
Desatinib 50 mg.	1487	1.25	80.00	123.92	0.988567586	98.86	123.92
Capecitabina 500 mg.	70590	1.25	80.00	5882.50	1.034239977	103.42	5882.50
Dietilestilbestrol 1 mg.	24466	1.43	70.00	2038.83	0.986511894	98.65	2038.83
Acido micofenólico 500 mg.	80987	0.98	94.00	6748.92	0.964376999	96.44	6748.92
Lenalidomida 5 mg.	4573	1.45	69.00	381.08	0.994270719	99.43	381.0833333
Acido micofenólico 250 mg.	140043	1.18	85.00	11670.25	0.992797926	99.28	11670.25
PROMEDIO		1.23	82		0.997	99.72	

Nota: Los indicadores de desabastecimiento han sido proporcionados por datos de la institución y elaborado por los autores.

Tabla 31 NIVEL DE REFERENCIA SEGÚN MINSA / DIGEMID

NIVEL DE DISPONIBILIDAD DE INSUMOS	%
ÓPTIMA	≥ 90
REGULAR	$70 < y < 90$
BAJA	< 70

Nota: Los niveles de disponibilidad han sido obtenidos del Manual de Indicadores de Disponibilidad – DIGEMID / MINSA (2016) y adaptados por el autor.

En vista de que el resultado del cálculo del Indicador de Disponibilidad anterior es 82%, se deduce que el nivel de Disponibilidad Total de Medicamentos del Establecimiento de Salud en estudio es REGULAR.

Para determinar el nivel de gestión del sistema propuesto de los fármacos del Hospital de Alta Complejidad “Virgen De La Puerta”, se procedió a medir y evaluar la disponibilidad de los mencionados, a través del cálculo del Lote Económico, Stock de Seguridad y ROP. Clasificando cada uno de los insumos de acuerdo a las condiciones establecidas, lo cual se resume también en la tabla 30 y obteniendo un nivel de Disponibilidad Total de Medicamentos del Establecimiento de Salud en estudio de ÓPTIMO.

Así mismo, el ahorro que se genera con la aplicación de la propuesta asciende a S/ 232,747

Ahorro = Costo Total de Inventario sin la propuesta – Costo Total de Inventario con la propuesta

Ahorro = S/ 10 510 724 – 10 277 977

Ahorro = S/ 232,747

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. En relación con el objetivo específico 1: Determinar los fármacos de mayor demanda, mediante la clasificación de Inventarios.

Según los resultados obtenidos de la investigación (*Tabla 5*), existen 12 grupos de fármacos oncológicos de mayor demanda del total de 80 fármacos analizados en esta investigación. Asimismo observamos que durante el año 2018, estos 12 fármacos según el método de clasificación ABC, se consideran de Clase “A”, porque representan un 80.23% del total de la demanda valorizada anual, y un 20% del total de los artículos, según el principio de Pareto.

Al igual que (Regalado, R, 2017), en su tesis “Propuesta de diseño del sistema de plan de compras y control de inventarios medicinales en una clínica materno-infantil”; en la cual también tiene como objetivo evaluar y presentar una propuesta de mejora en los diversos procesos de la cadena logística, en nuestro caso se ha querido determinar cuáles son los fármacos de mayor demanda, que nos permita proponer una mejora en la gestión de inventarios del área de Farmacia del Hospital de Alta Complejidad Virgen de la Puerta de EsSalud.

5.2. En relación con el objetivo específico 2: Pronosticar la demanda de los fármacos seleccionados

Los resultados obtenidos de la investigación, evidencian que tomando en cuenta la demanda histórica de los fármacos seleccionados en la clase “A” de los últimos 3 años (2016-2018) y considerando el modelo de pronóstico con menor error (Regresión Lineal), por ser el más estable, según su comportamiento histórico de demanda creciente, lo cual, permitió obtener cada pronóstico de la demanda seleccionada para el 2019, según Tabla N°18.

Lo anterior nos permite aplicar un modelo de inventario, adaptado al comportamiento de la demanda de los fármacos seleccionados, de ahí que coincide con el estudio realizado por (Cubides, J; Suarez, C, 2018), en sus tesis titulada “Diseño de una política de inventario para los medicamentos en el Hospital Regional de Sogamoso E.S.E.”, donde para establecer el modelo se realizó un diagnóstico de la empresa, para así determinar el pronóstico de demanda futura, con el modelo EOQ, se determinó la cantidad necesaria de pedido para poder reducir los costos y finalmente propone un nuevo proceso de recepción y distribución de los productos.

5.3. En relación con el objetivo específico 3: Aplicar el modelo de Inventario propuesto y compararlo con el Sistema Actual.

