

Propuesta de una metodología de planeación de la demanda y de los inventarios de medicamentos y dispositivos médicos de uso en pacientes hospitalizados en una IPS de cuarto nivel

**Presentado Por:
JOSE ANDRES ROSAS OSPINA
EMERY LEANDRO CORTES SALAMANCA**

**Directora
ING. ANGELICA BURBANO Ph. D**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD ICESI
CALI
2013**

CONTENIDO

	Pag
1. MARCO DE REFERENCIA	8
1.1 MARCO CONTEXTUAL	8
1.2 MARCO TEORICO	10
1.2.1 Medidas descriptivas	10
1.2.2 Clasificación ABC	13
1.2.3 Pronósticos	13
1.2.4 Gestión de inventarios	28
2. EL PROBLEMA	36
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	37
3.1 OBJETIVO GENERAL:	37
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	37
4. METODOLOGIA	38
5. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO	40
5.1 ALCANCE DEL PROYECTO	40
5.2 LIMITACIONES DEL PROYECTO	40
6. CONOCER Y ANALIZAR LA DEMANDA DE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MÉDICOS DE USO EN PACIENTES HOSPITALIZADOS EN UNA IPS DE CUARTO NIVEL.	41
6.1 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	41
6.2 ORGANIZAR LOS DATOS	41
6.3 ANALIZAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS DATOS	42
7. CLASIFICAR Y AGRUPAR LOS MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MEDICOS DE USO HOSPITALARIO DE LA IPS DE CUARTO NIVEL DE ACUERDO A LA CATEGORIZACIÓN DE LA DEMANDA.	45
7.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS	45
7.1.1 Clasificación tipo de producto	45
7.1.2 Metodología de análisis ABC por alta rotación	46
7.1.3 Metodología clasificación por importancia relevante	50
7.1.4 Clasificación ABC consolidada	52
7.1.5 Panorama general clasificación ABC	55
7.2 CATEGORIZACIÓN DE LA DEMANDA	56
7.2.1 Nivel I: Categorización por tipo de demanda	57
7.2.2 Nivel II: Categorización por coeficiente de variación	60
7.2.3 Nivel III: Categorización por tendencia y coeficiente de variación	62
7.2.4 Nivel IV: Esquema de categorización para demanda intermitente	65
7.2.5 Panorama general de la categorización de la demanda	67

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA PARA SELECCIONAR Y ESCOGER ALTERNATIVAS DE PRONÓSTICOS Y DE MODELOS DE INVENTARIOS PARA PLANEAR LA DEMANDA DE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MEDICOS DE USO HOSPITALARIO EN UNA IPS DE CUARTO NIVEL	69
9. EVALUAR Y COMPARAR LA PROPUESTA EXPUESTA FRENTE AL MODELO ACTUAL UTILIZADO EN LA IPS DE CUARTO NIVEL.	88
10. CONCLUSIONES	92
11. RECOMENDACIONES	94
12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	95
13. ANEXOS	97

LISTADO DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. RECOLECCIÓN DE DATOS	41
TABLA 2. ORGANIZACIÓN DE DATOS.....	42
TABLA 3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE DEMANDA.	43
TABLA 4. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE PRODUCTO	46
TABLA 5. CLASIFICACIÓN ABC DE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MÉDICOS POR ROTACIÓN.....	49
TABLA 6. ANÁLISIS DE PARETO X ROTACIÓN PARA 1599 PRODUCTOS.	50
TABLA 7. CLASIFICACIÓN ABC POR IMPORTANCIA.....	52
TABLA 8. CLASIFICACIÓN ABC CONSOLIDADO.....	53
TABLA 9. ANÁLISIS DE PARETO CONSOLIDADO 1599 PRODUCTOS.....	54
TABLA 10. PRODUCTOS TIPO D QUE SE RECLASIFICARON A CLASE A POR IMPORTANCIA RELEVANTE.	55
TABLA 11. PANORAMA GENERAL DE LA CLASIFICACIÓN ABC PARA LOS 1.599 PRODUCTOS ENTRE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MÉDICOS.	56
TABLA 12. LISTADO DE PRODUCTOS QUE PRESENTAN DEMANDA CONTINUA.	58
TABLA 13. LISTADO DE PRODUCTOS QUE PRESENTAN DEMANDA INTERMITENTE.....	59
TABLA 14. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN EN PRODUCTOS QUE PRESENTAN DEMANDA CONTINUA.....	60
TABLA 15. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN CUADRÁTICO PARA PRODUCTOS QUE PRESENTAN DEMANDA INTERMITENTE.....	61
TABLA 16. GENERACIÓN ALEATORIA DE PRODUCTOS PARA EVALUAR ESTACIONALIDAD.	62
TABLA 17. CATEGORIZACIÓN POR TENDENCIA Y POR COEFICIENTE DE VARIACIÓN.	64
TABLA 18. ESQUEMA DE CATEGORIZACIÓN DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE DEMANDA INTERMITENTE.	66
TABLA 19. PANORAMA GENERAL DE LA CATEGORIZACIÓN DE LA DEMANDA DE LOS PRODUCTOS DE LA IPS DE CUARTO NIVEL.....	67
TABLA 20. ESQUEMA DE PLANEACIÓN DE LA DEMANDA Y DE LOS INVENTARIOS DE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MÉDICOS DE USO EN PACIENTES HOSPITALIZADOS EN UNA IPS DE CUARTO NIVEL.	73
TABLA 21. PRODUCTOS ELEGIDOS PARA PRONOSTICAR Y ENCONTRARLE UN MODELO DE INVENTARIOS... ..	76
TABLA 22. ANÁLISIS CONSOLIDADO DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICO.....	77
TABLA 23. PLANTILLA DE SOPORTE MEJOR MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL PRODUCTO MERONEM VIAL X 1G.....	78
TABLA 24. RESUMEN CONSOLIDADO DE MODELO DE PRONÓSTICO PARA LOS 9 PRODUCTOS SELECCIONADOS.	81
TABLA 25. DESARROLLO DE LOS MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIO PROPUESTO POR SIPPER PARA LOS PRODUCTOS CON DEMANDA CONTINUA E INTERMITENTE.....	84
TABLA 26. COMPARACIÓN DE MÉTODOS.	88
TABLA 27. COMPARACIÓN DE POLÍTICA DE NIVEL DE SERVICIO DEL 65% RESPECTO A LA PROPUESTA ACTUAL	89

LISTADO DE ILUSTRACIONES

	PAG.
ILUSTRACIÓN 1. ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO SUMINISTROS Y SERVICIOS FARMACÉUTICOS	10
ILUSTRACIÓN 2. PATRÓN DE COMPORTAMIENTO DE DEMANDA CON TENDENCIA	17
ILUSTRACIÓN 3. PATRÓN DE COMPORTAMIENTO DE DEMANDA ESTACIONAL	18
ILUSTRACIÓN 4. PATRÓN DE COMPORTAMIENTO DE DEMANDA CÍCLICA.	18
ILUSTRACIÓN 5. PATRÓN DE COMPORTAMIENTO DE DEMANDA ERRÁTICA.	19
ILUSTRACIÓN 6. ESQUEMA DE CATEGORIZACIÓN DE DEMANDA INTERMITENTE DE SYNTETOS ET AL. (2005).	22
ILUSTRACIÓN 7. DEMANDA DE LENTO MOVIMIENTO	23
ILUSTRACIÓN 8. DEMANDA ERRÁTICA	24
ILUSTRACIÓN 9. DEMANDA INTERMITENTE GRUMOSA	24
ILUSTRACIÓN 10. DEMANDA INTERMITENTE.....	25
ILUSTRACIÓN 11. ESTRUCTURA DE DECISIONES DE TIEMPO	31
ILUSTRACIÓN 12. GRAFICA DE REABASTECIMIENTO CONJUNTO CON SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICO.	35
ILUSTRACIÓN 13. ANÁLISIS DE DEMANDA PARA VALIDAR NO ESTACIONALIDAD EN SERIES DE TIEMPO	63
ILUSTRACIÓN 14. ASIGNACIÓN DE MODELOS DE PRONÓSTICOS PARA DEMANDA INTERMITENTE SEGÚN SYNTETOS (2005)	66
ILUSTRACIÓN 15. INTEGRACIÓN PROPUESTA.	91

LISTADO DE ECUACIONES

	PAG.
ECUACIÓN 1. PROMEDIO.....	11
ECUACIÓN 2. VARIANZA	12
ECUACIÓN 3. CALCULAR LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR CUANDO SE TIENE LA VARIANZA.....	12
ECUACIÓN 4. DESVIACIÓN ESTÁNDAR	12
ECUACIÓN 5. COEFICIENTE DE VARIACIÓN	13
ECUACIÓN 6. VARIACIÓN MÓVIL.....	20
ECUACIÓN 7. INTERVALO PROMEDIO ENTRE DEMANDAS.....	22
ECUACIÓN 8. COEFICIENTE DE VARIACIÓN CUADRADO	23
ECUACIÓN 9. DEMANDA PROMEDIO	23
ECUACIÓN 10. ERROR MEDIO ABSOLUTO.....	26
ECUACIÓN 11. ERROR CUADRADO MEDIO.....	27
ECUACIÓN 12. ERROR PORCENTUAL MEDIO ABSOLUTO	27
ECUACIÓN 13. ERROR MEDIO	27
ECUACIÓN 14. SEÑAL DE SEGUIMIENTO	27
ECUACIÓN 15. SUAVIZACIÓN DEL ERROR.....	28
ECUACIÓN 16. ERROR ACUMULADO EN EL PERÍODO T	28
ECUACIÓN 17. VALOR CRÍTICO	28
ECUACIÓN 18. SISTEMA DE REVISIÓN CONTINÚA	32
ECUACIÓN 19. CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO	33
ECUACIÓN 20. PUNTO DE REORDEN	33
ECUACIÓN 21. INVENTARIO DE SEGURIDAD CON FACTOR DE SEGURIDAD ELEGIDO DE ACUERDO AL NIVEL DE SERVICIO DESEADO	33
ECUACIÓN 22. INVENTARIO DE SEGURIDAD CUANDO LA DEMANDA EN EL TIEMPO DE ENTREGA PRESENTA DISTRIBUCIÓN NORMAL	33
ECUACIÓN 23. PUNTO DE REORDEN CON VARIABLE NORMAL ESTÁNDAR	33
ECUACIÓN 24. INVENTARIO META DE MODELO (S,T)	34
ECUACIÓN 25. PERÍODO DE REVISIÓN	34

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo servir como herramienta de consulta y de orientación para profesionales que se desempeñan en las áreas de planeación y compras en una entidad de salud para afrontar los retos que se les presentan al momento de garantizar la continuidad de la cadena de suministros de medicamentos y dispositivos médicos con los fines de aumentar el nivel de servicio a sus pacientes y de preservar las finanzas de sus instituciones.

En el desarrollo del trabajo de grado se evidenció que por medio de la referenciación que realizan entre las diferentes instituciones prestadoras de salud de la región del Valle del Cauca que no se ha profundizado en el desarrollo de herramientas que les permitan a los planeadores o compradores mejorar el nivel de compras de medicamentos y dispositivos médicos versus la demanda de pacientes atendidos por el sin número de condiciones clínicas de los pacientes, esto ha llevado a que cada institución de salud desarrollo mecanismos y estrategias propias para garantizar las existencias de estos productos llevando en muchas ocasiones a la no prestación adecuada de servicio o en su defecto a pérdidas considerables de dinero por productos vencidos o que han quedado obsoletos.

Para obtener un adecuado esquema de planeación de la demanda de medicamentos y dispositivos médicos se debe tener en cuenta factores internos como la condición clínica y la fisionomía de los pacientes, criterios médicos, procedimientos, personal de planta, conocimiento de las instalaciones, identificar la capacidad de almacenamiento, equipos disponibles, tener una integración de tecnología de administración de datos y comunicación interconectada, una cultura organizacional, estructura organizacional, un entorno laboral proclive a la armonía y buena comunicación, indispensable una buena comunicación entre el área médico-asistencial y el departamento de planeación y factores externos como aspectos sociales y de orden público que rodean la región donde se presta el servicio de atención al paciente, proveedores locales, nacionales e internacionales, plazos de entrega.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1 MARCO CONTEXTUAL

El trabajo de grado se desarrolla en su totalidad en las instalaciones de la IPS de cuarto nivel¹, con la colaboración del departamento de suministros que compone las áreas de compras, inventarios y servicios farmacéuticos.

La IPS de cuarto nivel es una entidad privada, sin ánimo de lucro, oficialmente constituida el 25 de Noviembre de 1982, derivando su capital de donaciones del sector privado colombiano. Abrió sus puertas en la sede del barrio Centenario, el 3 de marzo de 1986; en 1990 inició la construcción de la planta física actual, cuya inauguración oficial se llevó a cabo el 7 de julio de 1994, en la ceremonia se contó con la presencia del señor presidente de la República, doctor César Gaviria Trujillo, los benefactores, las directivas, el cuerpo médico, los proveedores y todos los empleados de la clínica. Desde entonces ha prestado un invaluable e ininterrumpido servicio que cumple con los máximos estándares de calidad, que le han valido el reconocimiento a nivel nacional e internacional.

Reconocida por la revista Economía de Chile en el año 2013 como la mejor institución de salud de Colombia y ocupa el cuarto puesto a nivel de Latinoamérica.

La IPS de cuarto nivel cuenta con la Unidad de Cuidados Intensivos más grande del país, además cuenta con una amplia disponibilidad de camas para la atención de la población del Suroccidente Colombiano distribuidas de la siguiente manera:

UCI² Adultos: 60 camas

UCI Pediátrica: 20 camas

UCI Neonatal: 20 cunas

UACO³: 9 camas

UCIN⁴: 40 camas

¹ Institución prestadora de salud, esta se subdivide en 4 niveles de complejidad, comienza desde el nivel uno que es la prestación de servicio de salud básico hasta el cuarto nivel que incluyen especialidades tales como neurocirugía, cirugía vascular, neumología, nefrología, dermatología, etc. con atención por especialista las 24 horas, consulta, servicio de urgencias, radiología intervencionista, medicina nuclear, unidades especiales como cuidados intensivos y unidad renal. Desde el nivel uno que es la prestación de servicio de salud básico hasta el cuarto nivel que incluyen especialidades tales como neurocirugía, cirugía vascular, neumología, nefrología, dermatología, etc. con atención por especialista las 24 horas, consulta, servicio de urgencias, radiología intervencionista, medicina nuclear, unidades especiales como cuidados intensivos y unidad renal.

² Unidad de Cuidados Intensivos

³ Unidad de Alta Complejidad Obstétrica

UTMO⁵: 13 camas
PARTOS: 11 camas
Hospitalización: 263 camas
Hospitalización VIP: 26 camas

Total de camas servicio: 462

En la actualidad la IPS de cuarto nivel cuenta con 9 Servicios Farmacéuticos, en el organigrama cada servicio farmacéutico cuenta con un SP⁶ y QF⁷ a excepción del servicio farmacéutico de especialidades ambulatorias, los cuales suplen las necesidades de abastecimiento de dispositivos médicos y medicamentos bajo las solicitudes médico-asistenciales.

Este Servicio Farmacéutico cuenta con la infraestructura adecuada, el recurso humano idóneo y el portafolio de productos suficiente para la dispensación de dispositivos médicos y medicamentos que garanticen la atención de los 462 pacientes que se encuentran hospitalizados en promedio día.

⁴ Unidad de Cuidados Intermedios

⁵ Unidad de Trasplante de Medula Ósea

⁶ Supervisor de suministros

⁷ Químico farmacéutico

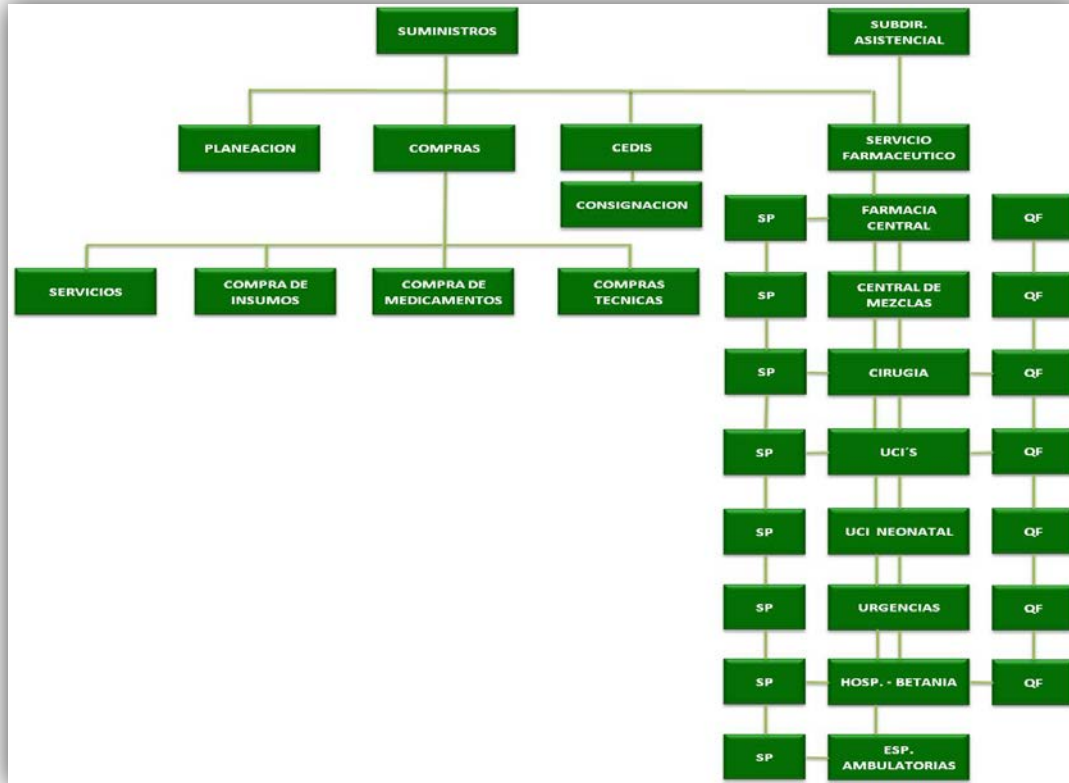


Ilustración 1. Organigrama Departamento Suministros y Servicios Farmacéuticos

Fuente: Departamento de suministros IPS

1.2 MARCO TEORICO

Para el desarrollo de este trabajo se hace indispensable que el lector tenga conocimientos estadísticos como los análisis de medidas descriptivas, pronósticos y gestión de inventarios.

1.2.1 Medidas descriptivas

Son valores numéricos calculados a partir de una muestra y que nos resume la información contenida en ella, estas medidas descriptivas se dividen en:

- Posición
- Centralización
- Dispersión

- Forma

Para efectos de este trabajo se emplea dos de estas medidas, la de centralización y la de dispersión:

1.2.1.1 Centralización

Nos dan un centro de la distribución de frecuencias, es un valor que se puede tomar como representativo de todos los datos. Hay diferentes modos para definir el "centro" de las observaciones en un conjunto de datos, aquí se encuentran:

- Promedio
- Mediana
- Moda.

Dentro de este grupo nuestro interés está en el análisis del promedio de los datos.

