GESTIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS DE PRODUCTOS MÉDICO-QUIRÚRGICOS PARA UNA EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO, EN EL MUNICIPIO DE CALI, VALLE

MARÍA CAMILA DÍAZ MESA
LISETH NATHALIA RIBERO TAPIAS

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TULUA, VALLE
2020

GESTIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS DE PRODUCTOS MÉDICO-QUIRÚRGICOS PARA EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO, EN EL MUNICIPIO DE CALI, VALLE

MARÍA CAMILA DÍAZ MESA
LISETH NATHALIA RIBERO TAPIAS

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniería Industrial

Directora
GLORIA MILENA OSORNO OSORIO
Ingeniera Industrial

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TULUA, VALLE
2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Presidente del jurado

_____

Jurado

_____

Jurado

Tuluá, Valle Del Cauca
2020

AGRADECIMIENTOS

Este triunfo en nuestra carrera profesional y académica es dedicado principalmente a Dios, a quien debemos todo nuestro reconocimiento.

A nuestros padres, porque no solo fueron ese canal que Dios eligió para llegar a este mundo, sino también fueron esa guía de formación para lograr ser las personas que hoy día con dedicación y humildad, les generamos orgullo y honra a sus nombres.

Igualmente, a nuestra directora Gloria, quien siempre demostró disposición y apoyo para con nosotras en este largo proceso lleno de obstáculos, pero también de buenas experiencias, a nuestros maestros que durante este camino nos brindaron de sus conocimientos para formarnos como unos profesionales con ética y buen criterio.

A todos ustedes gracias.
Las autoras.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.
1. TÍTULO 16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 17
2.1. Descripción 17
3. FORMULACIÓN 24
4. JUSTIFICACIÓN 25
5. OBJETIVOS 27
5.1. OBJETIVO GENERAL 27
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 27
6. MARCO REFERENCIAL 28
6.1. MARCO CONCEPTUAL 28
6.2. MARCO TEORICO 32
6.1 MARCO DE ANTECEDENTES 42
6.2 MARCO LEGAL 45
7 DISEÑO METODOLÓGICO 47
7.1 Estudio y tipo de investigación 47
7.2 Tipo de estudio 47
7.4 Fases 48
BPMN (Bussines process Model and Notation) 50
8. RESULTADOS 58
8 DISEÑO DE SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS 72
8.1 Sistemas de pronósticos para planeación de inventarios de productos medico quirúrgicos. 72
8.2 Metodología del sistema de gestión y control de inventarios 77
8.3 Sistema de control (s,Q) 80
8.4 Sistema de control (s,S) 81
8.5 Sistema de control (R,S) 82
8.6 Validación de las Políticas 84
8.7 Indicadores 85
8.8 Análisis costo-beneficio 86
9 CONCLUSIONES 91
10 RECOMENDACIONES 92

11 BIBLIOGRAFÍA 93
12 ANEXOS 96

LISTA DE ILUSTRACCIONES

Pág.

Ilustración 1. Esquema centro de Salud y comunas 18
Ilustración 2. Demanda 2018 21
Ilustración 3. Demanda 2019 21
Ilustración 4. Problemáticas presentadas por fallas en el inventario 22
Ilustración 5. Elementos de entrada a un sistema de inventarios 31
Ilustración 6. Sistema continuo (s, Q) 39
Ilustración 7. Sistema periódico (R, S) 41
Ilustración 8. Diagrama de proceso actual 59
Ilustración 9. Regresión lineal SKU 103070 73
Ilustración 10. Promedio móvil sku 103070 74
Ilustración 11. Suavización exponencial simple SKU 103070 75
Ilustración 12. Suavización exponencial doble sku 103070 76
Ilustración 13. Regresion lineal sku 103082Ilustración 14 96
Ilustración 15. Promedio movil sku 103082 97
Ilustración 16. Suavización exponencial sku 103082 98
Ilustración 17. Suavización exponencial doble sku 103082 99
Ilustración 18. Regresion lineal sku 103083 100
Ilustración 19. Promedio movil sku 103083 101
Ilustración 20. Suavización exponencial simple sku 103083 102
Ilustración 21. Suavización exponencial doble sku 103083 103
Ilustración 22. Regresión lineal sku 103096 104
Ilustración 23. Promedio movil sku 103096 105
Ilustración 24. Suavización exponencial simple sku 103096 106
Ilustración 25. Suavización exponencial doble sku 103096 107

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Tabla 1. IPS para abastecer 17
Tabla 3 Clasificación ABC/XYZ.....35
Tabla 4 Descripción de variables Base de datos ventas.....49
Tabla 5 Descripción de variables base de datos informes de salida.....49
Tabla 6 Descripción de variables base de datos costo 49
Tabla 7 Valores de Índice aleatorio.....51
Tabla 8 Clasificación importancia de productos médico-quirúrgicos.....61
Tabla 9 Escala de Saaty 61
Tabla 10 Matriz de comparación por pares.....62
Tabla 11 Matriz normalizada.....62
Tabla 12 Vector prioridad..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 13 Suma ponderada 63
Tabla 14 Suma ponderada sobre Vector prioridad 64
Tabla 15 Peso SKU por criterio costo 65
Tabla 16 peso SKU por criterio rotación 65
Tabla 17 peso SKU por criticidad.....67
Tabla 18 peso SKU por criterio disponibilidad 68
Tabla 19 peso SKU por criterio especialidad quirúrgica 69
Tabla 20 clasificación ABC multicriterio 71
Tabla 21 patrón de demanda de productos medico quirúrgicos 72
Tabla 22 Comparación de errores SKU 103070 77
Tabla 23 Costo unitario sku tipo A 77
Tabla 24 Costo inventario 78
Tabla 25 Valor K con Gu(k) 79
Tabla 26 Sistema de control (s,Q) 80
Tabla 27 Sistema de control (s,S).....81
Tabla 28 Sistema de control (R,S).....82
Tabla 29 Tiempo de revisión del inventario efectivo 84

GLOSARIO

ANÁLISIS DE INVENTARIOS: referida a todos los análisis estadísticos que se realicen para establecer si las existencias que fueron previamente determinadas son las que deberíamos tener en nuestra planta, es decir aplicar aquello de que "nada sobra y nada falta", pensando siempre en la rentabilidad que pueden producir estas existencias.

AUDITORIA: proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoria y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoria.

CEDI: (CENTROS DE DISTRIBUCIÓN), es una infraestructura logística en la cual se almacenan productos y se embarcan órdenes de salida para su distribución al comercio minorista o mayorista.

COSTO DE MANTENER: los costos de mantener inventarios están asociados con la cantidad del stock almacenado. A menudo se considera que equivalen al 25% del valor anual del producto, aunque hay autores que afirman que pueden oscilar entre 12% y 34%.

COSTO DE ORDENAR: son aquellos costos asociados con la adquisición de bienes para el reaprovisionamiento del inventario. Cuando se emite un pedido se incurre en costos asociados con el procedimiento, ejecución, transmisión, manejo y compra del pedido.

COSTO DE FALTANTES: cuando ocurren faltantes, se incurre en un costo por faltantes, por cada unidad que falta por unidad de tiempo hasta que se satisface la demanda pendiente.

COSTO UNITARIO: el coste unitario o costo unitario es el valor monetario de producir un bien o un servicio. Se suele calcular como el costo de producir todos los bienes entre el número de bienes producidos.

DEMANDA: se refiere a la cantidad de bienes o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico.

DOCUMENTO: información y su medio de soporte. Ej.: Registro, especificación, procedimiento documentado, dibujo, informe, norma.

EFICACIA: extensión en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

EFICIENCIA: relación entre resultados alcanzados y recursos utilizados.

GESTIÓN: acción de administrar, es decir hacer diligencias conducentes al logro de un negocio. Coloca al empresario al estilo gerencial más dinámico, orientado a los resultados.

GESTIÓN DE INVENTARIOS: se entiende por Gestión de Inventarios, todo lo relativo al control y manejo de las existencias de determinados bienes, en la cual se aplican métodos

y estrategias que pueden hacer rentable y productivo la tenencia de estos bienes y a la vez sirve para evaluar los procedimientos de entradas y salidas de dichos productos.

INSUMO MÉDICO – QUIRÚRGICO: sustancia, artículo o material empleado para el diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades que para su uso no requieren de fuentes de energía.

INVENTARIO OBSOLETO: se le denomina inventario obsoleto a aquella mercancía de una empresa de retail que permanece almacenada durante mucho tiempo después de que debería haberse vendido, lo cual representa pérdidas para la tienda, ya que con el paso del tiempo esta va disminuyendo su valor comercial.

INVENTARIOS: inventarios o Stocks son la cantidad de bienes o activos fijos que una empresa mantiene en existencia en un momento determinado, el cual pertenece al patrimonio productivo de la empresa.

IPS: Instituciones Prestadoras de Salud como los Hospitales, clínicas, las cuales son contratadas por las Entidades Promotoras de Salud (EPS) para que cumplan con los planes y servicios que estas ofrecen, ya sean de urgencia o consulta.

LOGÍSTICA HOSPITALARIA: se define como el diseño, planteamiento y la ejecución de actividades como el aprovisionamiento, la gestión del inventario y la reposición de bienes y servicios necesarios para la prestación de servicios a los pacientes.

LEAD TIME: el lead time o tiempo de ciclo, de entrega o de suministro hace referencia al tiempo que transcurre desde que se genera una orden de pedido a un proveedor hasta que se entrega la mercancía de ese proveedor al cliente. El manejo de este concepto es fundamental para la organización de todos los procesos a lo largo de toda la cadena de suministro.

MEDICAMENTOS: un medicamento es una sustancia o preparado que tiene propiedades curativas o preventivas, se administra a las personas o a los animales y ayuda al organismo a recuperarse de los desequilibrios producidos por las enfermedades o a protegerse de ellos.

NIVELES DE ATENCIÓN EN SALUD: es el nivel de responsabilidad y complejidad de atención en salud en Colombia, los cuales van del 1 al 4, siendo el Nivel 1 el más básico y el Nivel 4 el más complejo y especializado.

NIVEL DE SERVICIO: se define como la satisfacción brindada a los pacientes.

PROCEDIMIENTO: forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

PROCESO: conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

PRODUCTIVIDAD: es el dinamismo del proceso en el que se puede hacer más con los mismos recursos, hacer lo mismo con menos recursos o hacer más con menos recursos según la planificación estratégica de la empresa.

PRODUCTO: resultado de un proceso. Existen cuatro categorías genéricas de productos: servicios, materiales procesados.

PROVEEDOR: persona que tiene a su cargo abastecer un producto o materia prima.

SERVICIO: organización y personal destinado a satisfacer necesidades del público o del alguna entidad pública o privada.

REQUISITO: necesidad o expectativa establecida, generalmente explicita u obligatoria.

SISTEMA: conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.

SISTEMA DE GESTIÓN: sistema para establecer la política y los objetivos para lograr dichos objetivos.

TASA DE MORTALIDAD: corresponde al número de pacientes que fallecen por alguna complicación de su enfermedad o del acto quirúrgico.

TIPO DE REVISIÓN: revisión continua es aquella que se define como sistema de punto de reorden o sistema de cantidad de pedido fija, se leva control del inventario remanente de un articulo cada vez que se hace un retiro para determinar si a llegado el momento de hacer un nuevo pedido.

UNIDADES FALTANTES: se define como las unidades que no se tienen para la prestación del servicio de salud.

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en un centro de distribución (CEDI), ubicado en la ciudad de Cali, lugar donde se suministran medicamentos e insumos médico-quirúrgicos a doce IPS de la ciudad. En primera instancia se indago sobre el funcionamiento del CEDI, y su logística para poder analizar cada una de las variables planteadas en la investigación.

Al realizar una clasificación ABC bajo el criterio Demanda, se evidenció que el grupo asociado a insumos médico-quirúrgicos presentó fallas en la gestión y el control de los inventarios, generando altos costos por faltantes, mantenimiento de inventario y obsolescencia de productos, estos costos podrían sobrepasar los niveles que para las empresas pueden considerarse permitidos, es decir, tenian costos que podrían equivaler hasta un 50% de las ventas, donde de acuerdo a los costos brindados y la demanda que se tuvo los ultimos dos años, podían generarse costos por 1 ítem hasta de aproximadamente $ 377.000.000; a la vez que se evidenció la necesidad de contar con políticas de inventarios que les permita tomar decisiones en cuanto a las cantidades, tipos y características de los insumos médico-quirúrgicos que se necesiten pedir teniendo en cuenta su demanda actual. Lo anterior, buscando que se cumpla con las necesidades de los clientes que en este caso serán las IPS a las cuales se les suministran estos materiales para su buen funcionamiento y atención a pacientes.

Para el desarrollo del trabajo, inicialmente se diagnosticó el estado de la gestión y control de inventarios en productos médico-quirúrgicos a partir del análisis de elementos de entrada como la segmentación de productos, la Demanda, el Lead Time y tiempos de revisión, entre otros; aquellos que son necesarios en el diseño de políticas que luego de ser validadas, y finalmente, éstas determinarán el costo-beneficio de la política que se seleccione, apoyando el proceso de toma de decisiones del área de abastecimiento.

Palabras clave: Inventario, Logística Hospitalaria, Sistemas de gestión de inventarios, CEDI, Logística.

ABSTRACT

The work was carried out in a distribution center (CEDI), located in the city of Cali, where medicines and medical-surgical supplies are supplied to twelve IPS in the city. In the first instance, it was investigated about the operation of the CEDI, and its logistics to be able to analyze each of the variables raised in the investigation.

When performing an ABC classification under the Demand criterion, it was evidenced that the group associated with medical-surgical supplies presented failures in the management and control of inventories, generating high costs due to shortages, inventory maintenance and obsolescence of products; At the same time, the need for inventory policies that allow them to make decisions regarding the quantities, types and characteristics of the medical-surgical supplies that need to be ordered taking into account their current demand was evidenced. The foregoing, seeking to meet the needs of the clients, which in this case will be the IPS to which these materials are supplied for their proper functioning and patient care.

The first step was to diagnose the status of the management and control of inventories in medical-surgical products from the analysis of input elements that are necessary in the design of policies that, after being validated, will finally determine the cost-benefit of the policy select, supporting the decision-making process of the supply area."[1]

Keywords: Stock, Hospital Logistics, Management Stocks System

[1] Traducción propia

INTRODUCCIÓN

Un sistema de gestión y control de inventarios ofrece beneficios de planeación, orientación, dirección, control y evaluación de las actividades que se desarrollan en una compañía para obtener por medio de sus productos o servicios eficiencia y mejoras en el servicio prestado, mejoras en las operaciones, calidad y productividad, todo esto a partir de un sistema de acceso a la información del producto o servicio ofrecido. Es así como, la finalidad de un sistema de gestión y control de inventarios corresponde a la consecución de objetivos definidos que corrija las desviaciones, fallas o problemas que se observen a tiempo.

El objetivo principal de una empresa que maneje adecuadamente un sistema de gestión y control de inventarios es siempre la reducción de costos, el mejoramiento del tiempo de respuesta, la calidad o nivel de servicio que se ofrece, el éxito es consecuente con un manejo de inventarios que permita ser potencialmente competidor en el mercado. En este sentido, mantener un sistema de gestión y control de inventarios se define a partir de la gestión clara y precisa que respalden los resultados y la información deseada para toma de decisiones acertadas y precisas.

Es por esto, que para el desarrollo de esta investigación, se realizó un diagnóstico en el cual se eligió una variable que demostrará cuál de los dos tipos de insumos que se suministran son los que tienen el problema de gestión y control de inventarios. De esta manera, se evalúan diferentes métodos de manejo de inventarios, con la finalidad de elegir la mejor opción para el CEDI.

La siguiente investigación es pertinente puesto que pone en evidencia los beneficios de la implementación de metodologías de gestión y control de inventarios para una empresa social prestadora de salud ubicada en el municipio de Cali, buscando a su vez el cumplimiento de los objetivos aquí planteados.

El proyecto se consideró relevante, debido a que dió cumplimiento a una serie de etapas iniciando con un diagnóstico de la situación de la empresa, lo que permitió obtener información sobre el estado del manejo de inventarios y tomar decisiones correctivas sobre su gestión. Posteriormente se llevó a cabo un análisis de la tendencia de la demanda y pronósticos que se ajustan y permiten una toma de decisiones acertadas, adicional a esto, se plantearon metodologías de gestión y control de inventarios con sus respectivos indicadores, evaluando sus beneficios y su futura implementación, escogiendo el que más se ajusta a las necesidades de la empresa permitiendo la prestación del servicio a través de la correcta gestión y control de inventarios de productos medico quirúrgicos.

La investigación consta de diez secciones, en las cuales, en la primera se aborda todo aquello que tiene que ver con el titulo específico que se va a manejar en el trabajo.

En la segunda sección, podemos evidenciar el problema central que se tiene en la empresa o CEDI el cual es sobre la gestión y control de los inventarios de insumos médico quirúrgicos; en la tercera sección se realiza el planteamiento de la pregunta que va a ser resuelta en el desarrollo de la investigación, en la cuarta sección se plantea la justificación donde se explica el por qué es necesario el mantener un control y un manejo absoluto sobre los inventarios en cualquier compañía; en la quinta sección se plantean los objetivos los cuales vienen acompañados por unas tareas específicas inmersas en el contenido de la investigación, la sexta sección hace referencia al marco referencial donde se puede encontrar cada uno de los términos, definiciones, modelos y procedimientos que son de gran importancia conocer al enfrentarnos a una investigación de productos de gran importancia como lo son los insumos médicos.

Por otra parte, en la sección siete, nos encontramos con un diseño metodológico o un ¨paso a paso¨ el cual hace las veces de guía para el desarrollo y orden que se tiene al resolver una problemática y evaluar sus beneficios; la novena sección muestra todos aquellos recursos que van a ser utilizados o son de suma importancia para poder llegar a concluir certeramente sobre un tema específico.

Finalmente en la décima sección se muestra un resultado con las propuestas de sistemas de gestión y control de inventarios, manejo de indicadores, análisis costo beneficio, los cuales se verán reflejados posteriormente en unas conclusiones y recomendaciones.

1. TÍTULO

GESTIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS DE PRODUCTOS MÉDICO-QUIRÚRGICOS PARA UNA EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO EN EL MUNICIPIO DE CALI, VALLE.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción

"En Colombia El Sistema General de Seguridad Social en Salud mediante la Ley 1122 de 2007, establece la prestación de servicios con calidad, para lo cual reglamentó el control y mejoramiento en todos sus componentes y niveles, a través del Decreto 1011 de 2006. Este último define el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en el Sistema General de Seguridad Social en Salud y establece responsabilidades para cada uno de sus actores, es decir, el Ministerio mismo, la Superintendencia Nacional de Salud, los Prestadores de Servicios de Salud, las Empresas Administradoras de Planes de Beneficios y las Entidades Departamentales, Distritales y Municipales de Salud"[2].

"Estas instituciones deberán adoptar indicadores y estándares que les permitan precisar los parámetros de calidad esperada en sus procesos de atención, con base en los cuales se adelantarán acciones preventivas, de seguimiento y coyunturales, consistentes en la evaluación continua y sistemática de la concordancia entre tales parámetros y los resultados obtenidos, para propender por el cumplimiento de sus funciones tales como: garantizar el acceso, la seguridad, la oportunidad, la pertinencia, la continuidad de la atención y la satisfacción de los usuarios"[3]

La empresa ubicada en el Municipio de Cali, es una institución estatal que presta servicios de distribución, con una infraestructura que permite brindar atención integral y abastecimiento a doce (12) IPS de la ciudad según se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1. IPS para abastecer

COMUNA	IPS	DIRECCIÓN
8	Hospital Primitivo	Carrera 16 # 33D - 20. B/ La Floresta.
	Centro de Salud: San Diego Lal	Carrera 12 E # 50 -18. B/ Villa Colombia.
	Centro de Salud: Primitivo Cres	Carrera 17 G # 27 - 08. B/Primitivo Crespo.
9	Centro de Salud: Obrero	Calle 23 # 11B - 47. B/ Obrero.
	Centro de Salud: Bretaña	Carrera 23 # 10 - 15. B/ Bretaña.
	Centro de Salud: Belalcazar	Calle 17 # 19A - 17. B/ Belalcazar.
10	Centro de Salud: Divino Niño	Calle 15 # 33 - 71. B/Cristobal Colón.
	Centro de Salud: Panamericanc	Avenida Pasoancho # 46A-00. B/ Panamericano.
	Centro de Salud: Alberto Young	Calle 23 # 43 - 13. B/ San Judas.
11	Centro de Salud: Luis H. Garcés	Carrera 29 # 31A - 39. B/ Nueva Floresta.
	Centro de Salud: Santiago Reng	Carrera 26 # 50 - 12. B/ Nueva Floresta.
	Centro de Salud: Doce de Octul	Calle 49 #28G - 00. B/ Doce de Octubre.

Fuente: Autores (2020)

[2] MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1011 del 3 de abril de 2006. Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud [en línea]. Bogotá: Diario Oficial 46230, Abril 03 de 2006. [Consultado el 8 de Agosto de 2019]. Disponible en internet: http://www.imprenta.gov.co/diariop/diario2.mostrar_norma?p_tipo=02&p_numero=1011&p_fecha=03/04/2006&p_consec=79047

[3] Ibid

La empresa cuenta con dos líneas de productos: Farmacéuticos y Médico-Quirúrgicos. Los productos farmacéuticos son sustancias químicas sintéticas o naturales que se pueden encontrar en medicamentos recetados de venta libre. Estos productos contienen ingredientes activos diseñados para provocar efectos farmacológicos y beneficiar significativamente a la sociedad. Por otra parte, los productos Médico-Quirúrgicos son sustancias, artículos o material empleado para el diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades que por su uso no requieren de fuentes de energía.

Para el estudio que se realizará se tendrán en cuenta siete (7) insumos médico – quirúrgicos de mayor rotación e importancia para atender a los usuarios, que se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.Insumos Médicos de Mayor Rotación.

CÓDIGO	NOMBRE
103082	Guante Cirujano Desech. Talla S - Und
103083	Guante Cirujano Desech. Talla M - Und
103094	Jeringa Desech. 3CC 21x1 1/2 - Und
103096	Jeringa Desech. 5CC 21x1 1/2 - Und
103070	Equipo de Venoclisis REF. 0001
103092	Jeringa Desech 10cc 21x1 1/2 - Und
103147	Sábanas Desechables Resortada- Und

Fuente: Autores (2020)

En empresas como las Instituciones prestadoras de salud (IPS), el manejo de medicamentos e insumos para la prestación del servicio de salud al paciente resulta difícil principalmente en las unidades quirúrgicas, debido a factores como: alta variabilidad de la demanda de servicios, dinámica de los convenios con proveedores externos, entre otros factores como los derivados de la alta complejidad y el estrés situacional del servicio que este tipo de organizaciones prestan.

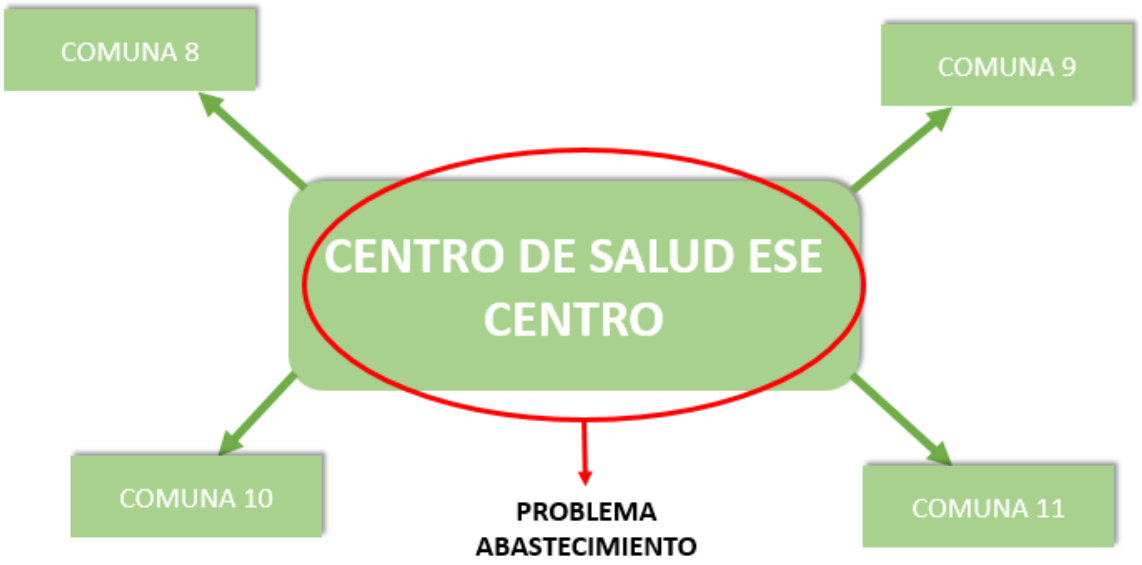
Al momento del diagnóstico inicial, la empresa no contaba con una política de inventario eficiente, evidenciado en los márgenes de desabastecimiento de las IPS, o en los obsoletos encontrados en la revisión de inventarios, lo cual generaba que en ocasiones no se contara con un buen abastecimiento, que consistía en la ausencia de una respuesta inmediata a las solicitudes de estas IPS, que esperaban una mayor gestión en el servicio de despacho. Adicional a esto, se encontró que la entidad no contaba con una base de datos o información acertada para la toma de decisiones y manejo de inventarios, incrementando los riesgos a los que se ven

sometidos los usuarios al no contar con un buen servicio por parte de las entidades prestadoras de Salud, puesto que la cantidad de estos pedidos deben ser elevados en 60% sobre la demanda mensual de cada ítem, es por esto, que el adecuado manejo de los inventarios se verá reflejado en que se preste un buen servicio minimizando el riesgo de enfermedad, e incluso la vida de los usuarios.

De esta forma, se pudo evidenciar que existía el problema de conteo de existencias lo que generaba diferencias entre la cantidad en el sistema y la cantidad física, adicional a esto, no se tenían datos o cifras, que pudieran demostrar cuánto dinero equivalían todas esas referencias en insumos que se nombraban obsoletos, éstas simplemente eran desechadas sin tener un control sobre las mismas, lo cual fue de gran preocupación porque al realizar un sondeo, las pérdidas podían llegar a tomar valores hasta del 50% de las ventas anuales; entre algunas de las referencias se pueden destacar insumos como los Guantes quirúrgicos Talla M que proporcionan ventas de aproximadamente $125.000.000, sábanas desechables con ventas aproximadas de $ 377.500.000, entre otros.

Finalmente, se encontró otra problemática asociada al conteo de las existencias de productos médico- quirúrgicos en las IPS, debido a la gran cantidad de referencias (150 SKU) que se manejan, lo que se convierte en un trabajo muy tedioso para los colaboradores, quienes deben realizar un equivalente a dos jornadas laborales una vez al año para el desarrollo de esta actividad. Este hecho ha generado una inconsistencia entre la cantidad física que posee la empresa RED DE SALUD, y la información que se maneja desde contabilidad, siendo esta información muy básica, pues no se tiene establecida una revisión periódica. Cabe resaltar que un inventario muy numeroso de materiales médico-quirúrgicos llevará a la empresa a incurrir en sobrecostos de mantenimiento de inventario y productos obsoletos siendo algunos de estos, productos perecederos. Por el contrario, si el inventario es muy bajo, puede reflejarse en faltantes, es decir, un mal servicio que afectará la salud de los pacientes.

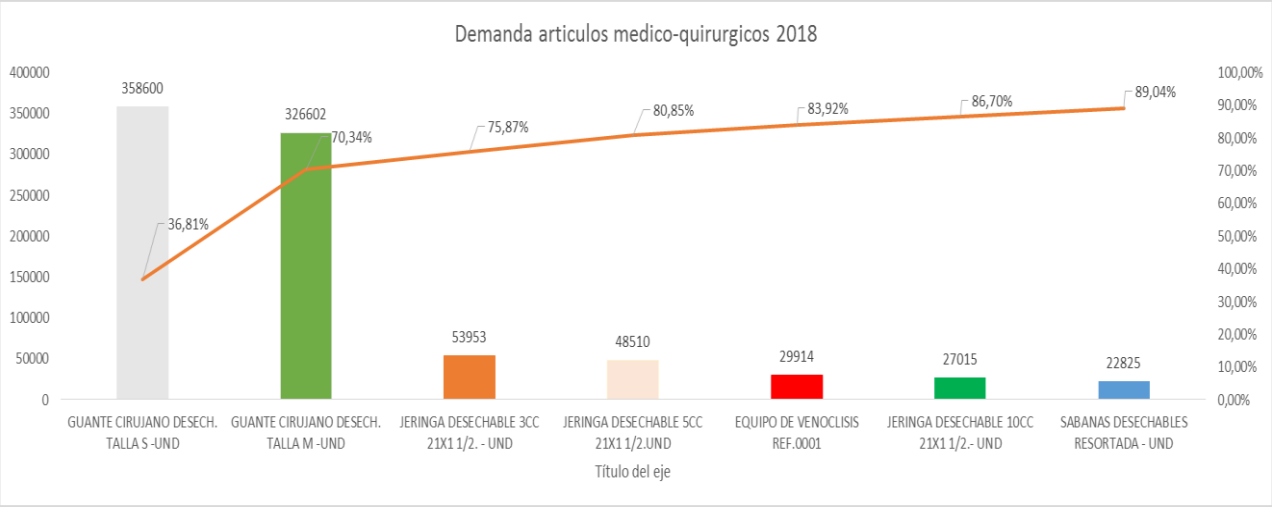
Ilustración 1 Esquema centro de Salud y comunas



Fuente: Autores (2020)

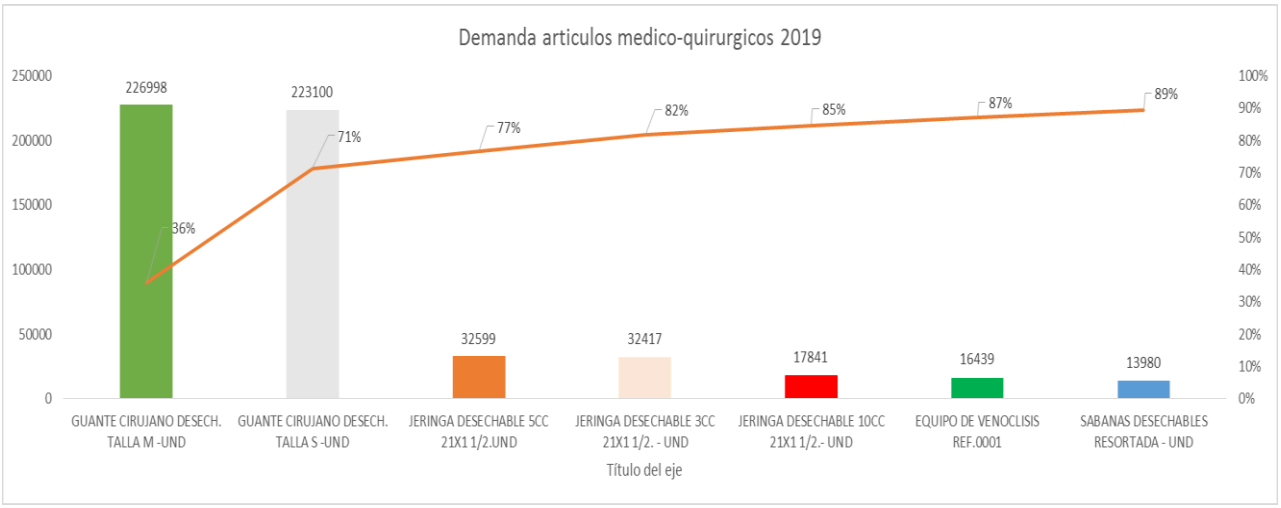
.
Como ya se mencionó, para el desarrollo del presente estudio, se tuvieron en cuenta siete insumos médico – quirúrgicos de mayor rotación e importancia, reseñados en la tabla 2. Estos insumos tienen una Demanda de 867.419 unidades en 2018 y 553.374 unidades en 2019 equivalente en promedio de los dos años al 89% de la demanda de las IPS abastecidas, las cuales se muestran en la **Ilustración *2*:** Demanda 2018 y la **Ilustración 3:** Demanda 2019.