El proceso actual de pedidos se realiza de manera semestral para los fármacos oncológicos, ya que los contratos de compra con los proveedores, en caso de licitación y adjudicación directa se realizan de esta manera. Del total de medicamentos oncológicos el 80% se compran a través de licitación y el 20% restante por adjudicación directa

La propuesta de esta investigación permitió desarrollar un nuevo sistema de inventarios en el almacén de farmacia de Hospital de Alta Complejidad “Virgen de la Puerta”; para lo cual fue necesario calcular el costo de variabilidad (VC), para cada una de los fármacos de la Clase “A”. Cuyo resultado nos permitió seleccionar el modelo de Inventario adecuado para cada uno, obteniendo como resultado que solo dos fármacos de la Clase “A”: Lenalidomida de 5 mg y el Ácido Mifofenólico de 250 mg. Tienen un CV mayor a 0.20, siendo recomendable un CV menor a 0.20 por lo que se usara el modelo EOQ.

Por otro lado (Barca, D; Gutierrez, A, 2017). En su tesis “Propuesta de Mejora de Gestión de Inventarios para reducir Costos Operativos del Almacén Komatsu en el Proyecto Especial Chavimochic; Universidad Privada del Norte”, también se diseñó un modelo de gestión de inventarios para disminuir los costos operativos de existencias de los repuestos almacenados de la empresa KOMATSU en el proyecto CHAVIMOCHIC, lo que nos sirve de aporte para la aplicación del sistema de revisión periódica, calcular el stock de seguridad y nivel de reposición.

4. En relación con el objetivo específico 4: Evaluar económicamente el desempeño del sistema de inventarios propuesto, para reducir el desabastecimiento.

La presente investigación impacta en los costos de inventario del Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta, generando un ahorro anual de S/ 232,747 respecto al sistema de inventarios actual, como se aprecia en las Tablas 25, 26, 28 y 29.

Por otro lado, (Barca, D; Gutiérrez, A, 2017) En su tesis, **“Propuesta de mejora de la Gestión de Inventarios para reducir costos operativos del Almacén KOMATSU en el Proyecto Especial Chavimochic”**. Universidad Privada del Norte, donde se analiza la viabilidad económica en el ahorro comparando los costos totales resultantes entre el modelo de gestión real y el modelo de gestión periódica de inventario propuesto por el autor, arrojándonos un ahorro ascendente a \$ 47,821.11 anual del inventario con respecto al periodo 2015, haciendo de la propuesta rentable y aceptable para la empresa KOMATSU.

6. CONCLUSIONES

1. La clasificación de Inventarios ABC, nos permitió mejorar la eficiencia del inventario actual, así como optimizar el tiempo en la búsqueda de los fármacos con mayor demanda. Para ello se analizó la demanda durante el año 2018 de los fármacos oncológicos del grupo terapéutico antineoplásicos e inmunosupresores, por considerarse críticos en este tipo de especialidades médicas, donde observamos que son 12 los fármacos que pertenecen a la Clase “A”, los cuales representan un 80.23% del total de la demanda valorizada anual de los 80 fármacos oncológicos que posee el Hospital.
2. Después de utilizar 5 modelos de pronóstico: Regresión lineal, promedio móvil ponderado, suavización exponencial y suavización exponencial con tendencia, finalmente se seleccionó el modelo con menor error (Regresión Lineal), de acuerdo con los siguientes indicadores para cada fármaco: DMA (Desviación media absoluta), error cuadrático medio (ECM) y el error porcentual absoluto medio (MAPE). Finalmente se obtuvo cada pronóstico de la demanda seleccionada para los 12 fármacos en el año 2019, como se detalla en Tabla 18.
3. El cálculo del coeficiente de variabilidad (VC), para cada uno de los fármacos de la Clase “A”, nos permitió seleccionar el modelo de inventario adecuado para cada fármaco, obteniéndose valores por encima de 0.20, en los que se aplicó el modelo P de inventarios, y los demás fármacos menor a 0.20 en los que se aplicó el modelo EOQ de inventarios. La aplicación de este sistema de inventario también permitió determinar los costos de pedido, así como los costos de mantenimiento de inventarios, que se venían realizando de manera empírica.
4. El sistema de inventario propuesto en comparación con el sistema actual supera el impacto negativo de este modelo sobre la gestión de abastecimiento de este establecimiento de salud, reduciendo los costos de inventarios y logrando un ahorro anual de S/ 232,747. Así mismo el indicador de disponibilidad actual de medicamentos de 82%, con la propuesta cubrirá aproximadamente el 100%, eliminando el desabastecimiento de medicamentos demandados.