Promedio

Es el cociente entre la suma de los datos sobre el número de observaciones, Si x_i es el valor de la variable y n_i su frecuencia, se tiene que:

Ecuación 1. Promedio

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i n_i}{n}$$

1.2.1.2 Dispersión

Las medidas de tendencia central tienen como objetivo el sintetizar los datos en un valor representativo, las medidas de dispersión nos dicen hasta qué punto estas medidas de tendencia central son representativas como síntesis de la información. Las medidas de dispersión cuantifican la separación, la dispersión, la variabilidad de los valores de la distribución respecto al valor central. Distinguimos entre medidas de dispersión absolutas, que no son comparables entre diferentes muestras y las relativas que nos permitirán comparar varias muestras. Aquí se encuentran:

- Varianza
- Desviación Estándar
- Coeficiente de Variación
- Rango

Dentro de este grupo nuestro interés se analiza la Varianza, la Desviación Estándar y el Coeficiente de Variación.

Varianza (s^2)

Es el promedio del cuadrado de las distancias entre cada observación y la media aritmética del conjunto de observaciones.

Ecuación 2. Varianza

$$s^2 = \frac{\sum_i x_i^2 n_i}{n} - \bar{x}^2$$

Si los datos están agrupados se utiliza las marcas de clase en lugar de X_i .

Desviación estándar (S)

La varianza viene dada por las mismas unidades que la variable pero al cuadrado, para evitar este problema podemos usar como medida de dispersión, la desviación estándar que se define como la raíz cuadrada positiva de la varianza.

Ecuación 3. Calcular la desviación estándar cuando se tiene la varianza.

$$s = \sqrt{s^2}$$

Para estimar la desviación estándar de una población a partir de los datos de una muestra se utiliza la fórmula (**desviación estándar**):

Ecuación 4. Desviación estándar

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n-1}}$$

Coeficiente de variación (CV)

Cuando se quiere comparar el grado de dispersión de dos distribuciones que no vienen dadas en las mismas unidades o que las medias no son iguales se utiliza el coeficiente de variación de Pearson que se define como el cociente entre la desviación estándar y el valor absoluto de la media aritmética.

Ecuación 5. Coeficiente de variación

$$CV = \frac{S}{\bar{x}}$$

CV representa el número de veces que la desviación estándar contiene a la media aritmética y por lo tanto cuanto mayor es CV mayor es la dispersión y menor la representatividad de la media.

1.2.2 Clasificación ABC

“Con el propósito de individualizar el sistema de control en proporción a la importancia de cada ítem, se debe establecer un nivel de importancia por cada uno de ellos. Esta clasificación se debe determinar en términos de costo del ítem, margen que genera, nivel de facturación o efecto en el nivel de servicio con los clientes y volumen de ventas”⁸.

El grupo A representan alrededor del 20% del total de los artículos, y el 80% del uso total del dinero.

El grupo B representan alrededor del 30% del total de los artículos, y el 15% del uso total del dinero.

El grupo C representan alrededor del 50% del total de los artículos, y el 5% del uso total del dinero⁹.

1.2.3 Pronósticos

Un pronóstico de ventas es una estimación o nivel esperado de ventas de una empresa, línea de productos o marca de producto, que abarca un periodo de tiempo determinado y un mercado específico¹⁰.

El pronóstico es una herramienta básica en la toma de decisiones de la administración y en particular, es un componente esencial para que cualquier sistema de inventarios tenga éxito¹¹.

⁸ SIPHER, Daniel & BULFIN JR, Robert. Inventarios sistemas de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. Primera edición. México: McGraw Hill, Interamericana, 2005. p 218-319.

⁹ PUNETE, Javier, DE LA FUENTE, David & GOMEZ, Alberto. Una revisión de la clasificación ABC clásica: introducción de información adicional relevante. [En línea]. [11-03-2011]. Disponible en internet: <http://gio.uniovi.es/documentos/nacionales/ArtNac63.pdf>

¹⁰ KOTLER, P. Dirección de Marketing Conceptos Esenciales. Prentice Hall, 2002. p 71-75.

¹¹ HILLER, F. LIEBERMAN, G. Introducción Investigación de Operaciones.

Los pronósticos de la demanda son importantes para la organización, ya que éstos proporcionan datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas. Así mismo, indica, que la labor de predicción es un proceso que regularmente recae en el área de marketing o planeación económica o a un grupo especial conformado por la propia organización¹²

Características de los pronósticos

Los pronósticos presentan 5 características¹³:

1. Normalmente están equivocados: El sistema de planeación debe ser lo suficientemente sólido para ser capaz de reaccionar ante errores de pronóstico no anticipados.
2. Un buen pronóstico es más que un simple número: Debido a que los pronósticos presentan equivocaciones, un buen pronóstico incluye cierta medida de error.
3. Los pronósticos agregados son más exactos: La variación de la muestra media es menor que la variación de población.
4. Entre más lejano sea el horizonte de pronóstico, la exactitud de la predicción disminuirá.
5. Los pronósticos no deben usarse para excluir información conocida: la compañía puede estar planeando una venta promocional especial para un artículo en particular, por lo que la demanda probablemente será mayor que la normal.

Horizonte de los pronósticos

El horizonte de tiempo de los pronósticos es una de las clasificaciones básicas de los pronósticos, éstos se pueden clasificar en 3 grandes dimensiones cronológicas: corto plazo, mediano plazo y largo plazo.

Los pronósticos a corto plazo son importantes para la planeación del día a día y regularmente son medidos en días o semanas. Este tipo de pronósticos son

México: Editorial McGraw Hill. 1991.p 612-723.

¹² BALLOU, Ronald H. Estrategia de inventario. En: Logística administración de la cadena de suministro. 5 ed. México: Enrique Quintanar Duarte, 2004. p. 286-501.

¹³ NAHMIAS, S. Análisis de la Producción y las Operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill. 2007. p.3-816.

prácticos para ventas, administración de inventarios, planes de producción que puedan generarse a partir de un sistema de planeación de requerimientos de materiales y para la planeación de requerimientos de recursos. Del mismo modo, sirven de apoyo para la programación de turnos considerando las preferencias y disponibilidades de trabajadores.

Los pronósticos a mediano plazo se miden en semanas y meses. Éstos contribuyen en la determinación de los patrones de ventas para las disponibilidades y requerimientos de trabajadores y familias de productos¹⁴.

Los pronósticos a largo plazo son necesarios principalmente para hacer planes de expansión de capital, seleccionar proyectos de I&D, lanzamiento de nuevos productos y formular la estrategia y objetivos a largo plazo. El elemento esencial en el pronóstico a largo plazo son las tendencias preponderantes. El problema es determinar cuánto y cómo pueden cambiar dichas tendencias y en qué forma serán distintas en el futuro las actitudes sociales y consumistas. Lo más probable es que en las tendencias a largo plazo haya cambios producidos por nuevos productos, nuevos servicios, nuevas estructuras competitivas, nuevas formas de organización y otras novedades, lo que hace difícil, pero también esencial la tarea de predecir¹⁵.

Clasificación de los pronósticos

Los pronósticos se pueden clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativos, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación¹⁶.

Métodos de pronósticos cualitativos

Los métodos cualitativos utilizan el juicio y la intuición, las encuestas o técnicas comparativas para generar estimados cuantitativos acerca del futuro. De igual forma, indica que la información que es utilizada para la integración del pronóstico por lo regular no es cuantitativa, es intangible y subjetiva. La información histórica no resulta ser muy relevante o útil para el pronóstico. La naturaleza de los métodos, los hacen difíciles de estandarizar y validar su precisión por no estar fundamentados en el método científico. Son métodos utilizados en su mayoría para mediano y largo plazo. Dentro de los métodos cualitativos encontramos:

¹⁴ NAHMIAS, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill. 2007. P.3-816.

¹⁵ MAKRIDAKIS, S. G. Forecasting Planning and Strategy for the 21st Century. The Free Press, New York (edición original).1990.p 3-293.

¹⁶ CHASE, R. B., JACOBS, R., & AQUILANO, N. J. (2009). Operations management for competitive advantage.(10th ed).USA: Mc Graw Hill.p 3-496.

investigación de mercados, agregados de la fuerza de venta, método Delphi, analogía histórica, pronósticos visionario¹⁷.

Métodos de pronósticos cuantitativos

Este tipo de métodos son objetivos y se define como aquellos en los que el pronóstico se deriva de un análisis de datos. Un método de series de tiempo es aquel que usa sólo valores pasados en cuanto al fenómeno que se desea predecir. Los modelos causales son aquellos que usan datos provenientes de fuentes distintas a las series que están pronosticando, es decir, pueden existir otras variables con valores que están vinculadas de alguna forma a lo que se está pronosticando. Dentro de los métodos cuantitativos encontramos: Promedio móvil, suavización exponencial, técnica Box-Jenkins, modelos matemáticos, descomposición en series de tiempo, análisis de regresión, modelos econométricos, modelos de insumos, simulación dinámica¹⁸.

Métodos para pronosticar series de tiempo

Las series de tiempo es un término que hace referencia a un conjunto de fenómenos físicos o económicos observados en puntos discretos de tiempo, normalmente espaciados equitativamente. La idea es que la información del patrón de observaciones pasadas puede inferirse y usarse para pronosticar valores futuros de las series.

El Modelo de series de tiempo es uno de los tipos de predicción cuantitativa más comunes y cuentan con dos elementos importantes: la serie de datos que se va a pronosticar y el período de tiempo a utilizarse. Un modelo de este tipo supone siempre que un patrón o combinación de patrones es recurrente a través del tiempo. De esta manera identificando y extrapolando dicho patrón, se pueden desarrollar pronósticos para periodos subsecuentes.

Las series de tiempo pueden ser continuas o intermitentes¹⁹:

Serie de tiempo continua

Es aquella serie de tiempo donde la ocurrencia de los eventos de la demanda se presenta de manera continua periodo a periodo de manera ininterrumpida.

¹⁷ BALLOU, Ronald H. Estrategia de inventario. En: Logística administración de la cadena de suministro. 5 ed. México: Enrique Quintanar Duarte, 2004. p. 286-501.

¹⁸ NAHMIAS, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill. 2007. P.3-816.

¹⁹ NAHMIAS, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill. 2007. P.3-816.

En el análisis de series de tiempo se intenta aislar los patrones que surgen con mayor frecuencia. Estos incluyen los siguientes²⁰:

- Tendencia.
- Estacionalidad.
- Cíclico.
- Errático.

Tendencia

La tendencia de una serie de tiempo es el componente de largo plazo que representa el crecimiento o decrecimiento en la serie sobre un periodo amplio, se considerará que una serie de tiempo presenta tendencia cuando la pendiente sea mayor o menor al 10% respecto al promedio de los datos.

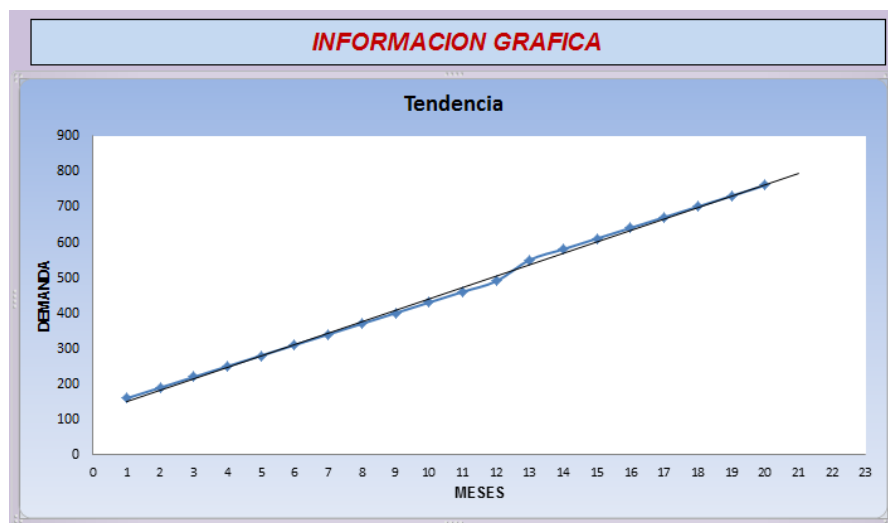


Ilustración 2. Patrón de comportamiento de demanda con tendencia

Fuente: Los autores

Variación estacional

Se refieren a las fluctuaciones periódicas que se observan en series de tiempo cuya frecuencia es menor a un año (trimestral, mensual, diaria, etc.), aproximadamente en las mismas fechas y casi con la misma intensidad. Las principales fuerzas que causan una variación estacional son las condiciones del tiempo.

²⁰ NAHMIAS, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill. 2007. P.3-816.

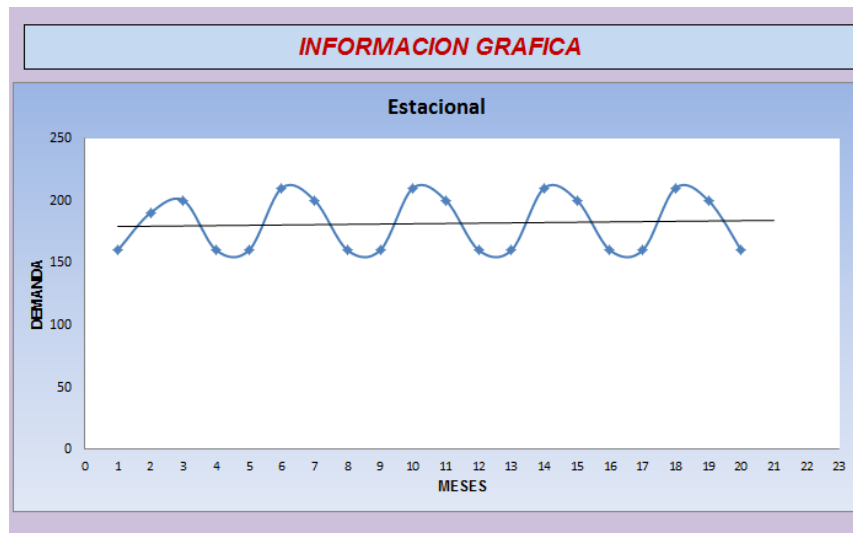


Ilustración 3. Patrón de comportamiento de demanda estacional

Fuente: Los autores

Variación cíclica

Se refieren a las oscilaciones de larga duración alrededor de la curva de tendencia, los cuales pueden o no ser periódicos, es decir, pueden o no seguir caminos análogos en intervalos de tiempo iguales. Se caracterizan por tener lapsos de expansión y contracción. En general, los movimientos se consideran cíclicos solo si se produce en un intervalo de tiempo superior al año.



Ilustración 4. Patrón de comportamiento de demanda cíclica.

Fuente: Los autores

Errático

Es una variación irregular puede ser generada por factores de tipo económico, generalmente los efectos producen variaciones que solo duran un corto intervalo de tiempo. Aunque debe reconocerse que en ocasiones sus efectos sobre el comportamiento de una serie pueden ser tan intensos que fácilmente podrían dar lugar a un nuevo ciclo o a otros movimientos.

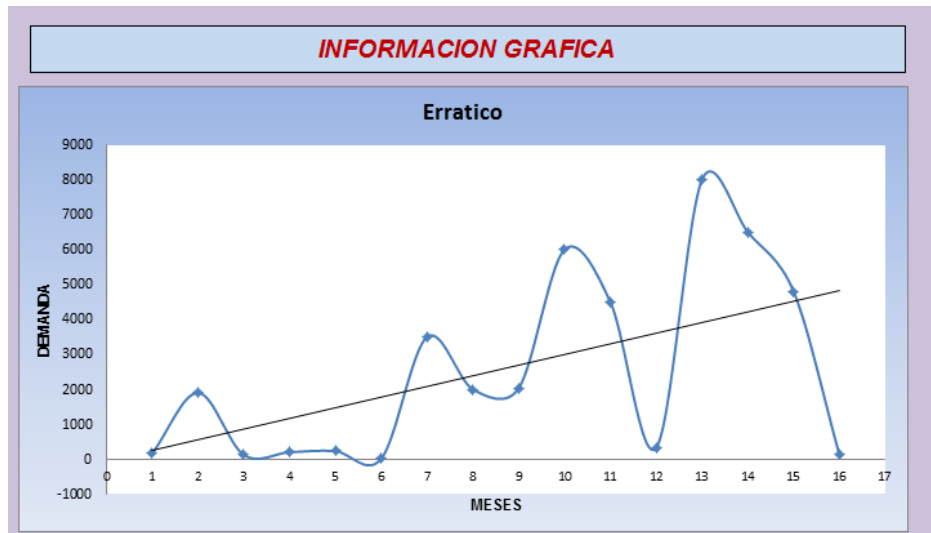


Ilustración 5. Patrón de comportamiento de demanda errática.

Fuente: Los autores

Clases de modelos de pronósticos para series continuas de tiempo

Dentro de los métodos cuantitativos de pronósticos de series de tiempo continuas encontramos los siguientes modelos:

1. Naive²¹
2. Naive trend²²
3. Promedio doble móvil
4. Promedio móvil²³
5. Promedio móvil ponderado²⁴

²¹ MITCHELL, Ted. Naïve & Moving Average Simple Slope. [En línea]. Disponible en internet:

http://prospectlearning.com/210/1NSLectures/NS06_Forecast_MovingA.pdf

²² Flowers, Jim. Assignment 2: Practice with Forecasting. [En línea]. [9-4-2009]. Disponible en internet:

https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/.../35E00300_forecasting.xlsm

²³ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada e inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 123-127.

6. Variación móvil.
7. Regresión lineal²⁵.
8. Regresión lineal móvil
9. Suavización exponencial simple²⁶.
10. Suavización exponencial doble²⁷
11. Suavización exponencial triple Aditiva (Estacionalidad de Winter)²⁸.
12. Suavización exponencial triple Multiplicativa (Estacionalidad de Winter)²⁹

Modelo de promedio doble móvil:

Modelo que consiste en comparar dos promedios, el de la ventana (N) con el promedio de todos los datos, si la tendencia de los datos es creciente se toma el promedio de mayor valor y si la tendencia es decreciente se toma el promedio de menor valor.

Variación Móvil

Modelo de pronóstico basado en el principio de la variación de la demanda del último periodo D_t respecto a la demanda del periodo inmediatamente anterior D_{t-1} , según la fórmula de rendimiento.

Ecuación 6. Variación móvil

$$S_t = \frac{D_t - D_{t-1}}{D_{t-1}}$$

²⁴ CARRION D. Juan Manuel. Promedio móvil ponderado. Administración de operaciones I.[04-03-2011]. Disponible en internet: <http://industrialopusnova.blogspot.com/2011/03/promedio-movil-ponderado-administracion.html>

²⁵ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada e inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 112-115.

²⁶ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada e inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 127-131.

²⁷ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada e inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 132-133.

²⁸ WEBSTER, Allen L. Tecnicas de suavizacion . [En línea]. [1998]. Disponible en internet: <http://renanquispellanos.com/recursos/Aporte%20Intelectual/Tecnicas%20Prediccion/12.unidad9.pdf>

²⁹ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada e inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 134-141.

El modelo se le adapta a la funcionalidad del promedio de las variaciones para pronosticar el periodo St.

Regresión lineal móvil

Este modelo se basa en el modelo de regresión lineal, la diferencia radica en que se le pide al modelo que calcule la ventana (N) en donde la pendiente del modelo mejor se ajusta a la tendencia de la demanda.

Serie de tiempo intermitente

Es aquella serie de tiempo donde la ocurrencia de los eventos de la demanda no se presentan de manera continua o se presentan interrupciones de un período a otro.