Ilustración 2: Demanda 2018



Fuente: Autores (2020)

Ilustración 3: Demanda 2019



Fuente: Autores (2020)

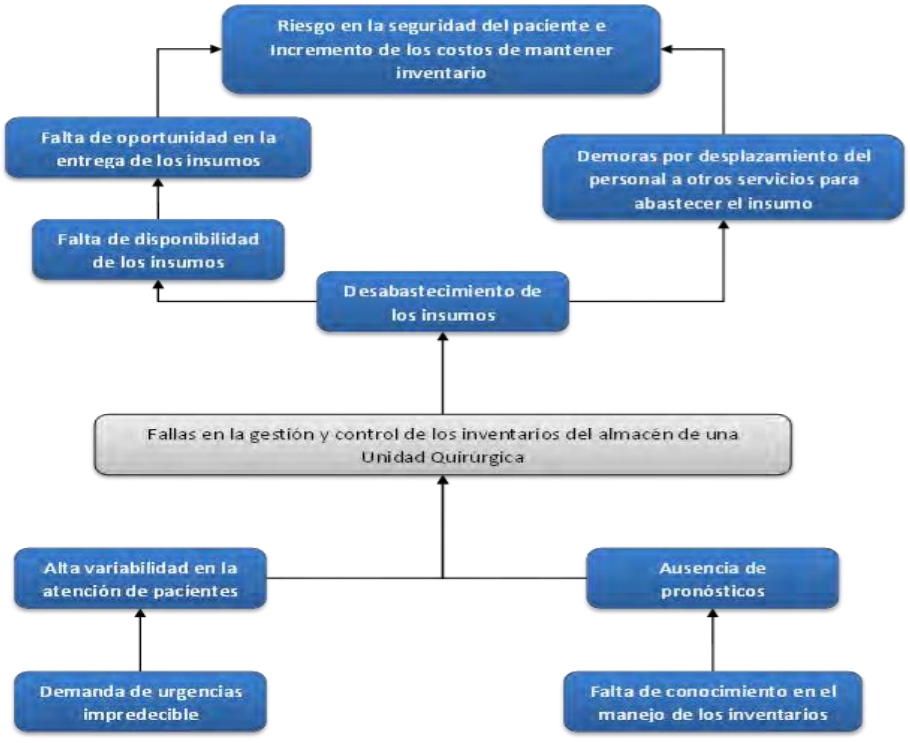
Tal como se muestra en la

Ilustración 2: Demanda 2018**Ilustración 3:** Demanda 2019 se evidencia la correlación en la demanda de los artículos médico-quirúrgicos los cuales son escogidos para el análisis en la elaboración del proyecto debido a su importancia en la demanda del centro de Salud.

Por su parte, la **Ilustración 4** Problemáticas presentadas por fallas en el inventarioevidencia cada una de las problemáticas que desencadena tener fallas en la Gestión y Control de inventarios, pues a pesar de que los inventarios generan costos para las organizaciones, permiten lograr la disponibilidad de los servicios y bienes prestados por ellas, además de posibilitar la continuidad de los procesos que realiza la compañía. En este sentido, las principales razones de contar con un inventario son:

- Disminuir las variaciones de la demanda permitiendo un aseguramiento contra las incertidumbres de la misma.
- Permite un flujo continuo de los procesos.
- Mejora la compra de insumos, teniendo la posibilidad de aprovechar descuentos por volumen.

Ilustración 4 Problemáticas presentadas por fallas en el inventario



Fuente: Autores (2020)

Para las IPS, es prioridad la oportunidad en la atención, es decir tener una respuesta rápida a las solicitudes de los clientes, puesto que de esta depende el impacto positivo en la salud de los pacientes atendidos. De ahí la necesidad de disponer de un control de inventarios para lograr contribuir al mejoramiento de la gestión de los insumos médico – quirúrgicos, de esta forma lograr satisfacer las necesidades de los clientes internos y externos.

Teniendo en cuenta lo anterior es muy común escuchar interrogantes como: ¿Cuánto inventario debo tener?, ¿Cuándo debo reponer el inventario?, ¿Cómo desarrollar un sistema de gestión de inventarios? Para dar respuesta a estos y otros interrogantes más, existen como respuesta una serie de metodologías de control de inventarios, las cuales se implementan de acuerdo al tipo de demanda y actividad de la empresa.

Situación que llevo al grupo de investigadoras a reconocer la necesidad y pertinencia el CEDI de contar con un sistema que permita llevar un control continuo y actualizado del inventario, los pedidos realizados y las ventas de los productos (compra y venta). Todo esto considerado a partir de un diagnóstico que evidenció que la Unidad quirúrgica se ve afectada por el manejo que se da al inventario, puesto que esta actividad se está haciendo de forma empírica, lo cual genera falta de oportunidad en la disponibilidad de insumos y medicamentos, afectando entre otros: la prestación del servicio a los usuarios externos, impactando negativamente en la satisfacción de los pacientes y personal médico–asistencial, así como falta de control en la rentabilidad de la Unidad Quirúrgica que finalmente entorpecen el flujo de los procesos de la IPS y las redes que atiende.

3. FORMULACIÓN

¿Qué metodología de gestión y control de inventarios se debe configurar para mejorar el nivel de servicio de los pacientes y disminuir los costos logísticos debido al manejo de inventarios de productos médico-quirúrgicos para Empresa Social del estado, en el municipio de Cali, Valle del Cauca?

4. JUSTIFICACIÓN

"La responsabilidad de servir de colchón para responder a las variaciones de la oferta y la demanda lleva a las empresas a mantener inventarios, de forma que se satisfaga al usuario. Sin embargo, mantener estos inventarios en las organizaciones presenta unos costos nada despreciables, ya que para esta actividad se requieren hacer inversiones de capital en las mercancías, se requiere espacio para guardarlos, se necesita personal para su administración y cuidado y se requieren recursos tecnológicos y energéticos para su mantenimiento entre otros"[4] De aquí radica la importancia del buen manejo del inventario, puesto que permitirá a la empresa mantener un control oportuno, lo cual implica decidir qué cantidades se necesitan, cuándo se deben colocar los pedidos, recibir, almacenar, llevar el registro de dicho inventario y clasificar los tipos de productos especificando cuales merecen mayor importancia para la empresa. Se puede decir que el inventario es capital en forma de material, los cuales tienen un valor para las compañías, sobre todo para aquellas que se dedican a la compra y venta de productos donde la mayoría de sus activos están representados en el almacén. Es por ello, que este tipo de organizaciones comerciales ven centrados sus esfuerzos en la administración del inventario, como propósito fundamental para proveer a la organización de mercancías o productos necesarios para un funcionamiento acorde y coherente a la demanda vigente, lo cual les facilita competir dentro del mercado. Algunas ventajas de usar los inventarios adecuadamente son:

- Facilidad a la hora de informar a nuestro usuario lo que se tiene, de esta forma permite más rápidamente despachar las órdenes de prioridad, de esta forma garantizamos a nuestros clientes un buen servicio y credibilidad a la hora de las negociaciones.
- Facilidad al cumplir con los plazos de entrega del servicio que se presta, insumos o artículos a suministrar
- Tener claridad del producto terminado disponible.

Es así como, la solución a los problemas frecuentes de desbalanceo de inventarios se encamina a diseñar e implementar estrategias adecuadas de gestión y control, a través de las siguientes alternativas:

[4]ZAPATA, Julián. Fundamentos de la gestión de inventarios, 2014. Pág. 14, Consultado el 9 de octubre de 2019 [En línea] https://www.esumer.edu.co/images/centroeditorial/Libros/fei/libros/Fundamentosdelagestiondeinventarios.pdf

- Utilización de sistemas adecuados de pronósticos de demanda, que permitan estimar con precisión el patrón, el promedio y la variabilidad de la demanda de cada ítem que se mantenga en inventario. De esta forma, los inventarios de seguridad se calculan proporcionalmente a la variabilidad de la demanda, de acuerdo con el nivel de servicio deseado, y no proporcionalmente al promedio de la misma. Debe minimizarse las causas frecuentes de errores excesivos en los pronósticos, tales como la selección del modelo matemático inadecuado, la utilización de datos poco confiables y de datos de ventas en lugar de demanda, los sesgos en los pronósticos, la inclusión de datos atípicos y la selección errada del periodo fundamental del pronóstico.
- Medición adecuada de los tiempos de reposición y su variabilidad. Desafortunadamente, se ha encontrado en la mayoría de los casos que esto no se hace y simplemente se trabaja con un valor estándar del tiempo de reposición asumido constante y seguro, especialmente de los proveedores, cuando la realidad dista mucho de esto.
- Implementación de la clasificación ABC para establecer prioridades de administración y diferenciar los sistemas de control de ítems en cada categoría. Por ejemplo, una reducción del 25% del inventario de los ítems clase A (alrededor del 20% de todos los ítems, catalogados como “los más importantes”), puede causar una reducción global del 20% del valor del inventario.
- Definición de los lugares más adecuados dentro de la cadena de abastecimiento donde se debe mantener inventarios y determinación de sus niveles correspondientes.
- Consideración de aspectos fundamentales como el ciclo de vida del producto.
- Generación de indicadores de eficiencia que consideren simultáneamente todas las variables de interés.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Configurar el sistema de gestión y control de inventarios para los productos médico-quirúrgicos en una Empresa Social del Estado Cali - Valle del Cauca.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual de la Gestión y Control de inventarios en productos médico-quirúrgicos de la Empresa Social del Estado.

- Analizar los elementos de entrada necesarios en el diseño de políticas de Gestión y control de inventarios de productos médico – quirúrgicos de la Empresa Social del estado.

- Validar diferentes políticas de gestión y control de inventarios aplicables a productos médico – quirúrgicos de la Empresa Social del Estado.

- Evaluar el costo - beneficio de la política seleccionada para la gestión y control de inventarios de productos médico – quirúrgicos de la Empresa Social del Estado.

6. MARCO REFERENCIAL

Para el desarrollo del siguiente marco referencial, se segmentó la información en cuatro apartados de la siguiente manera:
Inicialmente un marco conceptual el cual reúne los conceptos que orientan a la investigación, seguido del marco teórico donde se presentan los fundamentos de un sistema de gestión de inventarios y logística. Un tercer apartado reúne un marco histórico que recopila la revisión de la literatura respecto a los trabajos que anteceden el presente trabajo. Por último, un marco legal donde se delimita la regulación para este tipo de estudio.

6.1. MARCO CONCEPTUAL

En el presente documento se tienen en cuenta diferentes términos; los inventarios que se van a manejar como parte fundamental del trabajo hacen referencia a aquellos bienes tangibles como lo son los insumos en este caso, el cual cumple diferentes funciones como:

- Evitar la escasez que puede darse por la fluctuación de la demanda como por tardanzas en el abastecimiento de la mercancía.
- Beneficiarse de la disminución de costos por volumen durante la adquisición o fabricación, aprovechando descuentos.
- Equilibrar las compras con las ventas, regulando el flujo de adquisiciones y entregas dentro del almacén que nos beneficie sobre la competencia.
- Tener un nivel de stock suficiente para cubrir las necesidades y exigencias de los clientes en periodos precisos para evitar pérdidas en ventas, pérdida de imagen y confianza de los clientes.
- Absorber el inventario que no es consumido por la demanda.

Al ingresar o vender inventario en la empresa se debe tener procesos de control interno que garanticen: buenas condiciones de los productos, son su respectiva orden de requisición, también estableces normas internas en el almacén que eviten daños en el producto, que la orden de compra con la factura sea recibida, los precios correctos, las cantidades adecuadas, realizar conteos físicos periódicos que garanticen la existencia correcta de mercancía.

Por lo mencionado anteriormente, es importante planificar y controlar constantemente los inventarios dentro de la empresa verificando donde será su almacenamiento, donde adquirirlo y bajo qué circunstancias, prever la demanda que tendrán, inspección de inventarios y además de retroalimentar constantemente para la revisión, los planes y pronósticos.

En este proyecto el enfoque será sobre los inventarios, considerados como cualquier recurso utilizado en la organización. Los inventarios son reservas de materias primas, suministros, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo de la producción y del canal logístico los cuales tienen diferentes clasificaciones según el tipo de producto, entre ellos el inventario cíclico, de seguridad, estacional, en tránsito, entre otros; de esta manera se hace necesario contar **con sistemas de gestión y control de inventarios** los cuales funcionan como un proceso que utiliza técnicas, métodos, controles que le permiten tener a la empresa los productos en los niveles deseados con el fin de optimizar costos por el nivel de mantenimiento y reposición. El principal problema surge cuando la demanda es inestable. La base para controlar el inventario por medio de una adecuada gestión se basa en:

- Pronósticos adecuados
- Adecuado control físico
- Confianza con el proveedor
- Reducción de inventarios de seguridad
- Stock suficiente para cubrir la demanda
- Costos de gestionar el stock
- Rotación de cada uno de los productos

Los principales factores que intervienen en una gestión de inventarios son:

a. La demanda: "La demanda hace referencia a la cantidad de unidades requeridas por el cliente. Si existe suficiente inventario, el consumo es igual a la demanda; ya que cada unidad solicitada es despachada. Si se presenta una ruptura de inventario y durante ese periodo se requieren materiales, la demanda será superior al consumo"[5].

La demanda depende de cuatro factores tales como:

- El precio
- La competencia
- El marketing
- La situación económica de los consumidores.

b. Nivel de servicio: El nivel de satisfacción que tienen los consumidores al adquirir cierto producto involucra el trato que se le da al cliente y el riesgo de imagen que se tiene frente los clientes en el momento que pueda darse una ruptura de stock e insatisfacer la demanda; lo que provoca que el cliente prefiera la competencia. Hay que tomar en cuenta que según la satisfacción

[5] Mongua, P., & Sandoval, H. (2009). Propuesta de un Modelo de Inventario para la Mejora del Ciclo Logístico de una Distribuidora de Confites Ubicada en la Ciudad de Barcelona, Estado de Anzoátegui. Anzoátegui,

que se quiera brindar al cliente los costos se ira elevando pues involucra más almacenamiento y pedidos.

c. Los costos: Para que la gestión de inventarios sea adecuada debe la empresa tratar de conseguir los costos más bajos posibles por parte del proveedor que garantice una rentabilidad apropiada a la empresa. Además de los costos generados por la adquisición de materia prima, otros relacionados con ella como el mantenimiento del inventario en bodegas, costos de emisión de pedidos, gastos de operación (limpieza, bodeguero, servicios básicos) Además de que si se generan una ruptura de stock este también sería un costo asumido por la empresa.

d. Tiempo de Reposición: Son conocidos también como los días de reposición es decir el tiempo que transcurre en las empresas cuando se coloca la orden de producción al momento que inicia la producción y en la empresa comercial desde que solicita la compra a su proveedor hasta el instante en el que recibe el producto.

Por lo tanto, los inventarios traen consigo asociados unos costos relevantes que se deben tener en cuenta en cualquier proceso de control o modelo de gestión, así un modelo de inventario no solo debe evaluar tiempos de reposición y establecer el comportamiento de la demanda, debe estudiar y analizar en qué costos se incurre. En estos sistemas de gestión de inventario de elementos medico quirúrgicos se debe tener en cuenta los costos de gestionar inventarios vinculan los costos de adquisición, los costos de mantener el inventario, costos de ordenar y costo por faltantes (Mongua & Sandoval, 2009). A continuación, se definen cada uno de ellos:

A. Costos de ordenar: estos son los costos netos de adquisición de las mercancías. Incluye descuentos, gastos de seguros de los fabricantes y cualquier costo de derechos de aduana si es el caso.

B. Costos de mantener el inventario: el costo de mantener inventario incluye los siguientes elementos:

- Costo de oportunidad financiera: el costo que se incurre por la inmovilización de la mercancía almacenada. Se obtiene multiplicando el valor promedio del inventario con la tasa de interés promedio que se paga en los bancos.

- Costos por deterioro: son los costos relacionados con el empeoramiento del estado, calidad y valor de la mercancía.

- Costos por obsolescencia: Se aplica principalmente a los equipos y piezas de repuestos, los cambios en las listas y

fechas de vencimiento los pueden hacer obsoletos. Esta clase de costos se pueden ver como predecibles y no necesariamente variarán con el tamaño del inventario.

- Costos de operación por gestión de stocks: es una mezcla de costos predecibles y costos que incrementan como salarios, costos de espacio (renta o depreciación), servicios públicos, comunicaciones, otros costos directos y depreciación de los equipos. Los datos pueden obtenerse de los registros financieros o libros de presupuesto.

- Costos de transporte a las unidades operativas: En esta se deben incluir los costos predecibles (salarios y beneficios para el personal de transporte, depreciación de los vehículos) y los costos incrementables (gasolina, reparaciones y gastos por representación), dicho costo se tiene en cuenta en la compañía como costo de distribución, no como costo de inventario ni del costo de ordenar.

C. Costos de ordenar: Son todos los costos que se producen durante los procesos de pedido de una orden independientemente del volumen o la cantidad que se ordene. Incluye los costos y el tiempo dedicado a solicitar cotizaciones, generación de una orden de compra, generación de la orden de aprobación, control del pedido recibido, facturación, y salarios del equipo de trabajo.

D. Costos por escasez en inventario: Son todos los costos en los que se incurre si un producto no se encuentra disponible o no existe el suficiente para cumplir la demanda del cliente. Se calcula basados en la diferencia del costo de las compras de emergencia y el costo normal por unidad y multiplicado por la cantidad comprada por cada compra de emergencia, si los datos no están disponibles para todas las compras de emergencia se toma una muestra y se calcula diferencia de precio medio porcentual o se trabaja con el porcentaje dado por un experto local.

6.2. MARCO TEÓRICO

Hablar de un sistema de inventarios, nos remite a los primeros años de la historia de la humanidad cuando el hombre en su afán de mantener a buen resguardo sus bienes, enseres y alimentos, diseño primitivos sistemas que le ayudaron a evitar la escasez de productos en sus largos recorridos o desplazamientos, seguido de los cambios en el clima o el asecho de otros grupos.

En la actualidad, hablar de un sistema de inventarios dentro de una empresa, se ha convertido en una obligación que requiere el manejo eficiente de recursos y la satisfacción de la demanda de los clientes. De esta manera definir el concepto de inventarios "nos ayuda a cerciorarnos que los planes establecidos fluyan de la manera correcta; este presenta cuatro factores: el primero de ellos es la relación con lo planeado, en donde se confirma el resultado de los objetivos; el segundo, es la medición utilizada en la cuantificación de los resultados; la detección de las desviaciones, es el tercero de los factores donde se detectan las fluctuaciones presentes en la ejecución de lo planeado; por último en la connotación de control se encuentra el establecimiento de las medidas correctivas donde su objetivo es prever y corregir las fallas"[6]

"Los inventarios se usan, básicamente, para evitar la falta de productos, encargados de satisfacer la demanda, por este motivo su primer objetivo será determinar la situación de las existencias, tanto de forma general como por secciones y familias de productos"[7] De esta manera, se puede saber la cantidad y el valor de los bienes disponibles. "La importancia de implementar una correcta gestión de inventarios, permite que la utilidad que reportan las existencias en almacén, referida a la cantidad de artículos necesarios para cubrir la demanda, sean oportunos teniendo los artículos en el tiempo y lugar deseado, garantizando la calidad del producto y el mejor precio"[8]

Es por todo esto, que los inventarios presentan unos objetivos precisos que delimitan sus funciones, dividiéndose en seis categorías: "la capacidad de predicción que tienen la finalidad de mantener el equilibrio entre lo que se necesita y lo que se procesa a través de los inventarios. Las fluctuaciones de la demanda, que se refiere a la reserva que debe mantener la empresa para garantizar su producción, pues son inciertas las variantes económicas. Inestabilidad del suministro, esta categoría señala la incapacidad de respuesta que pudieran tener

---

[6] Mora, L.A. (2011) Gestión logística integral las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. Colombia: Ecoe Ediciones. Disponible: http://www.academia.edu/29853903/Gestion_Logistica_Integral_-_Luis_An%C3%ADbal_Mora_Garc%C3%ADa

[7] Vértice (2010) Aprovisionamiento y almacenaje en la venta. Málaga: Vértice.

[8] Ibid,12

los proveedores, por lo que es conveniente reemplazarlos y con ello mantener una provisión de existencias”[9]

Otra función de los inventarios es la protección de precios, en donde para mantener un nivel óptimo es necesario planificar las compras, y efectuarlas en el momento adecuado evitando el impacto de la inflación de los costos. El descuento por cantidad es otra ventaja, pues la mayoría de los proveedores ofrecen descuentos al tratarse de compras masivas. Por último, se encuentran, los menores costos de pedido con el fin de controlar los costos de pedido y asegurar precios favorables, muchas organizaciones expiden órdenes de compras globales acopladas con fechas periódicas de salida y recepción de las unidades de existencias pedidas.

Toda empresa debe contar con un inventario que garantice la precisión, condición y control de todos los recursos de la organización, con el objetivo de satisfacer los objetivos planificados por las distintas gerencias. Los recursos existentes en las empresas se dividen en tres categorías generales de materia prima, productos en proceso y productos terminados, los cuales sirven para que las empresas eviten golpes en la producción, por variaciones en el mercado, tanto en la compra de insumos como en la venta del producto final.

Ilustración 5 Elementos de entrada a un sistema de inventarios

Fuente: Autores (2020)

[9] Muller, M. (2014). Fundamentos de Administración de Inventarios. Bogotá, Colombia: Norma. Disponible en: https://xlibros.com/wp-content/uploads/2014/04/FUNDAMENTOS-DE-ADMINISTRACI%C3%93N-DE-INVENTARIOS.pdf

Para generar las políticas respectivas para los procesos de gestión y control es necesario tener en cuenta todos los elementos de entrada que van a ser necesarios para aplicar todos los procedimientos y posterior evaluar las políticas **Ilustración 5.**

¨La segmentación de los inventarios se realiza para gestionar de manera diferencial cada uno de los ítems que componen el inventario. La segmentación permite priorizar los artículos que por su costo o su participación en las ventas tienen un mayor valor para la organización, sobre aquellos no relevantes. Lo anterior, permite diseñar los mecanismos de control adecuados para aprovechar al máximo los recursos que se tienen a disposición para la gestión del aprovisionamiento"[10]. Algunas técnicas para la jerarquización de los productos se presentan a continuación:

- Clasificación ABC: Es una metodología de segmentación de productos mono-criterio, tales como el costo unitario y/o el volumen anual demandado. En esta metodología se divide al inventario en tres categorías (ABC) en términos del porcentaje que representa el número de artículos y el porcentaje del valor total. "También es denominada la "regla 80-20" y corresponde al principio de Pareto, la cual expresa que el 80% del valor total está representado por el 20% de los artículos. En esta clasificación las categorías se definen a partir de las siguientes proporciones:"

    - La clase A representa el 20% del material en inventario y corresponde aproximadamente entre 75%-80% del valor del inventario.
    - La clase B representa el 30% del material en inventario y corresponde aproximadamente el 15% del valor del inventario.
    - La clase C representa el 50% del material en inventario y corresponde aproximadamente entre 5%-10% del valor del inventario.

Este análisis es comúnmente el más utilizado en el contexto empresarial. Los valores anteriores son una guía aplicada en muchas organizaciones, todas las organizaciones y sistemas de inventarios tiene sus particularidades. Es decir, el aplicar cada principio de ponderación debe tener muy claro la realidad de la empresa.

Según la clasificación ABC, los productos clasificados en la categoría A deben tener un control de inventarios más estricto, mientras que los productos de la categoría C deben tener el menor grado de control. La categoría B debe tener un control de grado medio. La ventaja de un sistema de inventario por categorías, es que gestionando una pequeña cantidad de artículos de alrededor del 10 o el 20% se obtienen resultados favorables en la gestión, que van entre el 75 y el 80% del valor del inventario.

[10] Heizer , J., & Render, B. (2004). Principios de Administración de Operaciones. México: Pearson Education.

- Clasificación ABC/ XYZ: “La clasificación ABC-XYZ, es un método basado en la variabilidad de la demanda, lo cual permite una adecuada selección de modelo de pronósticos por grupo de productos, facilitando la selección de un modelo de control de inventarios más ajustado debido a que tiene en cuenta la importancia en las ventas y la variabilidad de la demanda. Estos dos factores son importantes para parámetros y modelos dependientes del factor tiempo, esta herramienta puede ser utilizada para el control del inventario y para generar estrategias de aprovisionamiento”.

La clasificación ABC/XYZ es una extensión de la estratificación ABC clásica. Este método toma en consideración no sólo el valor de un criterio, sino también la variación de la demanda. Esta herramienta puede ser utilizada para el control del inventario y para generar estrategias de aprovisionamiento. De la combinación de las categorías ABC y XYZ resulta una nueva matriz con nueve categorías. Para determinar las políticas de control que se generan a partir de cada una de las combinaciones (AX, AY, AZ…), ver Tabla 3 se hace necesario basarse en las características propias de cada combinación, con el fin de encontrar un punto de equilibrio que represente una ventaja del valor económico del producto.

Tabla 2 Clasificación ABC/XYZ

	X	Y	Z
A	Estratégicos	Principales	Volátiles
B	Principales	Principales	Volátiles
C	Secundarios	Secundarios	Secundarios

Fuente: (Meléndez & Lambis, 2013).

El criterio en el cual se basan la mayoría de los expertos en la materia es el valor de los inventarios y los porcentajes de clasificación son relativamente arbitrarios, a continuación, se exponen cada una de las posibles combinaciones ABC/XYZ.

- AX – Estratégicos: Alto valor de salida y poca variabilidad. Es recomendable aprovisionarse de forma frecuente en pequeñas cantidades para tener bajos niveles de stock. Es fácil conseguir un buen nivel de servicio con poco stock de seguridad.

- AY - Principal: Alto valor de salida y variabilidad media. Se recomienda reaprovisionamientos frecuentes y en cantidades pequeñas como en el punto anterior, pero hay que establecer el compromiso entre nivel de servicio y stock de seguridad.

- BX y BY- Principal: Valor medio y baja variabilidad. No es necesario reaprovisionar tan frecuentemente ya que el impacto del inventario es menor. Es posible garantizar un nivel de servicio alto con un stock de seguridad bajo.

- AZ y BZ – Volátil: Alto valor de salida y alta variabilidad. Se recomienda el suministro bajo pedido. De otra forma, el costo de un nivel de servicio razonable sería muy alto, generando altos niveles de obsolescencia.

- CX, CY y CZ - Secundario: Bajo valor y baja o media variabilidad. Bajo impacto en el costo del stock, se recomienda minimizar los costos operativos tratando de minimizar el número de pedidos y de transacciones.

Otro elemento de entrada muy importante es la Demanda, ésta se clasifica según su naturaleza en las siguientes categorías:

- "Demanda dependiente: se refiere a la demanda de productos que depende de la demanda de otro producto. Incluye la materia prima, los componentes y sub-ensambles que son usados en la producción de artículos que sirven para la fabricación de productos finales. Cuando se realiza un proceso de planeación de producción, esta demanda debe precisarse. Sin embargo, en ocasiones no es necesario predecirla ya que se puede calcular a partir de la demanda de artículos finales y las decisiones de producción"[11]

Algunas empresas de manufactura, incluso las que se consideran pequeñas, han instalado casi universalmente sistemas de planeación de requerimiento de materiales (MRP). La causa es que MRP es un método lógico y fácil de entender para abordar el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir cada pieza final. MRP también proporciona un programa para especificar cuándo hay que producir o pedir estos materiales, piezas y componentes. MRP se basa en la demanda dependiente, la que es resultado de la demanda de artículos de nivel superior. Llantas, volantes y motores son piezas de demanda dependiente, basada en la demanda de automóviles.