7. RECOMENDACIONES

1. La gestión de abastecimiento de medicamentos debe orientar sus esfuerzos en lograr una mayor eficiencia en sus procesos y eficacia en sus resultados. La implementación de los modelos de inventario planteados en la presente investigación, la gestión estratégica de compras y la integración del proceso de almacenamiento y distribución, constituyen un paso más en evolución del sistema público de abastecimiento de medicamentos. Estas propuestas buscan alcanzar una mayor eficacia en el sistema de abastecimiento, medido a través de la disponibilidad de medicamentos en los centros asistenciales de salud, y un uso más eficiente de los recursos de las entidades públicas.
2. Las propuestas planteadas están alineadas con los lineamientos de reforma del sector salud, la política nacional de medicamentos y las políticas de modernización de la gestión pública. Además generaría un impacto positivo sobre la industria farmacéutica nacional y la logística farmacéutica
3. Aplicar el presente modelo de gestión de inventarios es una de las alternativas más influyentes en el esfuerzo por reducir los costos y mejorar la eficiencia económica, ya que incrementa los niveles de servicio al cliente, aumenta la liquidez y permite al establecimiento de salud estar prevenidos frente a las fluctuaciones de la demanda; manteniendo un óptimo nivel de seguridad y logrando mantener los inventarios necesarios en la línea de fármacos oncológicos.
4. El cálculo del coeficiente de variabilidad para determinar el modelo de inventarios que se debe aplicar constituye una alternativa sencilla y económica, para conseguir los objetivos y fomentar la cultura requerida para el desempeño de un nuevo sistema de trabajo en la institución.
5. Realizar acciones de sensibilización a la alta dirección de los procesos claves, así como acciones de capacitación, fundamentalmente al personal relacionado con la gestión de inventarios, en temáticas afines al sistema implementado y relacionadas con su forma de control, la evaluación del nivel de desempeño del establecimiento de salud, el monitoreo de las órdenes de compra, los tiempos de entrega y distribución.

REFERENCIAS

- Aquilano, N. J. (2009). *Fundamentos para la Administración de Operaciones*. México: Pearson.
- Balou, r. (2004). *Logística, Administración de la Cadena de Suministro*.
- Barca, D; Gutierrez, A. (2017). *Propuesta de mejora de la gestión de inventarios para reducir costos operativos del almacén Komatsu en el proyecto especial Chavimochic*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Chase, R; Jacobs, R. (2014). *Administración de Operaciones Producción y Cadena Suministros*. México: Mac Graw Hill Education.
- Chase, R; Jacobs, R; Aquilano, N. (2009). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro. En Chase, R, Jacobs,R, & Aquilano,N, *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro* (pág. 736). Mexico: Mc Graw Hall.
- Cruelles, J. (2012). *Productividad Industrial*. España: Marcombo S.A.
- Cubides, J; Suarez, C. (2018). Diseño de una política de inventario para los medicamentos en el Hospital Regional de Sogamoso E.S.E. Colombia.
- Escudero, M;. (2005). *Almacenaje de Productos*. Madrid: Maraninfo.
- EsSalud. (2017). *Gestión de solicitudes de atención de asegurados*. La Libertad: Subgerencia de Sistemas de Gestión de Atención de Asegurados, Red La Libertad.
- EsSalud. (2017). *Gestión de solicitudes de atención de asegurados*. Red La Libertad: Subgerencia de Sistemas de Gestión de Atención al Asegurado.
- EsSalud. (13 de 08 de 2018). *Essalud*. Obtenido de <http://www.essalud.gob.pe/estadistica-institucional/>
- GARCIA, E. J. (2013). Popuesta de un modelo de gestion de stock para la mejora de los procesos logísticos en la empresa tienda reyes SRL. trujillo.
- Garcia, M., & Montenegro, M. (2016). ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE STOCK DEL ALMACÉN DE LA EMPRESA INVERSIONES LANCA S.A., DE LA CIUDAD DE TRUJILLO-2016. TRUJILLO, PERU.
- García, W. (2014). PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DEL ALMACÉN DE REPUESTOS PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN SCANIA DEL PERÚ S.A”,. Trujillo.
- Heizer, J; Render, B. (2013). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson Educacion.
- Krajewski, L. (2008). *Administracion de Operaciones*. Mexico: Paraninfo.
- Maldonado, V. (2008). *2008 ¿Año de escasez, desabastecimiento o especulación*. Venezuela: Ilder.
- OMS. (1989). *COMO ESTIMAR LAS NECESIDADES DE MEDICAMENTOS*. Ginebra, Suiza: OMS.
- OMS. (24 de 03 de 2016). *La escasez mundial de medicamentos y vacunas*. Obtenido de http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/wha69/a69_42-sp.pdf

- Regalado, R. (2017). *Propuesta de Diseño del Sistema de Plan de compras y control de inventarios medicinales en una Clínica materno-infantil*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Richard B. Chase, F. R. (2014). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Rojas, M; Guisao, E; Cano, J. (2011). *Logística Integral*. Colombia: Ediciones de la U.
- Taha, H. (2006). *Investigación de Operaciones*. México: Pearson.
- Winston, W. (2004). *Investigación de Operaciones*. USA: Thomson.