Esta serie se presenta en situación con una amplia variedad de patrones de demanda existente, en la cual la diferenciación puede contribuir al mejor desempeño del pronóstico. Por tal consecuencia se trabajó bajo el esquema de categorización para demanda intermitente creado por Syntetos³⁰, donde los patrones de se clasifican en 4 categorías, de acuerdo a dos parámetros de comportamiento como lo describe la gráfica:

³⁰KLEUSKENS, Jasper. Demand forecasting through categorisation: Development of a demand forecasting support model in a process industry context. [En línea]. [11- 9- 2011]. Disponible en internet: http://alexandria.tue.nl/extra2/afstversl/tm/Kleuskens_2011.pdf

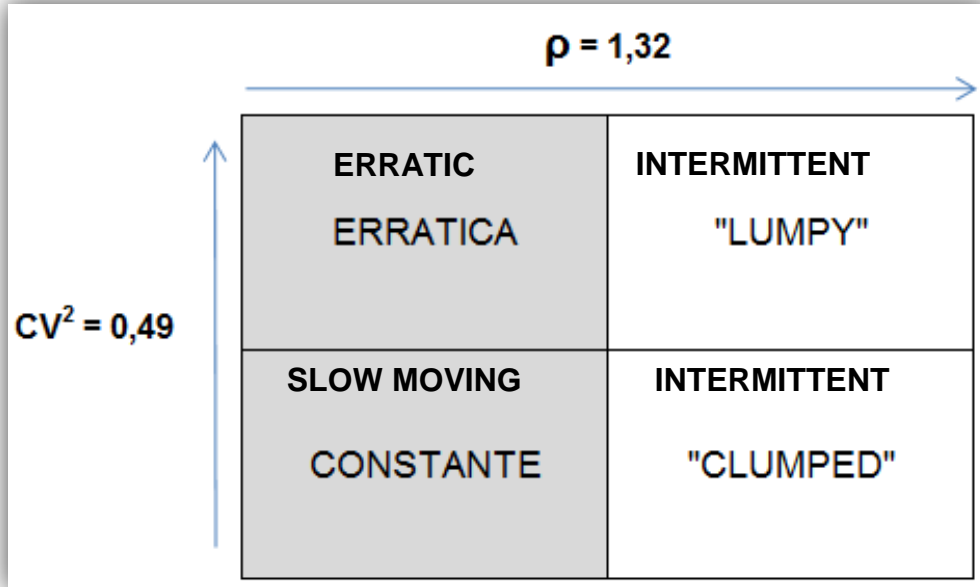


Ilustración 6. Esquema de categorización de demanda intermitente de Syntetos et al. (2005).

Fuente: Syntetos, A. A.; Boylan, J. E. (2005). The accuracy of intermittent demand estimates. *International Journal of Forecasting*, Vol.21, No 2, pp. 303-314.

Los parámetros³¹ para clasificar son:

1. ρ = es el intervalo promedio entre demandas "ADI", calculado así:

Ecuación 7. Intervalo promedio entre demandas

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N}$$

Donde N es el número de períodos donde la demanda no es cero, y Q_i es el intervalo entre dos demandas consecutivas en el instante i.

³¹FACCIO, Maurizio, SGARBOSSA, Fabio, & CALLEGARO, Andrea. Forecasting method for spare parts demand: Spare parts demand and classification. Roma: Universidad Degli Studi Di Padova. Facultad de ingeniería. Departamento de técnica y gestión del sistema industrial, 2009. 80 p.

2. CV^2 = es el coeficiente de variación cuadrático, calculado así:

Ecuación 8. Coeficiente de variación cuadrado

$$CV^2 = \left[\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (E_i - E)^2}{N}}}{E} \right]^2$$

Donde N es el número de períodos E_i es la demanda en determinado período.

Ecuación 9. Demanda promedio

$$E = \frac{\sum_{i=1}^N E_i}{N}$$

Los cuatro patrones de demanda en los que se clasifica la demanda intermitente son:

1. Lento movimiento "Slow moving": Los productos tiene un comportamiento de demanda con patrones que son caracterizados por infrecuencia en sus transacciones y con tamaños de demanda siempre bajos a los productos tradicionales, en los que la demanda media por periodo es pequeña, son de baja rotación.

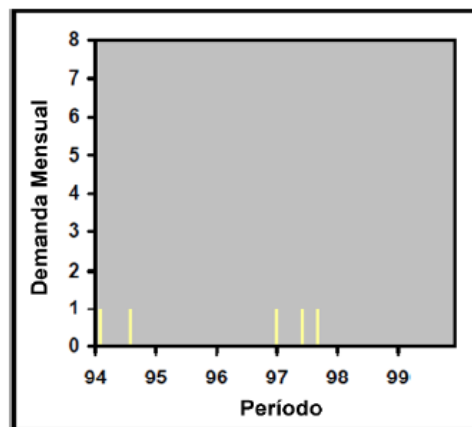


Ilustración 7. Demanda de lento movimiento

Fuente: Adaptado de A.H. C. Eaves and B. G. Kingsman. Forecasting for the Ordering and Stock-Holding of Spare, Lancaster, 2002, p. 131.

2. Errática (Erratic): gran variabilidad en los requerimientos en cuanto a cantidad demanda.

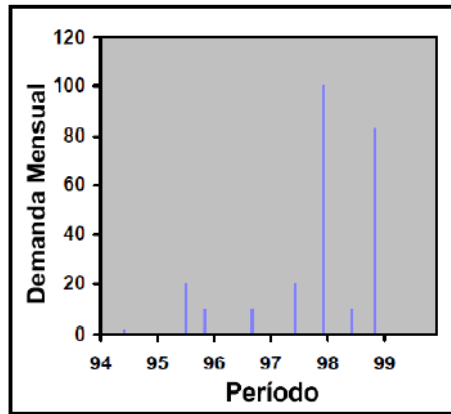


Ilustración 8. Demanda errática

Fuente: Adaptado de A.H. C. Eaves and B. G. Kingsman. Forecasting for the Ordering and Stock-Holding of Spare, Lancaster, 2002, p. 131.

3. Intermittent Lumpy³²: Es caracterizada por varios periodos en los que la demanda es cero y cuando la demanda ocurre, presenta gran variabilidad en la cantidad demandada.

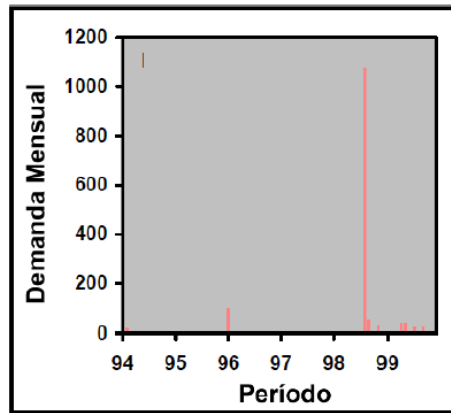


Ilustración 9. Demanda intermitente grumosa

Fuente: Adaptado de A.H. C. Eaves and B. G. Kingsman. Forecasting for the Ordering and Stock-Holding of Spare, Lancaster, 2002, p. 131.

4. Intermittent clumped³³: Caracterizados por una esporádica demanda, es decir varios periodos en los que la demanda es cero y no hay una marcada variabilidad en la cantidad demandada, es decir, cuando la demanda ocurre es constante o casi constante.

³² En español significa Demanda intermitente grumosa.

³³ En español significa Demanda intermitente agrupada.

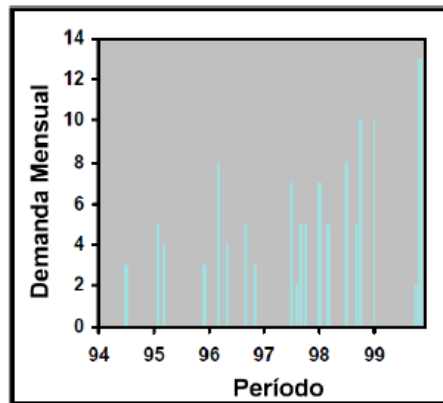


Ilustración 10. Demanda intermitente

Fuente: Adaptado de A.H. C. Eaves and B. G. Kingsman. Forecasting for the Ordering and Stock-Holding of Spare, Lancaster, 2002, p. 131.

Dentro de los métodos cuantitativos de pronósticos de series de tiempo intermitentes encontramos:

- Método de Croston³⁴.
- Método de Syntetos y Boylan³⁵. modificación al método de Croston.

Identificación y monitoreo del modelo del pronóstico de acuerdo a mediciones de los métodos cuantitativos

La determinación de un modelo adecuado de pronósticos depende de las características del historial de observaciones y del contexto en que se requieren los pronósticos. También menciona que los datos históricos disponibles deben ser analizados con detenimiento para identificar patrones obvios, como la tendencia o fluctuaciones estacionales.

Una vez elegido un modelo la función no termina aquí, ya que los pronósticos que surjan de éste deben monitorearse con regularidad para verificar que el modelo es adecuado e identificar oportunamente cambios imprevistos en la serie³⁶.

³⁴VINH, Dang Quang. Forecasting irregular demand for spare parts inventory. [En línea]. Disponible en internet: <http://ike.ie.pusan.ac.kr/w/images/9/9e/08fp4-1.pdf>

³⁵ROSSETTI, Manuel D. VARGHESE, Vijith M. Categorizing and Forecasting Intermittent Demand.[En línea]. Disponible en internet: http://www.celdi.ineg.uark.edu/data_files/Final_Reports/UA04-NAVSUP%20Add.pdf

³⁶NAHMIAS, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill. 2007. P.3-816.

Por este motivo las mediciones de los métodos cuantitativos enfatiza en el término exactitud en el modelo que hace referencia a la bondad de ajuste, lo que a su vez tiene que ver con qué tan bien puede reproducir los datos que ya se conocen el modelo de predicción seleccionado. En los modelos de datos de series temporales, es posible utilizar un subconjunto de los datos conocidos para pronosticar sobre el resto de información, posibilitándose el análisis de la precisión de los pronósticos más directamente. Para el usuario de los pronósticos, la exactitud más importante es la de las predicciones futuras. De conformidad con este se relacionan las medidas de exactitud para evaluar el error del pronóstico³⁷: Desviación media absoluta (MAD), Error cuadrado medio (MSD), Error porcentual medio absoluto (MAPE), Error medio (EM)

Dada una serie temporal D_t , si $D_1, D_2, D_3...$ son las observaciones reales para instantes anteriores a t que conforman el valor de D_t , predicción para el periodo t , e F_t es el valor en el periodo t , se le llama predicción para un periodo (hacia delante) mientras que $e_t = D_t - F_t$ se denomina error de predicción sobre un periodo.

Cuando se tienen observaciones y predicciones para N periodos de tiempo, se dispondrá de n términos de error con los que se pueden definir las siguientes medidas estadísticas:

El MAD es la medición del error del pronóstico en valor absoluto, en el que se acumulan las desviaciones tanto por exceso, como por que el haber subestimado el pronóstico frente a la demanda, para lo cual se suman las desviaciones del error dentro de un valor absoluto y por últimos se obtiene un promedio de la acumulación de esas desviaciones.

Ecuación 10. Error medio absoluto

$$MAD = \frac{\sum_{T:1}^N |e_t|}{N}$$

El MSD es un factor de error manejado en términos cuadráticos, en el momento que el error llegue a ser positivo o negativo siempre va a tener la misma magnitud por tener un término elevado al cuadrado.

³⁷ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada y inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 152-155.

Ecuación 11. Error cuadrado medio

$$\text{MSD} = \frac{\sum_{T:1}^N et^2}{N}$$

El MAPE determina en términos porcentuales cuanto es la desviación frente a la demanda real, mostrando así un patrón de referencia más entendible.

Ecuación 12. Error porcentual medio absoluto

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^N e_t/D_t}{N}$$

El error medio (EM) es el promedio de los errores del modelo de pronóstico, se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 13. Error medio

$$\text{EM} = \frac{\sum_{T:1}^N et}{N}$$

Para la identificación y monitoreo del modelo de pronósticos se utiliza la señal de seguimiento³⁸ es un indicador que permite determinar cuándo un modelo de pronóstico deja de ser confiable, este indicador busca determinar en qué momento el modelo de pronóstico está fuera de control, por lo que sería recomendable cambiar de modelo de pronóstico.

La señal de seguimiento, denotada por la letra ρ_T en el tiempo T está dada por la siguiente expresión:

Ecuación 14. Señal de seguimiento

$$\rho_T = \frac{|E_T|}{\Delta_T}$$

Donde Δ_T se calcula mediante la siguiente expresión:

³⁸ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada e inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 156-159.

Ecuación 15. Suavización del Error

$$\Delta_T = \beta |e_{T-1}| + (1 - \beta) \Delta_{T-1}$$

Donde β es una constante de suavizamiento, E_T es el error acumulado que se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 16. Error acumulado en el período T

$$E_T = \sum_{i=1}^n e_i$$

El valor crítico con el que se compara la señal de seguimiento ρ_T se denota por η y se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 17. Valor crítico

$$\eta = \frac{K}{0.8} \sqrt{\frac{1}{2\alpha}}$$

K representa el número adecuado de desviaciones estándar, que para un 95% de confianza adquiere el valor aproximado de 2, el α es la constante de suavizamiento.

Por lo tanto, cuando la señal de seguimiento ρ_T es menor o igual que el valor crítico η ($\rho_T \leq \eta$), se dice que la demanda en ese mes T, está fuera de control, cuando se presentan dos periodos consecutivos de demanda o se presenta más del 5% de las demanda en meses fuera del valor crítico, se dice que el modelo de pronostico implementado está fuera de control, por consiguiente la señal de seguimiento le está dando señales de alerta oportuna, para que el planeador o quien realice la función interprete después de visualizar el evento monitoreado que debe de cambiar de modelo de pronósticos, porque el modelo de pronostico que se está utilizando no se ajusta al patrón de comportamiento de la demanda del producto seleccionado.

1.2.4 Gestión de inventarios

El inventario juega un papel importante en las empresas, por el hecho de que se convierten en un activo de gran utilidad para satisfacer la demanda que con el tiempo presentan cambios repentinos en su comportamiento, en los procesos de la cadena de suministro y la demanda efectiva.

Un inventario se define como la cantidad de bienes bajo el control de una empresa, guardados durante un tiempo para la satisfacción de una demanda

futura, este es un amortiguador entre las diferencias de tasas y tiempos entre el abastecimiento y la demanda³⁹.

Los principales objetivos de contar con inventarios son:

- Protección contra la incertidumbre.
- Permitir la compra bajo condiciones económicas ventajosas (economía de escala en el volumen de negociación).
- Cubrir cambios anticipados en la demanda o en la oferta.

En las organizaciones la administración de los inventarios contribuye con la gestión administrativa y competitividad de la empresa así:

- Reducir la proporción de activos corrientes que están presentes en inventarios en las organizaciones y hacen parte del balance general y estado de resultados en el rubro de capital invertido
- Al reducir el nivel de inventario se tiene una relación directamente proporcional con los costos de manejo y mantenimiento de los inventarios.
- Tiene un alto impacto en el ámbito administrativo, debido a que afecta directamente los estados financieros de la empresa e indicadores que miden la sostenibilidad y sustentabilidad de la empresa como son los indicadores de eficiencia, principalmente el retorno sobre la inversión.

Dentro de las ventajas de tener inventario se puede considerar en primer lugar satisfacer al cliente, brindando un nivel de servicio que satisfaga sus pedidos. Por otra parte se puede generar una disminución de costos de producción, transporte y compra debido a economías de escala y descuentos por cantidad, así mismo reduciendo costos de operación y finalmente sirven como medida para eventos inesperados dentro de la compañía como huelgas, demoras en el envío de materia primas y desastres naturales.

Cabe destacar que los inventarios también cuentan con desventajas significativas, como el ocultamiento de problemas de calidad y la absorción de capital sin agregar valor⁴⁰.

Se encuentran clasificados en:

- **Inventarios de materia prima:** Manejan la entrada de materia prima de los proveedores que es utilizada de manera constante por la empresa.

³⁹ SIPPER, Daniel & BULFIN JR, Robert. Inventarios sistemas de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. Primera edición. México: McGraw Hill, Interamericana, 2005. p 218-319.

⁴⁰ VIDAL HOLGUIN, Carlos Julio. Fundamentos de gestión de inventarios. Cali, 2010 p 4-5 Universidad del Valle – Facultad de Ingeniería.

- **Inventarios de productos semi-terminados:** Son los referentes a algunas partes del proceso en donde hay un desfase en las tasas de producción, siendo las salidas de unas entradas de las otras.
- **Inventarios de productos terminados:** Manejan lo referente a cantidades de ventas y generación del producto final⁴¹.

1.2.4.1 Ambiente de demanda

En materia de inventarios la demanda es de gran importancia y se puede clasificar en 4 tipos:

- Demanda de determinística
- Demanda estocástica
- Demanda dependiente
- Demanda independiente

Demanda determinística

La demanda es conocida con certeza y se pueden comportar de dos maneras: estática o dinámica; la primera permanece constante en todos los períodos es decir se sabe cuál es la tasa demanda durante un determinado espacio de tiempo; y la demanda dinámica se conoce con certeza pero varía de periodo en periodo.

Demanda probabilística o estocástica

La demanda se comporta con aleatoriedad o variabilidad.

Demanda dependiente

La demanda de una unidad se deriva de la demanda de otra.

Demanda independiente

La demanda de un producto no relacionado con otro producto y afectada principalmente por las condiciones del mercado⁴².

1.2.4.2 Decisiones de tiempo

⁴¹ SANDOVAL, Andrés. La Gestión de los inventarios. [En línea]. [11- 9 - 2011]. Disponible en internet:

http://w4.escolapia.cat/terrassa/aulavirtual/assignat/empresa/Inventaris_esp.pdf

⁴² SIPPER, Daniel & BULFIN JR, Robert. Inventarios sistemas de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. Primera edición. México: McGraw Hill, Interamericana, 2005. p 218-319.

La segunda decisión más importante en los sistemas de inventario:

- Cuando ordenar?

Esta decisión tiene efecto no solo en el nivel de inventario y, por ende, en el costo del inventario, sino también en el nivel de servicio que se proporciona al cliente. Al igual que en las decisiones de cantidad, se incluyen modelos “clásicos” para ayudar a entender el comportamiento de los sistemas de inventario respecto a las decisiones de tiempo.

Se estudiarán los modelos bajo tres categorías importantes:

- Decisiones de una sola vez
- Sistemas de revisión continua, que son sinónimo de decisiones de tiempo continuo.
- Sistemas de revisión periódica, que son sinónimo de decisiones intermitentes.

Todos los modelos manejan un solo artículo, pero se pueden extender a artículos múltiples y muchos de ellos manejan demanda estocástica.