- Demanda independiente: "consta de los productos terminados, cuya demanda depende directamente del ambiente incierto del mercado. La demanda independiente puede ser"[12]:

[11] Ibid.
[12] Taha, H. (2012). Investigación de Operaciones. México: Pearson Education.

- Determinística y constante (estática) en el tiempo. La demanda del artículo se conoce con certeza y permanece constante durante el transcurso del tiempo.

- Determinística y variable (dinámica) en el tiempo. En esta la demanda del artículo se conoce, pero varía en el tiempo.

- Probabilística y estacionaria a lo largo del tiempo. En esta categoría la demanda está sujeta a incertidumbre y variabilidad; generalmente es descrita en términos de función de probabilidad y por ser estacionaria la demanda se sostiene sin cambio en el tiempo.

- Probabilística y no estacionaria a lo largo del tiempo. Al igual que la estacionaria por ser probabilística está sujeta a incertidumbre y variabilidad y esta descrita por una función de probabilidad; pero en esta la función de densidad de probabilidad varia con el tiempo.

Adicional, se manejan diferentes modelos para la gestión y control de los inventarios, los cuales son de suma importancia para generar políticas que generen beneficios para la empresa. Entre ellos estan:

- **Modelo EOQ – demanda constante**

  "En el modelo lote económico (EOQ) la variable Q significa la cantidad a pedir que minimiza la suma de los costos de mantener y de ordenar. A continuación, se definen las características que se deben cumplir para poder aplicar un modelo EOQ"[13]:

  - "La demanda es determinística y ocurre a tasa constante.
  - La cantidad para ordenar es constante en cada uno de los pedidos. El nivel de inventarios se incremente en x unidades cada vez que se recibe un pedido.
  - El costo de ordenar es constante y no depende de la cantidad a ordenar.
  - El costo de mantener el inventario por unidad de periodo es constante. El costo de mantener el inventario depende tanto del periodo de tiempo como del tamaño del inventario.
  - La entrega de un pedido es constante."[14]

[13] Prawda. (1999). Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones. México: Limusa.

[14] Ibid.

El modelo de cantidad económica a pedir EOQ, es aplicable cuando la demanda de un elemento tiene una tasa constante o prácticamente constante. “La hipótesis de la tasa de demanda constante significa que el número de unidades consumidas durante un mismo lapso es muy similar. Igual que en otros modelos cuantitativos, es crítico obtener estimaciones precisas de los parámetros de costo”[15]
Como se mencionó anteriormente este método tiene una connotación muy limitada para demanda constante lo importante para este caso es que este modelo, fundamenta la formulación de otros modelos que se mencionaran a continuación.

- **Modelos para demanda estocástica**

“Los sistemas probabilísticos de control de inventarios que más se utilizan se describen a continuación”[16]

A) Sistema continuo (s, Q): En este sistema de control continuo, cada vez que el inventario efectivo cae al punto de reorden **s** o por debajo de él, se ordena una cantidad fija Q ver

B)

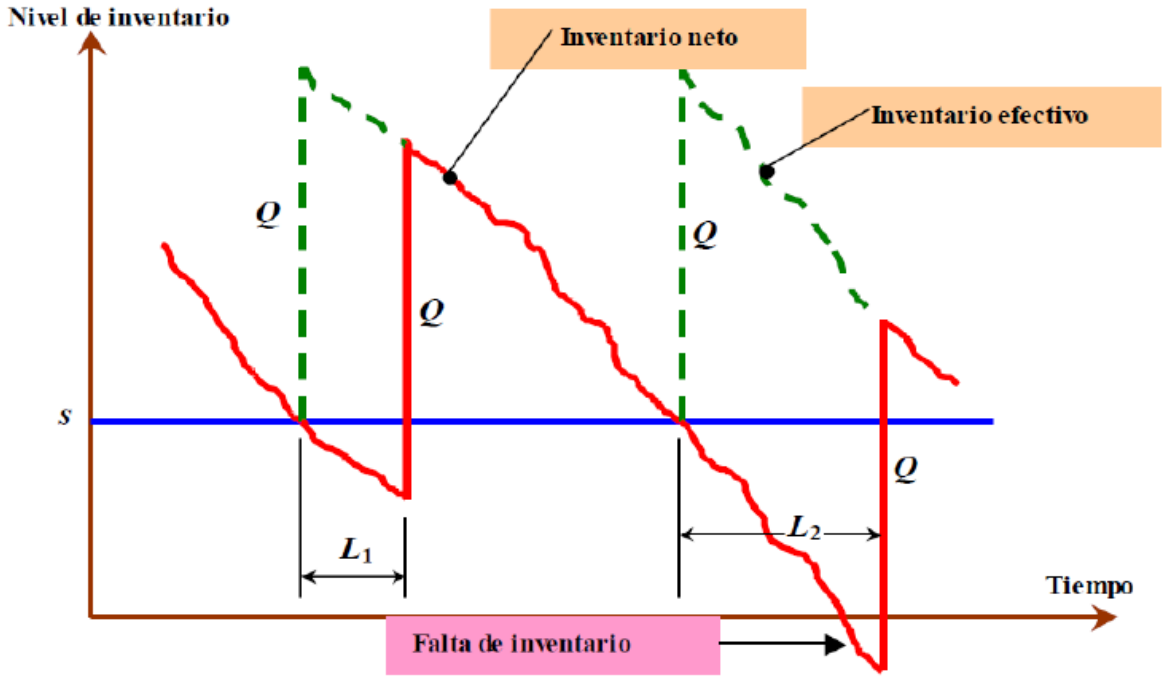
C)

D) **Ilustración *6***

“Este sistema se denomina también el “sistema de los dos cajones” (“two-bin systems”), ya que se puede implementar físicamente teniendo dos cajones para el almacenamiento de un ítem. La demanda se satisface normalmente del primer cajón, hasta que se agota. Tan pronto sea necesario abrir el segundo cajón, el cual contiene tantas unidades como el punto de reorden **s** lo indique, se emite una orden por la cantidad fija **Q** establecida. Cuando llega la orden, el segundo cajón se llena de nuevo con las unidades equivalentes al punto de reorden, y el resto se deposita en el primer cajón, iniciándose otro ciclo.”[17] Este sistema funciona adecuadamente cuando no exista más de un pedido de reposición pendiente en algún instante de tiempo. El sistema puede utilizarse ajustando la cantidad a pedir, **Q**, hasta que sea mayor que la demanda.

[15]Griñon, M. (2009). Tesis Doctoral: Una Metodología para la Estimación Eficiente del Stock de Referencia en Políticas de Revisión Periódica con Demanda Discreta. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
[16] Vidal, C. J. (2009). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali: Universidad del Valle.
[17] Ibid.

Ilustración 6 Sistema continuo (s, Q)



Fuente: Vidal, C. J. (2009). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali

Las ventajas de este sistema son las siguientes:

- Es muy fácil de comprender, especialmente en la forma de “dos cajones” descrita anteriormente.

- La cantidad fija para ordenar minimiza posibles errores en el pedido.

Su principal desventaja ocurre cuando algunas transacciones individuales son de considerable magnitud. En este caso, “es posible que la cantidad a ordenar **Q** no incremente el inventario efectivo por encima del punto de reorden **s** y, así, un segundo pedido o más sea necesario. En estos casos, sin embargo, se pueden ordenar cantidades enteras de **Q** hasta que el nivel de inventario efectivo sea superior al punto de reorden **s**”. [18]

[18]Ibid.

Los siguientes supuestos se deben tener en cuenta a la hora de aplicar el modelo S, Q, independientemente del criterio utilizado para medir el nivel de servicio e independientemente de la distribución probabilística de la demanda durante el tiempo de reposición (o del error de los pronósticos):

- La demanda promedio se asume que varía muy poco con el tiempo. Si este no es el caso, los parámetros de los métodos de control aquí descritos pueden redefinirse periódicamente y adaptarse a la nueva situación.

- Los pedidos se realizan cuando el nivel de inventario efectivo es exactamente igual al punto de re-orden (s). Esto es equivalente a decir que la demanda ocurre en incrementos unitarios, o que la magnitud del parámetro descrito anteriormente es despreciable.

- Si hay dos o más pedidos pendientes en el mismo instante de tiempo, éstos se reciben en la misma secuencia en que fueron ordenados. El caso especial del tiempo de reposición constante satisface este requerimiento.

- Los costos unitarios de falta de inventario son tan altos que en un procedimiento práctico el nivel promedio de órdenes pendientes (para el cliente) es muy pequeño comparado con el nivel promedio del inventario a la mano. Esto es equivalente a decir que estos sistemas son adecuados para niveles de servicio altos, lo que es precisamente deseado en la práctica.

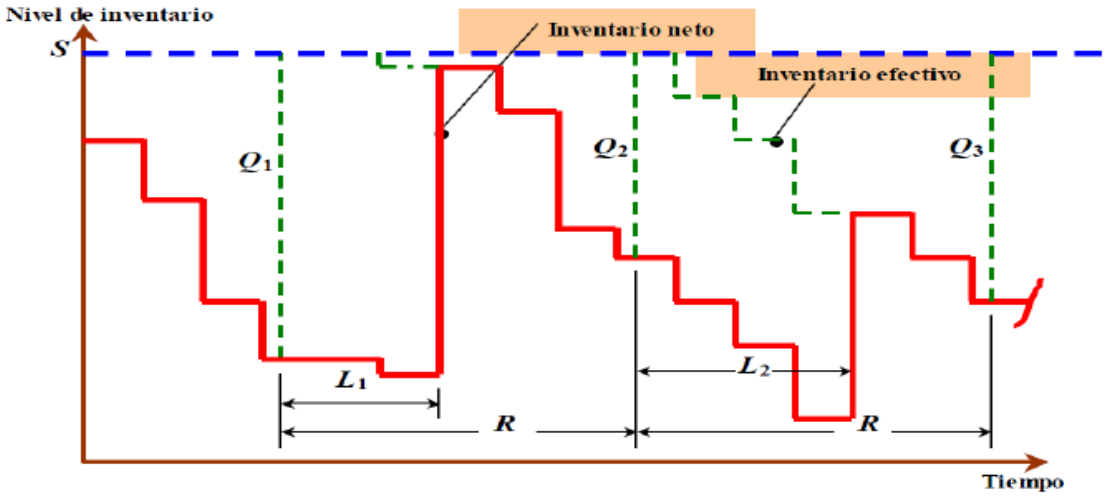
- Los errores de pronóstico tienen una distribución normal sin sesgo, con una desviación estándar σL sobre un lead time igual a L. Obviamente, la desviación estándar σL no se conoce con certeza, y, por lo tanto, se utiliza su valor estimado, el cual es proporcionado por el sistema de pronósticos. Se ha demostrado empíricamente y con modelos de simulación que el uso del valor estimado produce buenos resultados en la mayoría de los casos prácticos.

- Se asume que el tamaño del pedido Q ha sido predeterminado y es independiente del punto de reorden “s”. Esto ha demostrado ser muy útil en la práctica, especialmente para el caso de los ítems clase B. Una forma de determinarlo es utilizar el EOQ.

E) **Sistema periódico (R, S):** “Este sistema se conoce también como el sistema del ciclo de reposición donde cada **R** unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo, y se ordena una cantidad tal que este inventario suba al

valor máximo **S**. La ilustración **Ilustración 7** representa el sistema en el tiempo. El intervalo de revisión **R** se considera fijo y determinado con anterioridad, con base en el EOQ expresado en unidades de tiempo, por ejemplo. Se asume aquí también que el lead time **L** es constante."[19]

Ilustración 7 Sistema periódico (R, S)



Fuente: Vidal, C. J. (2009). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali

Este sistema opera bajo los siguientes supuestos:

- La tasa de demanda promedio varía poco en el tiempo.
- La probabilidad de tener demanda igual a cero entre revisiones sucesivas del inventario es muy pequeña; por lo tanto, se asume que cada vez que se revisa el inventario, se ordena un pedido.
- El tiempo de reposición se asume constante.

"El nivel máximo de inventario S puede ser ajustado fácilmente si el patrón de demanda tiende a cambiar con el tiempo. Su principal desventaja es que, para un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema presenta costos de mantenimiento del inventario mayores que aquéllos de los sistemas continuos, ya que el nivel de inventario de seguridad requerido es mayor. Esto se da porque entre un período de revisión y otro, no se tiene información acerca del inventario efectivo, pudiendo caer éste a niveles indeseables si no se tiene el inventario de seguridad adecuado y, por lo tanto, éste debe cubrir fluctuaciones de demanda para un tiempo igual al período de revisión R más el tiempo de reposición."[20]

[19] Vidal, C. J. (2009). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali: Universidad del Valle.
[20] Ibid.

F) Sistema (R, s, S): “Este sistema es una combinación de los sistemas (s, Q) y (R, S). Consiste en que cada R unidades de tiempo, se revisa el inventario efectivo. Si éste es menor o igual que el punto de re-orden s, entonces se emite un pedido por una cantidad tal que el inventario efectivo se recupere hasta un nivel máximo S. Si el nivel de inventario efectivo es mayor que s, no se ordena cantidad alguna hasta la próxima revisión que tendrá lugar en R unidades de tiempo”[21]

El mejor sistema (R, s, S), bajo algunos supuestos generales con respecto del patrón de demanda y de los costos involucrados, produce un costo total relevante (ordenamiento, mantenimiento, faltante de inventario) menor que el de otros sistemas. Adicionalmente, el método es más difícil de comprender, lo que lo hace más susceptible de errores humanos. la determinación simultánea del valor óptimo de los tres parámetros es difícil, debido principalmente a la dificultad de considerar la distribución probabilística de las caídas del inventario por debajo del punto de re-orden s, las cuales son más significativas bajo este contexto debido a la revisión periódica del inventario.

Revisión periódica - pedidos conjuntos los modelos presentados anteriormente son para productos independientes, lo que supone que cada artículo en el inventario se controla independientemente de los otros. En muchos casos, ésta no es la mejor práctica dado que pueden comprarse múltiples artículos al mismo proveedor o pueden producirse al mismo tiempo y en la misma ubicación. “Pedir múltiples artículos al mismo tiempo y en el mismo pedido puede dar como resultado ganancias económicas, como calificar para descuentos por precio y cantidad o satisfacer las cantidades mínimas del vendedor, de la compañía de transportes o de producción, de manera que la política de inventario debería reflejar pedidos conjuntos. Una política de inventario de pedido conjunto implica determinar un tiempo de revisión del inventario común para todos los artículos pedidos conjuntamente, y luego hallar el nivel máximo de cada artículo (M*) según se impone a partir de sus costos y de su nivel de servicio particulares”[22]

6.1 MARCO DE ANTECEDENTES

A continuación, se presentan algunos antecedentes que sirven de sustento al estudio debido a que presentan estrecha relación con el problema planteado. En los trabajos similares a esta investigación y realizados con anterioridad y vinculados con el objeto de estudio se encontraron los siguientes:

[21] Vidal, C. J. (2009). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios. Cali: Universidad del Valle.
[22] Ballou, R. (2004). Logística: Administración de la Cadena de Suministro (5ta ed.). México: Pearson, Prentice Hall.

Un primer trabajo corresponde a Amaya en su estudio titulado “Potenciando la contribución de la logística: tres casos, tres trayectorias”[23], donde presenta la experiencia de un centro hospitalario en Colombia donde lograron incrementar el nivel de contribución de la logística hospitalaria a través de la centralización de compras de productos generales permitiendo consolidar las compras para aumentar el nivel de compra corporativo, además logrando la consolidación de los servicios de la cadena de suministros logrando fortalecer los servicios de compras, manejo de inventario y cuentas por pagar bajo un servicio único con fuerte liderazgo, mejorar el control de inventarios a través de un conteo cíclico y por último la utilización de tecnologías de identificación código de barras RFID para optimizar la distribución de bienes y el manejo de inventario.

Un segundo trabajo corresponde a Buelvas y Vásquez, quienes elaboraron un estudio titulado “Diseño de un Plan de Mejora del Sistema de Gestión de Inventarios en la empresa Comercializadora INGELCAS y CIA LTDA.”[24], en el Departamento de Bolívar Distrito de Cartagena de Indias, cuyo objetivo se fundamentó en diseñar un plan de mejora para el sistema de gestión de inventarios de la empresa Comercializadora INGELCAS y CIA LTDA, con el cual se busca mejorar e integrar los procesos de compra, despacho, recibo y devolución de mercancía, determinar aquellos productos que generan una mayor utilidad a la empresa y proporcionar una propuesta para la organización de la bodega. Le metodología empleada se basó en el método analítico-descriptivo, puesto que se determinó y analizó la situación de los inventarios y almacenamiento de Comercializadora INGELCAS y CIA LTDA, se utilizó la técnica de observación directa, reuniones y entrevistas con el personal de la empresa, con el propósito de diagnosticar los aspectos de la organización.

Los resultados del estudio evidencian las equivocaciones en el sistema de gestión de inventarios de la empresa Comercializadora Ingelcas y Cia Ltda, con las cuales se parte para la elaboración del plan de mejora con el objetivo de perfeccionar los procesos internos de la compañía, tales como el proceso de almacenamiento en cuanto a la organización de la bodega y la mercancía, en cuanto a la existencia de productos en inventario con una base de clasificación ABC realizada a los artículos. Por tal razón, toda la información se apoya el proceso de compras, además del uso de un formato de orden de compra que facilita los procesos de devolución, recepción y despacho de mercancía, así como la capacitación al personal para el buen funcionamiento de esta área.

[23] AMAYA. Ciro Alberto. Potenciando la contribución de la logística hospitalaria: tres casos, tres trayectorias. management international. Vol14, 2010. P.85-98

[24] BUELVAS, Ana y VÁSQUEZ, Javier. Diseño de un Plan de Mejora del Sistema de Gestión de Inventarios en la empresa Comercializadora INGELCAS y CIA LTDA. Trabajo de Grado. Repositorio Unicartagena. 2016.

Un tercer estudio que se puede tomar como antecedente, fue titulado “Mejoramiento del control de inventarios en la organización CODINTER LTDA.”[25], cuyo objetivo fue implementar un sistema de pronóstico de demanda el cual genere control de los inventarios en la parte comercial de la compañía y estandarizar el proceso de pedidos mediante el uso de herramientas estadísticas, con el fin de disminuir el costo por sobrantes, mejorando el proceso de compras y servicio al cliente. El tipo de metodología utilizado para el desarrollo de esta propuesta fue experimental aplicada, enfocándose en el análisis de la demanda y el sistema pronóstico, los cuales fueron objeto de observación directa para la recolección de la información necesaria para el desarrollo de la propuesta.

Los principales resultados, evidencian que para tener un pronóstico más acertado es importante tener un registro de demanda no atendida, puesto que no se lleva en la empresa, demostrando así la realidad del mercado. Por otro lado, se comprobó la necesidad de constituir un departamento de mercadeo en la empresa, por lo que los datos relacionados con la demanda y necesidades del cliente no son adecuados, proponiendo llevar un control de la demanda real por parte del departamento de ventas. De manera que, se debe tener en cuenta la demanda real para un sistema de pronósticos, sabiendo que demanda real es igual a ventas más demanda no atendida, ya sea por faltantes o por competencia.

De otro lado, Canedo y Leal, realizaron una investigación titulada “Diseño de un Plan de mejoramiento para la Gestión y Control de Inventarios de la empresa Distribuidora Ferretera Internacional”[26], tomando como objetivo general diseñar un plan de mejoramiento del sistema de gestión y control de inventarios de la empresa Distribuidora Ferretera Internacional en su bodega para la buena organización y clasificación de los productos. El proceso metodológico se basó en un estudio descriptivo- analítico, tomando en consideración la técnica de observación como forma de recolección de datos y entrevista informal con el propósito de diagnosticar la situación en estudio.

Dentro de los resultados del estudio, se encuentran: la manera como se estaban llevando los procesos que afectan el buen rendimiento de la cadena productiva de la empresa, determinándose cuáles productos tienen mayor rotación y poseen mayor importancia en las ventas dentro de la empresa, permitiendo identificar además, que los registros de ventas de los últimos seis meses son los de ferretería, seguidamente los de plomería y eléctricos; mientras que los productos de repuestos y pintura son los de menor salida.

[25] FERNÁNDEZ, J. Mejoramiento del control de inventarios en la organización CODINTER LTDA. Trabajo de Pasantía. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, Colombia. 2017.

[26] CANEDO, Ayda y LEAL, Milton. Diseño de un Plan de mejoramiento para la Gestión y Control de Inventarios de la empresa Distribuidora Ferretera Internacional. Trabajo de Grado. Universidad de Cartagena. Colombia. 2014

Por su parte, Montenegro efectuó un estudio titulado “Diseño e implementación de un Sistema de Inventarios, Aplicando Simulación Montecarlo”[27], en una empresa de servicios petroleros, teniendo como objetivo diseñar e implementar un sistema de inventario mediante simulación Montecarlo. La metodología empleada se basó en entrevistas a los encargados de operaciones, observación del manejo de inventarios, recopilación de la información mencionada y análisis información recopilada. Los resultados del estudio demuestran que la empresa no posee un sistema implementado de gestión de inventarios, la cual optó por poner a prueba el sistema de inventarios por simulación Montecarlo, el cual constituye una gran ayuda para reproducir los rasgos de un sistema real. Por tanto, la simulación Montecarlo no es precisa, tiene una gran aproximación al entorno real dependiendo de la cantidad de datos que se tenga, puesto que es una herramienta de ayuda para realizar pronósticos y reabastecimiento de materias primas. De igual manera, se recomienda implementar un software sofisticado para este proceso de simulado, puesto que ayuda en el pronóstico de materias prima y reabastecimiento de inventario, se tornaría mucho más fácil el manejo de este sistema.

También Jiménez en su publicación “Aplicación de metodología multicriterio para la priorización de los procesos objeto de costeo en entidades del sector de la salud”[28] demuestra la importancia de la clasificación multicriterio al tratarse de insumos o medicamentos pues debido a que en ocasiones el criterio costo es quien prima sobre las investigaciones, en su publicación demuestra como variables cualitativas como lo son la criticidad, disponibilidad y especialidad quirúrgica toman peso sobre la toma de decisiones y de control en los inventarios teniendo en cuenta los ya mencionados anteriormente, mostrando excelentes resultados de manejo de inventarios objetiva y específicamente para este sector.

Por último, es importante mencionar la implementación de indicadores para medir el desempeño en un sistema de gestión y control de inventarios como lo son: nivel de rotación, precio de inventario, stock disponible, cobertura del stock, utilización del espacio, pedidos incompletos, numero de referencia, medicamentos vencidos, coste del inventario que se definirían dentro del proyecto según lo revisado en la literatura.

6.2 MARCO LEGAL

[27] MONTENEGRO, Roberto. Diseño e implementación de un Sistema de Inventarios, Aplicando Simulación Montecarlo, en una empresa de servicios petroleros. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador. 2011

[28] JIMÉNEZ, Víctor. Aplicación de metodología multicriterio para la priorización de los procesos objeto de costeo en entidades del sector de la salud. Libre Empresa, 2012, vol. 9, no 1, p. 99-123.

Debido a las características del proyecto se toma a consideración las siguientes leyes que regulan la prestación del servicio de salud en ESE centro.

Ley 100 de 1993: "reformó el anterior Sistema Nacional de Salud, vigente desde 1976, e instauró el actual Sistema General de Seguridad Social en Salud (SG-SSS), se ha buscado llevar a cabo los mandatos sobre la salud y la seguridad social en la población colombiana contemplados en el título 2 de la Constitución Política promulgada en 1991"[29]

Ley 1122 de 2007: "En Colombia El Sistema General de Seguridad Social en Salud mediante la Ley 1122 de 2007, establece la prestación de servicios con calidad, para lo cual reglamenta posteriormente el control y mejoramiento en todos sus componentes y niveles, a través del Decreto 1011 de 2006.

Este último define el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención del Sistema General de Seguridad Social en Salud y establece responsabilidades para cada uno de sus actores, es decir, el Ministerio mismo, la Superintendencia Nacional de Salud, los Prestadores de Servicios de Salud, las Empresas Administradoras de Planes de Beneficios y las Entidades Departamentales, Distritales y Municipales de Salud"[30].

[29] Colombia. Congreso de la República. Ley 100 de 1993, diciembre 23, por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Congreso; 1993.

[30] MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1011 del 3 de abril de 2006. Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud [en línea]. Bogotá: Diario Oficial 46230, Abril 03 de 2006. [consultado el 8 de Agosto de 2019]. Disponible en internet: http://www.imprenta.gov.co/diariop/diario2.mostrar_norma?p_tipo=02&p_numero=1011&p_fecha=03/04/2006&p_consec=79047

7 DISEÑO METODOLÓGICO

Para lograr el desarrollo del proyecto de investigación, que tiene como principal objetivo o meta realizar o configurar un sistema de gestión y control de inventarios eficaz para una empresa social del Estado, se llevo a cabo un tipo de investigación que de define a continuación, donde se manejan datos cualitativos y cuantitativos junto con la utilización de herramientas de ingeniería.

7.1 Estudio y tipo de investigación

En cuanto al qué de la investigación, consistió en el diseño y elaboración de una propuesta para la implementación de un sistema de control de inventarios para una Empresa Social del Estado.

El cómo se ha de lograr implica, en términos generales el siguiente procedimiento:

A. Análisis detallado de los procedimientos con los cuales son administrados los inventarios en la empresa objeto de estudio.

B. Revisión literaria de los diferentes modelos de control de inventarios que puedan ser de aplicación para una Empresa Social del Estado.

C. Proponer un sistema de indicadores de control de inventarios.

7.2 Tipo de estudio

Es una investigación descriptiva exploratoria, puesto que se pretende describir una situación específica dentro de la empresa, al tiempo que se explora el manejo de inventarios con el fin de generar propuestas que permitan desarrollar un modelo para una mejor eficiencia en el manejo de los inventarios.

7.3 Productos y muestra

7.3.1 Productos

Los productos de análisis a realizar es una empresa social del Estado de la ciudad de Cali.

7.3.2 Muestra

La muestra del presente estudio está conformada por todos los inventarios de insumos médico-quirúrgicos de una empresa social del Estado de la ciudad de Cali.

7.3.3 Fuentes de la investigación

7.2.3.1 Primarias

Para la realización de este proyecto como fuente primaria tendremos una empresa social del Estado, ubicada en la ciudad de Cali, quienes a través de su personal facilitaron a las investigadoras documentos como: base de datos (cuatro en total), ordenes de compras, salidas, entradas, entre otros.

7.3.3.2 *Secundarias*

Las fuentes de investigación secundarias incluyeron la revisión de un total de 10 trabajos y 7 artículos disponibles en bases de datos científicas como Scielo y Google Académico

7.**4 Fases**

En relación con el presente proyecto, las actividades que se realizaron para dar cumplimiento a los objetivos se enlistan de la siguiente forma:

Fase I

- **Diagnosticar el estado actual de la Gestión y Control de inventarios en productos médico-quirúrgicos.**
  Investigar en las fuentes primarias y secundarias sobre el estado actual de insumos usados en el centro de salud. Para esto, se realizó una revisión a las fuentes primarias y secundarias, teniendo en cuenta la consolidación de las bases de datos entregada por parte de la empresa, lo que nos permitió obtener el estado actual de los insumos del centro de salud. Lo cual arrojo

las siguientes variables: Base de datos de venta (Tabla 4); Informe de salida (Tabla 5); Datos de Costo (Tabla 6).

Tabla 3 Descripción de variables Base de datos ventas

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	UNIDADES
Código	Número que idenfifica cada SKU	Cualitativa	Número
Nombre	Descripción del SKU	Cualitativa	Palabras
Fecha	Fecha en que se realizó la venta	Cualitativa	MM/AÑO
Cantidad Vendida SKU	Cantidad Vendida por SKU	Cuantitativa	Unidades

Fuente: Autores (2020)

Tabla 4 Descripción de variables base de datos informes de salida

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	UNIDADES
Código	Número que idenfifica cada SKU	Cualitativa	Número
Nombre	Descripción del SKU	Cualitativa	Palabras
Fecha	Fecha de Salida del SKU	Cualitativa	DD/MM/AÑO
Fecha de Vencimiento	Fecha de Vencimiento del SKU	Cualitativa	DD/MM/AÑO

Fuente: Autores (2020)

Tabla 5 Descripción de variables base de datos costo

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	UNIDADES
Código	Número que idenfifica cada SKU	Cualitativa	Número
Nombre	Descripción del SKU	Cualitativa	Palabras

Costo	Costo Unitario del SKU	Cuantitativa	$/und

Fuente: Autores (2020)

- Diagramar en **BPMN** (Business Process Model and Notation) El proceso actual de Gestión y Control de inventarios con el fin de identificar puntos críticos que se requiriera mejorar.

BPMN (Bussines process Model and Notation)

"En español Modelo y Notación de Procesos de Negocio, es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo (workflow). BPMN fue inicialmente desarrollada por la organización Business Process Management Initiative (BPMI), y es actualmente mantenida por el Object Management Group (OMG)**,** después de la fusión de las dos organizaciones en el año 2005.

Es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de Negocio. Esta notación ha sido especialmente diseñada para coordinar la secuencia de los procesos y los mensajes que fluyen entre los participantes de las diferentes actividades. BPMN proporciona un lenguaje común para que las partes involucradas puedan comunicar los procesos de forma clara, completa y eficiente. De esta forma BPMN define la notación y semántica de un Diagrama de Procesos de Negocio"[31]

Fase II. Analizar los elementos de entrada necesarios en el diseño de políticas de Gestión y control de inventarios de productos médico - quirúrgicos la empresa de salud.

- Identificar las variables y parámetros críticos que se deben considerar en el diseño de la política de Gestión y Control de inventarios.
  A partir de la revisión de la literatura y según la opinión de los expertos del sistema donde se obtiene que las variables cualitativas tienen un peso considerable por el tipo de SKU relacionados en el proyecto.

- Diseño de políticas de gestión y control de inventarios de productos médico-quirúrgicos con base en las variables y parámetros críticos seleccionados.