ANEXOS

Anexo 01 – Costo de Pedido

Tabla 32. Costo Mano de Obra para pedido de inventario

Mano de obra	Minutos
Requisición	10
Solicitud de cotización	6
Selección del proveedor	20
Orden de compra	15
Seguimiento al proveedor	10
Procesamiento de pedido	6
Recepción del pedido	30
Inspección del pedido	20
Ingreso al almacén	15
Total	132
Total en horas	2.2

Tabla 33. Costo de energía Eléctrica para pedido de inventario

Energía eléctrica	Potencia (Watts)
Computadora	1200
Impresora	200
Luminarias	480
Total	1880

Tabla 34. Costo de Suministro en oficina para pedido de inventario.

Suministros	Cantidad	Costo Unitario	Monto total
Papel bond	6	0.028	0.17
Lapicero	1	1	0.03
Lapiz	1	0.5	0.02
Corrector	1	2.5	0.17
Resaltador	1	2	0.13
Cinta adhesiva	1	1.5	0.10
Tinta de impresora	3	40	0.10
Tinta de sellos	1	30	0.36
Otros (2%)	VARIOS		0.02
Total	15	77.528	1.10

Tabla 35. Costo de mantenimiento de equipos por pedido de inventario

Mantenimiento de equipos	Cantidad	Costo Unitario	Monto total
Computadora	1	3500	3500.00
Impresora	1	650	650.00
SUB TOTAL			4150.00
TOTAL MANTENIMIENTO (3%)			124.50

Anexo 02 – Costo de Mantenimiento

Tabla 36. Costo de Mano de Obra por Mantener Inventario

Mano de obra	Minutos
Transporte de carga al almacén	20
Ingreso, codificación y ubicación	40
Distribución y actualización del registro	60
Mantenimiento de existencias	30
Total	150
Total en horas	2.5

Tabla 37. Costo Energía Eléctrica para mantener inventario

Energía eléctrica	Potencia (Watts)
Computadora	400
Impresora	200
Congeladora	250
Refrigeradora	200
Aire acondicionado	3480
Luminarias	2400
Total	6930

Tabla 38. Costo de Suministro de oficina para mantener inventario

Suministros	Cantidad	Costo Unitario	Monto total
Papel bond	6	0.028	0.17
Lapicero	1	1	0.03
Lápiz	1	0.5	0.02
Corrector	1	2.5	0.17
Resaltador	1	2	0.13
Cinta adhesiva	1	1.5	0.10
Tinta de impresora	3	40	0.10
Tinta de sellos	1	30	0.36
Otros (2%)	VARIOS		0.02
Total	15	77.528	1.10

Tabla 39. Costo de Mantenimientos de Equipos para mantener inventario

Mantenimiento de equipos	Cantidad	Costo Unitario	Monto total
Computadora	2	3500	7000.00
Impresora	2	250	500.00
TOTAL			7500.00
Mantenimiento (3%)			225.00

Tabla 40. Costos de almacenamiento y rangos

Categoría	Costo y rango como porcentaje del valor del inventario
Costos inmobiliarios (alquiler de edificios o depreciación, costo operativo, impuestos, seguro)	3% (3 – 10%)
Costos de manipulación de materiales (leasing de equipos o depreciación, energía, costo operativo)	3% (1 – 3.5%)
Costo laboral (recepción, almacenamiento, seguridad)	3% (3 – 5%)
Costos de inversión (costos de préstamos, impuestos o seguros de inventario)	6% (6 – 24%)
Hurto, desechos y obsolescencia (mucho mas alto en los sectores que experimentan un rápido cambio, como los PQs, teléfonos móviles)	2% (2 – 5%)
Costo total de almacenamiento	17%

Nota: Datos extraídos de (Heizer, J; Render, B, 2013)

Anexo 03 – Guía de Entrevista

Figura 6. Formato de Guía de Entrevista.

GUIA DE ENTREVISTA	
ENTREVISTA DIRIGIDA A:	JEFE DE FARMACIA / JEFE DE ALMACEN
1. DATOS GENERALES Nombres y Apellidos: Edaad: Funciones:	
2. PREGUNTAS 1. ¿ Cual es la capacidad de almacenamiento de farmacos? 2. ¿Cuál es el costo de almacenamiento anual? 3. ¿Cómo se realiza el proceso de requerimiento de farmacos? 4. ¿Maneja un sistema de Inventarios? 5. ¿Cada cuanto tiempo solicita farmacos al area de logisitica? 6. ¿Cuenta con stock de seguridad que le permita atender a la demanda? 7. ¿Cuenta con indicador que le permita medir disponibilidad de medicamentos? 8. ¿Qué problemas cuenta en el almacen? 9. ¿Toma en cuenta los costos de adquisicion, pedido y mantenimiento de los inventarios?	

Anexo 04 – Inventario Total de Fármacos Oncológicos por tipo.

Tabla 41. Tipos de Fármacos Oncológicos en el área de Farmacia del Hospital Alta Complejidad.