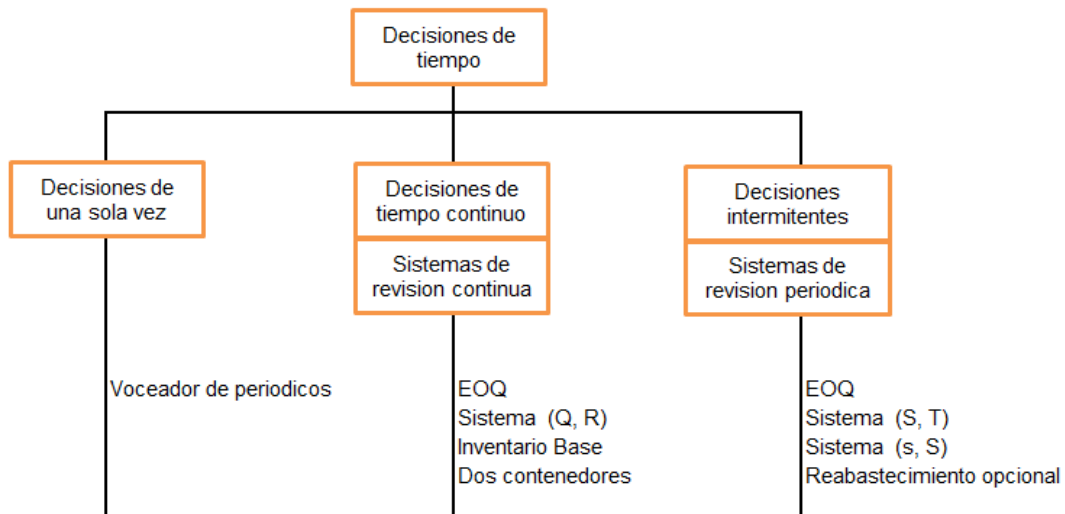


Ilustración 11. Estructura de decisiones de tiempo

Fuente: SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada y inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 275.

Decisiones de una sola vez

Las situaciones de decisiones de una sola vez son muy comunes en los ambientes tanto de manufactura como de venta al menudeo.

Para el caso demanda determinística:

- Con frecuencia el problema se relaciona con bienes estacionales, que tienen demanda sólo durante periodos cortos.
- El valor del producto declina al final de la temporada e incluso puede ser negativo.
- Existe una sola oportunidad de ordenar.
- Se debe decidirse el número de artículos a ordenar antes del periodo de ventas, que puede ser un día, una semana o cualquier otro periodo.

Sistemas de revisión continúa

Para examinar estos sistemas, se definen dos nuevas variables de estado para el inventario:

X_t = posición del inventario en el tiempo t

O_t = posición de ordenes colocadas en el tiempo t , algunas veces llamada la "tubería del inventario"

Recuerde que I_t es el inventario disponible en el tiempo t y B_t es el nivel de faltantes (órdenes atrasadas) en el tiempo t . Entonces:

Ecuación 18. Sistema de revisión continúa

$$X_t = I_t + O_t - B_t$$

Modelo continuo (Q,R)

El modelo esencial para el sistema de revisión continua. Se presenta un enfoque gerencial⁴³, en el cual se establece una política de servicio, y un enfoque de optimización, que es la revisión estocástica del *EOQ* determinístico. Recuerde que en el caso de revisión continua R es una variable de decisión, al contrario del caso determinístico, en el que R se obtuvo a partir de la demanda en el tiempo de entrega. Las dos variables de decisión Q y R , definen la política para este modelo. Enfoque gerencial: decisión de cantidad. Se evalúa la cantidad a ordenar usando el modelo *EOQ*, sustituyendo el valor esperado de la demanda aleatoria por la de la demanda conocida:

⁴³ SIPPEN, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada y inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 223.

Ecuación 19. Cantidad económica de pedido

$$Q = \sqrt{\frac{2A\bar{D}}{h}}$$

Donde Q es la cantidad a ordenar, A es el costo de ordenar, \bar{D} es la demanda promedio anual, h es el costo de mantener en el inventario.

Este valor no es el valor de Q que se usa en el enfoque de optimización.
Enfoque gerencial: decisión de punto de reorden:

Ecuación 20. Punto de reorden

$$R = \bar{D}\tau + s$$

Donde S es el inventario de seguridad que determina a R que es el punto de reorden. El inventario de seguridad maneja la variabilidad de $\bar{D}\tau$ que es la demanda durante el tiempo de entrega, que se mide por σ_τ que es la desviación estándar durante el tiempo de entrega. Por lo tanto, el inventario de seguridad se mide en “unidades de desviación estándar” y es:

Ecuación 21. Inventario de seguridad con factor de seguridad elegido de acuerdo al nivel de servicio deseado

$$s = k * \sigma_\tau$$

Donde k es el factor de seguridad elegido para proporcionar el nivel de servicio deseado. Si la demanda en el tiempo de entrega tiene distribución normal, se puede conocer mejor el valor de k. Por la naturaleza de la distribución normal.

Ecuación 22. Inventario de seguridad cuando la demanda en el tiempo de entrega presenta distribución normal

$$s = z * \sigma_\tau$$

Dónde z es una variable normal estándar, y mide el número de desviación estándar a partir de la media. Observe que en este caso $k=z$. Para el resto de este análisis, se supondrá una distribución normal para la demanda en el tiempo de entrega; así,

Ecuación 23. Punto de reorden con variable normal estándar

$$R = \bar{D}_\tau + z\sigma_\tau = \bar{D}_\tau + z\sigma_\tau$$

Para determinar el inventario de seguridad, es necesario conocer la política de nivel de servicio⁴⁴ que quiere establecer.

Sistema de revisión periódica

Modelo (S,T)

De acuerdo al enfoque gerencial consiste en la medición efectiva del inventario en periodos establecidos y definir cantidades a pedir de acuerdo a los requerimientos del inventario objetivo. La cantidad a pedir en cada período se define por la siguiente fórmula:

Ecuación 24. Inventario meta de Modelo (S,T)

$$S = d (T+L) + SS - I$$
$$S = d (T+L) + Z^* \sigma_{T+L} - I$$

El periodo de revisión se calcula con la siguiente formula:

Ecuación 25. Período de revisión

$$T = \sqrt{2 \cdot A / h \cdot d}$$

Dónde:

S= inventario meta

d= demanda promedio en meses, años

T: Número de días entre revisiones

L: Tiempo de entrega constante "Lead Time"

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

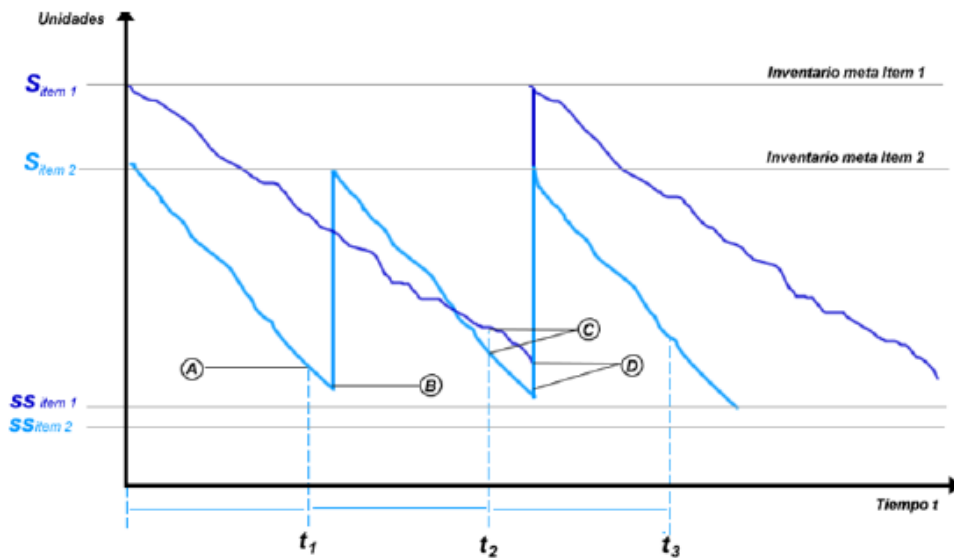
I: Nivel de inventario actual

Política de inventario $1 = \alpha$ (nivel de servicio por ciclo), para calcular el Z

SS: Inventario de seguridad "stock security" = $Z^* \sigma_{T+L}$.

La siguiente gráfica muestra el comportamiento del inventario de este modelo con reabastecimiento conjunto, el cual tiene en cuenta el inventario de seguridad.

⁴⁴ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada y inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 284-291.



- A** - Llegado el primer período de revisión, se revisa y se ordena con el fin de alcanzar el inventario meta para el ítem 1
- B** - Se recibe la orden del ítem 1
- C** - Llegado el segundo período de revisión, se revisa y se ordena para los ítems 1 y 2 con el fin de alcanzar el inventario meta para ambos ítems
- D** - Se recibe la orden de ambos ítems

Ilustración 12. Grafica de reabastecimiento conjunto con sistema de revisión periódico.

Fuente: Adaptación de SILVER, Edward, PYKE, David, Peterson, Rein. Inventory Management and Production Planning and Scheduling. Tercera edición, U.S.A: John Wiley & Sons. 1998.p 435.

2. EL PROBLEMA

En la IPS de cuarto nivel de complejidad donde se desarrollará este trabajo se maneja en la actualidad un modelo de planeación básico que consta de la habilidad y experticia del planeador y la ayuda del software empresarial que le sirve de soporte administrativo, el cual le permite acceder a la base de datos de los productos y extraer la demanda histórica de los productos habilitados para la atención médica a una hoja de cálculo, con el objetivo de determinar cuánto se va a demandar de un producto en un período de tiempo, para esto utiliza una hoja de cálculo que en la mayoría de los casos ejecuta un modelo de promedio simple para determinar el consumo del período siguiente.

Aunque esta institución cuenta con el software empresarial SAP, no tiene 100% parametrizado el módulo de planeación debido a la alta incertidumbre que presentan sus productos, el módulo que ofrece SAP está más enfocado a pronosticar demanda de productos de consumo masivo o productos que no tienen fecha de expiración.

Es muy alta la incertidumbre que se presenta al momento de realizar la planeación institucional de los requerimientos de medicamentos y dispositivos médicos, incertidumbre enfocada por las condiciones clínicas de los pacientes que se atienden, la fisionomía de los pacientes (alto, robusto, delgado, bajo) y la metodología de trabajo del profesional en medicina.

Los anteriores factores expuestos hacen que la institución presente en repetidas ocasiones tres situaciones: el desabastecimiento de productos lo que lleva a no prestar un adecuado nivel de servicio a los pacientes atendidos, el sobre costo por la compra del medicamento o dispositivo médico a un distribuidor o a un tercero en la cadena de suministros y por otro lado el sobre "stock" de producto en los centros de almacenamiento o servicios farmacéuticos lo que genera pérdidas de inventarios por vencimientos u obsolescencia.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Proponer una metodología de planeación de inventarios y de pronóstico de demanda de medicamentos y dispositivos médicos de uso hospitalario en una IPS de cuarto nivel.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer y analizar la demanda de medicamentos y dispositivos médicos de uso hospitalario en una IPS de cuarto nivel.
- Clasificar y agrupar los medicamentos y dispositivos médicos de uso hospitalario de la IPS de cuarto nivel de acuerdo a la categorización de la demanda.
- Seleccionar y escoger alternativas de pronósticos y de modelos de inventarios para planear la demanda de medicamentos y dispositivos médicos de uso hospitalario en una IPS de cuarto nivel
- Evaluar y comparar la propuesta expuesto frente al modelo actual utilizado en la IPS de cuarto Nivel.

4. METODOLOGIA

La metodología del trabajo de grado se desarrolla con una secuencia de procesos anidados que tienen valor agregado en la medida en que se va progresando en la realización de las actividades, los procesos están unidos de tal forma que la marginación de un proceso podría llevar a generar resultados diferentes a los que se consolidan con la metodología propuesta, porque la interpretación de los resultados toma fuerza en la misma contextualización de las actividades que se realizan en los procesos predecesores, por el mismo contenido conceptual que se va adquiriendo en el conocimiento e interpretación de los patrones de comportamiento de la demanda de medicamentos y dispositivos médicos que son el objeto de estudio para este trabajo de grado.

Para la realización de la propuesta de planeación de inventarios y de pronóstico de demanda de medicamentos y dispositivos médicos de uso hospitalario en una IPS de cuarto nivel se requirió el estudio y comprensión del contexto, por ende se desarrolla en 4 procesos metodológicos que son los siguientes:

1. Analizar y conocer el comportamiento de la demanda de los medicamentos y dispositivos médicos de uso hospitalario en una IPS de cuarto nivel, en este proceso se desarrollan las actividades que requieren la utilización de fuentes primaria en la que se involucró el uso del ERP, el cual proporciono la recolección del registro histórico de la demanda para los productos objeto de estudio, incluyó la organización de las demandas cuantitativas en periodos, se desarrolla la actividad de integración de criterios estadísticos que permitiera la interpretación de las demandas.
2. Clasificar y categorizar las demandas, para la realización del proceso se requirió de información secundaria, la cual se consolida la bibliografía para hacer el estudio que permita llevar acabo el logro del objetivo específico propuesto, en este proceso se desarrolla la actividad de análisis ABC metodología empleada ampliamente como una herramienta técnica para clasificación de la demanda y además se desarrolla la actividad de categorización que se emplea para identificar cada tipo de producto, patrones de comportamiento de demanda continua e intermitente, identificados los patrones de comportamiento se categoriza la demanda de cada producto con modelos de pronósticos que se ajusten mejor a los comportamientos de las demandas de cada producto.
3. Desarrollar un modelo consolidado de pronósticos e inventario que se ajuste a la demanda del producto de acuerdo al patrón de comportamiento del producto seleccionado, para este proceso se requirió de información secundaria consolidada en la bibliografías que permitió el desarrollo una propuesta de un modelo sistemático que integra y consolida los criterios de medición de 14 modelos de pronostico que se evalúan de acuerdo a los patrones de comportamiento de demanda del producto a pronosticar,

proporcionando al planeador un panorama general que permita poco margen de error en la interpretación de los errores de los modelos pronóstico, al concederle una visualización del modelo que más se ajusta al comportamiento de la demanda del producto a pronosticar y además se desarrolla la actividad de realizar un modelo de gestión de inventario dependiendo del tipo de patrón de comportamiento de la demanda continua e intermitente que garantice la disponibilidad del producto en el tiempo requerido, en la cantidad solicitada de acuerdo al nivel de servicio que el producto demande.

4. Evaluar y comparar en el mes de Octubre la propuesta expuesto frente al modelo actual utilizado en la IPS de cuarto nivel, en este proceso se requirió de información de fuente primaria, la cual se consolida la situación actual de planeación que desarrolla la IPS de cuarto nivel para evaluarse frente a la propuesta de planeación propuesta en este trabajo de grado, en esta actividad se seleccionan 9 productos, se establece la actividad de comparación en la que se identifican los errores en cantidades de productos comparadas frente a la demanda real del mes de octubre, se compara el tiempo de computo, se compara el tiempo empleado por el planeador.

5. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

5.1 ALCANCE DEL PROYECTO

Por medio de este trabajo se lograra encontrar un esquema de planeación que mejor se adecue a los patrones de la demanda que se describe con los comportamientos de la demanda por referencia de producto (SKU) ajustándose a los requerimientos y necesidades de los servicios médicos de UCIA, UCIP, UCIREN, UCIN, UTMO, DIALISIS, UACO, PARTOS y HOSPITALIZACION.

5.2 LIMITACIONES DEL PROYECTO

Es importante tener claro que los resultados alcanzados al finalizar este proyecto pueden variar con relación a las condiciones geográficas que presente cada región de acuerdo a la localización de la institución de salud, dependiendo si la institución está ubicada en una zona geográfica con subdesarrollo económico o en una región económicamente desarrollada, si en la región se presentan problemas de índole social, político, militar, si existen ausencias de infraestructuras médicas y de políticas sanitarias adecuadas para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Por lo anterior, no sería conveniente y además sería un error comparar una demanda de medicamentos y dispositivos médicos en una clínica de 4 nivel de complejidad en Afganistán o Irak que son países considerados violentos a una clínica de 4 nivel en Noruega o Finlandia que son países calificados como pacíficos, o comparar las clínicas de 4 nivel en los Estados Unidos con servicio de salud costoso por su alto grado de desarrolló a una clínica de 4 nivel en Cuba con servicio de salud subsidiado por el gobierno debido al subdesarrollo socioeconómico que presenta el país, o también comparar las demandas entre instituciones de diferente nivel de complejidad, pero lo que se puede hacer y que es el objetivo de este trabajo, es generar los pasos necesarios para comprender el comportamiento de la demanda que se ajusta al entorno mediante una metodología de planeación que garantice la continuidad en la cadena de suministros.

6. CONOCER Y ANALIZAR LA DEMANDA DE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MÉDICOS DE USO EN PACIENTES HOSPITALIZADOS EN UNA IPS DE CUARTO NIVEL.

6.1 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

Esta actividad se lleva a cabo con el uso del software empresarial SAP⁴⁵, en el cual permite extraer la información histórica de la demanda de medicamentos y dispositivos médicos objeto de este proyecto a una hoja de cálculo de Microsoft Excel, esto con el objetivo de tener libertad de manipulación y poder diseñar un formato o esquema de trabajo para la hoja de cálculo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2	1000000146	3	UN						
3	1000000150	94	UN						
4	1000000154	3	UN						
5	1000000155	1	UN						
6	1000000156	106	UN						
7	1000000157	3	UN						
8	1000000160	239	UN						
9	1000000165	2	UN						
10	1000000168	116	UN						
11	1000000177	11	UN						
12	1000000178	3	UN						
13	1000000179	3	UN						
14	1000000180	14	UN						
15	1000000203	7	UN						
16	1000000275	1.966	UN						
17	1000000276	6.409	UN						
18	1000000279	383	UN						
19	1000000280	360	UN						
20	1000000283	108	UN						

Tabla 1. Recolección de datos

Fuente: Los autores

6.2 ORGANIZAR LOS DATOS

Luego de recolectar los 1.599 productos en una hoja de cálculo, la información proporcionada se debe organizar, para esto se crea un formato que permita identificar con facilidad el código de cada producto, el nombre de cada producto, la presentación de cada producto y el consumo mensual y diario de cada producto, identificar de los 1.599 productos totales, cuántos son medicamentos y cuántos son dispositivos médicos, identificar los productos con series de tiempo continuas e intermitentes.