[31] NEXTECH, Qué es BPMN, en línea. https://nextech.pe/que-es-bpmn-y-para-que-sirve/

A partir de la revisión de la literatura y según la opinión de los cinco expertos, se aplican metodologías de gestión y control de inventarios teniendo en cuenta parámetros críticos cualitativos influyentes seleccionados por el tipo de productos médico-quirúrgicos como lo son la disponibilidad, criticidad y especialidad quirúrgica, los parámetros mencionados anteriormente sumándose a criterios cuantitativos obtenidos de la base de datos de la empresa como lo son costo y rotación, teniendo en cuenta un análisis individual para cada uno de los criterios donde se obtiene el peso individual de cada uno de ellos y posteriormente se evalúan estos criterios a través de la metodología AHP multicriterio.

La segmentación de los insumos se realiza de la siguiente manera:

a. Se define los criterios que van a utilizar para determinar la selección, es decir, que alternativas son más deseables y cómo influyen sobre las otras.
b. Se ordena y se pondera el interés de cada criterio en la selección de las alternativas al realizar comparación por pares de criterios teniendo en cuenta la escala de medición de Saaty.
c. Al tener la ponderación de cada criterio se ponderan las alternativas en función de cada criterio teniendo n matrices, siendo n número de criterios.
d. Por último, se tiene una matriz que indica la ponderación de las alternativas en función de cada uno de los criterios obteniendo así un peso para cada criterio.

Este método proporciona información sobre el nivel de consistencia de criterios definidos a través de valores denominados niveles de inconsistencia véase

Tabla 6 Valores de Índice aleatorio

Número de criterios	Índice Aleatorio (IA)
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32

Fuente: Wayen, L .Winston. Investigación de operaciones: Aplicaciones y algoritmos 4 Ed. USA, 2005. 790p.

Índice utilizado para el cálculo del índice de consistencia **(IC)**, usando la siguiente ecuación.

$$IC = \frac{(\lambda max - m)}{m-1}$$ Ecuación 1

Donde **m** es el número de criterios y **λmax** es el promedio de los valores del vector consistencia.
Siguiendo el orden de ideas se calcula la razón de consistencia de la información ($\boldsymbol{RC}$) por medio de la siguiente ecuación.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$ Ecuación 2

Si esta razón corresponde a un valor superior del 10% los autores recomiendan redefinir la ponderación de los criterios tratados.

Del mismo modo, se muestran indicadores de eficiencia para los sistemas de pronósticos con el fin de verificar la variabilidad, se hace uso de las siguientes ecuaciones.

$$Error\ absoluto = |e_t| = |x_t - \hat{x}_t|$$ Ecuación 3

$$Error\ cuadrático = {e_t}^2 = (x_t - \hat{x}_t)^2$$ Ecuación 4

El error del pronóstico se considera poco útil para un solo periodo por lo que es necesario disponer de errores absolutos y cuadráticos para n periodos, de este modo obteniendo promedio de errores para dichos periodos, índices que se denominan desviación absoluta media (Mean absolute deviation,MAD) y error cuadrático medio (Mean square error,ECM)

MAD se define como el promedio de los errores absolutos sobre un número de periodos determinado n como se muestra en la siguiente ecuación.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n} |e_t - \hat{x}_t|}{n}$$ Ecuación 5

ECM se define como el promedio de los errores cuadráticos sobre un número de periodos determinados

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n} |x_t - \hat{x}_t|}{n}$$ Ecuación 6

Ahora para el cálculo del promedio móvil se tienen las siguientes ecuaciones asociadas a las metodologías usadas y presentadas en las siguientes ecuaciones

$$Promedio\ Movil = \frac{\sum Demanda\ de\ los\ n\ periodos\ anteriores}{n}$$ Ecuación 7

Esta ecuación se utiliza al promediar los datos más recientes para reducir el efecto de las fluctuaciones aleatorias siendo n el número de periodos que se requiere promediar, este es un método sencillo de usar y se recomienda usarlo en situaciones donde la demanda es perpetua o estable

Ahora para el cálculo de la suavización exponencial simple se tienen las siguientes ecuaciones asociadas a la metodología

$$S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha) S_{t-1}$$ Ecuación 8

Donde:

S_t Es el pronóstico al terminar el periodo actual
x_t Es la demanda real al final del periodo actual
S_{t-1} Es el pronóstico inmediatamente anterior
α Es la constante de suavización

Siguiendo el orden de ideas se presenta las ecuaciones a continuación para la metodología de pronostico suavización exponencial doble

$$X = a + bt$$ Ecuación 9

Donde:

X Valor de cada dato de la recta en función de t
a Intersección de la recta con el eje Y
b Pendiente de la recta

Por lo tanto, es necesario calcular los valores de la intersección y la pendiente usando las siguientes ecuaciones

$$a = \frac{(\sum x_t \sum t_{t^2}) - (\sum t_t)(\sum t_t x_t)}{n \sum t_{t^2} - (\sum t_2)^2}$$ Ecuación 10

$$b = \frac{\sum x_{t/n} - a}{\sum t_{t/n}}$$ Ecuación 11

Para poder calcular el pronóstico se requiere estimar los valores iniciales utilizando las siguientes ecuaciones

$$S_0 = a - \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) b \text{ Ecuación 12}$$

$$S_{0^2} = a - 2\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) b \text{ Ecuación 13}$$

Donde:

a estimación del valor constante alcanzado por la demanda
b estimación de la pendiente de la tendencia de la demanda
Teniendo el cálculo de la primera estimación del corte con el eje y, se debe trasladar al nuevo sistema de coordenadas donde se inicia con el pronóstico por medio de la siguiente ecuación.

$$b_1(0) = a_1(0) + mb \text{ Ecuación 14}$$

Donde:

m es el número de periodos históricos utilizados para estimar los valores iniciales a_1 y b, los valores de b_1 y b así obtenidos se utilizan en las siguientes ecuaciones para iniciar con los pronósticos

$$S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha) S_{t-1} \text{ Ecuación 15}$$

$$S_{t^2} = \alpha s_t + (1 - \alpha) S_{t-1^2} \text{ Ecuación 16}$$

Por último, se aplica la ecuación para el cálculo del pronóstico suavización exponencial doble del siguiente periodo $t + 1$

$$t + 1 = \left(2 + \frac{\alpha}{1-\alpha}\right) S_t - \left(1 + \frac{\alpha}{1-\alpha}\right) S_{t^2} \text{ Ecuación 17}$$

Ahora bien, es necesario conocer la cantidad económica a ordenar que es calculado mediante los siguientes conceptos y ecuación donde Q es el número de unidades a ordenar, un número entero positivo, los costos se conocen con exactitud y son los siguientes

- C= Costo unitario
- I =Costo anual de mantener inventario (%/año)
- H =IC-costo total anual de mantener inventario ($/unidad por año)

Se define

- $D =$ Demanda por unidad de tiempo
- $T =$Longitud de ciclo, Tiempo entre la colocación de ordenes sucesivas de abastecimiento.
- $K(Q) =$Costo anual promedio como una función de Q
- $It =$Inventario disponible en el tiempo t
- $CQ =$Costo de compra
- $A =$Costo de ordenar
- $HT(Q/2) =$Costo promedio de mantener inventario

De esta forma el costo promedio por ciclo se calcula mediante la ecuación

$$CQ + A + HT(\frac{Q}{2})$$ Ecuación 18

Por último, se realiza el cálculo de la cantidad económica a ordenar mediante la siguiente ecuación

$$Q* = \sqrt{\frac{2AD}{H}}$$ Ecuación 19

Continuando con el desarrollo de la metodología, es importante mencionar que existen varios tipos de metodologías de sistemas probabilísticos de control de inventarios con los siguientes conceptos

$s =$ Punto de reorden o de pedido, nivel de inventario efectivo para el cual debe emitirse una nueva orden
$Q =$ Cantidad a ordenar en cada producto
$R =$ Intervalo de revisión del inventario efectivo
$S =$Nivel máximo de inventario efectivo

- **Sistema Continuo (s,Q)**

La decisión del punto de reorden se calcula mediante la ecuación

$$s = D_T + S$$ Ecuación 20

Donde:

D_T Valor esperado de la demanda en el tiempo de entrega

$\boldsymbol{S}$ inventario de seguridad

$$S = z * \sigma_t$$ Ecuación 21

Donde:

$\boldsymbol{Z}$ es la variable normal estándar y mide el número de desviaciones estándar a partir de la media.

- **Sistema de revisión continua (s,S)**

El inventario efectivo cae al punto de reorden s o por debajo, se ordena una cantidad Q tal que se incremente el nivel del inventario efectivo hasta el nivel del inventario máximo S, este sistema se denomina min-max debido a que el nivel del inventario efectivo permanece entre un valor máximo S y un valor minimo s.

- **Sistema de revisión periódica (R,S)**

En este sistema cada **R** unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo, y se ordena una cantidad tal que este inventario suba al valor máximo S.

El periodo de revisión ($\boldsymbol{T}$)**,** lo determina la empresa de acuerdo a lo que más le convenga, pude ser trimestral, mensual, semanal o se pueden apoyar con la siguiente ecuación:

$$T = \sqrt{\frac{2A}{HD}}$$ Ecuación 22

Asimismo, la decisión del inventario objetivo es un equivalente al nivel de inventario de seguridad, pero para este caso la longitud del periodo en que se necesita el inventario de seguridad. Los sistemas **(S,T)**, un pedido debe satisfacer la demanda has la próxima revisión y está dado por la siguiente ecuación

$$S = D(T + \tau) + s$$ Ecuación 23

Fase III

Validar diferentes políticas de gestión y control de inventarios aplicables a productos médicos – quirúrgicos de la empresa de Salud.

- Plantear indicadores para evaluar la política de gestión y control de inventarios.

A partir de la revisión de la literatura se plantean indicadores con el fin de medir la eficacia y efectividad de la política de gestión y control de inventarios.

Fase IV

Evaluar el costo beneficio de la política seleccionada para la gestión y control de inventarios de productos médico – quirúrgicos de la empresa de salud.

- Análisis costo beneficio de las políticas de gestión seleccionada.
  Se revisa a partir de las inversiones que se deben realizar para implementar cada una de las metodologías y evaluar el beneficio que obtiene a partir del valor de cada una de las inversiones
- Entrega de resultados.
  Se entregan los resultados obtenidos al aplicar cada una de las metodologías de sistemas de gestión y control de inventarios y las conclusiones pertinentes.

8. RESULTADOS

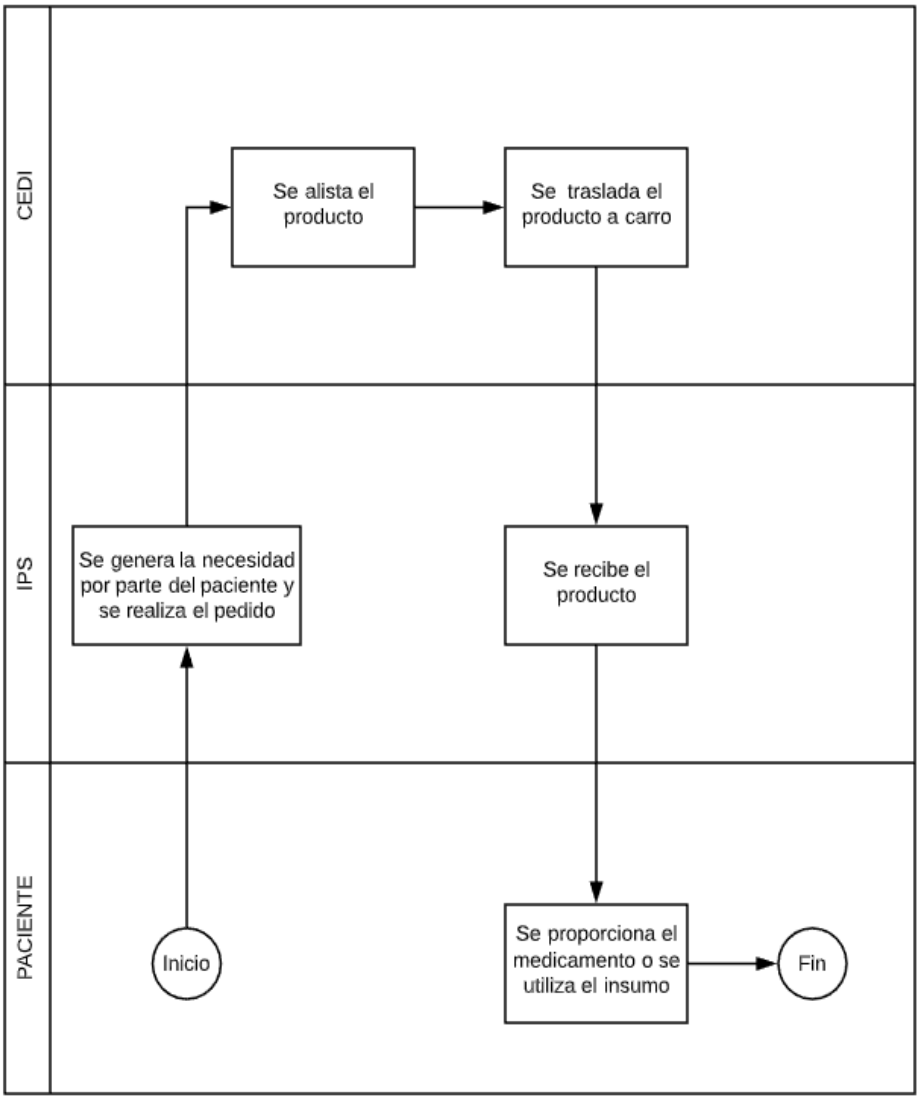
Los resultados que se pudieron obtener mediante la realización de la investigación, se inician con el diagnóstico de la situación actual, posterior se realiza una clasificación multicriterio de la gestión de inventarios, pronóstico de demandas, cantidad económica de ordenar y por último dando cumplimiento a todos los objetivos.

- **Diagnóstico del estado actual de la Gestión y Control de inventarios en productos médico-quirúrgicos.**

Dando cumplimiento al objetivo “Diagnosticar el estado actual de la Gestión y Control de inventarios en productos médico-quirúrgico” en la empresa en cuestión ubicada en la ciudad de Cali-Valle, es una institución que presta servicios de salud, con una infraestructura optima que permite brindar atención integral y abastecimiento a doce (12) IPS. Cuenta con 2 líneas de productos: farmacéuticos y medico quirúrgicos.

Actualmente, la empresa no cuenta con un sistema de gestión y control de inventarios y se evidencia déficit en la política de inventario debido a que su forma de planear es con base en la demanda promedio de los sku, siguiendo este orden de ideas es importante mencionar que la empresa debe tener nivel elevado de inventario sobre la demanda de cada ítem para poder suplir el desabastecimiento y poder cumplir con el nivel de servicio requerido por sus clientes en el desarrollo de las actividades incrementando de esta manera el costo de tener el nivel de inventario y debido a la complejidad y la importancia al tratarse de productos farmacéuticos y medico quirúrgicos que minimizan el riesgo de enfermedad e incluso de vida de sus pacientes.

Ilustración 8 Diagrama de proceso actual



Fuente: Autores (2020)

Describiendo el proceso mediante el modelo BPMN presentado en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se evidencia el inicio del proceso al llegar un paciente con una necesidad de uso de un medicamento o un insumo médico quirúrgico, al generarse la necesidad por parte del paciente, seguidamente la IPS realiza una revisión según lo requerido para tratar al paciente en su almacén y realiza el pedido al centro de distribución ,este pedido es recibido en el centro de

distribución, se busca y se alista por parte del personal, se despacha y se traslada el producto hacia el carro en el que se transporta hasta la IPS. Donde se recibe el pedido y se suministra al paciente dando fin al proceso, Teniendo en cuenta lo anterior se puede evidenciar que no se tiene un sistema de gestión de control de inventarios ya que las tareas se realizan sin los necesarios controles y/o conteos de los productos manipulados y teniendo en cuenta es necesario tener el control de inventario mediante una metodología multicriterio teniendo en cuenta la variabilidad del sector.

- **Elementos de entrada necesarios en el diseño de políticas de Gestión y control de inventarios de productos médico - quirúrgicos la empresa de salud.**

Es necesario tener la disponibilidad de los productos médico - quirúrgicos teniendo en cuenta la complejidad del sector y la importancia de los SKU que se tienen respecto a vidas o procedimientos que dependen de estos.

Siguiendo el orden de ideas, el criterio costo no es el único relevante por lo que una clasificación ABC tradicional no representa significancia, al tener un alto índice de variabilidad de la demanda y otros factores que afectan la gestión de inventarios por lo que es necesario una clasificación multicriterio.

Para la definición de los criterios o la segmetación se tuvo en cuenta la opinión del equipo involucrado en el proceso de la empresa de salud donde se establecieron los criterios con mayor relevancia, en esta evaluación participaron 5 expertos que se muestran en la siguiente tabla:

EXPERTO	ANTIGÜEDAD	CARGO
Andrés Felipe Cano	2 años	Líder de Gestión de Insumos
Mónica Cortés	5 años	Jefe de Almacén
Julián Hernandez	5 años	Analista de Compras
Stella Barajas	2 años	Activos Fijos
Alexander Cuero	6 años	Auxiliar de Almacén

- **Costo:** Valor unitario de cada producto

- **Rotación:** Cantidades de productos médico - quirúrgicos que salen del inventario cada mes

- **Criticidad:** Productos médico - quirúrgicos que su falta de disponibilidad podría afectar la salud del paciente

- **Disponibilidad:** Acceso al producto médico - quirúrgico en el inventario

- **Especialidad quirúrgica:** Procedimientos que por su complejidad demandan disponibilidad oportuna de los productos médico-quirúrgicos

Para los criterios de Criticidad, Disponibilidad y especialidad quirúrgica se definen valores **Tabla 7** a través de los cuales se realiza una clasificación donde se le dan peso a las variables.

Tabla 7 Clasificación importancia de productos médico-quirúrgicos

Valor	Definición
1	No son productos medico quirúrgicos de vital importancia
3	Productos medico quirúrgicos vitales, pero pueden ser reemplazados.
5	Productos medico quirúrgicos de vital importancia, no son reemplazables.

Fuente: Autores (2020)

Al definirse los criterios se procede a construir la matriz de comparación por pares conforme a la escala de preferencia de Saaty.

Tabla 8 Escala de Saaty

Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igual y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Fuente: Saaty

Teniendo en cuenta la escala anterior, se procede a realizar la calificación de los criterios, para este proceso se tuvo en cuenta el personal de la empresa de salud donde participaron cinco personas en puestos estratégicos, quienes fueron mencionados anteriormente, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 9 Matriz de comparación por pares

CRITERIOS	Costo	Rotación	Criticidad	Disponibilidad	Especialidad quirúrgica
Costo	1	5	0,25	3	0,25
Rotación	0,2	1	0,125	0,33	0,2
Criticidad	4	8	1	9	4
Disponibilidad	0,33	3	0,11	1	0,17
Especialidad quirúrgica	4	5	0,25	6	1
	9,5	22	1,7	19,3	5,6

Fuente: Autores (2020)

Teniendo la calificación de los criterios, se procede a realizar la matriz normalizada para poder calcular el vector prioridad de cada criterio, el cual representa la importancia relativa de cada criterio. Véase

Tabla 10 Matriz normalizada y

.

Tabla 10 Matriz normalizada

Criterios	Peso
Criticidad	0,51
Especialidad quirúrgica	0,26
Costo	0,14
Disponibilidad	0,06
Rotación	0,04

Tabla 12 Vector Prioridad

Criterios	Costo	Rotación	Criticidad	Disponibilidad	Especialidad quirúrgica
Costo	0,1	0,23	0,14	0,16	0,04
Rotación	0,02	0,05	0,07	0,02	0,04
Criticidad	0,42	0,36	0,58	0,47	0,71
Disponibilidad	0,03	0,14	0,06	0,05	0,03
Especialidad quirúrgica	0,42	0,23	0,14	0,31	0,18
	1	1	1	1	1

Fuente: Autores (2020)

Tal como se observa en la

el criterio con más peso es el de la criticidad en segundo lugar la especialidad quirúrgica, después el costo y por último la disponibilidad y rotación.

Criterios	**Peso**
Criticidad	0,51
Especialidad quirúrgica	0,26
Costo	0,14
Disponibilidad	0,06
Rotación	0,04

Con el fin de validar la comparación de criterios y concluir al respecto, es necesario calcular el coeficiente de consistencia, el cual valida que el análisis no tenga contradicciones o errores el cual se puede ver a continuación

Primero, se calcula la suma ponderada que corresponde a la multiplicación de la matriz de comparación por el vector prioridad obteniendo ***Tabla 11 Suma ponderada***.

Tabla 11 Suma ponderada

Criterios	SP
Criticidad	0,57
Especialidad quirúrgica	0,20
Costo	0,12
Disponibilidad	0,05
Rotación	0,05

Fuente: Autores (2020)

En segundo lugar, se debe dividir la suma ponderada sobre el vector prioridad obteniendo ***Tabla 12 Suma ponderada sobre Vector prioridad***.

Tabla 12 Suma ponderada sobre Vector prioridad

Criterios	SP/VP
Criticidad	1,13
Especialidad quirúrgica	0,80
Costo	0,87
Disponibilidad	0,84
Rotación	1,34

Fuente: Autores (2020)

Teniendo ya el vector **SP/VP** se procede a calcular el **λMax** el cual equivale al promedio

$$\lambda\text{Max} = \frac{1{,}13 + 0{,}80 + 0{,}87 + 0{,}84 + 1{,}34}{5}$$

$$\lambda\text{Max} = 1$$

- **Calculando el índice de consistencia**

$$\mathbf{IC} = \frac{\mathbf{1} - \mathbf{5}}{\mathbf{5} - \mathbf{1}}$$

$$\text{IC} = -1$$

Finalmente obteniendo el índice de consistencia se procede a calcular la razón de consistencia donde el índice aleatorio IA es igual a 1,12 al ser la m=5

$$\text{RC} = \frac{-1}{1{,}12}$$

$$\mathrm{RC} = -0{,}89$$

De acuerdo a los resultados de **RC** se concluye que la información es satisfactoria al ser menor que el 10.

- **Segmentación de productos medico quirúrgicos según el criterio**

Al tener la validación de la consistencia de la data se realiza la clasificación de los productos medico quirúrgicos conforme a los criterios, luego se organizan los datos ordenados de mayor a menor, se normalizan los datos y se calcula el peso de cada SKU para su respectivo criterio, multiplicando el valor del peso del criterio por el valor normalizado tal como se muestra a continuación.

CODIGO	NOMBRE	COSTO	NORMALIZACIÓN	PESO CRITERIO	PESO SKU
103002	AGUA DESTILADA X 5CC	$50.000	100%	0,14	0,140
103038	BLUSA MANGA LARGA DESECH.PUÑO BLANCO – UND	$32.000	64%	0,14	0,090
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA – UND	$27.000	54%	0,14	0,076
103015	ALCOHOL AL 70% ANTISEPTICO X 750CC TARRO	$25.000	50%	0,14	0,070
103069	EQUIPO DE MICROGOTEO REF.0002	$24.000	48%	0,14	0,067
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	$22.500	45%	0,14	0,063
103362	CANDADO CARRO DE PARO	$22.000	44%	0,14	0,062
103036	BURETROL	$20.000	40%	0,14	0,056
103045	CATETER Nº 24 – UND	$17.000	34%	0,14	0,048
103044	CATETER Nº 22 – UND	$15.000	30%	0,14	0,042
103270	INTEGRADOR BIOLOGICO	$14.000	28%	0,14	0,039
103315	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 3.0 LT	$13.800	28%	0,14	0,039
103068	EQUIPO CYSTOFLO (DRENAJE URINARIO)	$13.000	26%	0,14	0,036
103269	INTEGRADOR QUIMICO	$10.000	20%	0,14	0,028
103119	PERICRANEAL No. 23	$ 9.000	18%	0,14	0,025
103073	ESPECULO VAGINAL DESECHABLE	$ 8.300	17%	0,14	0,023
103316	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 1.5 LT	$ 7.000	14%	0,14	0,020
103227	CATETER Nº 20 – UND	$ 5.400	11%	0,14	0,015
103121	PROLENE 5/0 – UND	$ 5.200	10%	0,14	0,015
103120	PROLENE 4/0 – UND	$ 5.000	10%	0,14	0,014
103185	CATETER Nº 18 – UND	$ 5.000	10%	0,14	0,014
103124	PROLENE 3/0 – UND	$ 4.700	9%	0,14	0,013
103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	$ 3.300	7%	0,14	0,009
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. – UND	$ 3.000	6%	0,14	0,008
103001	AGUJA DESECHABLE 18X1.5 – UND	$ 3.000	6%	0,14	0,008
103093	JERINGA DESECHABLE 20CC 21X1 1/2. – UND	$ 2.300	5%	0,14	0,006
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	$ 2.000	4%	0,14	0,006
103165	TAPON HEPARINIZADO IN BRAUM VENOCLISIS – UND	$ 1.500	3%	0,14	0,004

103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M –UND	$ 550	1%	0,14	0,002
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S –UND	$ 400	1%	0,14	0,001

Tabla 13 Peso SKU por criterio costo

Fuente: Autores (2020)

Véase la ***Tabla 13 Peso SKU por criterio costo*** donde se ordenan los SKU conforme al criterio y se obtiene el peso equivalente entre la calificación general.

Tabla 14 peso SKU por criterio rotación

CODIGO	NOMBRE	ROTACIÓN	NORMALIZACIÓN	PESO CRITERIO	PESO SKU
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S - UND	581700	100%	0,04	0,040
103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M - UND	553600	95%	0,04	0,038
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. - UND	86370	15%	0,04	0,006
103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	81109	14%	0,04	0,006
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	46353	8%	0,04	0,003
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	44856	8%	0,04	0,003
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA - UND	36805	6%	0,04	0,003
103038	BLUSA MANGA LARGA DESECH.PUÑO BLANCO – UND	29748	5%	0,04	0,002
103227	CATETER Nº 20 – UND	28187	5%	0,04	0,002
103002	AGUA DESTILADA X 5CC	19874	3%	0,04	0,001
103185	CATETER Nº 18 – UND	11208	2%	0,04	0,001
103073	ESPECULO VAGINAL DESECHABLE	11024	2%	0,04	0,001
103165	TAPON HEPARINIZADO IN BRAUM VENOCLISIS – UND	10644	2%	0,04	0,001
103269	INTEGRADOR QUIMICO	9286	2%	0,04	0,001
103044	CATETER Nº 22 – UND	7275	1%	0,04	0,001
103001	AGUJA DESECHABLE 18X1.5 - UND	6816	1%	0,04	0,000
103119	PERICRANEAL No. 23	6498	1%	0,04	0,000
103068	EQUIPO CYSTOFLO (DRENAJE URINARIO)	4995	1%	0,04	0,000
103045	CATETER Nº 24 – UND	4988	1%	0,04	0,000
103036	BURETROL	3980	1%	0,04	0,000
103093	JERINGA DESECHABLE 20CC 21X1 1/2. - UND	3722	1%	0,04	0,000
103124	PROLENE 3/0 – UND	2604	0%	0,04	0,000
103015	ALCOHOL AL 70% ANTISEPTICO X 750CC TARRO	2535	0%	0,04	0,000
103316	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 1.5 LT	1761	0%	0,04	0,000
103362	CANDADO CARRO DE PARO	1691	0%	0,04	0,000
103270	INTEGRADOR BIOLOGICO	1680	0%	0,04	0,000
103069	EQUIPO DE MICROGOTEO REF.0002	1623	0%	0,04	0,000
103315	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 3.0 LT	1598	0%	0,04	0,000

103120	PROLENE 4/0 – UND	1097	0%	0,04	0,000
103121	PROLENE 5/0 – UND	953	0%	0,04	0,000

Fuente: Autores (2020)

Véase la ***Tabla 14 peso SKU por criterio rotación*** donde se ordenan los SKU conforme al criterio y se obtiene el peso equivalente entre la calificación general.

Para los siguientes criterios como lo son criticidad, disponibilidad y especialidad quirúrgica se involucró a personal de la empresa de salud expertos por sus actividades en productos medico quirúrgicos, donde conforme con las categorías y los valores descriptos en ***Tabla 7 Clasificación importancia de productos médico-quirúrgicos*** se les asigna valores a cada uno de los SKU según el criterio como se evidencia a continuación en ***Tabla 15 peso SKU por criticidad***, ***Tabla 16 peso SKU por criterio disponibilidad*** y ***Tabla 17 peso SKU por criterio especialidad quirúrgica***.

Tabla 15 peso SKU por criticidad

CODIGO	NOMBRE	CRITICIDAD	NORMALIZACIÓN	PESO CRITERIO	PESO SKU
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND	5	100%	0,51	0,510
103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND	5	100%	0,51	0,510
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. - UND	5	100%	0,51	0,510
103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	5	100%	0,51	0,510
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	5	100%	0,51	0,510
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	5	100%	0,51	0,510
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA - UND	5	100%	0,51	0,510
103038	BLUSA MANGA LARGA DESECH.PUÑO BLANCO – UND	3	60%	0,51	0,306
103227	CATETER Nº 20 – UND	3	60%	0,51	0,306
103002	AGUA DESTILADA X 5CC	3	60%	0,51	0,306
103185	CATETER Nº 18 – UND	3	60%	0,51	0,306
103073	ESPECULO VAGINAL DESECHABLE	3	60%	0,51	0,306
103165	TAPON HEPARINIZADO IN BRAUM VENOCLISIS – UND	3	60%	0,51	0,306
103269	INTEGRADOR QUIMICO	3	60%	0,51	0,306
103044	CATETER Nº 22 – UND	3	60%	0,51	0,306
103001	AGUJA DESECHABLE 18X1.5 - UND	3	60%	0,51	0,306
103119	PERICRANEAL No. 23	3	60%	0,51	0,306
103068	EQUIPO CYSTOFLO (DRENAJE URINARIO)	3	60%	0,51	0,306
103045	CATETER Nº 24 – UND	3	60%	0,51	0,306
103036	BURETROL	3	60%	0,51	0,306
103093	JERINGA DESECHABLE 20CC 21X1 1/2. - UND	3	60%	0,51	0,306
103124	PROLENE 3/0 – UND	3	60%	0,51	0,306
103015	ALCOHOL AL 70% ANTISEPTICO X 750CC TARRO	3	60%	0,51	0,306
103316	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 1.5 LT	3	60%	0,51	0,306
103362	CANDADO CARRO DE PARO	1	20%	0,51	0,102
103270	INTEGRADOR BIOLOGICO	1	20%	0,51	0,102
103069	EQUIPO DE MICROGOTEO REF.0002	1	20%	0,51	0,102

103315	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 3.0 LT	1	20%	0,51	0,102
103120	PROLENE 4/0 – UND	1	20%	0,51	0,102
103121	PROLENE 5/0 – UND	1	20%	0,51	0,102

Fuente: Autores (2020)

Véase la ***Tabla 15 peso SKU por criticidad*** donde se ordenan los SKU conforme al criterio y se obtiene el peso equivalente entre la calificación general.