Nº	Código	Denominación según DCI	Especificaciones Técnicas	Unidad de medida	Consumo 2018	Costo Unitario (S)	Monto Total	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	010350104	Trastuzumab	440mg(Con diluyente)	AM	558	5200.35	2901795	32.26%	32.26%
2	010350094	Rituximab	10 mg / mL x 50 mL	AM	760	2447	1859720	20.67%	52.93%
3	010350135	Lenalidomida	5 mg	TB	3580	158	565640	6.29%	59.22%
4	010350065	ACIDO MICOFENOLICO (Micofenolato Mofetilo)	250 mg	TB	112184	3.85	431908	4.80%	64.02%
5	010350045	HIDROXICARBAMIDA	500 mg	TB	40880	7.5	306600	3.41%	67.43%
6	010350018	CIPROTERONA	50 mg	TB	104256	2.5	260640	2.90%	70.33%
7	010350093	Rituximab	10 mg/mL x 10 mL	AM	376	528	198528	2.21%	72.54%
8	010350145	IMATINIB (como mesilato)	400mg	TB	17664	10.8	190771	2.12%	74.66%
9	010350124	Dasatinib	50 mg	TB	1090	128.33	139880	1.56%	76.21%
10	010350091	CAPECITABINA	500 mg	TB	42552	2.98	126805	1.41%	77.62%
11	010350147	DIETILESTILBESTROL	1mg	TB	23699	5	118495	1.32%	78.94%
12	010350141	ACIDO MICOFENOLICO (Micofenolato Mofetilo)	500mg	TB	58250	2	116500	1.30%	80.23%
13	010350154	Cetuximab	5 mg/mL x 20 mL	AM	123	1008	123984	1.38%	81.61%
14	010350146	TRETINOINA ó ACIDO TRANSRETINOICO	10mg	TB	3340	32	106880	1.19%	82.80%
15	010350002	ASPARAGINASA	10 000 UI	AM	773	135	104355	1.16%	83.96%
16	010350011	CICLOFOSFAMIDA	50 mg	TB	14308	7	100156	1.11%	85.07%
17	010350003	AZATIOPRINA	50 mg	TB	85386	1	85386	0.95%	86.02%
18	010350148	Lenalidomida	25 mg	CP	231	308	71148	0.79%	86.81%
19	010350090	BICALUTAMIDA	50 mg	TB	74858	0.92	68869.4	0.77%	87.58%
20	010350125	Dasatinib	70 mg	TAB	540	120	64800	0.72%	88.30%
21	010350120	TROLAMINA	Emulsión x 0.670α.(Contenido	TU	812	79.65	64675.8	0.72%	89.02%
22	010350092	Mesalazina	500 mg	TB	25540	2.35	60019	0.67%	89.69%
23	010350026	DAUNORUBICINA (como clorhidrato)	20 mg	AM	502	108	54216	0.60%	90.29%
24	010350057	MERCAPTOPURINA	50 mg	TB	6525	7.9	51547.5	0.57%	90.86%
25	010350043	FOLINATO CALCICO ó Leucovorina de Calcio	50 mg	AM	5686	8.75	49752.5	0.55%	91.41%
26	010350017	CICLOSPORINA	50 mg (Modificada-Microemulsión)	CP	32332	1.43	46234.8	0.51%	91.93%
27	010350027	DEXRAZOXANO (como clorhidrato)	500 mg	AM	89	450	40050	0.45%	92.37%
28	010350098	PACLITAXEL	300 mg	AM	770	45.5	35035	0.39%	92.76%
29	010350114	Pemetrexed	Poivo liofilizado para Solución Inyectable	AM	179	195	34905	0.39%	93.15%
30	010350031	DOXORUBICINA (Clorhidrato)	50 mg	AM	1139	30	34170	0.38%	93.53%
31	010350058	MESNA	100mg/mL x 4mL	AM	2126	16	34016	0.38%	93.91%
32	010350039	FLUOROURACILO	50 mg / mL x 10 mL	AM	3074	11	33814	0.38%	94.29%
33	010350059	METOTREXATO (como sal sódica)	2,5 mg	TB	159654	0.21	33527.3	0.37%	94.66%
34	010350009	CICLOFOSFAMIDA	1 g	AM	830	38	31540	0.35%	95.01%
35	010350007	CARBOPLATINO	450 mg	AM	469	67	31423	0.35%	95.36%
36	010350073	TAMOXIFENO (como citrato)	20 mg	TB	38677	0.81	31328.4	0.35%	95.71%
37	010350044	GEMCITABINA (como clorhidrato)	1 g	AM	771	39	30069	0.33%	96.04%
38	010350067	OXALIPLATINO	100 mg	AM	655	40	26200	0.29%	96.33%
39	010350142	BICALUTAMIDA	150 mg	TB	3724	6.5	24206	0.27%	96.60%
40	010350001	ANASTROZOL	1 mg	TB	95605	0.248	23710	0.26%	96.86%
41	010350140	TEMOZOLAMIDA	250 mg	CP	255	85	21675	0.24%	97.11%
42	010350053	Irinotecan	100 mg/5 ml x 5mL. Solución Inyectable	AM	161	130	20930	0.23%	97.34%
43	010350100	EXEMESTANO	25MG	TB	4259	4.2	17887.8	0.20%	97.54%
44	010350022	CITARABINA	500 mg	AM	1631	10.76	17549.6	0.20%	97.73%
45	010350061	METOTREXATO (como sal sódica)	25 mg / mL x 20 mL	AM	491	34	16694	0.19%	97.92%
46	010350130	DOXORUBICINA Liposomal	20mg/ 10 mL	AM	53	275	14575	0.16%	98.08%
47	010350015	CICLOSPORINA	100 mg / mL x 50mL.Solución Oral	FR	76	180.24	13698.2	0.15%	98.23%
48	010350078	VINCISTINA SULFATO	1 mg	AMP	1306	10.4	13582.4	0.15%	98.38%
49	010350041	FLUTAMIDA	250 mg	TB	11101	1.1	12211.1	0.14%	98.52%
50	010350034	ETOPOSIDO	20 mg/mL x 5 mL	AM	747	15.1	11279.7	0.13%	98.64%