⁴⁵ Es un software ERP, el cual es un planeador de recursos empresariales al que se accede al módulo MM que es el módulo de inventarios.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
4	Codigo	Descripcion	Pres.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	No
5	100000146	MASCARA NO REINHALACION PEDIATRICA	UN	3	6	11	4	5	6	4	4	3	2	
6	100000150	MANGUERA PARA OXIGENO REF: LM-86-400	UN	148	122	106	99	114	115	158	97	89	96	
7	100000155	CIRCUITO DE ANESTESIA REF47511 TAPA ROJA	UN	95	104	74	53	14	2	2	54	82	84	
8	100000160	CANULA NASAL DE OXIGENO ADULTO 001310	UN	239	239	276	246	281	257	237	275	251	251	
9	100000168	TUBERIA CORRUGADA	MT	164	77	138	96	142	148	157	148	99	88	
10	100000177	CATETER 1 LUMEN 16GX20CM ESO4301	UN	13	11	18	11	13	8	4	20	15	22	
11	100000178	CATETER 2 LUMEN 4FR AK12402 PED X 5CM.	UN	2	8	5	2	3	3	2	4	2	1	
12	100000180	CATETER 2 LUMEN 4FRX8CM CS15402E PED	UN	6	5	8	12	8	8	9	3	14	7	
13	100000203	CONECTOR EN Y 3.8X3.8X3.8	UN	2	1	1	2	4	8	3	2	4	7	
14	100000275	ELECTRODO PEDIATRICO R-3111873	UN	1264	1567	1375	1459	1285	1487	1635	1454	1682	1445	
15	100000276	ELECTRODO ADULTO R-310050522	UN	5187	5801	6575	6440	7444	6251	5863	5804	5476	5292	
16	100000279	APOSITO TRANS 2.X3.4 REF: 6640	UN	425	488	430	467	532	569	278	602	683	569	
17	100000280	APOSITO TRANS 4.X4 3.4 REF: 6641	UN	856	755	868	838	934	921	2211	2165	1463	1282	
18	100000284	APOSITO TENDERSORB 5.X9. REF: 9190	UN	397	298	155	216	64	274	213	361	155	252	
19	100000309	SISTEMA D.DRENAJE TORAX ACUA R-571299	UN	23	41	20	19	20	25	10	25	20	16	
20	100000310	SONDA FOLEY 2 VIAS C.G 8X5 PED. 11081	UN	8	9	15	12	7	15	13	8	8	10	
21	100000311	SONDA FOLEY 2 VIAS C.G 10X5 PED. R-11101	UN	14	9	5	13	7	8	5	9	5	7	
22	100000312	SONDA FOLEY 2 VIAS CB 12X10 R-25123	UN	6	11	5	5	6	13	7	8	7	13	
23	100000313	SONDA FOLEY 2 VIAS CB 14X10 R-25133	UN	81	71	73	90	65	28	48	49	42	39	
24	100000314	SONDA FOLEY 2 VIAS CB 16X10 R-25163	UN	27	25	1	61	53	63	65	71	68	56	
25	100000315	SONDA FOLEY 2 VIAS CB 18X10 R-25183	UN	13	9	16	19	12	9	1	14	8	17	
26	100000361	MANTA TERMICA CARE ADULTO 503-0810	UN	17	10	15	11	9	8	9	9	10	12	
27	100000362	MANTA TERMICA QUILT PEDIATRICA 503-840	UN	8	7	5	7	5	6	4	7	7	7	
28	100000364	SENSOR P.OXIMETRIA ADUL MAXAOXISENSOR II	UN	190	151	191	184	191	176	173	197	211	167	
29	100000366	SENSOR P.OXIMETRIA NEONATA MAXNOXISENSOR	UN	12	11	3	6	14	30	46	45	53	58	
30	100000375	GASA PREC ESTERIL VERSALON 3.X3.X4PL8043	UN	29790	30431	29827	28987	31157	28683	31697	33929	30965	34757	
31	100000413	SEDA 3.0 CE-6 REF-1076-41 D&G (SS684)	UN	34	35	41	60	29	38	17	21	18	33	
32	100000511	FILTRO HUMIDIFICADOR HIGROBAC S 352-5877	UN	287	315	241	226	262	194	218	245	223	213	
33	100000512	FILTRO HIDROBAC PEN (HIGROBOY)	UN	23	31	19	24	27	42	44	28	10	15	

Tabla 2. Organización de datos

Fuente: Los autores

6.3 ANALIZAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS DATOS

Para el análisis se toma tres productos, se hace uso del organizador de datos que se crea, desde este se ejecuta la opción de filtrar los dispositivos médicos para seleccionar uno de ellos al azar, quedando elegido el Equipo macrogoteo, luego se filtra los medicamentos para seleccionar uno de ellos al azar, quedando elegido el Meronem vial x 1 gr y el tercer producto a elegir se escoge, haciendo uso del organizador nuevamente en este se ejecuta la opción de filtrar los medicamentos con serie de tiempo intermitente para seleccionar uno al azar, quedando elegido el Bladuril tab x 50 mgr.

Luego de la selección de los tres productos se llevan los datos de la demanda de los tres productos a una hoja de cálculo en excel en la cual se crea un formato detallado y formulado, que calcule el comportamiento de la demanda por cada producto durante los meses de Enero 2012 hasta Agosto del 2013 con mediciones estadísticas descriptivas que permite identificar características en el comportamiento de la demanda del producto, en los que se describe que tendencia central o que tan centradas están las demandas y que tan dispersas están las demandas a la media de las demandas, para esto se muestra el gráfico de la hoja de cálculo para describir el comportamiento de los tres productos seleccionados.

	EQUIPO MACROGOTEO	MERONEM VIAL x 1 GR	BLADURIL TAB x 50 MG	
2	Enero	1.639	1.646	4
0	Febrero	1.578	1.641	
1	Marzo	1.761	1.810	
2	Abril	1.694	1.752	4
3	Mayo	1.745	1.621	13
0	Junio	1.714	1.513	2
1	Julio	1.818	1.757	
2	Agosto	1.885	2.117	7
3	Septiembre	1.607	1.982	4
0	Octubre	1.763	2.141	24
1	Noviembre	2.282	2.268	
2	Diciembre	2.110	2.140	
3	Enero	2.256	1.937	16
0	Febrero	2.130	2.116	
1	Marzo	2.434	2.199	
2	Abril	2.731	1.851	
3	Mayo	2.732	2.160	
0	Junio	2.728	2.409	
1	Julio	2.783	2.550	7
2	Agosto	2.634	3.064	17
3	Septiembre	2.504	2.219	2
	Media	2.123	2.043	9
	Varianza	191.567	131.683	53
	Desv. Stand.	438	363	7
	Coef. Variac.	0,2061	0,1777	0,8045
	Co. Var. Cua	0,0425	0,0316	0,6472
	Minimo	1.578	1.513	2
	Maximo	2.783	3.064	24
	Inter. Medio P	1	1	2,9
	Tendencia	CONSTANTE	CONSTANTE	VARIABLE
	Serie Tiempo	CONTINUA	CONTINUA	INTERMITENTE

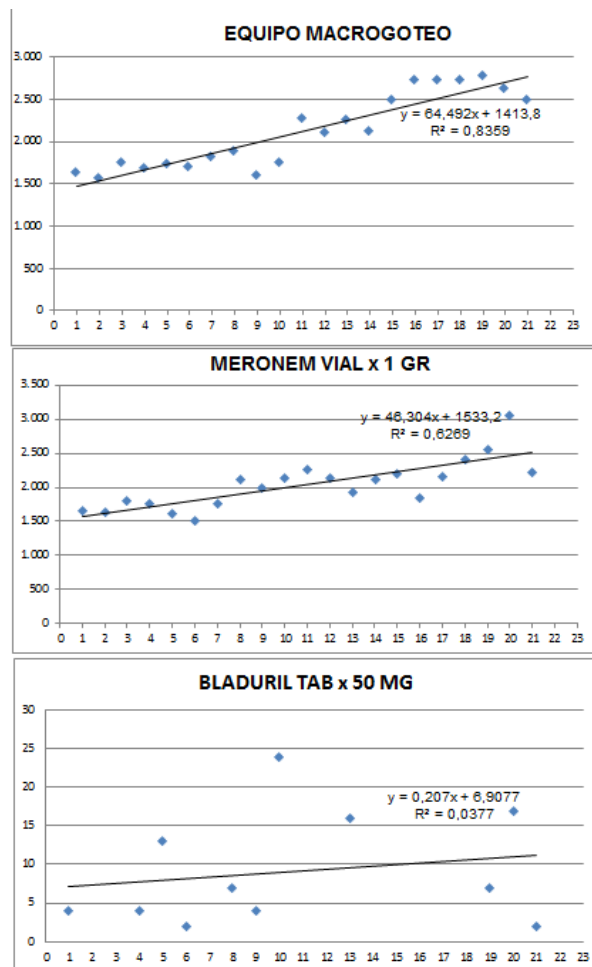


Tabla 3. Análisis descriptivo de demanda.

Fuente: Los autores

El análisis descriptivo del dispositivo medico Equipo macrogoteo presenta los siguientes resultados, como medida de tendencia central la media de la demandas es de 2123 unidad con una desviación estándar de 438 unidades y un coeficiente de variación de 0,0425 esto quiere decir que las demandas son homogéneas, es una serie de tiempo continua sin tendencia, es decir, constante, la demanda mínima es de 1578 unidades y la demanda máxima de 2783 unidades durante la serie de tiempo.

El análisis descriptivo del medicamento Meronem vial x 1 gr presenta los siguientes resultados, como medida de tendencia central la media de la demandas es de 2043 viales con una desviación estándar de 363 viales y un coeficiente de variación de 0,1777 esto quiere decir que las demandas son homogéneas, es una

serie de tiempo continua sin tendencia, es decir, constante, la demanda mínima es de 1513 viales y la demanda máxima de 3064 viales durante la serie de tiempo.

El análisis descriptivo del medicamento Bladuril Tab x 50 Mgr presenta los siguientes resultados, como medida de tendencia central la media de la demandas es de 9 Tableta con una desviación estándar de 7 Tableta y un coeficiente de variación de 0,8045 esto quiere decir que las demandas son heterogéneas, es una serie de tiempo intermitente, la demanda mínima es de 2 Tableta y la demanda máxima de 24 Tableta durante la serie de tiempo.

7. CLASIFICAR Y AGRUPAR LOS MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MEDICOS DE USO HOSPITALARIO DE LA IPS DE CUARTO NIVEL DE ACUERDO A LA CATEGORIZACIÓN DE LA DEMANDA.

7.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS

Después de haber estudiado y analizado el comportamiento de la demanda de los 1.599 productos surge la necesidad de manejar una metodología que permita realizar una administración de la demanda, por medio de la cual se desarrolle un criterio de clasificación en el cual se priorice las necesidades de control del inventario sobre aquellos productos que describen una característica particulares que garantice el flujo continuo de la cadena de suministro de los medicamentos y dispositivos médicos, que contribuya a la sostenibilidad de la clínica por medio de la disponibilidad oportuna de los productos y cumpla con los objetivos del negocio que es la sustentabilidad financiera que se logra haciendo uso adecuado del dinero invertido en inventario.

La clasificación de productos se divide en niveles de la siguiente manera:

- 1) Nivel I: Clasificación por tipo de producto
- 2) Nivel II: Clasificación ABC por rotación
- 3) Nivel III: Clasificación ABC por Importancia
- 4) Nivel IV: Clasificación ABC consolidada

7.1.1 Clasificación tipo de producto

A continuación se hace un listado de todos los tipos de productos que tiene la institución de salud de cuarto nivel de complejidad:

- 1) Dispositivos médicos
- 2) Medicamentos
- 3) Insumos de laboratorio
- 4) Material de osteosíntesis
- 5) Material médico-quirúrgico

Se define desde el capítulo del alcance del proyecto que los tipos de productos materia de este trabajo de grado son los dispositivos médicos y los medicamentos, Para esto se desarrolla la siguiente secuencia de pasos:

- a) Se usa una hoja de cálculo de excel partiendo de la plantilla que se diseñó para organizar los datos.
- b) Se conoce que la clínica tiene unificado los tipos de productos por código, el cual identifica los dispositivos médicos con el prefijo 1 y los medicamentos con el prefijo 2.

- c) Se puede identificar de los 1.599 productos cuantos son dispositivos médicos y cuantos son medicamentos.
- d) En la hoja de cálculo se aplica una función anidada que identifique el prefijo del código si empieza por 1 o por 2, la cual devuelva el nombre del producto, ya sea medicamento o dispositivo médico.
- e) Se determinó el nombre del producto, se ejecuta la función de excel “contar si” para que recuente cuantos son medicamento y dispositivos médicos, tal como está en la siguiente grafica de la hoja de cálculo.

	B	C	D	E	F	G	H	I
	Codigo	Descripcion	Pres.	Consumo Prom.	Clasificacion x tipo de producto		Clasificacion x tipo de producto	Cant total x tipo producto
3	100000538	GUANTES PARA EXAMEN PEQUENO S REF.8856	UN	279.663	Dispositivo Medico		Dispositivo Medico	665
4	100000375	GASA PREC ESTERIL VERSALON 3.X3.X4PL8043	UN	33.140	Dispositivo Medico		Medicamento	934
5	1000005047	JERINGA DESEC. SIN AGUJA 10ML REF.302561	UN	25.129	Dispositivo Medico			
6	1000005046	JERINGA DESEC. SIN AGUJA 5ML REF.302553	UN	18.310	Dispositivo Medico		Total de productos	1599
7	1000000547	JERINGA DES.3CC C.LUER LOCK-BD 302489	UN	16.482	Dispositivo Medico			
8	1000005936	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 18GX1 1.2	UN	16.175	Dispositivo Medico			
9	1000005940	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 21GX1 1.2	UN	15.641	Dispositivo Medico			
577	2000000152	CLEXANE 60MG/0.6 ML	JG	392	Medicamento			
578	2000000329	FUROSEMIDA 40 MG	TAB	387	Medicamento			
579	2000000214	DEXTOSA 5% SOLUCION SALINA 9% 500ML	BOL	386	Medicamento			
580	2000000011	ADALAT OROS 30 MG	TAB	377	Medicamento			
581	2000000100	BUMINATE (FLEXBUMIN) 20 G/50 ML	FCO	368	Medicamento			
582	2000000171	COROTROPE 1MG/ML	AMP	360	Medicamento			
583	2000000513	MORFINASOL.INY 10MG/ML	AMP	358	Medicamento			
584	2000001027	FORMULAS-26 GOLD LIQUIDA 100 ML	FCO	358	Medicamento			
585	2000000469	LOVASTATINA - GENFAR 20 MG	TAB	356	Medicamento			
586	2000000209	DEXTOSA 5% - 50ML	BOL	346	Medicamento			
587	2000000795	URSOFALK 250 MG	CP	341	Medicamento			
588	2000000372	HIOSCINA 20MG/ML	AMP	328	Medicamento			
589	2000000360	HEPARINA SODICA 5000UI/ML VIALx5ML	VI	327	Medicamento			
590	2000000563	NUTREN 1.0 SIN FIBRA VAINILLA 250 ML	LA	322	Medicamento			
591	2000000386	IMODIUM 2 MG	CP	318	Medicamento			
592	2000000781	TRITTICO 50 MG	TAB	311	Medicamento			
593	2000001026	FORM. PREMATUROS-26 GOLD LIQ 100 ML	FCO	309	Medicamento			
594	2000000156	CLINDAMICINA 600MG/4ML	AMP	307	Medicamento			
595	2000000346	GLUCONATO DE CALCIO 10% - 10ML	AMP	306	Medicamento			

Tabla 4. Clasificación por tipo de producto

Fuente: Los autores

Como se puede observar de la hoja de cálculo de los 1.599 productos se identifica que 665 productos son dispositivos médicos y que 934 productos son medicamentos.

7.1.2 Metodología de análisis ABC por alta rotación

El criterio de alta rotación por demanda mensual: se selecciona por las características en el comportamiento de la demanda de alto volumen y de movimiento continuo. Este parámetro tiene un impacto inmediato en los objetivos de sostenibilidad de la clínica porque la priorización de este permite al administrador de la demanda saber dónde exactamente direccionar sus esfuerzos para controlar el flujo continuo del suministro, que finalmente es la disponibilidad

del producto en un tiempo requerido, tener la oportunidad de visualizar y chequear los productos de forma resumida, asociado a un grupo de productos que tienen unos comportamientos similares y se le puede dar el mismo tratamiento.

Para esta metodología se partió de la plantilla de hoja de cálculo de excel organizada en la cual:

- a) Se ordena la columna del promedio mensual de demanda de mayor a menor demanda.
- b) Se totaliza la columna de demanda promedio mensual:

Valor mensual = volumen demanda mensual x costo unitario de cada producto.

- c) Se pondera la demanda de cada producto con relación a la totalidad de las demandas mensuales.
- d) Se acumula los porcentajes ponderados de cada producto para hallar el porcentaje acumulado.

Se clasificaran como clase A aquellos productos más demandados durante un mes, los menos demandados serán clasificados como C y los productos restantes como B.

Después de analizar y clasificar las demandas mensuales de los 1.599 productos se observa que se presentaban unos grupos de productos que tenían ciertas características, aisladas de la metodología de Análisis ABC propuesta por Pareto, que a criterio de los autores valía la pena diferenciarlas de la clasificación ABC, por eso se toma la decisión de proponer incorporar un tipo de clase adicional que se llamara clasificación tipo D⁴⁶.

Se clasificaran como tipo D¹ aquellos ítems nuevos que se incluirán en el vademécum institucional⁴⁷ de salud y tendrán una duración en esta clasificación hasta que cumplan 6 meses de historia, a partir del séptimo mes se revisara su comportamiento mensual de demanda y entrará a formar parte de la clasificación ABC:

Forman parte de esta clasificación tipo D² aquellos productos que solo han tenido rotación 1 o 2 veces durante los últimos 21 meses⁴⁸, el cual se evaluará con el Comité de farmacia⁴⁹ su continuidad en el vademécum institucional.

⁴⁶ Cita de los Autores.

⁴⁷ Registro virtual de los productos autorizados por el comité de Farmacia y Tecno vigilancia para su uso en la institución.

⁴⁸ Son los meses con los que se cuentan para el análisis de la series de tiempo debido a la implementación de SAP en Enero de 2011.

Se incluye dentro de la clasificación tipo D, el grupo de medicamentos vitales no disponibles⁵⁰ clasificado como tipo D³ son medicamentos indispensables e irremplazables para salvaguardar la vida o aliviar el sufrimiento de un paciente o un grupo de pacientes y que por condiciones de baja rentabilidad en su comercialización, no se encuentra disponible en el país o las cantidades no son suficientes.

Criterios para determinar que un medicamento es vital no disponible

Para determinar la condición de un medicamento vital no disponible, este deberá ajustarse a los siguientes criterios:

- a) Que no se encuentre en fase de investigación clínica;
- b) Que no se encuentre comercializado en el país o habiéndose comercializado las cantidades no sean suficientes para atender las necesidades;
- c) Que no cuente con sustitutos en el mercado.

La autorización de importación de los medicamentos vitales no disponibles se concede por una sola vez y podrá ser solamente solicitada según prescripción médica.

Exención del registro sanitario.

Los medicamentos definidos por la Comisión Revisora del Invima como "vitales no disponibles", no requerirán registro sanitario para su producción, importación y/o comercialización. No obstante deberán cumplir con los criterios para determinar que un medicamento es vital no disponible.