Tabla 16 peso SKU por criterio disponibilidad

CODIGO	NOMBRE	DISPONIBILIDAD	NORMALIZACIÓN	PESO CRITERIO	PESO SKU
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S –UND	5	100%	0,06	0,060
103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M –UND	5	100%	0,06	0,060
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. – UND	5	100%	0,06	0,060
103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	5	100%	0,06	0,060
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	5	100%	0,06	0,060
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	5	100%	0,06	0,060
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA – UND	3	60%	0,06	0,036
103038	BLUSA MANGA LARGA DESECH.PUÑO BLANCO – UND	3	60%	0,06	0,036
103227	CATETER Nº 20 – UND	3	60%	0,06	0,036
103002	AGUA DESTILADA X 5CC	3	60%	0,06	0,036
103185	CATETER Nº 18 – UND	3	60%	0,06	0,036
103073	ESPECULO VAGINAL DESECHABLE	3	60%	0,06	0,036
103165	TAPON HEPARINIZADO IN BRAUM VENOCLISIS – UND	3	60%	0,06	0,036
103269	INTEGRADOR QUIMICO	1	20%	0,06	0,012
103044	CATETER Nº 22 – UND	1	20%	0,06	0,012
103001	AGUJA DESECHABLE 18X1.5 – UND	1	20%	0,06	0,012
103119	PERICRANEAL No. 23	1	20%	0,06	0,012
103068	EQUIPO CYSTOFLO (DRENAJE URINARIO)	1	20%	0,06	0,012
103045	CATETER Nº 24 – UND	1	20%	0,06	0,012
103036	BURETROL	1	20%	0,06	0,012
103093	JERINGA DESECHABLE 20CC 21X1 1/2. – UND	1	20%	0,06	0,012
103124	PROLENE 3/0 – UND	1	20%	0,06	0,012
103015	ALCOHOL AL 70% ANTISEPTICO X 750CC TARRO	1	20%	0,06	0,012
103316	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 1.5 LT	1	20%	0,06	0,012
103362	CANDADO CARRO DE PARO	1	20%	0,06	0,012
103270	INTEGRADOR BIOLOGICO	1	20%	0,06	0,012
103069	EQUIPO DE MICROGOTEO REF.0002	1	20%	0,06	0,012
103315	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 3.0 LT	1	20%	0,06	0,012
103120	PROLENE 4/0 – UND	1	20%	0,06	0,012
103121	PROLENE 5/0 – UND	1	20%	0,06	0,012

Fuente: Autores (2020)

Véase la *Tabla 16 peso SKU por criterio disponibilidad* donde se ordenan los SKU conforme al criterio y se obtiene el peso equivalente entre la calificación general.

Tabla 17 peso SKU por criterio especialidad quirúrgica

CODIGO	NOMBRE	ESPECIALIDAD QUIRÚRGICA	NORMALIZACIÓN	PESO CRITERIO	PESO SKU
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND	5	100%	0,26	0,260
103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND	5	100%	0,26	0,260
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. - UND	5	100%	0,26	0,260
103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	5	100%	0,26	0,260
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	5	100%	0,26	0,260
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	5	100%	0,26	0,260
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA - UND	3	60%	0,26	0,156
103038	BLUSA MANGA LARGA DESECH.PUÑO BLANCO - UND	3	60%	0,26	0,156
103227	CATETER Nº 20 - UND	3	60%	0,26	0,156
103002	AGUA DESTILADA X 5CC	3	60%	0,26	0,156
103185	CATETER Nº 18 - UND	3	60%	0,26	0,156
103073	ESPECULO VAGINAL DESECHABLE	3	60%	0,26	0,156
103165	TAPON HEPARINIZADO IN BRAUM VENOCLISIS - UND	3	60%	0,26	0,156
103269	INTEGRADOR QUIMICO	3	60%	0,26	0,156
103044	CATETER Nº 22 - UND	1	20%	0,26	0,052
103001	AGUJA DESECHABLE 18X1.5 - UND	1	20%	0,26	0,052
103119	PERICRANEAL No. 23	1	20%	0,26	0,052
103068	EQUIPO CYSTOFLO (DRENAJE URINARIO)	1	20%	0,26	0,052
103045	CATETER Nº 24 - UND	1	20%	0,26	0,052
103036	BURETROL	1	20%	0,26	0,052
103093	JERINGA DESECHABLE 20CC 21X1 1/2. - UND	1	20%	0,26	0,052
103124	PROLENE 3/0 - UND	1	20%	0,26	0,052
103015	ALCOHOL AL 70% ANTISEPTICO X 750CC TARRO	1	20%	0,26	0,052
103316	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 1.5 LT	1	20%	0,26	0,052
103362	CANDADO CARRO DE PARO	1	20%	0,26	0,052
103270	INTEGRADOR BIOLOGICO	1	20%	0,26	0,052
103069	EQUIPO DE MICROGOTEO REF.0002	1	20%	0,26	0,052
103315	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 3.0 LT	1	20%	0,26	0,052
103120	PROLENE 4/0 - UND	1	20%	0,26	0,052
103121	PROLENE 5/0 - UND	1	20%	0,26	0,052

Fuente: Autores (2020)

Véase la ***Tabla 17 peso SKU por criterio especialidad quirúrgica*** donde se ordenan los SKU conforme al criterio y se obtiene el peso equivalente entre la calificación general.

Finalmente, se realiza la clasificación ABC multicriterio donde se tuvieron en cuenta los pesos de los criterios cuantitativos como el costo y la rotación y cualitativos como la criticidad, disponibilidad y especialidad quirúrgica teniendo en cuenta el tipo de producto con el que se realiza la investigación obteniendo los primeros 7 SKU como clasificación tipo A, 2 Tipo B y 141 tipo C. véase **Tabla *18* clasificación ABC multicriterio**.

Tabla 18 clasificación ABC multicriterio

CÓDIGO	NOMBRE	PESO TOTAL	CLASIFICACIÓN
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	0,9	A
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S –UND	0,87	A
103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M –UND	0,87	A
103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	0,84	A
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. – UND	0,84	A
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	0,84	A
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA – UND	0,8	A
103002	AGUA DESTILADA X 5CC	0,64	B
103038	BLUSA MANGA LARGA DESECH.PUÑO BLANCO - UND	0,59	B
103073	ESPECULO VAGINAL DESECHABLE	0,52	C
103227	CATETER Nº 20 – UND	0,52	C
103185	CATETER Nº 18 – UND	0,51	C
103165	TAPON HEPARINIZADO IN BRAUM VENOCLISIS - UND	0,5	C
103269	INTEGRADOR QUIMICO	0,5	C
103015	ALCOHOL AL 70% ANTISEPTICO X 750CC TARRO	0,44	C
103036	BURETROL	0,43	C
103045	CATETER Nº 24 – UND	0,42	C
103044	CATETER Nº 22 – UND	0,41	C
103068	EQUIPO CYSTOFLO (DRENAJE URINARIO)	0,41	C
103119	PERICRANEAL No. 23	0,4	C
103316	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 1.5 LT	0,39	C
103124	PROLENE 3/0 – UND	0,38	C
103001	AGUJA DESECHABLE 18X1.5 – UND	0,38	C
103093	JERINGA DESECHABLE 20CC 21X1 1/2. – UND	0,38	C
103069	EQUIPO DE MICROGOTEO REF.0002	0,23	C
103362	CANDADO CARRO DE PARO	0,23	C
103270	INTEGRADOR BIOLOGICO	0,21	C
103315	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 3.0 LT	0,2	C
103121	PROLENE 5/0 – UND	0,18	C
103120	PROLENE 4/0 – UND	0,18	C

Fuente: Autores (2020)

8 DISEÑO DE SISTEMA DE GESTIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS

Al momento de plantear un sistema de gestión y control de inventarios debemos primero recolectar las variables como entradas del mismo, posterior aplicar el modelo más adecuado para la empresa de salud, posterior a esto revisamos indicadores para evaluar eficiencia y beneficios de los mismos y por último realizar un análisis costo beneficio.

Dando cumplimiento al objetivo "Analizar los elementos de entrada necesarios en el diseño de políticas de Gestión y control de inventarios de productos médico - quirúrgicos del Centro de Distribución" se realiza el análisis efectivo de las variables de entrada del sistema de gestión y control de inventarios.

8.1 Sistemas de pronósticos para planeación de inventarios de productos medico quirúrgicos.

Teniendo en cuenta la clasificación ABC multicriterio de los productos medico quirúrgicos se procede a realizar pronósticos de demanda de los productos más relevantes en este caso los tipos A según la clasificación anterior, con el fin de mejorar la planeación prediciendo demandas futuras con un margen de excesos y faltantes bajo.

Primero se procede a identificar el patrón de la demanda haciendo uso del coeficiente de variación, el cual indica que los SKU que tengan CV<1 su demanda es no errática y, de lo contrario su demanda es errática.

Tabla 19 patrón de demanda de productos medico quirúrgicos

CODIGO	NOMBRE	CV	PATRON DE DEMANDA
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	0,38974248	Demanda no errática
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND	0,11980342	Demanda no errática
103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND	0,16557582	Demanda no errática
103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	0,1375004	Demanda no errática
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. - UND	0,38752084	Demanda no errática
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	0,17914294	Demanda no errática
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA - UND	0,15272962	Demanda no errática

Fuente: Autores (2020)

Para los productos medico quirúrgicos de la empresa de salud la demanda es no errática véase ***Tabla 19 patrón de demanda de productos medico quirúrgicos*** y para este tipo de demanda se hace uso de los modelos de pronóstico como promedio móvil, suavización exponencial simple y suavización exponencial triple.

A continuación, se presenta el análisis de una data histórica de 19 meses y la aplicación de los modelos de pronósticos mencionados anteriormente haciendo uso del software POM QM versión 4 de uso libre, se presentan los datos obtenidos de un solo SKU y los restantes en el apartado A de los anexos.

8.1.3 Regresión lineal

Ilustración 9 Regresión lineal SKU 103070 (Equipo Venoclísis)

Details and Error Analysis

103070-EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001 Solution

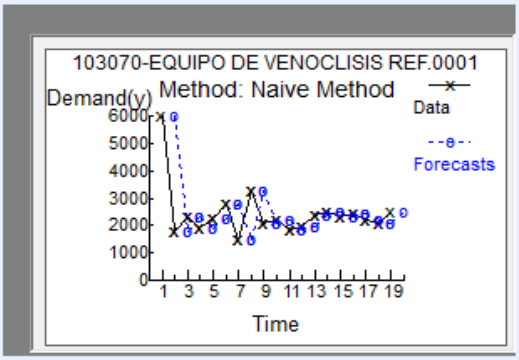
	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	6015					
2	1776	6015	-4239	4239	17969120	238,682%
3	2310	1776	534	534	285156	23,117%
4	1883	2310	-427	427	182329	22,677%
5	2280	1883	397	397	157609	17,412%
6	2790	2280	510	510	260100	18,28%
7	1470	2790	-1320	1320	1742400	89,796%
8	3267	1470	1797	1797	3229209	55,005%
9	2107	3267	-1160	1160	1345600	55,055%
10	2207	2107	100	100	10000	4,531%
11	1842	2207	-365	365	133225	19,815%
12	1967	1842	125	125	15625	6,355%
13	2370	1967	403	403	162409	17,004%
14	2500	2370	130	130	16900	5,2%
15	2319	2500	-181	181	32761	7,805%
16	2466	2319	147	147	21609	5,961%
17	2200	2466	-266	266	70756	12,091%
18	2092	2200	-108	108	11664	5,163%
19	2492	2092	400	400	160000	16,051%
TOTALS	46353		-3523	12609	25806460	620%
AVERAGE	2439,632		95,722	700,5	433693,0	34,444%
Next period forecast		2492	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	1270,002	

Forecasting Results

103070-EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001 Summary

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-195,722
MAD (Mean Absolute Deviation)	700,5
MSE (Mean Squared Error)	1433693,0
Standard Error (denom=n-2=16)	1270,002
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	34,444%
Forecast	
next period	2492

Graph



Fuente: POM QM 4

Se aplica el método de pronósticos de regresión lineal mediante el software POM QM 4 obteniendo ***Ilustración 9 Regresión lineal*** **SKU 103070** donde se evidencia el pronóstico para el periodo siguiente, el grafico del pronóstico frente a la demanda y los errores **MAD y ECM.**

8.1.4 Promedio móvil

Ilustración 10 Promedio móvil sku 103070 (Equipo Venoclísis)

Details and Error Analysis

103070-EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001 Solution

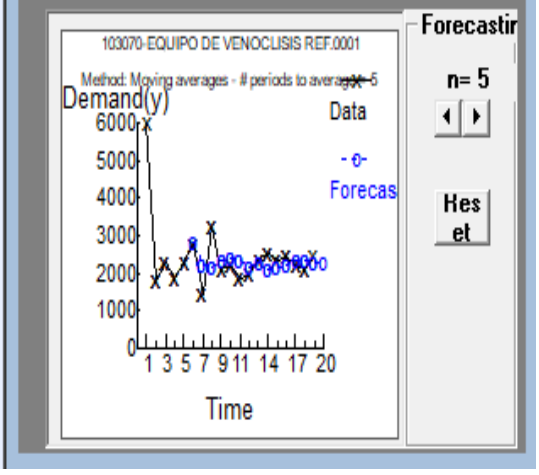
	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	6015					
2	1776					
3	2310					
4	1883					
5	2280					
6	2790	2852,8	-62,8	62,8	3943,815	2,251%
7	1470	2207,8	-737,8	737,8	544348,9	50,19%
8	3267	2146,6	1120,4	1120,4	1255296	34,294%
9	2107	2338	-231	231	53361	10,963%
10	2207	2382,8	-175,8	175,8	30905,66	7,966%
11	1842	2368,2	-526,2	526,2	276886,4	28,567%
12	1967	2178,6	-211,6	211,6	44774,6	10,758%
13	2370	2278	92	92	8464	3,882%
14	2500	2098,6	401,4	401,4	161121,9	16,056%
15	2319	2177,2	141,8	141,8	20107,25	6,115%
16	2466	2199,6	266,4	266,4	70968,91	10,803%
17	2200	2324,4	-124,4	124,4	15475,34	5,655%
18	2092	2371	-279	279	77841	13,337%
19	2492	2315,4	176,6	176,6	31187,59	7,087%
TOTALS	46353		-150	4547,2	2594682	207,922%
AVERAGE	2439,632		-10,714	324,8	185334,4	14,852%
Next period forecast		2313,8	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	464,998	

Forecasting Results

103070-EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001 Summary

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-10,714
MAD (Mean Absolute Deviation)	324,8
MSE (Mean Squared Error)	185334,4
Standard Error (denom=n-2=12)	464,998
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	14,852%
Forecast	
next period	2313,8

Graph

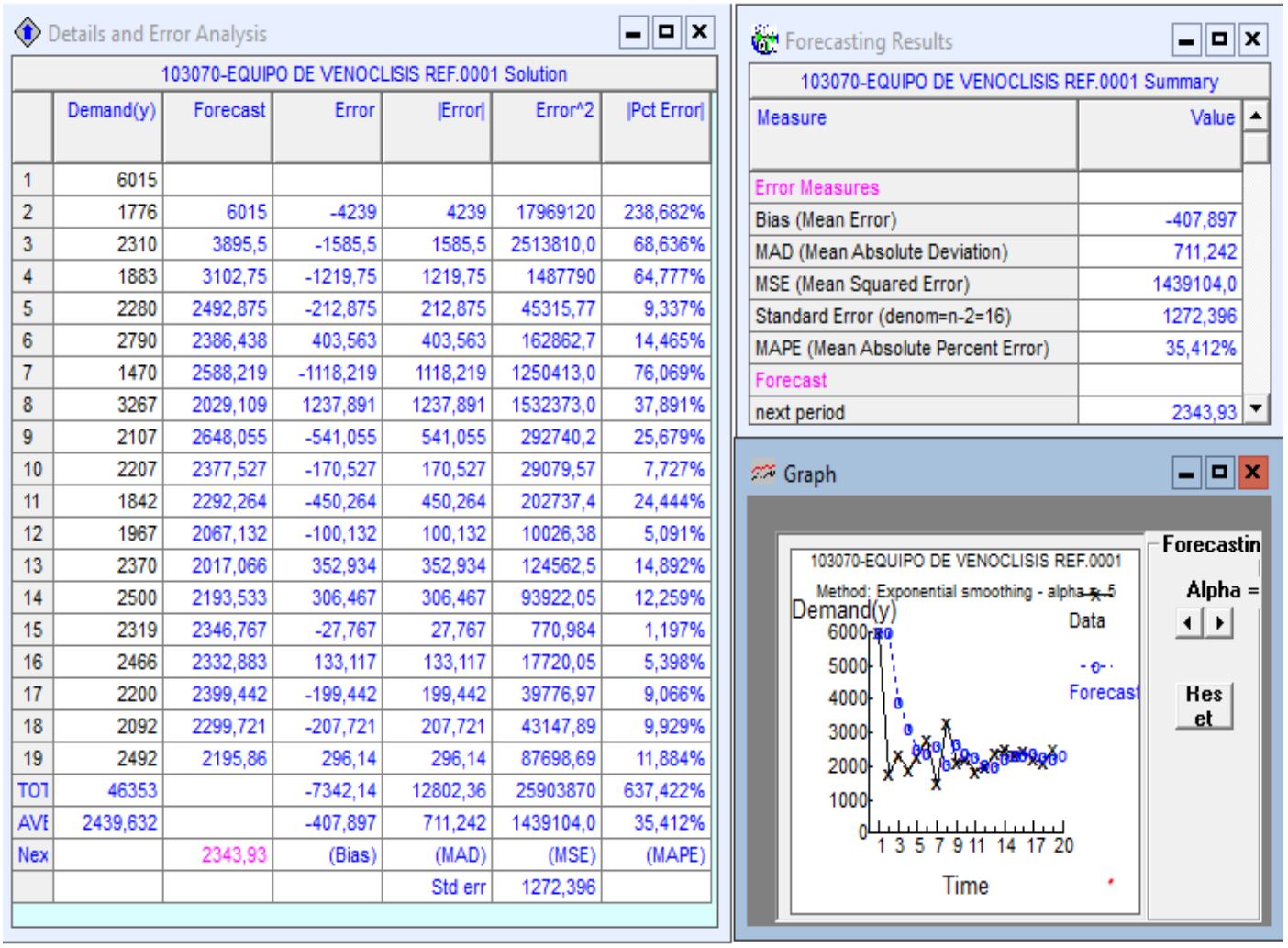


Fuente: POM QM 4

Se aplica el método promedio móvil con n=5 tamaño de periodos para promediar teniendo en cuenta que el software POM QM 4 propone para obtener el menor número en el cálculo de los errores Obteniendo ***Ilustración 10 Promedio móvil* sku 103070** donde se evidencia el pronóstico para el periodo siguiente, el grafico del pronóstico frente a la demanda y los errores MAD y ECM.

8.1.5 Suavización exponencial simple

Ilustración 11Suavización exponencial simple SKU 103070 (Equipo Venoclísis)



	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	6015					
2	1776	6015	-4239	4239	17969120	238,682%
3	2310	3895,5	-1585,5	1585,5	2513810,0	68,636%
4	1883	3102,75	-1219,75	1219,75	1487790	64,777%
5	2280	2492,875	-212,875	212,875	45315,77	9,337%
6	2790	2386,438	403,563	403,563	162862,7	14,465%
7	1470	2588,219	-1118,219	1118,219	1250413,0	76,069%
8	3267	2029,109	1237,891	1237,891	1532373,0	37,891%
9	2107	2648,055	-541,055	541,055	292740,2	25,679%
10	2207	2377,527	-170,527	170,527	29079,57	7,727%
11	1842	2292,264	-450,264	450,264	202737,4	24,444%
12	1967	2067,132	-100,132	100,132	10026,38	5,091%
13	2370	2017,066	352,934	352,934	124562,5	14,892%
14	2500	2193,533	306,467	306,467	93922,05	12,259%
15	2319	2346,767	-27,767	27,767	770,984	1,197%
16	2466	2332,883	133,117	133,117	17720,05	5,398%
17	2200	2399,442	-199,442	199,442	39776,97	9,066%
18	2092	2299,721	-207,721	207,721	43147,89	9,929%
19	2492	2195,86	296,14	296,14	87698,69	11,884%
TOT	46353		-7342,14	12802,36	25903870	637,422%
AVE	2439,632		-407,897	711,242	1439104,0	35,412%
Nex		2343,93	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	1272,396	

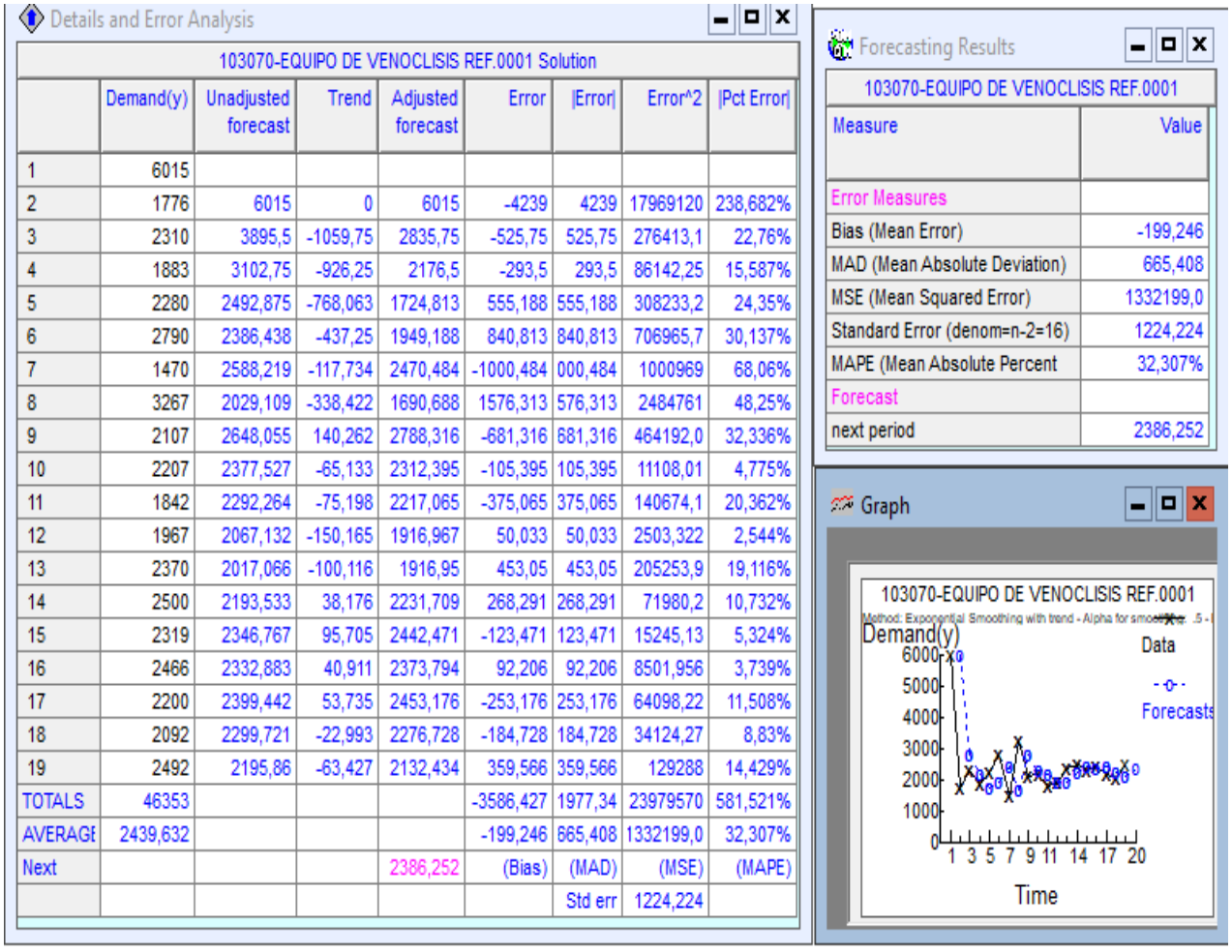
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-407,897
MAD (Mean Absolute Deviation)	711,242
MSE (Mean Squared Error)	1439104,0
Standard Error (denom=n-2=16)	1272,396
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	35,412%
Forecast	
next period	2343,93

Fuente: POM QM 4

Se aplica el método Suavización exponencial simple con $Alpha = 0.5$ teniendo en cuenta que el software POM QM 4 propone para obtener el menor número en el cálculo de los errores Obteniendo ***Ilustración 11Suavización exponencial simple SKU* 103070 *(Equipo Venoclísis)*** donde se evidencia el pronóstico para el periodo siguiente, el grafico del pronóstico frente a la demanda y los errores MAD y ECM.

8.1.6 Suavización exponencial doble

Ilustración 12 Suavización exponencial doble sku 103070 (Equipo Venoclísis)



Details and Error Analysis

103070-EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001 Solution

	Demand(y)	Unadjusted forecast	Trend	Adjusted forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	6015							
2	1776	6015	0	6015	-4239	4239	17969120	238,682%
3	2310	3895,5	-1059,75	2835,75	-525,75	525,75	276413,1	22,76%
4	1883	3102,75	-926,25	2176,5	-293,5	293,5	86142,25	15,587%
5	2280	2492,875	-768,063	1724,813	555,188	555,188	308233,2	24,35%
6	2790	2386,438	-437,25	1949,188	840,813	840,813	706965,7	30,137%
7	1470	2588,219	-117,734	2470,484	-1000,484	000,484	1000969	68,06%
8	3267	2029,109	-338,422	1690,688	1576,313	576,313	2484761	48,25%
9	2107	2648,055	140,262	2788,316	-681,316	681,316	464192,0	32,336%
10	2207	2377,527	-65,133	2312,395	-105,395	105,395	11108,01	4,775%
11	1842	2292,264	-75,198	2217,065	-375,065	375,065	140674,1	20,362%
12	1967	2067,132	-150,165	1916,967	50,033	50,033	2503,322	2,544%
13	2370	2017,066	-100,116	1916,95	453,05	453,05	205253,9	19,116%
14	2500	2193,533	38,176	2231,709	268,291	268,291	71980,2	10,732%
15	2319	2346,767	95,705	2442,471	-123,471	123,471	15245,13	5,324%
16	2466	2332,883	40,911	2373,794	92,206	92,206	8501,956	3,739%
17	2200	2399,442	53,735	2453,176	-253,176	253,176	64098,22	11,508%
18	2092	2299,721	-22,993	2276,728	-184,728	184,728	34124,27	8,83%
19	2492	2195,86	-63,427	2132,434	359,566	359,566	129288	14,429%
TOTALS	46353				-3586,427	1977,34	23979570	581,521%
AVERAGE	2439,632				-199,246	665,408	1332199,0	32,307%
Next				2386,252	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
						Std err	1224,224	

Forecasting Results

103070-EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-199,246
MAD (Mean Absolute Deviation)	665,408
MSE (Mean Squared Error)	1332199,0
Standard Error (denom=n-2=16)	1224,224
MAPE (Mean Absolute Percent	32,307%
Forecast	
next period	2386,252

Graph

Fuente: POM QM 4

Se aplica el método Suavización exponencial simple con Alpha=0.5 y un beta=0.5 teniendo en cuenta que el software POM QM 4 propone para obtener el menor número en el cálculo de los errores Obteniendo ***Ilustración 12 Suavización***

***exponencial doble sku* 103070** donde se evidencia el pronóstico para el periodo siguiente, el grafico del pronóstico frente a la demanda y los errores MAD y ECM.

8.1.7 Comparación de errores

Tabla 20 Comparación de errores SKU 103070 (Equipo Venoclísis)

Método	MAD	ECM
Regresión Lineal	700,5	1433693
Promedios Móviles	324,8	185334
Suavización exponencial simple	711,242	1439104
Suavización exponencial Doble	665,408	1332199

Fuente: Autores (2020)

Realizando la comparación de los errores obtenidos por cada método de pronóstico véase ***Tabla 20 Comparación de errores SKU 103070*** se tiene que promedio móviles muestra el menor MAD con un valor de 324,8 y ECM 185334 comparado a los otros métodos por lo que es un modelo aplicable a los productos medico quirúrgicos, conclusión que se basa en los datos obtenidos para los productos tipo A que se tratan en el estudio.

8.2 Metodología del sistema de gestión y control de inventarios

Para este cálculo es necesario conocer los costos del almacén , costo de ordenar , costo de ordenar , costo unitario de cada SKU y la tasa de costo de mantener inventario véase ***Tabla 21 Costo unitario sku tipo A*** y ***Tabla 22 Costo inventario*** además el personal de la empresa facilito información acerca del nivel de servicio deseado que corresponde al 97% y el lead time de 60 min máximo.