A

B

Anexo 04 – Inventario Total de Fármacos Oncológicos por tipo.

Tabla 41. . *Tipos de Fármacos Oncológicos en el área de Farmacia del Hospital Alta Complejidad.*

51	010350139	TEMOZOLAMIDA	100 mg	CP	186	57.85	10760.1	0.12%	98.76%
52	010350105	ACIDO ZOLEDRONICO	4 mg	AM	714	14.6	10424.4	0.12%	98.88%
53	010350029	DOCETAXEL	80 mg	AM	250	40	10000	0.11%	98.99%
54	010350020	CISPLATINO	50 mg	AM	657	14	9198	0.10%	99.09%
55	010350047	IFOSFAMIDA	1 g	AM	691	11.48	7932.68	0.09%	99.18%
56	010350042	FOLINATO CALCICO ó Leucovorina de Calcio	15 mg	TB	1082	7.2	7790.4	0.09%	99.27%
57	010350028	DOCETAXEL	20 mg	AM	191	27	5157	0.06%	99.33%
58	010350004	BLEOMICINA (Como Sulfato)	15 mg (15 UI)	AMP	96	50	4800	0.05%	99.38%
59	010350024	DACARBAZINA	200 mg	AM	289	15.33	4430.37	0.05%	99.43%
60	010350081	VINORELBINA (como tartrato o ditartrato)	10 mg / mL x 5 mL	AM	24	178	4272	0.05%	99.48%
61	010350144	GEMCITABINA (como clorhidrato)	200mg	FR	206	20	4120	0.05%	99.52%
62	010350019	CISPLATINO	10 mg	AM	167	24.95	4166.65	0.05%	99.57%
63	010350062	MITOMICINA	2 mg	AM	48	78	3744	0.04%	99.61%
64	010350036	FLUDARABINA FOSFATO	50 mg	AM	24	150	3600	0.04%	99.65%
65	010350064	MITOXANTRONA (como clorhidrato)	20 mg	AM	49	70	3430	0.04%	99.69%
66	010350010	CICLOFOSFAMIDA	200 mg	AM	178	21	3738	0.04%	99.73%
67	010350089	METOTREXATO	50 mg (sin nreservantes)	AM	202	15.8	3191.6	0.04%	99.76%
68	010350076	TIOGUANINA	40 mg	TB	177	18	3186	0.04%	99.80%
69	010350069	PACLITAXEL	100 mg	AM	170	18.5	3145	0.03%	99.83%
70	010350077	VINBLASTINA SULFATO	1 mg / mL x 10 mL	AM	60	51	3060	0.03%	99.87%
71	010350097	IMATINIB (como mesilato)	100mg	TB	900	2.99	2691	0.03%	99.90%
72	010350068	OXALIPLATINO	50 mg	AM	164	16	2624	0.03%	99.93%
73	010350087	CITARABINA	100 mg (sin nreservantes)	AM	196	12	2352	0.03%	99.95%
74	010350006	CARBOPLATINO	150 mg	AM	85	24	2040	0.02%	99.98%
75	010350033	EPIRUBICINA CLORHIDRATO	50 mg	AM	16	55.5	888	0.01%	99.99%
76	010350030	DOXORUBICINA (Clorhidrato)	10 mg	AM	35	11	385	0.004%	99.99%
77	010350037	FLUOROURACILO	50 mg / mL x 5 mL	AM	48	5.6	268.8	0.003%	99.99%
78	010350016	CICLOSPORINA	25 mg (Modificada- Microemulsión)	CP	425	0.7	297.5	0.003%	99.997%
79	010350160	Mitomicina	20 mg	AM	3	65	195	0.002%	99.999%
80	010350025	DACTINOMICINA	500 µg	AM	3	30.99	92.97	0.001%	100.000%