⁴⁹ El comité de farmacia en un grupo interdisciplinario conformado por personal médico, asistencial y administrativo de la IPS

⁵⁰ Decreto 481 del 2004, Republica de Colombia

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
8	Codigo	Descripcion	Pres	D. promedio mensual	% Individual	% Acumulado	Clasificación x tipo de producto	Clase x Rotación		Dispositivo Medico			
										Clasificación x Rotación	Cant total x Rotación		
9	2000000484	MERONEM 1 G	AMP	191.743.337	9,6%	9,6%	Medicamento	A					
10	1000008031	SET P.ADMON BOMBA INFUSION C.CLAVE	UN	55.019.546	2,8%	12,4%	Dispositivo Medico	D		A	7		
11	1000000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION	UN	54.397.975	2,7%	15,2%	Dispositivo Medico	A		B	43		
12	2000001475	NOVOSEVEN RT 2 MG	VI	48.108.789	2,4%	17,6%	Medicamento	A		C	450		
13	2000000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	45.112.658	2,3%	19,8%	Medicamento	A					
14	2000001551	AMBISOME 50 MG	VI	42.083.333	2,1%	22,0%	Medicamento	D		D	165	D ¹	24
15	2000000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	36.193.530	1,8%	23,8%	Medicamento	A					
16	2000000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 100 ML	B1	33.568.061	1,7%	25,5%	Medicamento	A		Total	665		
17	2000000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	31.833.450	1,6%	27,1%	Medicamento	A					
18	2000000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	29.787.435	1,5%	28,6%	Medicamento	A		Medicamento			
19	2000000171	COROTROPE 1MG/ML	AMP	28.755.730	1,4%	30,0%	Medicamento	A		Clasificación x Rotación	Cant total x Rotación		
20	2000001473	ANFOGEN 50 MG	VI	27.552.000	1,4%	31,4%	Medicamento	D		A	33		
21	2000001180	NORMOSANG 25 MG	AMP	26.743.711	1,3%	32,7%	Medicamento	A		B	67		
22	1000000538	GUANTES PARA EXAMEN PEQUENO S REF.885	UN	26.008.613	1,3%	34,1%	Dispositivo Medico	A		C	655		
23	2000000100	BUMINATE (FLEXBUMIN) 20 G/50 ML	FCO	25.742.500	1,3%	35,4%	Medicamento	A				D ¹	34
24	2000001390	MEGALOTECT 10 ML AL 10%	AMP	22.004.149	1,1%	36,5%	Medicamento	A		D	179	D ²	142
25	2000000752	TIMOGLOBULINA 25 MG	AMP	21.481.618	1,1%	37,5%	Medicamento	A				D ³	3
26	2000000384	IMMUNATE	UI	19.467.000	1,0%	38,5%	Medicamento	D		Total	934		
27	2000001531	POLIMIXINA B 500000 UI - 10 ML RP	VI	18.686.667	0,9%	39,5%	Medicamento	A		Dispositivos y Medicamentos			
28	2000000616	PRECEDEX 100MCG-ML VI-2ML	VI	16.745.162	0,8%	40,3%	Medicamento	A		A	40		
29	2000001272	FOSCARNET 24MG/ML - 250 ML	FCO	15.777.073	0,8%	41,1%	Medicamento	A		B	110		
30	2000000533	NEUPOGEN 300MCG/ML	AMP	15.730.475	0,8%	41,9%	Medicamento	A		C	1105		
31	2000001566	STELARA 45 MG/0.5 MG	AMP	15.285.676	0,8%	42,7%	Medicamento	D				D ¹	58
32	2000000561	NOXAFIL 200MG/5ML	FCO	14.497.790	0,7%	43,4%	Medicamento	A		D	344	D ²	283
33	2000000169	CONTRATHION 0.2MG/100ML	VI	14.210.000	0,7%	44,1%	Medicamento	A				D ³	3
34	2000000860	ZYVOXID 600MG/300ML	BOL	13.893.178	0,7%	44,8%	Medicamento	A		Total	1599		

Tabla 5. Clasificación ABC de medicamentos y dispositivos médicos por rotación.

Fuente: Los autores

De la gráfica se puede observar que de los 665 dispositivos médicos clase A son 7 productos, clase B son 43 productos, clase C son 450 productos y clase tipo D son 165 productos, de los cuales 24 son productos nuevos y 141 son productos que van a ser evaluados por el comité de farmacia.

De los 934 medicamentos que se seleccionaron son clase A 33 productos, clase B son 67 productos, clase C son 655 productos y clase D son 179 productos de los cuales 34 son productos nuevos D¹, 142 son productos a evaluar por el comité de farmacia D³ y 3 productos catalogados como vitales no disponibles D³, además se observa el consolidado por clases de los 1.599 productos, en los que clase totales son 40 productos, clase B son 110 productos, clase C son 1105 productos y clase tipo D son 344 productos, de los cuales 58 son productos nuevos, 283 son productos que van a ser evaluados por el comité de farmacia y 3 productos catalogados como vitales no disponibles.

7.1.2.1 Análisis Pareto

A partir de los resultados de la gráfica de hoja de cálculo en la que se clasificó por rotación los 1.599 productos, se desarrolla un formato donde se relaciona la clasificación ABC con los parámetros de consumo promedio mensual, ponderado por clase y frecuencia acumulada, con el objetivo de revisar el porcentaje de participación de los tipos de clase en los 1.599 productos objeto de análisis.

Por consiguiente se presenta la gráfica de la hoja de cálculo.

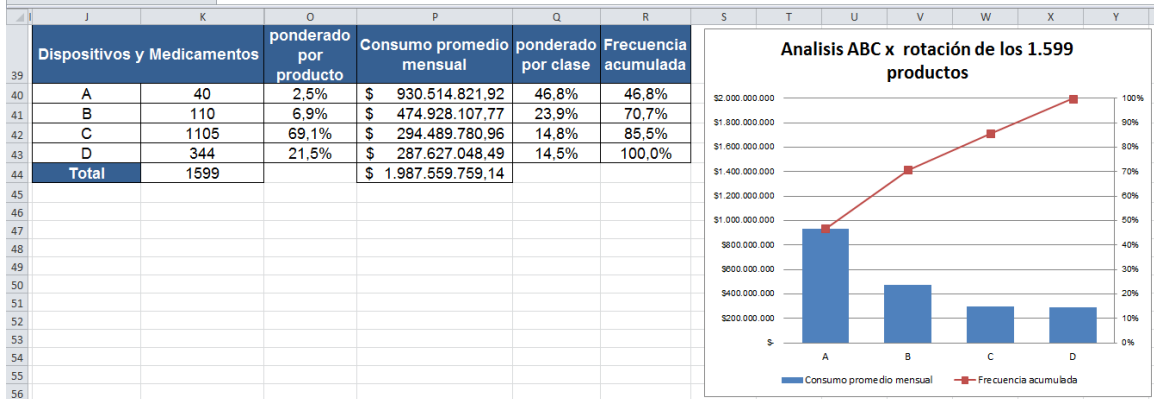


Tabla 6. Análisis de Pareto x rotación para 1599 productos.

Fuente: Los autores

Los resultados encontrados son los siguientes:

- Los productos clasificados tipo A son 40, el cual representan el 2,5% del total de los productos, el porcentaje de participación es el 46,8% del consumo promedio mensual.
- Los productos clasificados tipo B son 110, el cual representan el 6,9% del total de los productos, el porcentaje de participación es el 23,9% del consumo promedio mensual.
- Los productos clasificados tipo C son 1105, el cual representan el 69,1% del total de los productos, el porcentaje de participación es el 14,8% del consumo promedio mensual.
- Los productos clasificados tipo D son 344, el cual representan el 21,5% del total de los productos, el porcentaje de participación es el 14,5% del consumo promedio mensual.

7.1.3 Metodología clasificación por importancia relevante

Debido a tres factores trascendentales como lo son:

- Ética médica profesional.
- Misión de la IPS.
- Regulaciones y leyes.

Se hace necesario clasificar un grupo de productos entre los que se encuentran:

- Medicamentos de control especial.

2. Catéteres y cánulas de intubación.
3. Medicamentos urgentes.
4. Antibióticos.

La falta de uno o varios de estos productos en el momento de la atención disminuye la probabilidad que el paciente continúe con vida y estaremos en contravía de uno o todos los factores anteriormente mencionados.

Los productos que se encuentren en estos grupos se clasificaran como tipo A y entran a formar parte de la clasificación ABC por rotación.

Dada la importancia de algunos productos en la actividad del negocio de las IPS de 4 nivel de complejidad se hace necesario estudiar por separado esta clase de productos, se incluyen en esta clasificación aquellos productos que cumplan las siguientes condiciones:

- 1) La utilización del ítem es considerada como de urgencia vital
- 2) El tiempo entre la solicitud y la dispensación debe ser muy corto⁵¹
- 3) No existe producto complementario.
- 4) El agotado de este producto implica la no realización de un procedimiento.
- 5) Medicamentos de control especial (narcóticos).

Como ejemplo se cita el siguiente producto:

Esmeron Amp x 10 mg: medicamento indicado como adyuvante de la anestesia general para facilitar la intubación traqueal durante la inducción de rutina y de secuencia rápida, y para proporcionar relajación musculo esquelética durante la cirugía. Esmeron también está indicado como adyuvante en la unidad de cuidados intensivos (UCI) para facilitar la intubación y la ventilación mecánica.⁵²

En la siguiente grafica de hoja de cálculo se presenta un formato donde se relacionan los códigos de los productos, descripción del producto, presentación del producto, grupo al que pertenece, clasificación por tipo de producto, se le asigna la clasificación por importancia:

⁵¹ Entiéndase como tiempo corto un tiempo máximo de 10 minutos en casos de atención de solicitudes de urgentes

⁵² www.farmaciasahumada.cl/fasaonline/fasa/MFT/PRODUCTO/P1183.HTM

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
3	Codigo	Descripcion	Pres.	Grupo	Clasificación x tipo de producto	Clasificación x importancia		Dispositivo Medico	
4	2000000063	ATIVAN 1 MG	TAB	Control	Medicamento	A		Clasificación x Rotación	Cant total x Rotación
5	2000000064	ATIVAN 2 MG	TAB	Control	Medicamento	A		A	33
6	2000000183	CYTIL 200 MCG	TAB	Control	Medicamento	A			
7	2000000251	DORMICUM 5MG/5ML	AMP	Control	Medicamento	A		Total	33
8	2000000643	RIVOTRIL 2.5MG/100ML - 20ML	FCO	Control	Medicamento	A			
9	2000000644	RIVOTRIL 2 MG	TAB	Control	Medicamento	A		Medicamento	
10	2000000645	RIVOTRIL 0.5 MG	TAB	Control	Medicamento	A		Clasificación x Rotación	Cant total x Rotación
11	1000000177	CATETER 1 LUMEN 16GX20CM ESO4301	UN	Cateter	Dispositivo Medico	A		A	99
12	1000000178	CATETER 2 LUMEN 4FR AK12402 PED X 5CM.	UN	Cateter	Dispositivo Medico	A			
13	1000000179	CATETER 2 LUMEN 4FRX13CM CS14402 PED	UN	Cateter	Dispositivo Medico	A		Total	99
14	1000000180	CATETER 2 LUMEN 4FRX8CM CS15402E PED	UN	Cateter	Dispositivo Medico	A			
15	1000000222	CATETER MULTP 5.5FRX13CM CS16553E	UN	Cateter	Dispositivo Medico	A		Total de productos	132
16	2000000010	ACTILYSE 50 MG/ 50 ML	VI	Urgentes	Medicamento	A			
17	2000000012	ADENOCOR 6 MG/2 ML	AMP	Urgentes	Medicamento	A			
18	2000000015	ADRENALINA (ECAR) 1MG/ML	AMP	Urgentes	Medicamento	A			
19	2000000065	ATROPINA SULFATO (RYAN) 1MG/ML	AMP	Urgentes	Medicamento	A		Control	51
20	2000000170	CORDARONE 50MG/ ML AMP X3ML	AMP	Urgentes	Medicamento	A		Cateter	33
21	2000000171	COROTROPE 1MG/ML	AMP	Urgentes	Medicamento	A		Urgentes	32
22	2000000205	DEPO-PROVERA 150MG/3ML	VI	Urgentes	Medicamento	A		Antibioticos	16
23	2000000283	ESMERON 50MG/5ML	AMP	Urgentes	Medicamento	A			
24	2000000497	METRONIDAZOL ARB7000 500MG/100ML	BOL	Antibioticos	Medicamento	A		Total de productos	132
25	2000000582	OXACILINA 1 G	VI	Antibioticos	Medicamento	A			
26	2000000595	PENICILINA G. RYAN 5 MILLONES UI	VI	Antibioticos	Medicamento	A			
27	2000000596	PENICILINA G. 1 MILLON UI	VI	Antibioticos	Medicamento	A			
28	2000000597	PENICILINA G BENZATINICA 1200000UI/8ML	VI	Antibioticos	Medicamento	A			
29	2000000646	ROCEFIM 1 G	VI	Antibioticos	Medicamento	A			

Tabla 7. Clasificación ABC por importancia.

Fuente: Los autores

- En la gráfica se observa la asignación de los productos cumpliendo las condiciones anteriormente descritas.
- Se observa que la clasificación por importancia incluye un total de 132 productos.
- 33 son dispositivos médicos y 99 son medicamentos.
- En la clasificación grupal se presentan 51 medicamentos de control especial, 33 catéteres y cánulas de intubación, 32 medicamentos urgentes y 16 antibióticos.

7.1.4 Clasificación ABC consolidada

Para realizar esta consolidación se desarrolla lo siguiente:

- Se partió de la clasificación por rotación y la clasificación por importancia relevante.
- Se define una sola clasificación consolidada.
- Para la clasificación por importancia relevante se llegó a un total de 132 productos que se asignan como clase A y tienen una prioridad más fuerte

que redefine los productos de la clasificación por rotación que se encuentran clasificados como B, C o D.

	A	B	C	D	E	F	G	H	M	N	O	P
10	Codigo	Descripcion	Pres.	D. promedio mensual	% Individual	% Acumulado	Clasif x tipo de producto	Clasi x Rotación	Dispositivo Medico			
									Clasificación x Rotación	Cant total x Rotación		
11	2000000484	MERONEM 1 G	AMP	191.743.337	9,6%	9,6%	Medicamento	A				
12	1000008031	SET P.ADMON BOMBA INFUSION C.CLAVE	UN	55.019.546	2,8%	12,4%	Dispositivo Medico	D	A	40		
13	1000000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION	UN	54.397.975	2,7%	15,2%	Dispositivo Medico	A	B	39		
14	2000001475	NOVOSEVEN RT 2 MG	VI	48.108.789	2,4%	17,6%	Medicamento	A	C	422		
15	2000000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	45.112.658	2,3%	19,8%	Medicamento	A	D	164	D ¹	23
16	2000001551	AMBISOME 50 MG	VI	42.083.333	2,1%	22,0%	Medicamento	D			D ²	141
17	2000000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	36.193.530	1,8%	23,8%	Medicamento	A	Total	665		
18	2000000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 100 ML	B1	33.568.061	1,7%	25,5%	Medicamento	A				
19	2000000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	31.833.450	1,6%	27,1%	Medicamento	A	Medicamento			
20	2000000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	29.787.435	1,5%	28,6%	Medicamento	A	Clasificación x Rotación	Cant total x Rotación		
21	2000000171	COROTROPE 1MG/ML	AMP	28.755.730	1,4%	30,0%	Medicamento	A	A	125		
22	2000001473	ANFOGEN 50 MG	VI	27.552.000	1,4%	31,4%	Medicamento	D	B	55		
23	2000001180	NORMOSANG 25 MG	AMP	26.743.711	1,3%	32,7%	Medicamento	A	C	588		
24	1000000538	GUANTES PARA EXAMEN PEQUENO S REF.885	UN	26.008.613	1,3%	34,1%	Dispositivo Medico	A	D	166	D ¹	29
25	2000000100	BUMINATE (FLEXBUMIN) 20 G/50 ML	FCO	25.742.500	1,3%	35,4%	Medicamento	A			D ²	134
26	2000001390	MEGALOTECT 10 ML AL 10%	AMP	22.004.149	1,1%	36,5%	Medicamento	A			D ³	3
27	2000000752	TIMOGLOBULINA 25 MG	AMP	21.481.618	1,1%	37,5%	Medicamento	A	Total	934		
28	2000000384	IMMUNATE	UI	19.467.000	1,0%	38,5%	Medicamento	A				
29	2000001531	POLIMIXINA B 500000 UI - 10 ML RP	VI	18.686.667	0,9%	39,5%	Medicamento	A	Dispositivos y Medicamentos			
30	2000000616	PRECEDEX 100MCG-ML VI-2ML	VI	16.745.162	0,8%	40,3%	Medicamento	A	A	165		
31	2000001272	FOSCARNET 24MG/ML - 250 ML	FCO	15.777.073	0,8%	41,1%	Medicamento	A	B	94		
32	2000000533	NEUPOGEN 300MCG/ML	AMP	15.730.475	0,8%	41,9%	Medicamento	A	C	1010		
33	2000001566	STELARA 45 MG/0.5 MG	AMP	15.285.676	0,8%	42,7%	Medicamento	D			D ¹	52
34	2000000561	NOXAFIL 200MG/5ML	FCO	14.497.790	0,7%	43,4%	Medicamento	A	D	330	D ²	275
35	2000000169	CONTRATHION 0.2MG/100ML	VI	14.210.000	0,7%	44,1%	Medicamento	A			D ³	3
36	2000000860	ZYVOXID 600MG/300ML	BOL	13.893.178	0,7%	44,8%	Medicamento	A	Total	1599		

Tabla 8. Clasificación ABC consolidado.

Fuente: Los autores

De la gráfica se observa que de los 665 dispositivos médicos clase A son 40 productos, clase B son 39 productos, clase C son 422 productos y clase tipo D son 164 productos, de los cuales 23 son productos nuevos y 141 son productos que van a ser evaluados por el comité de farmacia para su continuidad.

De los 934 medicamentos que se seleccionaron son clase A 125 productos, clase B son 55 productos, clase C son 588 productos y clase D son 166 productos de los cuales 29 son productos nuevos D¹, 134 son productos a evaluar por el comité de farmacia D² y 3 productos catalogados como vitales no disponibles D³.

También se observa el consolidado por clases de los 1.599 productos, en los que la clase A son 165 productos, clase B son 94 productos, clase C son 1010 productos y clase tipo D son 330 productos, de los cuales 53 son productos nuevos D¹, 275 son productos que van a ser evaluados por el comité de farmacia D² y 3 productos catalogados como vitales no disponibles D³.

7.1.4.1 Análisis de Pareto consolidado

A partir de los resultados de la gráfica de hoja de cálculo clasificación ABC consolidada en la que se clasificó los 1.599 productos, se desarrolla un formato donde se relaciona la clasificación ABC con los parámetros de consumo promedio mensual, ponderado por clase y frecuencia acumulada, con el objetivo de revisar el porcentaje de participación de los tipos de clase en los 1.599 productos objeto de análisis.

Por consiguiente se presenta la gráfica de la hoja de cálculo.

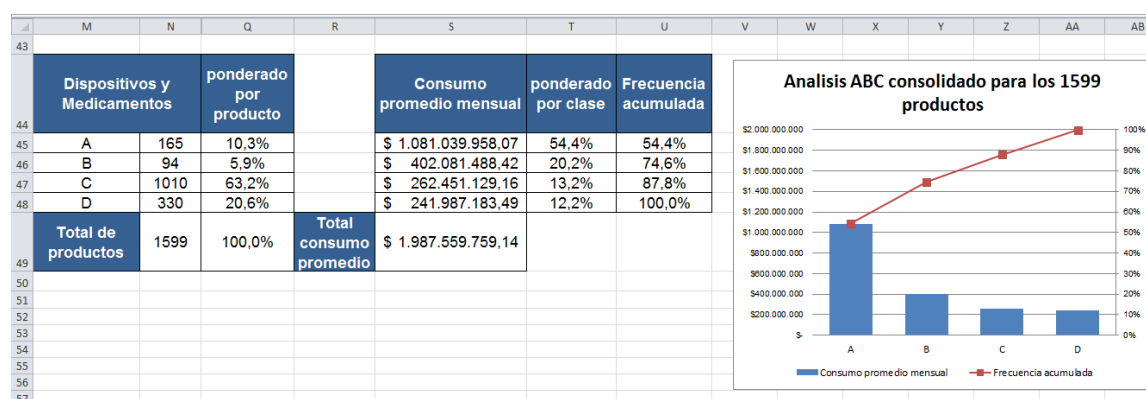


Tabla 9. Análisis de Pareto consolidado 1599 productos.