Tabla 21 Costo unitario sku tipo A

CODIGO	NOMBRE	COSTO
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA - UND	$ 27.000
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	$ 22.500

103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	$ 3.300
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. - UND	$ 3.000
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	$ 2.000
103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND	$ 550
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND	$ 400

Fuente: Empresa (2020

Tabla 22 Costo inventario

Costo de ordenar	
Sueldos	$10.000.000
Teléfono	$ 60.000
Insumos de empresa	$ 100.000
Total	**$10.160.000**

Costo de Pedir	$ 50.800

Tasa de costo de mantenimiento del inventario (r)	$	% Anual	Porcentaje del Total
Interés y costo de oportunidad	$ 5.000.000	4%	4,3%
Obsolescencia y depreciación	$ 80.000.000	6%	68,5%
Almacenamiento y manejo	$ 10.000.000	3,40%	8,6%
Impuestos	$ 15.400.000		13,2%
Seguros	$ 6.464.000		5,5%
Total	**$116.864.000**		

Costo total del inventario	**$500.000.000**

Tasa total del costo de mantenimiento de inventario	**4,5%**	**100,0%**

Fuente: Empresa (2020)

Dando cumplimiento al objetivo de “Validar diferentes políticas de gestión y control de inventarios aplicables a productos médico – quirúrgicos del Centro de Distribución.” Se plantean los siguientes modelos:

Teniendo en cuenta los datos obtenidos por el software **POM QM 4** para el valor de K a partir de Gu (k)

Tabla 23 Valor K con Gu(k)

Calcular K con Gu(k)					
a0	a1	a2	a3		
	2,3	1,8	1,2	1,4	
b0	b1	b2	b3	b4	
	1	0,9	0,5	0,06	0,003
c=		3,0			
k=		5,5			

Fuente: POM QM 4

8.3 Sistema de control (s,Q)

Tabla 24 Sistema de control (s,Q)

Sistema de control (s,Q)	SKU						
Referencia	**103070**	**103082**	**103083**	**103096**	**103094**	**103092**	**103147**
Promedio de la demanda mes (d)	2492,83	29883,33	27216,83	4042,50	4496,08	2251,25	1902,08
Desviación estandar (σ)	1155,95	3942,20	2804,97	519,43	1981,91	379,50	252,45
Tiempo de reposición (L)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Valor unitario del item (V)	22500,00	400,00	550,00	3300,00	3000,00	2000,00	27000,00
Costo de ordenamiento (A)	50800,00	50800,00	50800,00	50800,00	50800,00	50800,00	50800,00
Costo de llevar el inventario(r)	4,47%	4,47%	4,47%	4,47%	4,47%	4,47%	4,47%
Nivel de servicio deseado (P_2)	97,00%	97,00%	97,00%	97,00%	97,00%	97,00%	97,00%
Fracción estimada de costo de faltante (B_2)	1005,00	17,87	24,57	147,40	134,00	89,33	1206,00
Número de pedidos	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	5,00
* Todos los datos están expresados en mes.							
Q=(Unidades)	502,008	13035,858	10609,442	1669,257	1846,340	1600,118	400,302
$\sigma_{L(\frac{ud}{mes})}$=	235,957	804,698	572,562	106,027	404,556	77,465	51,532
$G_u(k)$=	0,064	0,486	0,556	0,472	0,137	0,620	0,233
k=	5,529	5,529	5,529	5,529	5,529	5,529	5,529
$X_{L(Unidades)}$=	103,868	1245,139	1134,035	168,438	187,337	93,802	79,253
s=(Unidades)	1408,493	5694,375	4299,775	754,670	2424,156	522,112	364,175
$TRC_{2\,(\frac{\$}{mes})}$=	**$ 1.692.891.478**	**$ 6.719.387**	**$ 11.370.754**	**$ 59.323.045**	**$ 54.769.908**	**$ 12.247.906**	**$ 1.858.895.505**
Nivel de servicio alcanzado (P_2)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Fuente: Autores (2020)

Véase la **Tabla *24* Sistema de control (s,Q)** donde se obtienen la Costó representativo $TRC2$ por el modelo a nivel de confianza del 97% y con valor de nivel alcanzado del mismo valor para los SKU evaluados que son de Tipo A.

8.4 Sistema de control (s,S)

Tabla 25 Sistema de control (s,S)

Sistema de control (s,S)	SKU						
Referencia	**103070**	**103082**	**103083**	**103096**	**103094**	**103092**	**103147**
Promedio de la demanda mes (d)	2492,83	29883,33	27216,83	4042,50	4496,08	2251,25	1902,08
Desviación estandar (σ)	1155,95	3942,20	2804,97	519,43	1981,91	379,50	252,45
Tiempo de reposición (L)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Valor unitario del item (V)	22500,00	400,00	550,00	3300,00	3000,00	2000,00	27000,00
Costo de ordenamiento (A)	50800,00	50800,00	50800,00	50800,00	50800,00	50800,00	50800,00
Costo de llevar el inventario(r)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Nivel de servicio deseado (P_2)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Fracción estimada de costo de faltante (B_2)	1005,00	17,87	24,57	147,40	134,00	89,33	1206,00
Número de pedidos	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	5,00
* Todos los datos están expresados en mes.							
Q=	502	13036	10609	1669	1846	1600	400
σ_L =	235,96	804,70	572,56	106,03	404,56	77,46	51,53
$G_u(k)$ =	0,06	0,49	0,56	0,47	0,14	0,62	0,23
k=	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53
X_L=	103,87	1245,14	1134,03	168,44	187,34	93,80	79,25
s=	1408,49	5694,38	4299,77	754,67	2424,16	522,11	364,18
TRC_2 =	$ 1.716.211.275	$ 24.541.589	$ 27.244.249	$ 61.869.045	$ 64.625.785	$ 12.858.773	$ 1.863.477.255
S=	1911	18730	14909	2424	4270	2122	764

Fuente: Autores (2020)

Véase la **Tabla *25* Sistema de control (s,S)** donde se obtienen la Costó representativo $TRC2$ por el modelo a nivel de confianza del 97% y el punto de reorden (S) con el punto de reorden (S) para los SKU evaluados que son de Tipo A. el objetivo de calcular este punto de reorden es mitigar las fallas en el proceso de abastecimiento

debido a que no se cuenta con la certeza de en qué momento pedir lo que conlleva a situaciones de desabastecimiento y faltantes y en consecuencia se retrasa los proceso médico-asistencial.

8.5 Sistema de control (R,S)

Tabla 26 Sistema de control (R,S)

Sistema de control (R,S)	SKU						
Referencia	**103070**	**103082**	**103083**	**103096**	**103094**	**103092**	**103147**
Promedio de la demanda mes (d)	2492,833333	29883,33333	27216,83333	4042,5	4496,083333	2251,25	1902,083333
Costo de ordenamiento (A)	50800	50800	50800	50800	50800	50800	50800
Incremento en el costo de ordenar (año)	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
Desviación estandar (σ)	1155,948877	3942,197977	2804,969959	519,4252433	1981,909158	379,4992589	252,4517968
Tiempo de reposición (L)	0,04167	0,04167	0,04167	0,04167	0,04167	0,04167	0,04167
Valor unitario del item (V)	22500	400	550	3300	3000	2000	27000
Nivel de servicio deseado (P_2)	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%
Fracción estimada de costo de faltante (B_2)	1005,000	17,867	24,567	147,400	134,000	89,333	1206,000
Costo de llevar el inventario(r)	4,47%	4,47%	4,47%	4,47%	4,47%	4,47%	4,47%
Intervalo de revisión pre-especificado (R)	0,20733	0,44912	0,40134	0,42513	0,42280	0,73178	0,21668
σ_{R+L}=	576,818	2761,756	1866,944	354,886	1350,700	333,754	128,315
X_{R+L}=	620,717	14666,376	12057,124	1887,042	2088,260	1741,224	491,390
$G_u(k)$ =	0,02688103	0,14579025	0,175523572	0,145280873	0,04222085	0,148081131	0,09635747
K=	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53	5,53
S=	3809,987461	29936,33876	22379,60114	3849,234658	9556,384026	3586,575575	1200,852298
TRC_2=	**$ 1.694.800.463**	**$ 6.919.603**	**$ 11.554.276**	**$ 59.533.135**	**$ 55.478.217**	**$ 12.378.721**	**$ 1.859.421.773**

Fuente: Autores (2020)

Véase la **Tabla *25* Sistema de control (s,S)** donde se obtienen la Costó representativo $TRC2$ por el modelo a nivel de confianza del 97% con el punto de reorden (S) para los SKU evaluados que son de Tipo A. el objetivo de calcular este punto de reorden es mitigar las fallas en el proceso de abastecimiento debido a que no se

cuenta con la certeza de en qué momento pedir lo que conlleva a situaciones de desabastecimiento y faltantes y en consecuencia se retrasa los proceso médico-asistencial.

8.6 Validación de las Políticas

Véase la ***Tabla 27 Tiempo de revisión del inventario efectivo*** donde se obtiene como resultado de la metodología sistema (R,S) tiempo óptimo de revisar el inventario efectivo para conocer el estado y el punto de reorden del producto médico-quirúrgico cada que el inventario efectivo alcance este punto.

Tabla 27 Tiempo de revisión del inventario efectivo

SKU	Mes	Dia	Dia	Horas	Revisión
103070	1	30	1	24	Revisar cada 6 días.
	0,20733 x		6,2200144x		
	x=	6,220014381	x=	149	
103082	1	30	1	24	Revisar cada 13 días.
	0,44912x		13,47363426x		
	x=	13,47363426	x=	323	
103083	1	30	1	24	Revisar cada 12 días
	0,40134x		12,04007321x		
	x=	12,04007321	x=	289	
103096	1	30	1	24	Revisar cada 13 días.
	0,42513x		12,75402563x		
	x=	12,75402563	x=	306	
103094	1	30	1	24	Revisar cada 13 días.
	0,42280x		12,68386077x		
	x=	12,68386077	x=	304	
103092	1	30	1	24	Revisar cada 22 días.
	0,73178x		21,95343125x		
	x=	21,95343125	x=	527	
103147	1	30	1	24	Revisar cada 7 días.
	0,21668		6,500288278x		
	x=	6,500288278	x=	156	

Fuente: Autores (2020)

Fuente: Autores (2020)

Sistema de Control	$/mes							Total
	103070	103082	103083	103096	103094	103092	103147	
(s,Q)	$1.692.891.478	$ 6.719.387	$11.370.754	$59.323.045	$54.769.908	$12.247.906	$1.858.895.505	$3.696.217.983
(s,S)	$1.716.211.275	$24.541.589	$27.244.249	$61.869.045	$64.625.785	$12.858.773	$1.863.477.255	$3.770.827.970
(R,S)	$1.694.800.463	$ 6.919.603	$11.554.276	$59.533.135	$55.478.217	$12.378.721	$1.859.421.773	$3.700.086.188

Lo que se evidencia en la **Tabla 27 Tiempo de revisión del inventario efectivo** es que el sistema de gestión y control de inventarios (S,Q) se adapta a la empresa de salud de productos medico quirúrgicos debido a que a través de este se calculan los inventarios de seguridad y maneja un nivel de inventario más bajo que los demás modelos de los SKU por lo que teniendo en cuenta esto se decide que el modelo de control de inventarios que se debe adoptar para esta empresa es el sistema de revisión continua (S,Q).

Adicionalmente se revisan otros indicadores que permitan el seguimiento y control de la gestión y control de los inventarios como se evidencia a continuación.

8.7 Indicadores

Teniendo en cuenta que actualmente no se cuenta con un sistema de gestión y control de inventarios, no es posible medir el impacto de la metodología propuesta, sin embargo, para medir el impacto que se obtiene se formulan los siguientes indicadores véase**Tabla 31 Indicadores**, mediante los cuales se puede estudiar los beneficios con la implementación del modelo gestión escogido.

Tabla 31 Indicadores

Nombre	Formula
% de retrasos atribuibles al proceso de abastecimiento	(R/N)*100
% de cancelaciones atribuibles al proceso de almacén	(M/N)*100
% de satisfacción del personal médico asistencial	(S/N)*100
Rotación del inventario	Costo de ventas periódicas/Inventario promedio durante el periodo

Fuente: Autores (2020)

- Donde R es el número de retrasos atribuibles al proceso de abastecimiento
- Donde N es el número de retrasos atribuibles a la empresa de salud

- Donde M es el número de retrasos atribuibles al proceso de almacén

- Donde S es la satisfacción medida en el personal a través de una encuesta

Lo que se pretende medir con el indicador % de retrasos atribuibles al proceso de abastecimiento es la participación que tiene el proceso de abastecimiento frente a los procesos de la empresa de salud.

Lo que se pretende medir con el indicador % de retrasos atribuibles al proceso de almacén es la participación que tiene el proceso de almacén frente a los procesos de la empresa de salud.

Lo que se pretende medir con el indicador % de satisfacción del personal médico asistencial es como su nombre lo indica la satisfacción del personal frente a los procesos de la empresa prestadora de salud.

Lo que se pretende medir con el indicador rotación de inventario es el impacto de criterio de rotación y mostrar el aumento o disminución de las veces que el producto médico-quirúrgico sale del inventario.

8.8 Análisis costo-beneficio

El análisis costo – beneficio, es una herramienta que mide la relación entre los valores de costos y beneficios que están asociados a un proyecto de investigación como en este caso, siendo su objetivo final evaluar la rentabilidad de la inversión.

Dando cumplimiento al objetivo **"**Evaluar el costo beneficio de la política seleccionada para la gestión y control de inventarios de productos médico – quirúrgicos del Centro de Distribución." se realiza el respectivo análisis mencionado, de las políticas más eficientes.

Se cuenta con la ventaja de obtener no solo beneficios cuantitativos sino también cualitativos, los cuales se harían visible en la empresa.

Es importante mencionar que para la correcta implementación del sistema de gestión y control de inventario es importante definir un correcto sistema de recopilación de información y consolidación de base de datos, con personal encargado de su manejo lo cual se genera a través de unos datos que se emplean en el método de calculo. Teniendo en cuenta lo anterior, los datos presentados a continuación son los que se tuvieron en cuenta:

- **Inversión**
- **Gastos**
- **Ingresos o Beneficios**

A continuación se mencionaran los datos tenidos en cuenta:

- **Inversión y Gastos (Aplicación de Excel) : Para llevar a cabo la implementación del modelo de gestión y control de inventarios fue necesario realizar una única inversión con una propuesta de unicamente gestionar una aplicación personalizada y una capacitación a los operadores que consta de lo siguiente:**

Tabla 32 Inversión y Gastos Aplicación de Excel

DESCRIPCIÓN	VALOR
Aplicación Visual Basic manejo de INV.	$3.000.000
Capacitación de la Aplicación INV.	$1.500.000
TOTAL INVERSIÓN	**$4.500.000**

Las cotizaciones fueron realizadas en diferentes instituciones en la cual se adquiere la aplicación de forma personalizada con un proveedor de Bogotá que maneja las bases de datos a Nestlé de Colombia Sede Bugalagrande.

- **Beneficios (Aplicación de Excel) :** Para realizar los respectivos cálculos se tuvieron en cuenta los obsoletos que manejaban aproximadamente para generar un costo aproximado de ahorro.

Tabla 33 Beneficios con Aplicación de Excel

SKU	VALOR	DEMANDA	OBSOLETOS (UDS)	TOTAL ($)
103083	$550	226998	68099	$37.454.670
103082	$400	223100	66930	$26.772.000
103096	$3.300	32599	9780	$32.273.010
103094	$3.000	32417	9725	$29.175.300
103092	$2.000	17841	5352	$10.704.600
103070	$22.500	16439	4932	$110.963.250
103047	$27.000	13980	4194	$113.238.000
				$360.580.830

Fuente Autores 2020

- **Análisis Costo – Beneficio (Aplicación Excel)**

DESCRIPCIÓN	PERIODO		VPN
	0	1	
Ingresos		$180.290.415	$147.232.332
Gastos		$1.500.000	$4.200.000
Inversión	$3.000.000		
Caja		$178.790.415	
VPN (25%)	$146.032.332		
Relación C-B	35,05531714		

Con base a los datos obtenidos en la tabla anterior, se logra evidenciar que se obtendría un Valor presente Neto de $146.032.332, a una tasa de Rentabilidad del 25% anual y un costo beneficio de 35,05 lo cual genera beneficios en la parte financiera de la empresa.

De manera opcional, se realiza una cotización con un proveedor de SAP para que se tuviese en cuenta si era posible y rentable la adquisición del módulo, el cual permitiría un manejo más avanzado y más preciso de los inventarios.

- **Inversión y Gastos (SAP) :** Para llevar a cabo la implementación SAP se tuvo una inversión del módulo y de la capacitación del mismo sistema.

Tabla Inversión y Gastos SAP

	INVERSIÓN	VALOR	
	Módulo de SAP	$ 500.000.000	
	Servidor	$ 100.000.000	
Gastos	**Numero**	**Valor**	**Total**
Contratación de personal	4	$ 1.200.000,00	$ 57.600.000,00
Energía	1	$ 1.000.000,00	$ 12.000.000,00
Internet	1	$ 100.000,00	$ 1.200.000,00
Total			**$ 670.800.000**

Fuente: Autores (2020)

- **Beneficios (SAP) :** Para realizar los respectivos cálculos se tuvieron en cuenta los obsoletos que manejaban aproximadamente para generar un costo aproximado de ahorro**.**

Tabla Beneficios SAP

SKU	VALOR	DEMANDA	OBSOLETOS (UDS)	TOTAL ($)
103083	$550	226998	113499	$62.424.450
103082	$400	223100	111550	$44.620.000
103096	$3.300	32599	16300	$53.788.350
103094	$3.000	32417	16209	$48.625.500
103092	$2.000	17841	8921	$17.841.000
103070	$22.500	16439	8220	$184.938.750
103047	$27.000	13980	6990	$188.730.000
				$600.968.050

- **Análisis Costo – Beneficio (SAP):**

DESCRIPCIÓN	PERIODO		VPN
	0	1	
Ingresos		$600.968.050	$980.774.440
Gastos		$170.800.000	$636.640.000
Inversión	$500.000.000		
Caja		$430.168.050	
VPN (25%)	$844.134.440		
Relación C-B	1,540547939		

Como se evidencia anteriormente, el valor de la inversión se compensa al comparar con los beneficios que traería un buen manejo de las existencias, adicionalmente se evidencia que es una idea acertada y viable, siendo una futura implementación de un sistema de gestión y control de inventarios con un módulo de SAP de recopilación y consolidación de información y la compra de un servidor de almacenamiento de la información y gastos en la contratación de personal de operación del módulo de SAP y actividades conforme a la necesidad del sistema de gestión como lo son

conteo, revisión de inventario y ordenes de medicamentos en el punto de reorden, energía e internet necesarios para el uso de SAP.

Los beneficios que conlleva esta inversión se ve reflejada en el ahorro por parte de medicamentos vencidos, procedimientos faltantes, reducción de tiempos y beneficios no cuantificables como el salvamento de la vida de los pacientes atendidos por la empresa prestadora de salud teniendo una recuperación planificada de la inversión en el orden de menos de 2 años a futuro de la fecha de la inversión.

9 CONCLUSIONES

Aplicando metodologías de sistemas de pronósticos se pueden predecir futuros escenarios que influyen en la toma de decisiones certeras y objetivas para las personas que gestionan y controlan los inventarios.

Con la metodología de gestión y control de inventarios escogido y propuesto de revisión continua, el personal encargado en la ESE de los inventarios, podrá tener una herramienta que le permita medir el nivel de inventario, como también saber cuándo y cuánto ordenar, y conforme a esto reducir el nivel de faltantes y aumentar el nivel de servicio hasta lograr o mejorar el deseado.

Por medio de clasificación multicriterio, el personal de la empresa de salud definió los criterios más influyentes al tratarse de productos médico quirúrgicos, evidenciándose que prima la seguridad y salud del paciente por lo que se concluye que tienen más peso los criterios cualitativos como criticidad, disponibilidad y especialidad quirúrgica que los mismos cuantitativos como costo y rotación del inventario.

Conforme al desarrollo del proyecto, se puede evidenciar la importancia que toma los inventarios en los diferentes procesos y sectores empresariales y/o económicos, evidenciándose en los resultados que puede tomar de ahora en adelante la compañía, tanto que una mala gestión puede influir en la prestación o no de un servicio en este caso de tipo médico asistencial de un paciente impactando la salud o incluso la muerte del mismo.

Basándonos en todas estas premisas se obtiene como resultado la necesidad de contar con un sistema automatizado que nos permita llevar un control continuo y actualizado del inventario, los pedidos realizados y las ventas de los productos, insumos o servicios.

De esta forma, se concluye que un excelente manejo de inventarios y una capacidad acertiva de manejo de pedidos, puede generar un impacto realmente importante en términos de costo y nivel de servicio, siendo de gran valor la investigación realizada para dicha Empresa Social.

10 RECOMENDACIONES

Se recomienda capacitar a las personas encargadas de la gestión y control de inventarios en las herramientas y metodologías desarrolladas en ese proyecto, con el fin de impactar positivamente en los procesos influyendo en la prestación del servicio y mejorando el nivel de servicio alcanzando o mejorando el deseado.

Adicional, mejorar los procesos de planeación a través de la comunicación entre áreas administrativas y operativas con el fin de incrementar el nivel de servicio.

Se recomienda mantener unos pronósticos de demanda acertados, clasificar los inventarios correctamente, teniendo en cuenta todas las variables mencionadas anteriormente, implementar una política de inventarios eficiente y realizar alianzas con los proveedores estratégicos.

De igual manera, se recomienda generar mejoras en los sistemas de control, porque de esto principalmente y de la capacitación que se tenga de forma conjunta se tendrán beneficios reflejados en los ahorros que se tendrán en la empresa.

Por otra parte, se recomienda generar planes de acción los cuales incluyan seminarios o talleres que impacten de forma positiva a los trabajadores, generándoles mayor conocimiento y mejorando su estrategia en toma de decisiones, para que estos sean totalmente acertivos en momentos de incertidumbre en los cuales juega un papel importante la capacidad de predecir y generar soluciones rápidas de alto impacto para la empresa y pacientes en general.

Se recomienda de igual forma la adquisición del sistema SAP pues en la actualidad, una gran cantidad de compañias consideran que la solución que ofrece ese sistema es un factor sustancial en temas de inventarios, manejo de ordenes, productos, operaciones diarias, como también la generación de informes.

11 BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, P. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de una empresa. Pensamiento y Gestión (32), 142-164.

AMAYA. C.A. (2010) Potenciando la contribución de la logística hospitalaria: tres caso, tres trayectorias. Management International. Vol14, 2010. P.85-98

BALLOU, R. (2004). Logística: Administración de la Cadena de Suministro (5ta ed.). México: Pearson, Prentice Hall.

BHAGWAT, R., & KUMAR, M. (2007). Performance Measurement of Supply Chain Management: A Balance Scorecard Approach. Computers & Industrial Engeering, 53(1), 43-62.

BUELVAS, A. y VÁSQUEZ, J. (2016) Diseño de un Plan de Mejora del Sistema de Gestión de Inventarios en la empresa Comercializadora INGELCAS y CIA LTDA. Trabajo de Grado. Repositorio UNICARTAGENA. 2016.

CANEDO, A. y LEAL, M. (2014) Diseño de un Plan de mejoramiento para la Gestión y Control de Inventarios de la empresa Distribuidora Ferretera Internacional. Trabajo de Grado. Universidad de Cartagena. Colombia. 2014

CARRO PAZ, R., & GONZÁLEZ GÓMEZ, D. (2012). Logística Empresarial. En R. Carro Paz, & D. González Gómez, Logística Empresarial (pág. 7). Buenos Aires: Universidad Nacional de Mar del Plata.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 100 de 1993, diciembre 23, por la cual se rea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Congreso; 1993.

CHASE, R. B., AQUILANO, N. J., & JACOBS, F. R. (2009). Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros. México: Mc Graw Hill

CHACKELSON, C., & Errasti, A. (2010). Validación de un sistema experto para mejorar la gestión de inventarios mediante estudios de caso. Madrid: Universidad de Navarra.

CHOPRA, S., & MEINDL, P. (2008). Administración de la cadena de suministro. Estrategia, Planeación y Operación. México: Pearson Educación.

FERNÁNDEZ, J. Mejoramiento del control de inventarios en la organización CODINTER LTDA. Trabajo de Pasantía. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, Colombia. 2017.

GRIÑON, M. (2009). Tesis Doctoral: Una Metodología para la Estimación Eficiente del Stock de Referencia en Políticas de Revisión Periódica con Demanda Discreta. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

HEIZER, J., & RENDER, B. (2004). Principios de Administración de Operaciones. México: Pearson Education

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1011 del 3 de abril de 2006. Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad en Salud [en línea]. Bogotá: Diario Oficial 46230, Abril 03 de 2006.[consultado el 8 de Agosto de 2019]. Disponible en internet:
http://www.imprenta.gov.co/diariop/diario2.mostrar_norma?p_tipo=02&p_numero=1011&p_fecha=0 3/04/2006&p_consec=79047

MONGUA, P., & Sandoval, H. (2009). Propuesta de un Modelo de Inventario para la Mejora del Ciclo Logístico de una Distribuidora de Confites Ubicada en la Ciudad de Barcelona, Estado de Anzoátegui. Anzoátegui, Venezuela: Universidad de Oriente.

MORA, L. A. (2008). Gestión Logística Integral. Medellín: ECOE.

(2011) Gestión logística integral las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. Colombia: Ecoe Ediciones. Disponible: http://www.academia.edu/29853903/Gestion_Logistica_Integral_-_Luis_An%C3%ADbal_Mora_Garc%C3%ADa

MONTENEGRO, Roberto. Diseño e implementación de un Sistema de Inventarios, Aplicando Simulación Montecarlo, en una empresa de servicios petroleros. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador. 2011

MULLER, M. (2014). Fundamentos de Administración de Inventarios. Bogotá, Colombia: Norma. Disponible en: https://xlibros.com/wp-content/uploads/2014/04/FUNDAMENTOS-DE-ADMINISTRACI%C3%93N-DE-INVENTARIOS.pdf

NAHMIAS, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.

SAMPIERI, R; CALLADO, C; y LUCIO, P. (2003) Metodología de la investigación. Editorial McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Quinta edición. Capítulo 3. México DF. 2003

SIPPER, D., & BULFIN, R. (1998). Planeación y Control de la Producción. México: Mc Grawhill

TAHA, H. (2012). Investigación de Operaciones. México: Pearson Education. Prawda. (1999). Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones. México: Limusa.

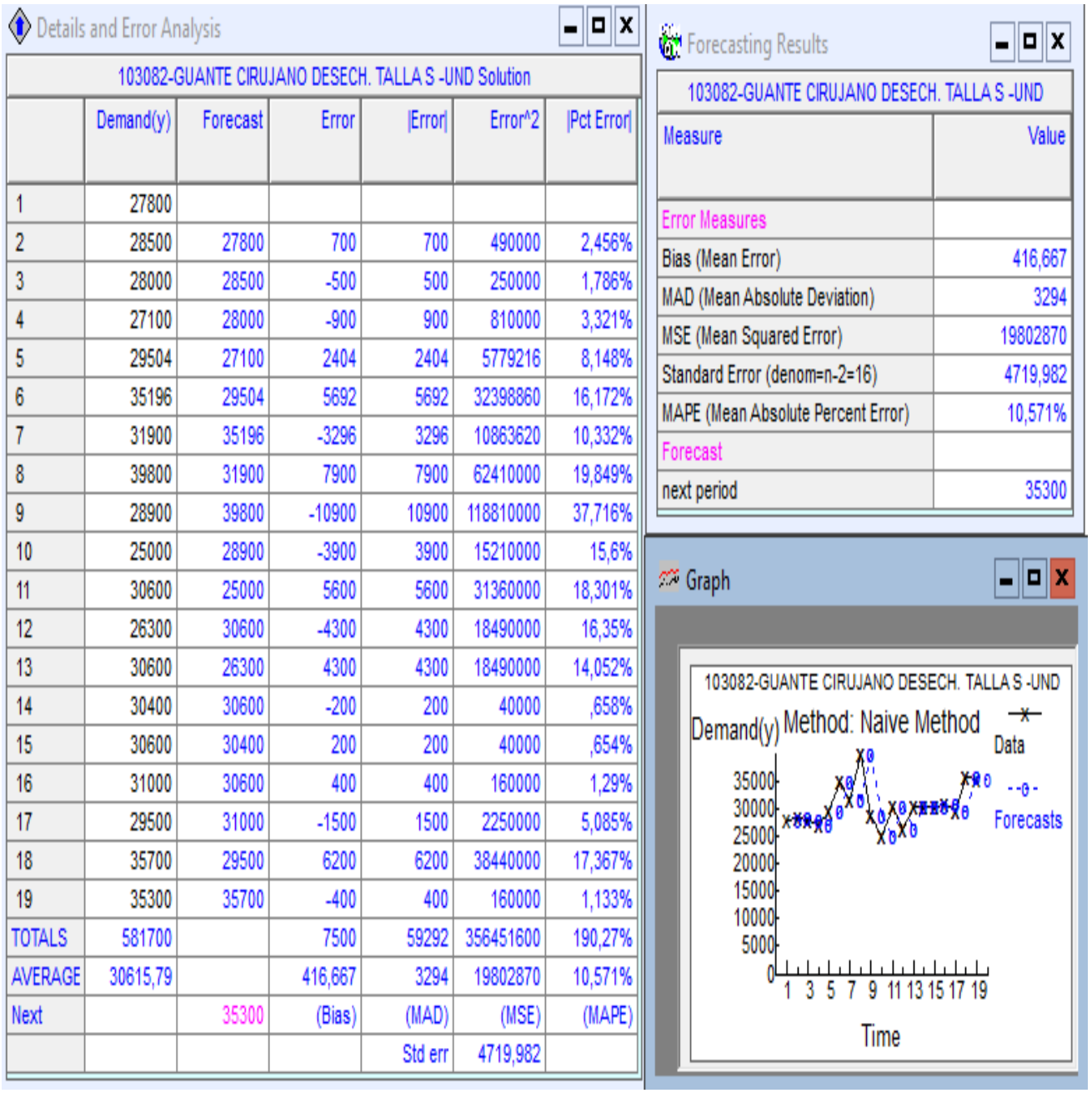
VÉRTICE (2010) Aprovisionamiento y almacenaje en la venta. Málaga: Vértice.