C

Anexo 05 – Análisis ABC

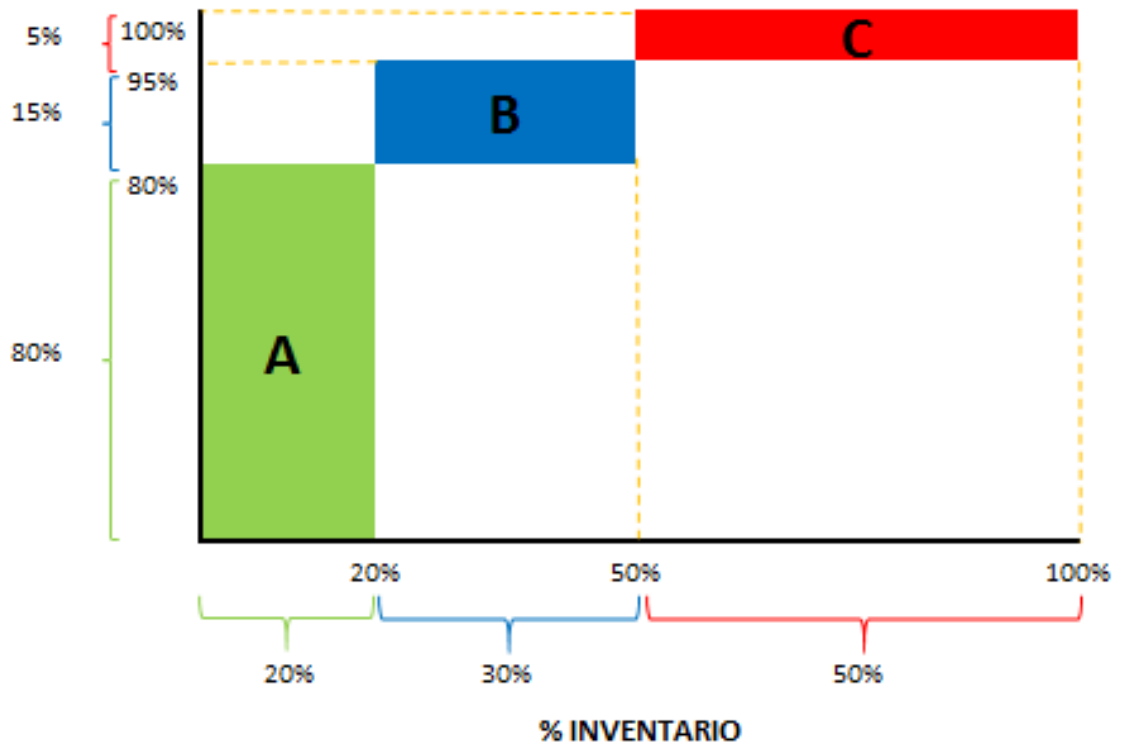


Figura 7. Análisis ABC de la demanda

Anexo 06: Cálculo del pronóstico con el método de Regresión Lineal

1. Traztuzumab 440mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	428.00
2017	558.00
2018	721.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	428.00	422.500	5.50	30.25	1.29%
2	558.00	569.000	11.00	121.00	1.97%
3	721.00	715.500	5.50	30.25	0.76%
Total			22.00	181.50	4.02%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 276$$

$$b = 147$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$x = 4$$

$$Y_{(2019)} = 862.00$$

°	MAD	7.33
	MSE	60.5
	MAPE	1.34%

2. Rituzimab 10mg x 50

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	622.00
2017	760.00
2018	842.00
2018	

DETERMINACION DELA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	622.00	631.333	9.33	87.11	1.50%
2	760.00	741.333	18.67	348.44	2.46%
3	842.00	851.333	9.33	87.11	1.11%
Total			37.33	522.67	5.07%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 521$$

$$b = 110$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$x = 4$$

$$Y_{(2019)} = 961.33$$

°	MAD	12.44
	MSE	174.2
	MAPE	1.69%

3. Rituzimab 10mg x 10

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	286.00
2017	376.00
2018	599.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	286.00	263.833	22.17	491.36	7.75%
2	376.00	420.333	44.33	1965.44	11.79%
3	599.00	576.833	22.17	491.36	3.70%
Total			88.67	2948.17	23.24%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 107$$

$$b = 157$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$X = 4$$

$$Y_{(2019)} = 733.33$$

°	MAD	29.56
	MSE	982.7
	MAPE	7.75%

4. Lenalidomida 5mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	3,063.00
2017	3,580.00
2018	4,066.00
2018	

DETERMINACION DELA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	3063.00	3068.167	5.17	26.69	0.17%
2	3580.00	3569.667	10.33	106.78	0.29%
3	4066.00	4071.167	5.17	26.69	0.13%
Total			20.67	160.17	0.58%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 2,567$$