Fuente: Los autores

Los resultados encontrados son los siguientes:

- Los productos clasificados tipo A son 165, el cual representan el 10,3% del total de los productos, el porcentaje de participación es el 54,4% del consumo promedio mensual.
- Los productos clasificados tipo B son 94, el cual representan el 5,9% del total de los productos, el porcentaje de participación es el 20,2% del consumo promedio mensual.
- Los productos clasificados tipo C son 1.010, el cual representan el 63,2% del total de los productos, el porcentaje de participación es el 13,2% del consumo promedio mensual.
- Los productos clasificados tipo D son 330, el cual representan el 20,6% del total de los productos, el porcentaje de participación es el 12,2% del consumo promedio mensual.

e) De la tabla 6, se trae acotación que en la clasificación por rotación se observa que 344 productos son clasificados tipo D y en la tabla 9, como se describe en los resultados anteriores solo se encontraron 330 productos, esto quiere decir, que un total de 14 productos de los 132 productos clasificados por importantes relevante fueron reclasificados de clase D por rotación a clase A por consolidación que se realizó al unificar los productos clasificados por rotación de demanda e importancia relevante , los 14 productos se relacionan en la siguiente tabla 10.

N° de productos	Codigo	Descripcion	Clase tipo D	Clasificados tipo A por importancia relevante	Criterio
1	2000000384	IMMUNATE	D ²	Importantes	urgente
2	2000000356	HEMOFIL M FACTOR VIII U.I	D ²	Importantes	urgente
3	2000001474	NOVOSEVEN RT 1 MG	D ²	Importantes	urgente
4	2000000546	NITROPRUSIATO SODIO (ECAR) 50MG/2ML	D ²	Importantes	urgente
5	2000001600	VASCEL (VASOPRESINA) SOL. INY. 20UI/ML	D ¹	Importantes	urgente
6	2000000560	NOVOSEVEN 120 UI	D ²	Importantes	urgente
7	2000001653	FENTANILO 50MCG/ML - AMP x 10 ML	D ¹	Importantes	control
8	2000001679	PETRESSIN 20UI/ML SOL INY	D ¹	Importantes	urgente
9	1000007891	CATETER LIFECATH 3FR 20GX60 R.129413	D ¹	Importantes	catéter
10	2000001607	CYTIL V 200 MCG - TAB	D ¹	Importantes	control
11	2000001608	CYTIL V 50 MCG - TAB	D ¹	Importantes	control
12	2000000514	MORFINA 30MG/20ML	D ²	Importantes	control
13	2000001652	TIOPENTAL SÓDICO 1 GR (LAFRANCOL)	D ¹	Importantes	control
14	2000001614	FENTANILO 0.1 MG / 2 ML - AMP	D ¹	Importantes	control

Tabla 10. Productos tipo D que se reclasificaron a clase A por importancia relevante.

Fuente: Los autores

En la tabla 10 se observa que se encuentran 7 productos que se reclasificaron tipo A, por el criterio de productos urgentes 6 productos que se reclasificaron tipo A por el criterio de ser producto de control especial, 1 producto que se reclasifico tipo A por el criterio de ser un catéter

7.1.5 Panorama general clasificación ABC

Se consolidó la información en una hoja de cálculo de excel donde se relacionan los niveles de clasificación expresados en el numeral 6.2.1.

Niveles de Clasificación																																																	
Nivel I				Nivel II				Nivel III				Nivel IV																																					
Tipo de Producto				Rotación				Importancia				Consolidado																																					
Total Productos 1.599				Dispositivos Medicos 665				Medicamentos 934																																									
				<table border="1"> <tr><td>A =</td><td>7</td></tr> <tr><td>B =</td><td>43</td></tr> <tr><td>C =</td><td>450</td></tr> <tr><td>D =</td><td>165</td></tr> <tr><td>Total</td><td>665</td></tr> </table>				A =	7	B =	43	C =	450	D =	165	Total	665	<table border="1"> <tr><td>A =</td><td>33</td></tr> <tr><td>Total</td><td>33</td></tr> </table>				A =	33	Total	33	<table border="1"> <tr><td>A =</td><td>40</td></tr> <tr><td>B =</td><td>39</td></tr> <tr><td>C =</td><td>422</td></tr> <tr><td>D =</td><td>164</td></tr> <tr><td>Total</td><td>665</td></tr> </table>				A =	40	B =	39	C =	422	D =	164	Total	665	<table border="1"> <tr><td>D¹</td><td>23</td></tr> <tr><td>D²</td><td>141</td></tr> </table>				D ¹	23	D ²	141		
A =	7																																																
B =	43																																																
C =	450																																																
D =	165																																																
Total	665																																																
A =	33																																																
Total	33																																																
A =	40																																																
B =	39																																																
C =	422																																																
D =	164																																																
Total	665																																																
D ¹	23																																																
D ²	141																																																
				<table border="1"> <tr><td>A =</td><td>33</td></tr> <tr><td>B =</td><td>67</td></tr> <tr><td>C =</td><td>655</td></tr> <tr><td>D =</td><td>179</td></tr> <tr><td>Total</td><td>934</td></tr> </table>				A =	33	B =	67	C =	655	D =	179	Total	934	<table border="1"> <tr><td>A =</td><td>99</td></tr> <tr><td>Total</td><td>99</td></tr> </table>				A =	99	Total	99	<table border="1"> <tr><td>A =</td><td>125</td></tr> <tr><td>B =</td><td>55</td></tr> <tr><td>C =</td><td>588</td></tr> <tr><td>D =</td><td>166</td></tr> <tr><td>Total</td><td>934</td></tr> </table>				A =	125	B =	55	C =	588	D =	166	Total	934	<table border="1"> <tr><td>D¹</td><td>29</td></tr> <tr><td>D²</td><td>134</td></tr> <tr><td>D³</td><td>3</td></tr> </table>				D ¹	29	D ²	134	D ³	3
A =	33																																																
B =	67																																																
C =	655																																																
D =	179																																																
Total	934																																																
A =	99																																																
Total	99																																																
A =	125																																																
B =	55																																																
C =	588																																																
D =	166																																																
Total	934																																																
D ¹	29																																																
D ²	134																																																
D ³	3																																																
<table border="1"> <tr><td colspan="2">Clasificación consolidada ABC para los 1.599 productos</td></tr> <tr><td>A =</td><td>165</td></tr> <tr><td>B =</td><td>94</td></tr> <tr><td>C =</td><td>1010</td></tr> <tr><td>D =</td><td>330</td></tr> </table>																Clasificación consolidada ABC para los 1.599 productos		A =	165	B =	94	C =	1010	D =	330																								
Clasificación consolidada ABC para los 1.599 productos																																																	
A =	165																																																
B =	94																																																
C =	1010																																																
D =	330																																																

Tabla 11. Panorama general de la clasificación ABC para los 1.599 productos entre medicamentos y dispositivos médicos.

Fuente: Los autores

Como resultado del análisis de los 1.599 productos se encontró que 165 productos se clasificaron como tipo A, 94 productos fueron clasificados como tipo B, 1010 productos fueron clasificados como tipo C y 330 productos fueron clasificados como tipo D.

7.2 CATEGORIZACIÓN DE LA DEMANDA

Categorizar la demanda consiste en agrupar productos cuyos patrones de demanda presentan características similares. A pesar de la importancia de la categorización en la gestión del inventario no existe una categorización y definición de patrones de demanda generalizada⁵³.

La categorización de los 1.599 productos se divide en niveles de la siguiente manera:

- 1) Nivel I: Categorización por tipo de demanda.
- 2) Nivel II: Categorización por coeficiente de variación.
- 3) Nivel III: Categorización por tendencia.
- 4) Nivel IV: Categorización por intervalo medio de ocurrencia.

⁵³ BABILONI. María E. (2009), Tesis Doctoral, Una metodología para la estimación eficiente del “stock” de referencia en políticas de revisión periódica con demanda discreta, pág. 12.

Categoría 1 consiste en agrupar los productos según la ocurrencia de los eventos de la demanda:

- 1) Demanda Continua
- 2) Demanda Intermitente

Categoría 2 consiste en agrupar los productos según la variabilidad de los datos de la demanda:

- 1) Coeficiente de variación (δ) para los ítems que presentan demanda continua.
- 2) Coeficiente de variación cuadrática (δ^2) para los ítems que presentan demanda intermitente

Categoría 3 consiste en agrupar los productos según su tendencia y su coeficiente de variación, esta categoría solo aplica para los ítems que presentaron demanda continua, se representa por la variable (m)

Categoría 4 basado en el esquema de categorización para demanda intermitente de Syntetos⁵⁴, consiste en agrupar los productos según el intervalo promedio entre demandas, en cual se identifica con la variable (ρ) y el coeficiente de variación cuadrático, el cual se idéntica con la variable (δ^2)

7.2.1 Nivel I: Categorización por tipo de demanda

7.2.1.1 Demanda continua

Es aquella demanda donde la ocurrencia de sus eventos se presentan de manera continua período a período sin interrupciones.

Para identificar la demanda continua, se requiere identificar en la hoja de cálculo ordenada anteriormente, cuantos productos de los 1.599 presentan demanda continua para tal fin se muestra la tabla 12.

⁵⁴ SYNTETOS, A. A.; BOYLAN, J. E. (2005). The accuracy of intermittent demand estimates. International Journal of Forecasting, Vol.21, No 2, pp. 303-314.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	Z	AN	AO
3				1	2	3	4	5	6	7	8			Constante	
4	Codigo	Descripcion	Pres.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Clasif x tipo de producto		Clasificacion x tipo de producto	Demanda constante
5	1000001796	SEDA NEGRA TRENZADA 2.0 SC26 185T	UN	2	2	2	1	1	1	12	29	Dispositivo Medico		Dispositivo Medico	247
6	2000001204	DIANEAL 2.5% ULTRABAG X 2.000 ML	BOL	5	23	1	4	1	4	4	2	Medicamento		Medicamento	303
7	1000003833	SET PERFUSOR SECURA OPACO 50ML 728836	UN	16	6	12	21	12	15	35	16	Dispositivo Medico			
8	2000000221	DIANEAL 1.5% - 5000ML	BOL	4	24	21	7	3	1	5	1	Medicamento			
9	1000001263	INSYTE DE SEGURIDAD 16GA X 1 1.4. 381454	UN	14	6	6	8	5	17	18	7	Dispositivo Medico			
10	1000000911	VENDA ALGODON LAMINADO DE 4X5	UN	3	4	2	3	1	1	3	1	Dispositivo Medico			
11	2000000139	CELLCEPT 250 MG	CP	23	26	9	232	769	95	133	360	Medicamento			
12	2000000088	BETOPROLOL 1 MG/ML	AMP	2	5	2	4	12	47	11	6	Medicamento			
13	2000000274	ENSURE PLUS HN 237 ML	LA									Medicamento			
14	2000000422	KETAMINA HCL 500MG/10ML	VI	8	6	50	5	5	2	3	20	Medicamento			
15	2000001472	KEPPRA 100MG/ ML - 5 ML	VI					11	1	3	45	Medicamento			
16	2000000065	ATROPINA SULFATO (RYAN) 1MG/ML	AMP	19	25	19	16	104	25	17	74	Medicamento			
17	1000005939	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 20GX1	UN	2085	1311	1182	865	423	2140	998	1262	Dispositivo Medico			
18	2000000645	RIVOTRIL 0.5 MG	TAB	20	26	29	18	51	9	52	56	Medicamento			
19	2000001029	GLYTROL 1500 ML	B1M	5	8	22	24	8	26	17	16	Medicamento			
20	2000000064	ATIVAN 2 MG	TAB	53	34	124	11	15	5	11	11	Medicamento			
21	2000001546	CARVEDIL 25 MG	TAB									Medicamento			
22	2000000073	BAC TRIM 400MG+80 MG AMPOLLax 5ml	AMP	330	65	38	3	25	60	252	254	Medicamento			
23	2000000220	DIANEAL 2.5% - 2000ML	BOL	3	2	3	4	2	4	14	9	Medicamento			
24	2000001420	GABAPENTIN 300 MG	CP	36	246	291	40	22	123	180	20	Medicamento			
25	2000001409	QUETIAPINA 100 MG	TAB	8	2	158	28	22	4	22	33	Medicamento			
26	2000000376	HUMALOG 100UI/ML	AMP	1	2	4	6	2	2	4	3	Medicamento			
27	2000000541	NIMBIUM 10MG/5ML	AMP	8	7	11	57	2	12	16	6	Medicamento			
28	2000000814	V FEND 200 MG	VI	12	19	137	102	33	53	25	32	Medicamento			
29	2000000469	LOVASTATINA - GENFAR 20 MG	TAB	1217	1066	620	436	470	474	442	421	Medicamento			
30	2000000122	CAPOTEN 25 MG	TAB	12	4	10	6	39	3	20	5	Medicamento			
31	2000000662	SANDIMUN 100 MG	CP	18	20	12	21	41	102	21	15	Medicamento			
														Total	550

Tabla 12. Listado de productos que presentan demanda continua.

Fuente: Los autores

Para el desarrollo de la tabla 12 se ejecuta los siguientes pasos:

- Se agrupa los 1.599 productos y se hizo un filtro en la hoja de cálculo excel que devolviera los productos con demanda ininterrumpida durante mínimo 7 meses continuos últimos meses de los 21 meses que son objeto de análisis.
- Se clasifica los códigos por tipo producto: dispositivos médicos o medicamentos.
- Se ejecuta la función de excel “contar.si.conjunto” para que recuento cuantos de los 1.599 productos presentan demanda constante y además para que devuelva en el conteo cuantos son medicamentos y dispositivos médicos.

En la tabla se puede observar los resultados del desarrollo, la cual refleja que 550 productos presentan demanda continua, de los cuales 247 son dispositivos médicos y 303 son medicamentos.

7.2.1.2 Demanda intermitente

Es aquella demanda donde la ocurrencia de sus eventos no se presenta de manera continua o presenta interrupciones de un período a otro.

Para identificar la demanda intermitente, se requiere identificar en la hoja de cálculo ordenada anteriormente, cuantos productos de los 1.599 presentan demanda intermitente para tal fin se muestra la tabla.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	X	Y	AT	AU
3				1	2	3	4	5	6	7			Intermitente	
4	Codigo	Descripcion	Pres.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Clasificacion x tipo de producto	Demanda Intermitente	Clasificacion x tipo de producto	Demanda Intermitente
5	1000000763	SONDA DE SUCCION #16 REF.1134	UN	12	3	1	7	8	2	3	Dispositivo Medico	Intermitente	Dispositivo Medico	260
6	2000000952	LEPONEX 25 MG	TAB			5	16	5	25	4	Medicamento	Intermitente	Medicamento	459
7	2000000769	TRAMAL 50 MG	CP			132	3	12	7		Medicamento	Intermitente		
8	2000000239	DIPRIVAN 10MG/20ML	AMP	4	38	458	166	2	12	1	Medicamento	Intermitente	Total productos de Demanda Intermitente 719	
9	2000001153	FENOBARBITAL 40MG/ML	AMP	16	18	111	13	34	5	3	Medicamento	Intermitente		
10	1000000525	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 18. 1 1.2BD30234	UN	795							Dispositivo Medico	Intermitente		
11	1000001824	CATGUT CROMADO 2.0 CT1 REF 923T	UN	5		1			2	2	Dispositivo Medico	Intermitente		
12	2000001349	PREZISTA TABLETAS 600 MG	TAB						59		Medicamento	Intermitente		
13	2000000585	PANKREOFLAT 80+170 MG	TAB					2			Medicamento	Intermitente		
14	2000000108	BUSCAPINA COMPOSITUM 10+250 MG	TAB		4		8	4			Medicamento	Intermitente		
15	1000000545	JERINGA DES.10CC C.LUER LOCK-BD 302499	UN	2 98	22		1 643	9422	12244	3 215	Dispositivo Medico	Intermitente		
16	1000003110	SONDA FOLEY 2 VIAS#8F SILICONA C431508	UN	1			3	4	2	3	Dispositivo Medico	Intermitente		
17	2000000875	CONCOR 5 MG	TAB	3	1	1	2		3	1	Medicamento	Intermitente		
18	1000000548	JERINGA DES.5CC C.LUER LOCK-BD 302495	UN	2 45	3		74 6	1769	14257	1976	Dispositivo Medico	Intermitente		
19	2000000864	AKINETON 5MG/ML	AMP		1		1	21	17	1	Medicamento	Intermitente		
20	2000000761	TOPAMAC 100 MG	TAB		2		2		3		Medicamento	Intermitente		
21	2000001311	AZTREONAM 1 G	VI	8	8			1		3	Medicamento	Intermitente		
22	2000000704	SPORANOX 10MG/ML .25ML	VI		1	1					Medicamento	Intermitente		
23	2000000128	CASILAN 120 G	BOL							1	Medicamento	Intermitente		
24	2000001043	PREXIMED 5000 ML	BOL			8	22			3	Medicamento	Intermitente		
25	2000000265	EMEND 80 MG	CP	1		2		14		1	Medicamento	Intermitente		
26	1000002601	PERICRANEAL AGUJA #23	UN							2	Dispositivo Medico	Intermitente		
27	2000000881	DIAZEPAM 10 MG	TAB								Medicamento	Intermitente		

Tabla 13. Listado de productos que presentan demanda intermitente.

Fuente: Los autores

Para el desarrollo de la tabla se ejecuta los siguientes pasos:

- Se agrupa los 1.599 productos y se hizo un filtro en la hoja de cálculo excel que devolviera los productos con demanda intermitente durante los 21 meses.
- Se clasifica los códigos por tipo producto: dispositivos médicos o medicamentos.
- Se ejecuta la función de excel “contar.si.conjunto” para que recuente cuantos de los 1.599 productos presentan demanda intermitente y además para que devuelva en el conteo cuantos son medicamentos y dispositivos médicos.

En la tabla se puede observar los resultados del desarrollo, la cual refleja que 719 productos presentan demanda intermitente, de los cuales 260 son dispositivos médicos y 459 son medicamentos.

7.2.2 Nivel II: Categorización por coeficiente de variación

7.2.2.1 Demanda continua

Para la demanda continua se desarrolla el cálculo del coeficiente de variación para los 550 productos, con el fin de determinar cuántos de los 550 productos tienen un comportamiento constante u homogéneo en la demanda y cuántos tienen un comportamiento variable o heterogéneo en los 21 meses de demanda.