VILANA Arto, J. R. (2011). La gestión de la cadena de suministro. Barcelona: Escuela de organización industrial.

ZAPATA, J. (2019) Fundamentos de la gestión de inventarios, 2014. Pág. 14, Consultado el 9 de octubre de 2019 [En línea] https://www.esumer.edu.co/images/centroeditorial/Libros/fei/libros/Fundamentosdelagestiondeinventarios.pdf

12 ANEXOS

Ilustración 13. Regresion lineal sku 103082



Details and Error Analysis

103082-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND Solution

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	27800					
2	28500	27800	700	700	490000	2,456%
3	28000	28500	-500	500	250000	1,786%
4	27100	28000	-900	900	810000	3,321%
5	29504	27100	2404	2404	5779216	8,148%
6	35196	29504	5692	5692	32398860	16,172%
7	31900	35196	-3296	3296	10863620	10,332%
8	39800	31900	7900	7900	62410000	19,849%
9	28900	39800	-10900	10900	118810000	37,716%
10	25000	28900	-3900	3900	15210000	15,6%
11	30600	25000	5600	5600	31360000	18,301%
12	26300	30600	-4300	4300	18490000	16,35%
13	30600	26300	4300	4300	18490000	14,052%
14	30400	30600	-200	200	40000	,658%
15	30600	30400	200	200	40000	,654%
16	31000	30600	400	400	160000	1,29%
17	29500	31000	-1500	1500	2250000	5,085%
18	35700	29500	6200	6200	38440000	17,367%
19	35300	35700	-400	400	160000	1,133%
TOTALS	581700		7500	59292	356451600	190,27%
AVERAGE	30615,79		416,667	3294	19802870	10,571%
Next		35300	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	4719,982	

Forecasting Results

103082-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	416,667
MAD (Mean Absolute Deviation)	3294
MSE (Mean Squared Error)	19802870
Standard Error (denom=n-2=16)	4719,982
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	10,571%
Forecast	
next period	35300

Graph

Ilustración 14 Promedio movil sku 103082

103082-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND Solution

	Demand(y)	Forecast	Error	Error^2	|Pct Error|
1	27800				
2	28500				
3	28000				
4	27100				
5	29504				
6	35196	28180,8	7015,199	49213020	19,932%
7	31900	29660	2240	5017600	7,022%
8	39800	30340	9460	89491600	23,769%
9	28900	32700	-3800	14440000	13,149%
10	25000	33060	-8060	64963600	32,24%
11	30600	32159,2	-1559,199	2431102,0	5,095%
12	26300	31240	-4940	24403600	18,783%
13	30600	30120	480	230400	1,569%
14	30400	28280	2120	4494400	6,974%
15	30600	28580	2020	4080400	6,601%
16	31000	29700	1300	1690000	4,194%
17	29500	29780	-280	78400	,949%
18	35700	30420	5280	27878400	14,79%
19	35300	31440	3860	14899600	10,935%
TOTALS	581700		15136	303312100	166,001%
AVERAGE	30615,79		1081,143	21665150	11,857%
Next period		32420	(Bias)	(MSE)	(MAPE)
				5027,525	

103082-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND Summary

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	1081,143
MAD (Mean Absolute Deviation)	3743,885
MSE (Mean Squared Error)	21665150
Standard Error (denom=n-2=12)	5027,525
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	11,857%
Forecast	
next period	32420

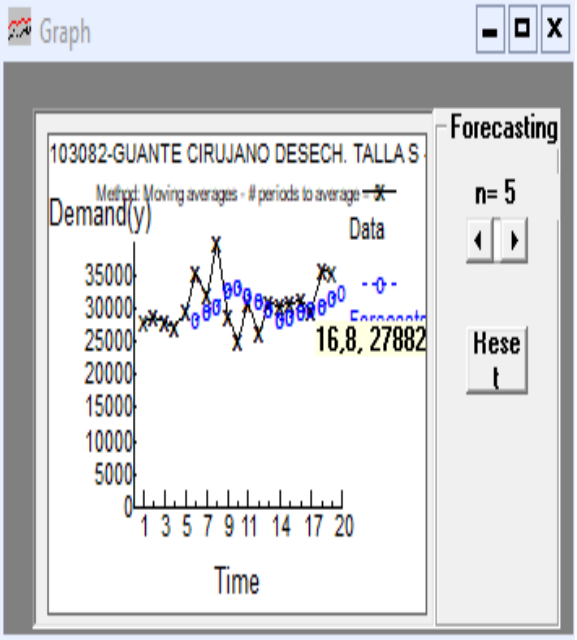
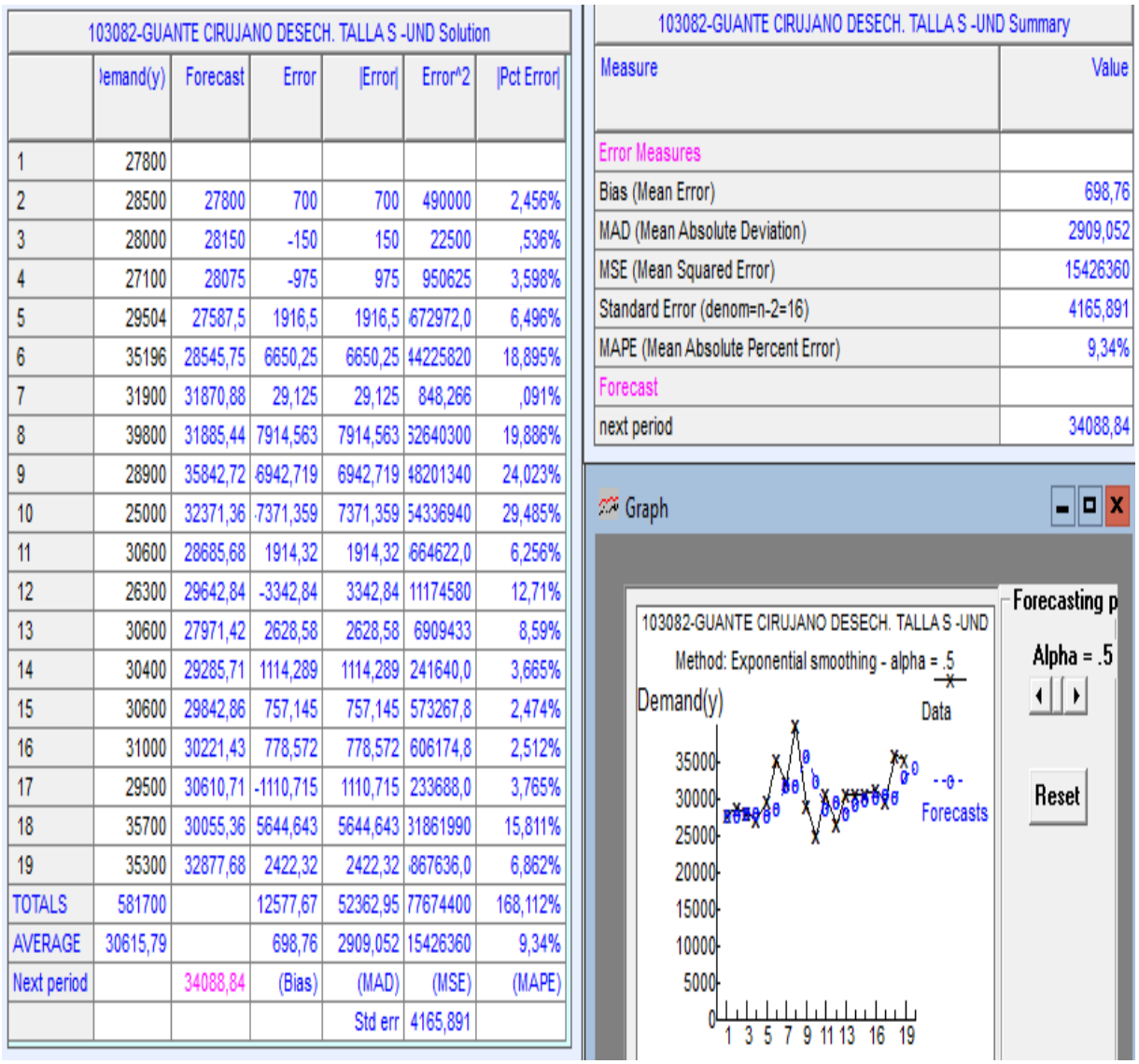


Ilustración 15 Suavización exponencial sku 103082



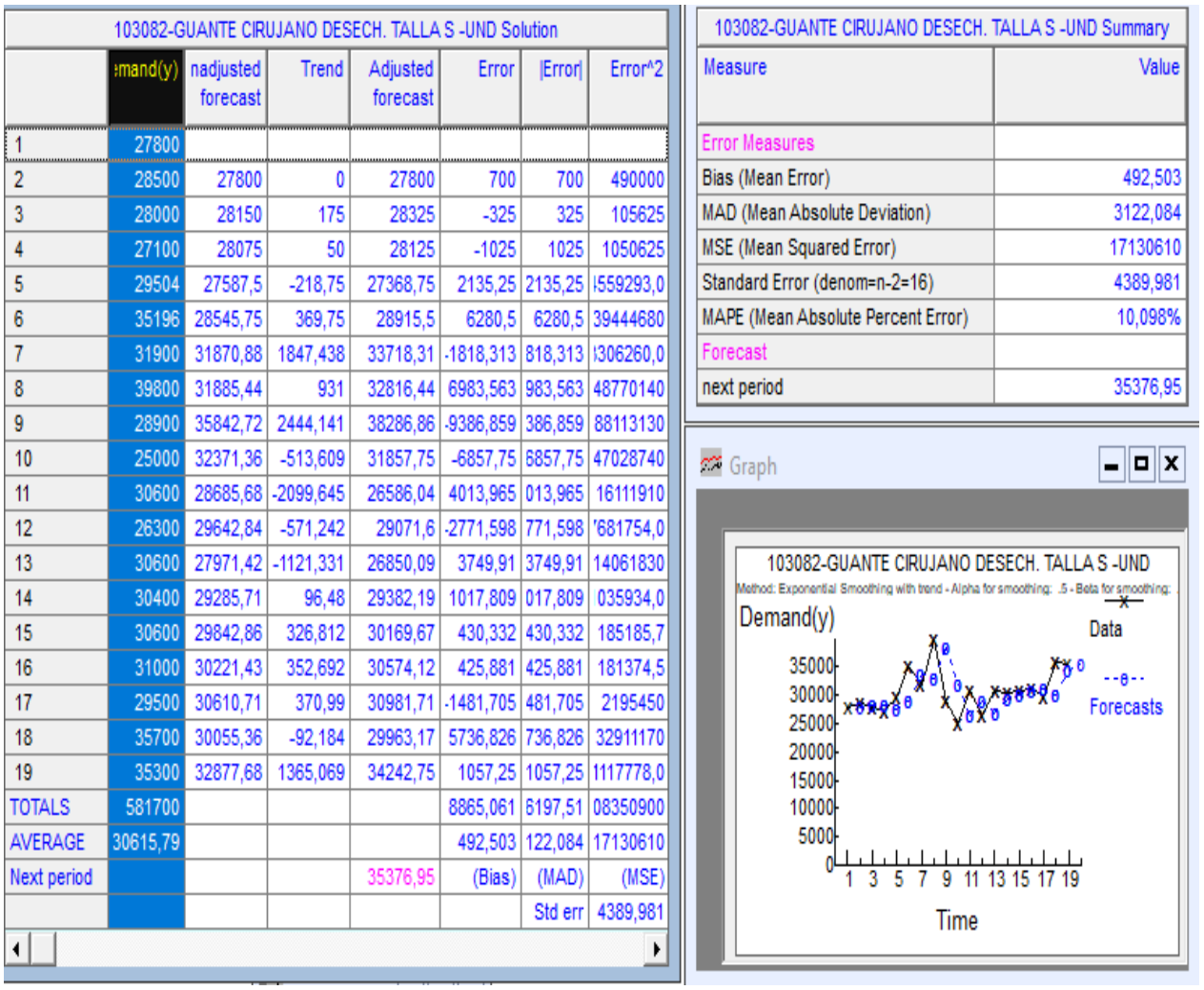
103082-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND Solution

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	27800					
2	28500	27800	700	700	490000	2,456%
3	28000	28150	-150	150	22500	,536%
4	27100	28075	-975	975	950625	3,598%
5	29504	27587,5	1916,5	1916,5	672972,0	6,496%
6	35196	28545,75	6650,25	6650,25	44225820	18,895%
7	31900	31870,88	29,125	29,125	848,266	,091%
8	39800	31885,44	7914,563	7914,563	62640300	19,886%
9	28900	35842,72	-6942,719	6942,719	48201340	24,023%
10	25000	32371,36	-7371,359	7371,359	54336940	29,485%
11	30600	28685,68	1914,32	1914,32	3664622,0	6,256%
12	26300	29642,84	-3342,84	3342,84	11174580	12,71%
13	30600	27971,42	2628,58	2628,58	6909433	8,59%
14	30400	29285,71	1114,289	1114,289	1241640,0	3,665%
15	30600	29842,86	757,145	757,145	573267,8	2,474%
16	31000	30221,43	778,572	778,572	606174,8	2,512%
17	29500	30610,71	-1110,715	1110,715	1233688,0	3,765%
18	35700	30055,36	5644,643	5644,643	31861990	15,811%
19	35300	32877,68	2422,32	2422,32	5867636,0	6,862%
TOTALS	581700		12577,67	52362,95	77674400	168,112%
AVERAGE	30615,79		698,76	2909,052	15426360	9,34%
Next period		34088,84	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	4165,891	

103082-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND Summary

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	698,76
MAD (Mean Absolute Deviation)	2909,052
MSE (Mean Squared Error)	15426360
Standard Error (denom=n-2=16)	4165,891
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	9,34%
Forecast	
next period	34088,84

Ilustración 146 Suavización exponencial doble sku 103082



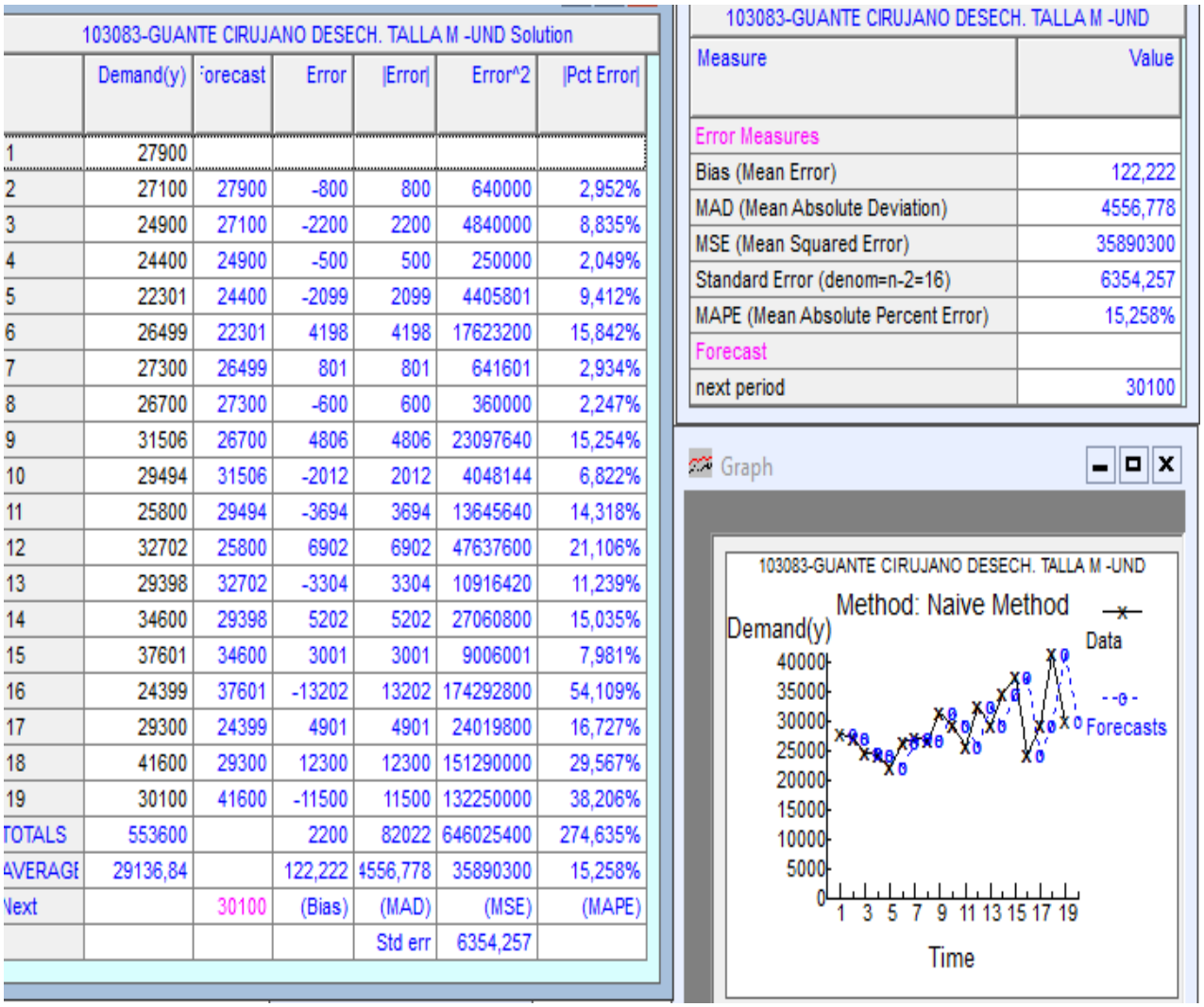
103082-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND Solution

	mand(y)	nadjusted forecast	Trend	Adjusted forecast	Error	|Error|	Error^2
1	27800						
2	28500	27800	0	27800	700	700	490000
3	28000	28150	175	28325	-325	325	105625
4	27100	28075	50	28125	-1025	1025	1050625
5	29504	27587,5	-218,75	27368,75	2135,25	2135,25	4559293,0
6	35196	28545,75	369,75	28915,5	6280,5	6280,5	39444680
7	31900	31870,88	1847,438	33718,31	-1818,313	818,313	3306260,0
8	39800	31885,44	931	32816,44	6983,563	983,563	48770140
9	28900	35842,72	2444,141	38286,86	-9386,859	386,859	88113130
10	25000	32371,36	-513,609	31857,75	-6857,75	6857,75	47028740
11	30600	28685,68	-2099,645	26586,04	4013,965	013,965	16111910
12	26300	29642,84	-571,242	29071,6	-2771,598	771,598	7681754,0
13	30600	27971,42	-1121,331	26850,09	3749,91	3749,91	14061830
14	30400	29285,71	96,48	29382,19	1017,809	017,809	1035934,0
15	30600	29842,86	326,812	30169,67	430,332	430,332	185185,7
16	31000	30221,43	352,692	30574,12	425,881	425,881	181374,5
17	29500	30610,71	370,99	30981,71	-1481,705	481,705	2195450
18	35700	30055,36	-92,184	29963,17	5736,826	736,826	32911170
19	35300	32877,68	1365,069	34242,75	1057,25	1057,25	1117778,0
TOTALS	581700				8865,061	8197,51	08350900
AVERAGE	30615,79				492,503	122,084	17130610
Next period				35376,95	(Bias)	(MAD)	(MSE)
						Std err	4389,981

103082-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND Summary

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	492,503
MAD (Mean Absolute Deviation)	3122,084
MSE (Mean Squared Error)	17130610
Standard Error (denom=n-2=16)	4389,981
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	10,098%
Forecast	
next period	35376,95

Ilustración 157 Regresión lineal sku 103083



103083-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND Solution

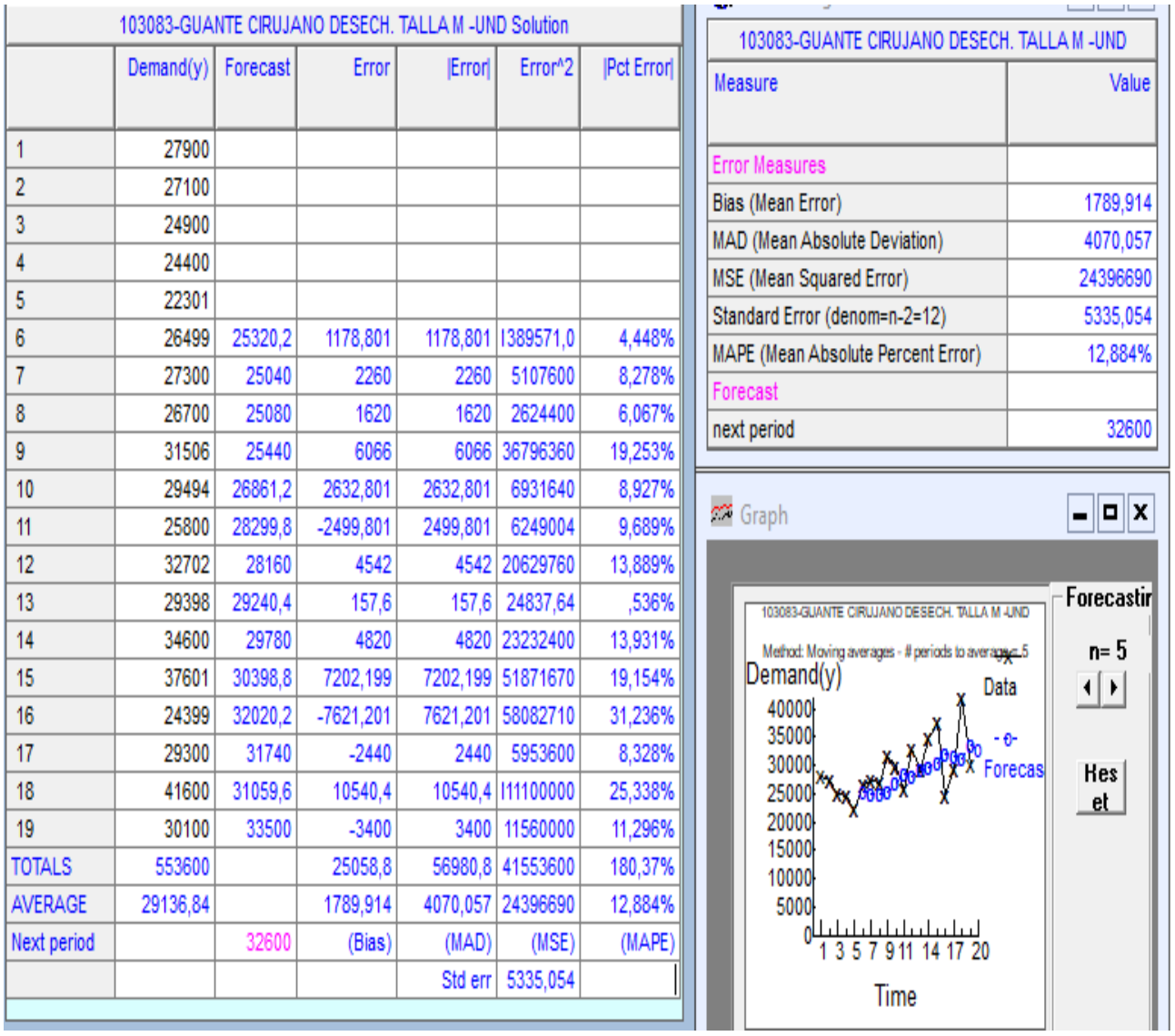
	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	27900					
2	27100	27900	-800	800	640000	2,952%
3	24900	27100	-2200	2200	4840000	8,835%
4	24400	24900	-500	500	250000	2,049%
5	22301	24400	-2099	2099	4405801	9,412%
6	26499	22301	4198	4198	17623200	15,842%
7	27300	26499	801	801	641601	2,934%
8	26700	27300	-600	600	360000	2,247%
9	31506	26700	4806	4806	23097640	15,254%
10	29494	31506	-2012	2012	4048144	6,822%
11	25800	29494	-3694	3694	13645640	14,318%
12	32702	25800	6902	6902	47637600	21,106%
13	29398	32702	-3304	3304	10916420	11,239%
14	34600	29398	5202	5202	27060800	15,035%
15	37601	34600	3001	3001	9006001	7,981%
16	24399	37601	-13202	13202	174292800	54,109%
17	29300	24399	4901	4901	24019800	16,727%
18	41600	29300	12300	12300	151290000	29,567%
19	30100	41600	-11500	11500	132250000	38,206%
TOTALS	553600		2200	82022	646025400	274,635%
AVERAGE	29136,84		122,222	4556,778	35890300	15,258%
Next		30100	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	6354,257	

103083-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	122,222
MAD (Mean Absolute Deviation)	4556,778
MSE (Mean Squared Error)	35890300
Standard Error (denom=n-2=16)	6354,257
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	15,258%
Forecast	
next period	30100

Graph

Ilustración 16 Promedio movil sku 103083



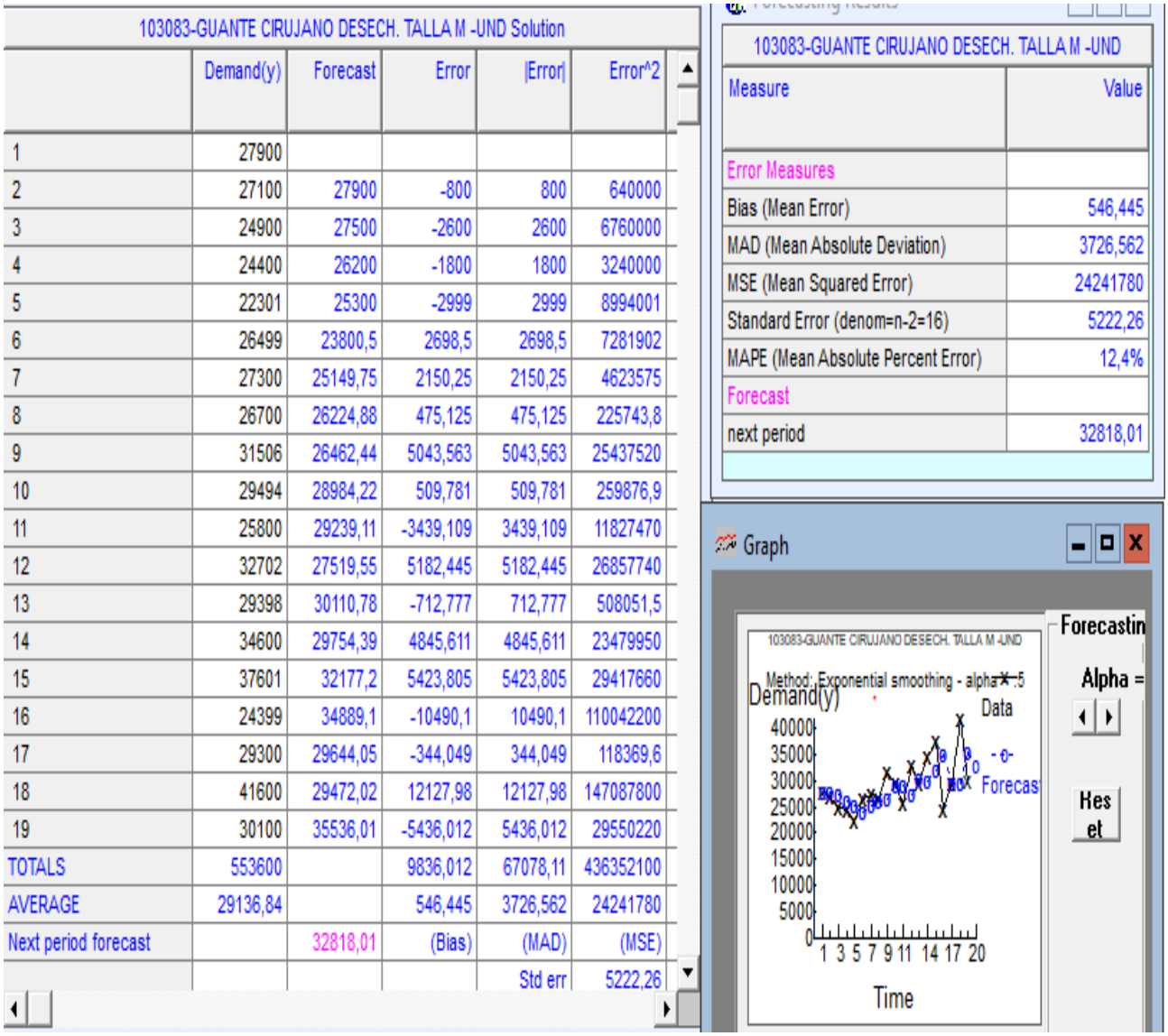
103083-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND Solution

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	27900					
2	27100					
3	24900					
4	24400					
5	22301					
6	26499	25320,2	1178,801	1178,801	1389571,0	4,448%
7	27300	25040	2260	2260	5107600	8,278%
8	26700	25080	1620	1620	2624400	6,067%
9	31506	25440	6066	6066	36796360	19,253%
10	29494	26861,2	2632,801	2632,801	6931640	8,927%
11	25800	28299,8	-2499,801	2499,801	6249004	9,689%
12	32702	28160	4542	4542	20629760	13,889%
13	29398	29240,4	157,6	157,6	24837,64	,536%
14	34600	29780	4820	4820	23232400	13,931%
15	37601	30398,8	7202,199	7202,199	51871670	19,154%
16	24399	32020,2	-7621,201	7621,201	58082710	31,236%
17	29300	31740	-2440	2440	5953600	8,328%
18	41600	31059,6	10540,4	10540,4	111100000	25,338%
19	30100	33500	-3400	3400	11560000	11,296%
TOTALS	553600		25058,8	56980,8	41553600	180,37%
AVERAGE	29136,84		1789,914	4070,057	24396690	12,884%
Next period		32600	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	5335,054	