$$b = 502$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$x = 4$$

$$Y_{(2019)} = 4,572.67$$

°	MAD	6.89
	MSE	53.4
	MAPE	0.19%

5. Imatinib 400mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	14,414.00
2017	17,664.00
2018	19,545.00
2018	

DETERMINACION DELA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	14414.00	14642.167	228.17	52060.03	1.58%
2	17664.00	17207.667	456.33	208240.11	2.58%
3	19545.00	19773.167	228.17	52060.03	1.17%
Total			912.67	312360.17	5.33%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 12,077$$

$$b = 2,566$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$x = 4$$

$$Y_{(2019)} = 22,338.67$$

°	MAD	304.22
	MSE	104,120.1
	MAPE	1.78%

6. Hidroxicarbamida 500mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	32,700.00
2017	40,880.00
2018	46,119.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual Absoluto
1	32700.00	33190.167	490.17	240263.36	1.50%
2	40880.00	39899.667	980.33	961053.44	2.40%
3	46119.00	46609.167	490.17	240263.36	1.06%
Total			1,960.67	1441580.17	4.96%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 26,481$$

$$b = 6,710$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$x = 4$$

$$Y_{(2019)} = 53,318.67$$

°	MAD	653.56
	MSE	480,526.7
	MAPE	1.65%

7. Dietilestilbestrol 1 mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	21,031.00
2017	23,699.00
2018	28,668.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	21031.00	20647.500	383.50	147072.25	1.82%
2	23699.00	24466.000	767.00	588289.00	3.24%
3	28668.00	28284.500	383.50	147072.25	1.34%
Total			1,534.00	882433.50	6.40%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 16,829$$

$$b = 3,819$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$X = 4$$

$$Y_{(2019)} = 32,103.00$$

°	MAD	511.33
	MSE	294,144.5
	MAPE	2.13%

8. Dasatinib 50 mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	905.00
2017	1,090.00
2018	1,295.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadrático	Error Porcentual Absoluto
1	905.00	901.667	3.33	11.11	0.37%
2	1090.00	1096.667	6.67	44.44	0.61%
3	1295.00	1291.667	3.33	11.11	0.26%
Total			13.33	66.67	1.24%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 707$$

$$b = 195$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$X = 4$$

$$Y_{(2019)} = 1,486.67$$

°	MAD	4.44
	MSE	22.2
	MAPE	0.41%

9. Ciproterona 50 mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	93,171.00
2017	104,256.00
2018	113,148.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	93171.00	93536.500	365.50	133590.25	0.39%
2	104256.00	103525.000	731.00	534361.00	0.70%
3	113148.00	113513.500	365.50	133590.25	0.32%
Total			1,462.00	801541.50	1.42%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 83,548$$

$$b = 9,989$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$X = 4$$

$$Y_{(2019)} = 123,502.00$$

°	MAD	487.33
	MSE	267,180.5
	MAPE	0.47%

10. Capecitabina 500 mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	34,749.00
2017	42,552.00
2018	59,679.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	34749.00	33195.000	1,554.00	2414916.00	4.47%
2	42552.00	45660.000	3,108.00	9659664.00	7.30%
3	59679.00	58125.000	1,554.00	2414916.00	2.60%
Total			6,216.00	14489496.00	14.38%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 20,730$$

$$b = 12,465$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$X = 4$$

$$Y_{(2019)} = 70,590.00$$

°	MAD	2,072.00
	MSE	4,829,832.0
	MAPE	4.79%

11. Ácido Micofenolico 500 mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	44,641.00
2017	58,250.00
2018	68,498.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	44641.00	45201.167	560.17	313786.69	1.25%
2	58250.00	57129.667	1,120.33	1255146.78	1.92%
3	68498.00	69058.167	560.17	313786.69	0.82%
Total			2,240.67	1882720.17	4.00%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 33,273$$

$$b = 11,929$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$X = 4$$

$$Y_{(2019)} = 80,986.67$$

°	MAD	746.89
	MSE	627,573.4
	MAPE	1.33%

12. Ácido Micofenolico 250 mg

AÑO	DEMANDA TOTAL ANUAL
2016	91,570.00
2017	102,184.00
2018	125,271.00
2018	

DETERMINACION DE LA RECTA DE REGRESION

CUADRO DE DEMANDA

Año	Demanda Real	Pronóstico de la Demanda	Error Absoluto	Error Cuadratico	Error Porcentual Absoluto
1	91570.00	89491.167	2,078.83	4321548.03	2.27%
2	102184.00	106341.667	4,157.67	17286192.11	4.07%
3	125271.00	123192.167	2,078.83	4321548.03	1.66%
Total			8,315.33	25929288.17	8.00%

Ecuación de Regresión Lineal

$$y = a + bx$$

$$a = 72,641$$

$$b = 16,851$$

CALCULO DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2019

$$X = 4$$

$$Y_{(2019)} = 140,042.67$$

°	MAD	2,771.78
	MSE	8,643,096.1
	MAPE	2.67%