103083-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	1789,914
MAD (Mean Absolute Deviation)	4070,057
MSE (Mean Squared Error)	24396690
Standard Error (denom=n-2=12)	5335,054
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	12,884%
Forecast	
next period	32600

Ilustración 17 Suavización exponencial simple sku 103083



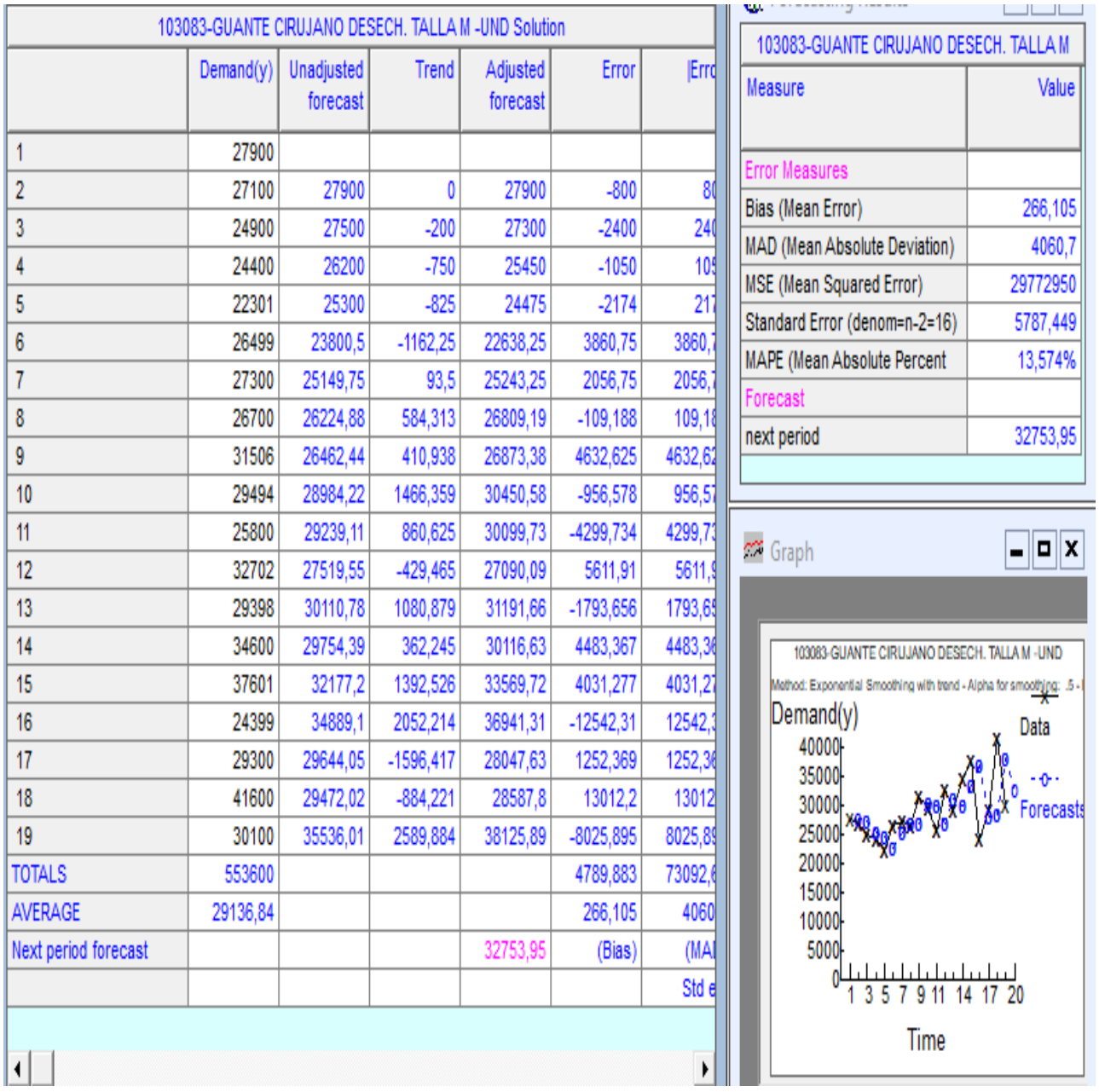
103083-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND Solution

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2
1	27900				
2	27100	27900	-800	800	640000
3	24900	27500	-2600	2600	6760000
4	24400	26200	-1800	1800	3240000
5	22301	25300	-2999	2999	8994001
6	26499	23800,5	2698,5	2698,5	7281902
7	27300	25149,75	2150,25	2150,25	4623575
8	26700	26224,88	475,125	475,125	225743,8
9	31506	26462,44	5043,563	5043,563	25437520
10	29494	28984,22	509,781	509,781	259876,9
11	25800	29239,11	-3439,109	3439,109	11827470
12	32702	27519,55	5182,445	5182,445	26857740
13	29398	30110,78	-712,777	712,777	508051,5
14	34600	29754,39	4845,611	4845,611	23479950
15	37601	32177,2	5423,805	5423,805	29417660
16	24399	34889,1	-10490,1	10490,1	110042200
17	29300	29644,05	-344,049	344,049	118369,6
18	41600	29472,02	12127,98	12127,98	147087800
19	30100	35536,01	-5436,012	5436,012	29550220
TOTALS	553600		9836,012	67078,11	436352100
AVERAGE	29136,84		546,445	3726,562	24241780
Next period forecast		32818,01	(Bias)	(MAD)	(MSE)
				Std err	5222,26

103083-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	546,445
MAD (Mean Absolute Deviation)	3726,562
MSE (Mean Squared Error)	24241780
Standard Error (denom=n-2=16)	5222,26
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	12,4%
Forecast	
next period	32818,01

Ilustración 18 Suavización exponencial doble sku 103083



103083-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND Solution

	Demand(y)	Unadjusted forecast	Trend	Adjusted forecast	Error	|Erro
1	27900					
2	27100	27900	0	27900	-800	80
3	24900	27500	-200	27300	-2400	240
4	24400	26200	-750	25450	-1050	105
5	22301	25300	-825	24475	-2174	217
6	26499	23800,5	-1162,25	22638,25	3860,75	3860,7
7	27300	25149,75	93,5	25243,25	2056,75	2056,7
8	26700	26224,88	584,313	26809,19	-109,188	109,18
9	31506	26462,44	410,938	26873,38	4632,625	4632,62
10	29494	28984,22	1466,359	30450,58	-956,578	956,57
11	25800	29239,11	860,625	30099,73	-4299,734	4299,73
12	32702	27519,55	-429,465	27090,09	5611,91	5611,9
13	29398	30110,78	1080,879	31191,66	-1793,656	1793,65
14	34600	29754,39	362,245	30116,63	4483,367	4483,36
15	37601	32177,2	1392,526	33569,72	4031,277	4031,27
16	24399	34889,1	2052,214	36941,31	-12542,31	12542,3
17	29300	29644,05	-1596,417	28047,63	1252,369	1252,36
18	41600	29472,02	-884,221	28587,8	13012,2	13012
19	30100	35536,01	2589,884	38125,89	-8025,895	8025,89
TOTALS	553600				4789,883	73092,6
AVERAGE	29136,84				266,105	4060
Next period forecast				32753,95	(Bias)	(MAD
						Std e

103083-GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	266,105
MAD (Mean Absolute Deviation)	4060,7
MSE (Mean Squared Error)	29772950
Standard Error (denom=n-2=16)	5787,449
MAPE (Mean Absolute Percent	13,574%
Forecast	
next period	32753,95

Graph

Ilustración 19 Regresión lineal sku 103096

103096-JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND Solution

	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error
1					
2	4479	-15	15	225	,336%
3	4464	-288	288	82944	6,897%
4	4176	354	354	125316	7,815%
5	4530	-1652	1652	2729104	57,401%
6	2878	1520	1520	2310400	34,561%
7	4398	-44	44	1936	1,011%
8	4354	-992	992	984064	29,506%
9	3362	1168	1168	1364224	25,784%
10	4530	-499	499	249001	12,379%
11	4031	-251	251	63001	6,64%
12	3780	-252	252	63504	7,143%
13	3528	1322	1322	1747684	27,258%
14	4850	54	54	2916	1,101%
15	4904	-941	941	885481	23,745%
16	3963	746	746	556516	15,842%
17	4709	-594	594	352836	14,435%
18	4115	648	648	419904	13,605%
19	4763	532	532	283024	10,047%
TOTALS		816	11872	12222080	295,505%
AVERAGE		45,333	659,556	679004,4	16,417%
Next period forecast	5295	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE
			Std err	874,002	

103096-JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND Summary

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	45,333
MAD (Mean Absolute Deviation)	659,556
MSE (Mean Squared Error)	679004,4
Standard Error (denom=n-2=16)	874,002
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	16,417%
Forecast	
next period	5295

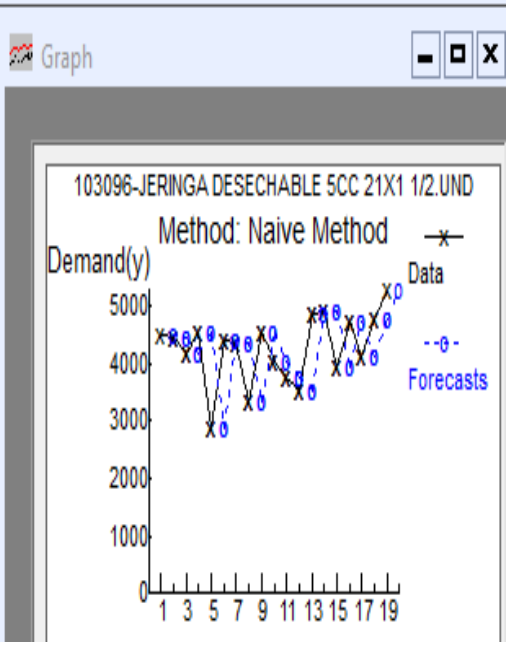
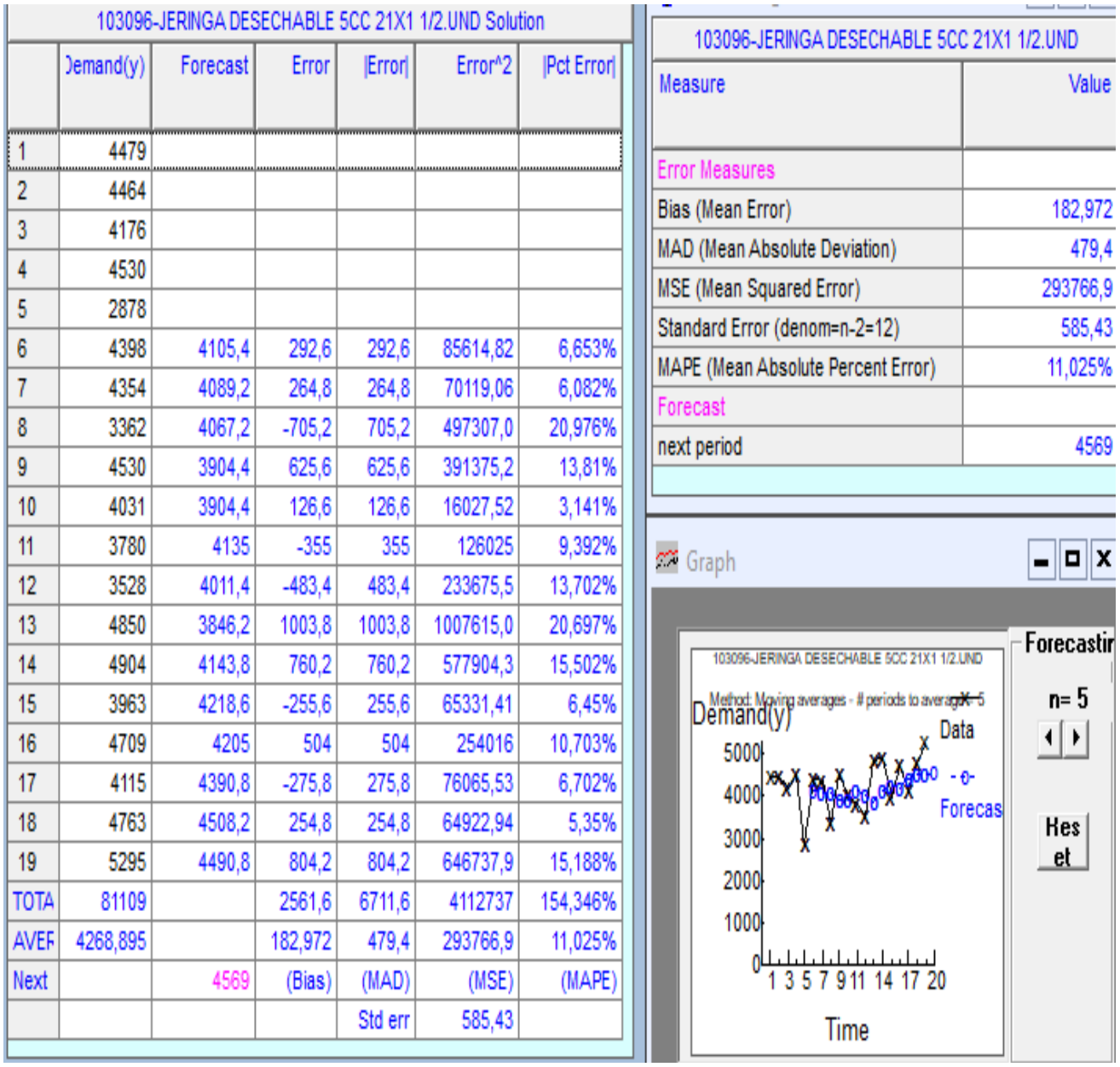


Ilustración 20 Promedio movil sku 103096



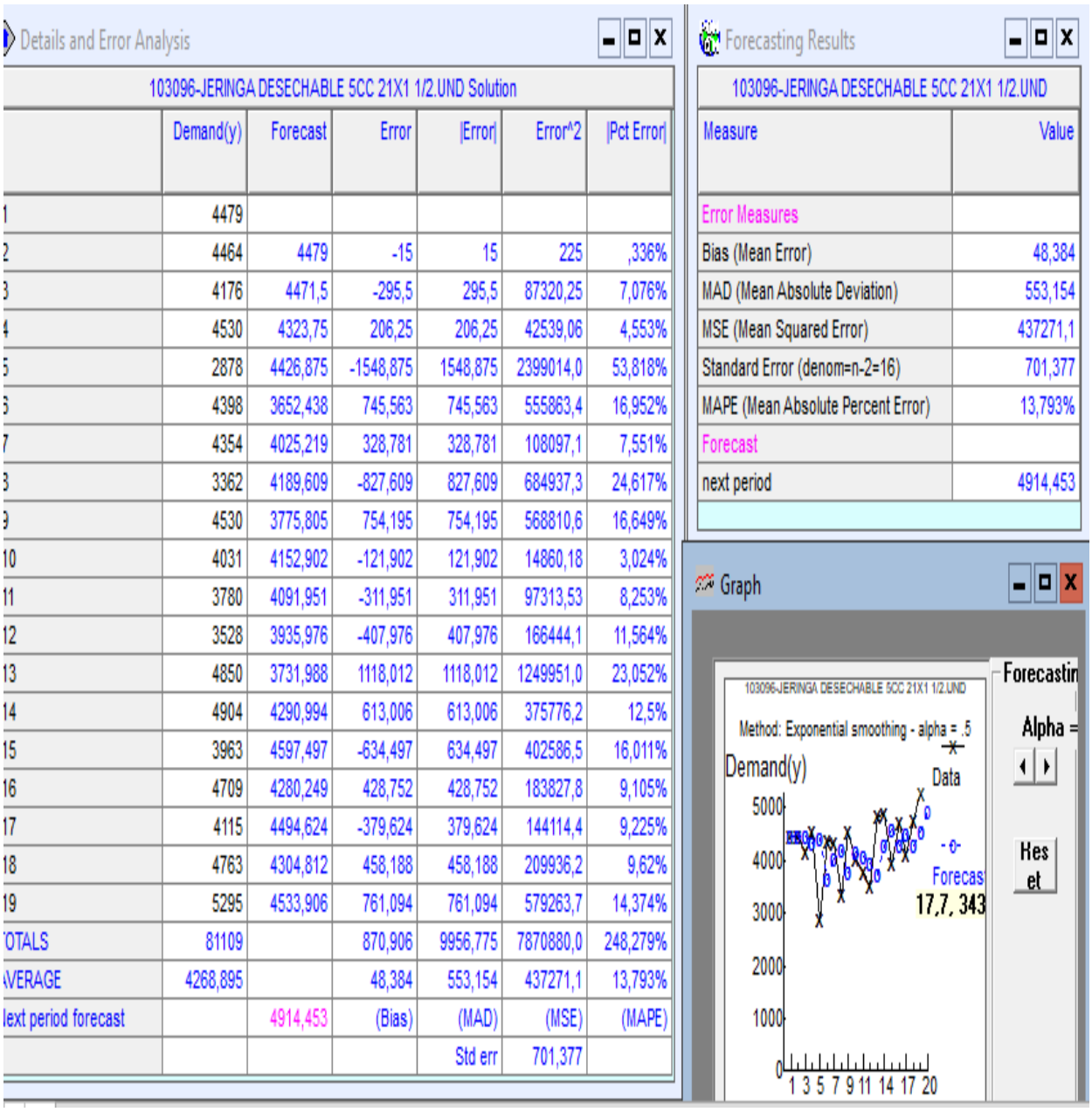
103096-JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND Solution

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	4479					
2	4464					
3	4176					
4	4530					
5	2878					
6	4398	4105,4	292,6	292,6	85614,82	6,653%
7	4354	4089,2	264,8	264,8	70119,06	6,082%
8	3362	4067,2	-705,2	705,2	497307,0	20,976%
9	4530	3904,4	625,6	625,6	391375,2	13,81%
10	4031	3904,4	126,6	126,6	16027,52	3,141%
11	3780	4135	-355	355	126025	9,392%
12	3528	4011,4	-483,4	483,4	233675,5	13,702%
13	4850	3846,2	1003,8	1003,8	1007615,0	20,697%
14	4904	4143,8	760,2	760,2	577904,3	15,502%
15	3963	4218,6	-255,6	255,6	65331,41	6,45%
16	4709	4205	504	504	254016	10,703%
17	4115	4390,8	-275,8	275,8	76065,53	6,702%
18	4763	4508,2	254,8	254,8	64922,94	5,35%
19	5295	4490,8	804,2	804,2	646737,9	15,188%
TOTA	81109		2561,6	6711,6	4112737	154,346%
AVEF	4268,895		182,972	479,4	293766,9	11,025%
Next		4569	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	585,43	

103096-JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	182,972
MAD (Mean Absolute Deviation)	479,4
MSE (Mean Squared Error)	293766,9
Standard Error (denom=n-2=12)	585,43
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	11,025%
Forecast	
next period	4569

Ilustración 21 Suavización exponencial simple sku 103096



Details and Error Analysis

103096-JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND Solution

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2	|Pct Error|
1	4479					
2	4464	4479	-15	15	225	,336%
3	4176	4471,5	-295,5	295,5	87320,25	7,076%
4	4530	4323,75	206,25	206,25	42539,06	4,553%
5	2878	4426,875	-1548,875	1548,875	2399014,0	53,818%
6	4398	3652,438	745,563	745,563	555863,4	16,952%
7	4354	4025,219	328,781	328,781	108097,1	7,551%
8	3362	4189,609	-827,609	827,609	684937,3	24,617%
9	4530	3775,805	754,195	754,195	568810,6	16,649%
10	4031	4152,902	-121,902	121,902	14860,18	3,024%
11	3780	4091,951	-311,951	311,951	97313,53	8,253%
12	3528	3935,976	-407,976	407,976	166444,1	11,564%
13	4850	3731,988	1118,012	1118,012	1249951,0	23,052%
14	4904	4290,994	613,006	613,006	375776,2	12,5%
15	3963	4597,497	-634,497	634,497	402586,5	16,011%
16	4709	4280,249	428,752	428,752	183827,8	9,105%
17	4115	4494,624	-379,624	379,624	144114,4	9,225%
18	4763	4304,812	458,188	458,188	209936,2	9,62%
19	5295	4533,906	761,094	761,094	579263,7	14,374%
TOTALS	81109		870,906	9956,775	7870880,0	248,279%
AVERAGE	4268,895		48,384	553,154	437271,1	13,793%
Next period forecast		4914,453	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	701,377	

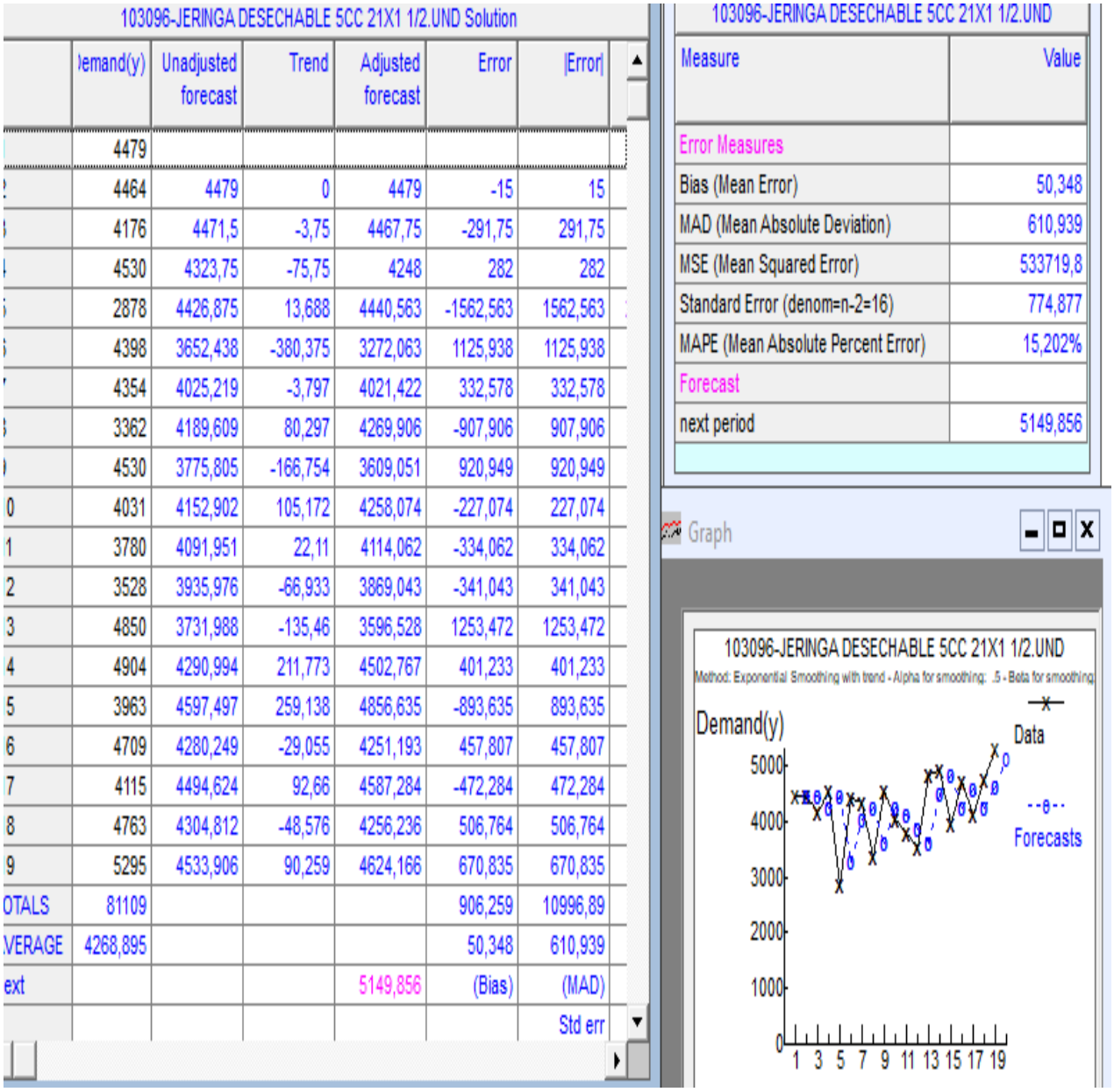
Forecasting Results

103096-JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	48,384
MAD (Mean Absolute Deviation)	553,154
MSE (Mean Squared Error)	437271,1
Standard Error (denom=n-2=16)	701,377
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	13,793%
Forecast	
next period	4914,453

Graph

Ilustración 22Suavización exponencial doble sku 103096



103096-JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND Solution

	Demand(y)	Unadjusted forecast	Trend	Adjusted forecast	Error	|Error|
	4479					
2	4464	4479	0	4479	-15	15
3	4176	4471,5	-3,75	4467,75	-291,75	291,75
4	4530	4323,75	-75,75	4248	282	282
5	2878	4426,875	13,688	4440,563	-1562,563	1562,563
6	4398	3652,438	-380,375	3272,063	1125,938	1125,938
7	4354	4025,219	-3,797	4021,422	332,578	332,578
8	3362	4189,609	80,297	4269,906	-907,906	907,906
9	4530	3775,805	-166,754	3609,051	920,949	920,949
10	4031	4152,902	105,172	4258,074	-227,074	227,074
11	3780	4091,951	22,11	4114,062	-334,062	334,062
12	3528	3935,976	-66,933	3869,043	-341,043	341,043
13	4850	3731,988	-135,46	3596,528	1253,472	1253,472
14	4904	4290,994	211,773	4502,767	401,233	401,233
15	3963	4597,497	259,138	4856,635	-893,635	893,635
16	4709	4280,249	-29,055	4251,193	457,807	457,807
17	4115	4494,624	92,66	4587,284	-472,284	472,284
18	4763	4304,812	-48,576	4256,236	506,764	506,764
19	5295	4533,906	90,259	4624,166	670,835	670,835
TOTALS	81109				906,259	10996,89
AVERAGE	4268,895				50,348	610,939
next				5149,856	(Bias)	(MAD)
						Std err

103096-JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	50,348
MAD (Mean Absolute Deviation)	610,939
MSE (Mean Squared Error)	533719,8
Standard Error (denom=n-2=16)	774,877
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	15,202%
Forecast	
next period	5149,856

Graph

CÓDIGO	NOMBRE	COSTO	ROTACIÓN	CRITICIDAD	DISPONIBILIDAD	ESPECIALIDAD QUIRURGICA	PESO TOTAL	CLASIFICACIÓN
103070	EQUIPO DE VENOCLISIS REF.0001	0,06	0,0032	0,51	0,060	0,26	0,90	A
103082	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA S -UND	0,00	0,0400	0,51	0,060	0,26	0,87	A
103083	GUANTE CIRUJANO DESECH. TALLA M -UND	0,00	0,0381	0,51	0,060	0,26	0,87	A
103096	JERINGA DESECHABLE 5CC 21X1 1/2.UND	0,01	0,0056	0,51	0,060	0,26	0,84	A
103094	JERINGA DESECHABLE 3CC 21X1 1/2. - UND	0,01	0,0059	0,51	0,060	0,26	0,84	A
103092	JERINGA DESECHABLE 10CC 21X1 1/2.- UND	0,01	0,0031	0,51	0,060	0,26	0,84	A
103147	SABANAS DESECHABLES RESORTADA - UND	0,09	0,0125	0,51	0,036	0,156	0,80	A
103002	AGUA DESTILADA X 5CC	0,14	0,0014	0,306	0,036	0,156	0,64	B
103038	BLUSA MANGA LARGA DESECH.PUÑO BLANCO - UND	0,09	0,0020	0,306	0,036	0,156	0,59	B
103073	ESPECULO VAGINAL DESECHABLE	0,02	0,0008	0,306	0,036	0,156	0,52	C
103227	CATETER Nº 20 - UND	0,02	0,0019	0,306	0,036	0,156	0,52	C
103185	CATETER Nº 18 - UND	0,01	0,0008	0,306	0,036	0,156	0,51	C
103165	TAPON HEPARINIZADO IN BRAUM VENOCLISIS - UND	0,00	0,0007	0,306	0,036	0,156	0,50	C
103269	INTEGRADOR QUIMICO	0,03	0,0006	0,306	0,012	0,156	0,50	C
103015	ALCOHOL AL 70% ANTISEPTICO X 750CC TARRO	0,07	0,0002	0,306	0,012	0,052	0,44	C
103036	BURETROL	0,06	0,0003	0,306	0,012	0,052	0,43	C
103045	CATETER Nº 24 - UND	0,05	0,0003	0,306	0,012	0,052	0,42	C
103044	CATETER Nº 22 - UND	0,04	0,0005	0,306	0,012	0,052	0,41	C
103068	EQUIPO CYSTOFLO (DRENAJE URINARIO)	0,04	0,0003	0,306	0,012	0,052	0,41	C
103119	PERICRANEAL No. 23	0,03	0,0004	0,306	0,012	0,052	0,40	C
103316	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 1.5 LT	0,02	0,0001	0,306	0,012	0,052	0,39	C
103124	PROLENE 3/0 - UND	0,01	0,0002	0,306	0,012	0,052	0,38	C
103001	AGUJA DESECHABLE 18X1.5 - UND	0,01	0,0005	0,306	0,012	0,052	0,38	C
103093	JERINGA DESECHABLE 20CC 21X1 1/2. - UND	0,01	0,0003	0,306	0,012	0,052	0,38	C
103069	EQUIPO DE MICROGOTEO REF.0002	0,07	0,0001	0,102	0,012	0,052	0,23	C
103362	CANDADO CARRO DE PARO	0,06	0,0001	0,102	0,012	0,052	0,23	C
103270	INTEGRADOR BIOLOGICO	0,04	0,0001	0,102	0,012	0,052	0,21	C
103315	CONTENEDOR GUARDIAN DESECHABLE 3.0 LT	0,04	0,0001	0,102	0,012	0,052	0,20	C
103121	PROLENE 5/0 - UND	0,01	0,0001	0,102	0,012	0,052	0,18	C
103120	PROLENE 4/0 - UND	0,01	0,0001	0,102	0,012	0,052	0,18	C