Por tal razón a la tabla de demanda continua se le agregó dos columnas, una en la que se define el coeficiente de variación de todos los productos con demanda continua y en la otra columna se define criterio como una función "si" de excel, que permita establecer una decisión lógica en la que devuelva el nombre de variable si, $CV > 0,5$, de lo contrario devuelva el nombre constante, esto con el propósito de contar los productos que son constantes y variables.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	AE	AF	AJ	AK	AL
3				1	2	3	4	5	6				CRITERIO	
4	Codigo	Descripcion	Pres	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Coef Var	CRITERIO		Coeficiente de Variacion	Demanda constante
5	1000001796	SEDA NEGRA TRENZADA 2.0 SC26 185T	UN	2	2	2	1	1	1	1,62	VARIABLE		CONSTANTE	357
6	2000001204	DIANEAL 2.5% ULTRABAG X 2.000 ML	BOL	5	23	1	4	1	4	1,49	VARIABLE		VARIABLE	193
7	1000003833	SET PERFUSOR SECURA OPACO 50ML 728836	UN	16	6	12	21	12	15	1,37	VARIABLE			
8	2000000221	DIANEAL 1.5% - 5000ML	BOL	4	24	21	7	3	1	1,25	VARIABLE		Total productos de Demanda constante	550
9	1000001263	INSYTE DE SEGURIDAD 16GA X 1 1.4. 381454	UN	14	6	6	8	5	17	1,23	VARIABLE			
10	1000000911	VENDA ALGODON LAMINADO DE 4X5	UN	3	4	2	3	1	1	1,18	VARIABLE			
11	2000000139	CELLCEPT 250 MG	CP	23	26	9	232	769	95	1,17	VARIABLE			
12	2000000088	BETOPROLOL 1 MG/ML	AMP	2	5	2	4	12	47	1,17	VARIABLE			
13	2000000274	ENSURE PLUS HN 237 ML	LA							1,14	VARIABLE			
14	2000000422	KETAMINA HCL 500MG/10ML	VI	8	6	50	5	5	2	1,14	VARIABLE			
15	2000001472	KEPPRA 100MG/ ML - 5 ML	VI					11	1	1,11	VARIABLE			
194	2000000127	CASILAN 250 G	BOL	29	39	46	27	12	29	0,50	CONSTANTE			
195	2000000365	HIDERAX 100MG/2ML	AMP	5	10	19	26	3	21	0,49	CONSTANTE			
196	1000003493	INSPIROMETRO INCENTIVO PEDIATRICO 1905	UN	8	8	6	2	6	3	0,49	CONSTANTE			
197	1000002120	RESPIRADOR P.TBC 3M REF-1860	UN							0,49	CONSTANTE			
198	2000000487	METHERGIN 0.20/ML	AMP	24	14	25	4	12	18	0,49	CONSTANTE			
199	1000000701	SISTEMA SUCCION TRAQUEAL 6FR CERRADA	UN	6	9	4	6	8	8	0,49	CONSTANTE			
200	1000001262	INSYTE DE SEGURIDAD 14GA X 2. BD381467	UN	7	5	7	14	9	8	0,49	CONSTANTE			
201	1000000765	SONDA NASOGASTRICA LEVIN 6 REF.1145	UN	2	4	8	6	3	12	0,49	CONSTANTE			
202	1000004956	CATER RADIAL PED122GAX5CM 01SAC0062	UN	3	2	7	5	4	3	0,49	CONSTANTE			
203	1000004581	QUIRUCIDAL SACHET X 5CC	UN	38	162	221	236	265	177	0,49	CONSTANTE			
204	2000000347	GLUCOPHAGE 850 MG	TAB	26	10	26	31	18	29	0,48	CONSTANTE			
205	2000000768	TRAMAL 100MG/ML - 10ML	FCO	2	5	4	6	2	9	0,48	CONSTANTE			
206	1000005856	CINTA UMBILICAL REF. U11T	UN	6	4	7	4	9	4	0,48	CONSTANTE			
207	2000000082	BECLOVENT INHALADOR 50 MCG	FCO	10	13	13	18	10	13	0,48	CONSTANTE			
208	2000000860	ZYVOXID 600MG/300ML	BOL	72	80	102	54	128	78	0,48	CONSTANTE			
209	2000001541	DOPAMINA 200 MG /5 ML INYECTABLE	VI							0,47	CONSTANTE			
210	1000002096	BOLSA ABIERT NEWMAG OPACA 70MMLHBK1	UN	7	7	22	12	13	32	0,47	CONSTANTE			
211	2000000340	GENTAMICINA 0.3% -5ML	FCO	7	4	7	4	5	10	0,47	CONSTANTE			

Tabla 14. Cálculo del coeficiente de variación en productos que presentan demanda continua.

Fuente: Los autores

En la tabla se reflejan los resultados del conteo de los productos que tienen un comportamiento constante, que son 357 productos y 193 productos que presentan un comportamiento variable.

7.2.2.2 Demanda intermitente

Para la demanda intermitente se desarrolla el cálculo del coeficiente de variación cuadrático de los 719 productos, con el fin de determinar cuántos de los 719 productos tienen un comportamiento constante u homogéneo en la demanda y cuántos tienen un comportamiento variable u heterogéneo en los 21 meses de demanda.

Por tal razón a la tabla de demanda intermitente se le agregó dos columnas, una en la que se define el coeficiente de variación cuadrático de todos los productos con demanda intermitente y en la otra columna se define criterio como una función "SI" de excel, que permita establecer una decisión lógica en la que devuelva el nombre de variable si, $CV^2 > 0,49$, de lo contrario devuelva el nombre constante, esto con el propósito de contar los productos que son constantes y variables.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	AF	AG	AN	AO	AP	AA
3				1	2	3	4	5	6	7						
4	Código	Descripción	Pres.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Coef Vari ²	CRITERIO		CRITERIO		
5	1000000763	SONDA DE SUCCION #16 REF.1134	UN	12	3	1	7	8	2	3	5,36	VARIABLE		Coeficiente de Variación cuadrático	Demanda intermitente	
6	2000000952	LEPONEX 25 MG	TAB			5	16	5	25	4	0,93	VARIABLE		CONSTANTE	385	
7	2000000769	TRAMAL 50 MG	CP			132	3	12	7		4,23	VARIABLE		VARIABLE	334	
8	2000000239	DIPRIVAN 10MG/20ML	AMP	4	38	458	166	2	12	1	3,04	VARIABLE				
9	2000001153	FENOBARBITAL 40MG/ML	AMP	16	18	111	13	34	5	3	3,14	VARIABLE				
10	1000000525	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 18. 1 1.2BD302347	UN	795							2,87	VARIABLE				
11	1000001824	CATGUT CROMADO 2.0 CT1 REF 923T	UN	5		1			2	2	2,86	VARIABLE				
12	2000001349	PREZISTA TABLETAS 600 MG	TAB						59		2,73	VARIABLE				
13	2000000585	PANKREOFLAT 80+170 MG	TAB					2			2,64	VARIABLE				
14	2000000108	BUSCAPINA COMPOSITUM 10+250 MG	TAB		4		8	4			2,63	VARIABLE				
15	1000000545	JERINGA DES.10CC C.LUER LOCK-BD 302499	UN	2 98	22		1 643	9422	12244	3 215	4,01	VARIABLE				
16	1000003110	SONDA FOLEY 2 VIAS#8F SILICONA C43150803	UN	1			3	4	2	3	2,65	VARIABLE				
17	2000000875	CONCOR 5 MG	TAB	3	1	1	2		3	1	2,74	VARIABLE				
18	1000000548	JERINGA DES.SCC C.LUER LOCK-BD 302495	UN	2 45	3		74 6	1769	14257	1976	3,90	VARIABLE				
19	2000000864	AKINETON 5MG/ML	AMP		1		1	21	17	1	2,27	VARIABLE				
20	2000000761	TOPAMAC 100 MG	TAB		2		2		3		2,25	VARIABLE				
21	2000001311	AZTREONAM 1 G	VI	8	8			1		3	4,11	VARIABLE				
22	2000000704	SPORANOX 10MG/ML - 25ML	VI		1	1					2,08	VARIABLE				
23	2000000128	CASILAN 120 G	BOL							1	2,03	VARIABLE				
24	2000001043	PREXIMED 5000 ML	BOL			8	22			3	3,14	VARIABLE				
25	2000000265	EMEND 80 MG	CP	1		2		14		1	1,99	VARIABLE				
26	1000002601	PERICRANEAL AGUJA #23	UN							2	2,31	VARIABLE				
27	2000000881	DIAZEPAM 10 MG	TAB								1,98	VARIABLE				

Tabla 15. Cálculo del coeficiente de variación cuadrático para productos que presentan demanda intermitente.

Fuente: Los autores

En la tabla se reflejan los resultados del conteo de los productos que tienen un comportamiento constante, que son 385 productos y 334 productos que presentan un comportamiento variable.

7.2.3 Nivel III: Categorización por tendencia y coeficiente de variación

De los 550 productos que presentan demanda continua, se estudia los patrones de comportamiento de los 21 meses de referencia de demanda histórica con los que cuenta la IPS en el curso del desarrollo de este trabajo de grado.

Del estudio de categorización por coeficiente de variación se identifica que de los 550 productos de demanda continua, tan solo 193 productos tienen un comportamiento variable, por esta razón estos 193 productos serán objeto del análisis para identificar los patrones de comportamiento de tendencia, estacional y cíclico. Para esto se hizo una selección aleatoria de 22 productos de los 193 productos que presentan un comportamiento variable, se ejecuta la función de excel “aleatorio.entre”, para que encontrara los 22 productos, a los cuales se le realizara un diagrama de dispersión para cada uno, con el propósito de encontrar los patrones de comportamiento que más se aproximen a la demanda de los 22 productos a analizar, los productos seleccionados son:

	A	B	C	D	AG	AK	AL	AM
4	N	Codigo	Descripcion	Pres.	CRITERIO	Codigo	PRODUCTOS SELECCIONADOS	Numeros Aleatorios
5	1	1000001796	SEDA NEGRA TRENZADA 2.0 SC26 185T	UN	VARIABLE	2000000469	LOVASTATINA - GENFAR 20 MG	25
6	2	2000001204	DIANEAL 2.5% ULTRABAG X 2.000 ML	BOL	VARIABLE	2000000422	KETAMINA HCL 500MG/10ML	10
7	3	1000003833	SET PERFUSOR SECURA OPACO 50ML 7288	UN	VARIABLE	2000000359	HEPA-MERZ 5 G	121
8	4	2000000221	DIANEAL 1.5% - 5000ML	BOL	VARIABLE	1000007746	SONDA ENTERAL CORFLO 5FR	190
9	5	1000001263	INSYTE DE SEGURIDAD 16GA X 1 1.4. 381454	UN	VARIABLE	2000000164	COLCHIMEDIO 0.5 MG	75
10	6	1000000911	VENDA ALGODON LAMINADO DE 4X5	UN	VARIABLE	1000007068	PASTA ADAPT TBO X 2 OZ HOLLISTER	119
11	7	2000000139	CELLCEPT 260 MG	CP	VARIABLE	2000000814	V FEND 200 MG	24
12	8	2000000088	BETOPROLOL 1 MG/ML	AMP	VARIABLE	1000003812	CUTIMED SORBACT COMPRESA 7CMX9CM	181
13	9	2000000274	ENSURE PLUS HN 237 ML	LA	VARIABLE	2000000815	V FEND 50 MG	99
14	10	2000000422	KETAMINA HCL 500MG/10ML	VI	VARIABLE	1000000649	ULTRA SET BOLSA DRENAJE 3L REF.MRM4366	162
15	11	2000001472	KEPPRA 100MG/ ML - 5 ML	VI	VARIABLE	2000000730	TAVEGIL 2MG/2ML	161
16	12	2000000065	ATROPINA SULFATO (RYAN) 1MG/ML	AMP	VARIABLE	2000001069	VITAMINA C 500 MG	35
17	13	1000005939	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 20GX1	UN	VARIABLE	2000000220	DIANEAL 2.5% - 2000ML	19
18	14	2000000645	RIVOTRIL 0.5 MG	TAB	VARIABLE	2000000419	KEFZOL 1 G	187
19	15	2000001029	GLYTROL 1500 ML	B1M	VARIABLE	2000000381	HYDREA 500 MG	113
20	16	2000000064	ATIVAN 2 MG	TAB	VARIABLE	1000005941	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 23GX1	36
21	17	2000001546	CARVEDIL 25 MG	TAB	VARIABLE	2000001546	CARVEDIL 25 MG	17
22	18	2000000073	BACTRIM 400MG+80 MG AMPOLLAx 5ml	AMP	VARIABLE	2000001175	SULFATO DE MAGNESIO 450 G	100
23	19	2000000220	DIANEAL 2.5% - 2000ML	BOL	VARIABLE	2000000420	KEPPRA 100MG/300ML	142
24	20	2000001420	GABAPENTIN 300 MG	CP	VARIABLE	1000002102	BOLSA 1 SOLA PIEZA PEDIAT HOLLISTER 3795	66
25	21	2000001409	QUETIAPINA 100 MG	TAB	VARIABLE	2000000053	ARALEN 250 MG	65
26	22	2000000376	HUMALOG 100U/ML	AMP	VARIABLE	2000001519	HIDROXICINA 25 MG	77

Tabla 16. Generación aleatoria de productos para evaluar estacionalidad.

Fuente: Los autores

De los 22 productos seleccionados se observó el comportamiento variable de las demandas, no se evidencio patrones de comportamiento aproximados de estacionalidad, ni cíclicos, se apreció patrones de comportamiento por tendencia en la demanda de los productos.

De los 22 productos seleccionados se escoge 4 productos para presentarlos en el trabajo de grado.

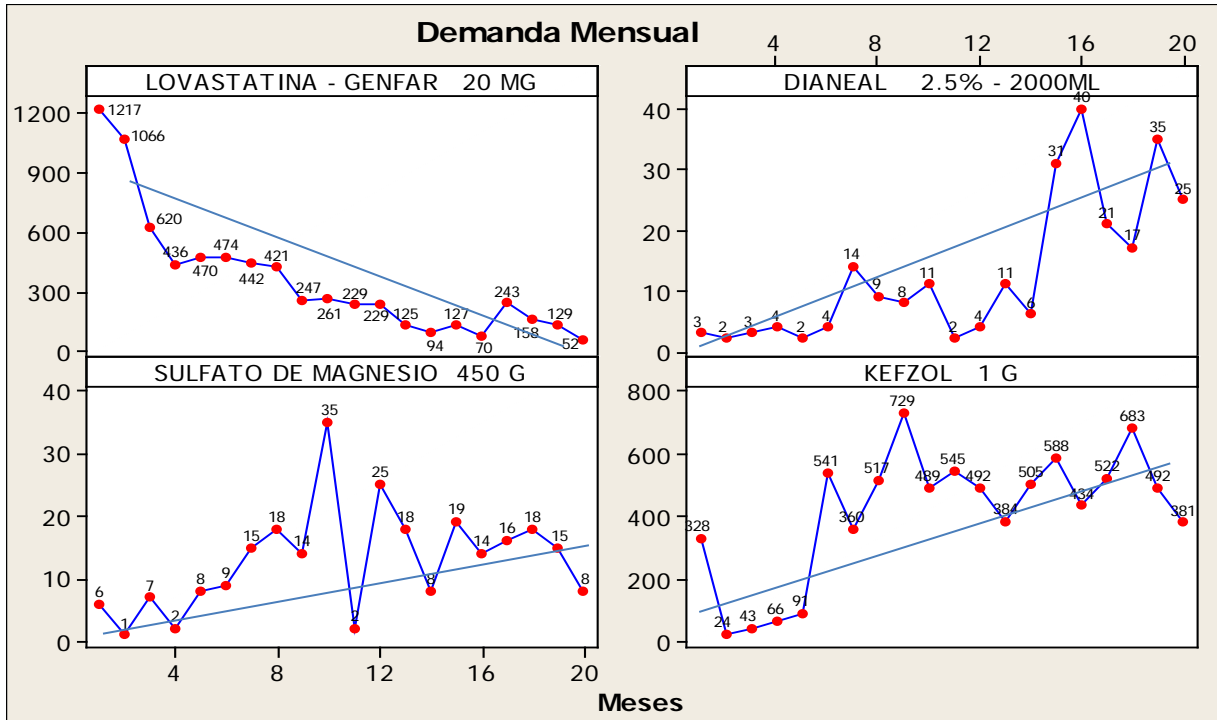


Ilustración 13. Análisis de demanda para validar no estacionalidad en series de tiempo

Fuente: Los autores

Con la gráfica se puede validar que el análisis realizado anteriormente para los 22 productos, se presenta para los 4 productos el mismo patrón de tendencia en el comportamiento de la demanda, además no se percibe patrones estacionales o cíclicos en las demandas mensuales.

Por el análisis anterior se desarrolla una tabla de la categorización por patrón de comportamiento por tendencia y por coeficiente de variación, la cual se describe en los siguientes pasos:

- a) Se ejecuta la función pendiente de excel que calcula la pendiente de la demanda mensual de todos los 550 productos que tienen una demanda continua.
- b) Se agrega una columna que calcule el promedio de todas las demandas de los 550 productos.
- c) Se agrega una columna que calcula la tendencia con la función lógica si de excel, que permite devolver cuales de las demanda tienen tendencia, con una prueba lógica que toma el valor de la pendiente de la demanda del

producto y lo divide por la columna de promedio del producto, si $m \geq 0,1$, devuelva tiene tendencia creciente, si no evalúe, si $m \leq 0,1$, devuelva tiene tendencia decreciente, si no se cumple ninguna de las anteriores devuelva el nombre sin tendencia.

d) Usar la función “contar.si.conjunto” de excel que integre el coeficiente de variación encontrado en la tabla 14 y la columna de tendencia hallada en el paso anterior, para que ejecute el conteo categorizando los 550 productos de demanda continua en la matriz de 6 opciones de categorización de demanda continua posible, las 6 opciones categorización de demanda continua posibles son:

- Tendencia creciente y coeficiente de variación constante.
- Tendencia creciente y coeficiente de variación variable.
- Tendencia decreciente y coeficiente de variación constante.
- Tendencia decreciente y coeficiente de variación variable.
- Sin tendencia y coeficiente de variación constante.
- Sin tendencia y coeficiente de variación variable.

Codigo	Descripcion	Pres	1			Coef Vari	CRITERIO	Tendencia = m	CRITERIO	
			Enero	Febrero	Marzo				Coeficiente de Variacion	Demanda constante
1000001796	SEDA NEGRA TRENZADA 2.0 SC26 185T	UN	2	2	2	1,62	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000001204	DIANEAL 2.5% ULTRABAG X 2.000 ML	BOL	5	23	1	1,49	VARIABLE	SIN TENDENCIA	CONSTANTE	357
1000003833	SET PERFUSOR SECURA OPACO 50ML 728836	UN	16	6	12	1,37	VARIABLE	TIENE TENDENCIA CRECIENTE	VARIABLE	193
2000000221	DIANEAL 1.5% - 5000ML	BOL	4	24	21	1,25	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
1000001263	INSYTE DE SEGURIDAD 16GA X 1 1.4. 381454	UN	14	6	6	1,23	VARIABLE	SIN TENDENCIA	Total productos de Demanda constante	550
1000000911	VENDA ALGODON LAMINADO DE 4X5	UN	3	4	2	1,18	VARIABLE	TIENE TENDENCIA CRECIENTE		
2000000139	CELLCEPT 250 MG	CP	23	26	9	1,17	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000000088	BETOPROLOL 1 MG/ML	AMP	2	5	2	1,17	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000000274	ENSURE PLUS HN 237 ML	LA				1,14	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000000422	KETAMINA HCL 500MG/10ML	VI	8	6	50	1,14	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000001472	KEPPRA 100MG/ ML - 5 ML	VI				1,11	VARIABLE	TIENE TENDENCIA CRECIENTE		
2000000065	ATROPINA SULFATO (RYAN) 1MG/ML	AMP	19	25	19	1,04	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
1000005939	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 20GX1	UN	2085	1311	1182	1,02	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000000645	RIVOTRIL 0,5 MG	TAB	20	26	29	0,97	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000001029	GLYTROL 1500 ML	B1M	5	8	22	0,96	VARIABLE	TIENE TENDENCIA CRECIENTE		
2000000064	ATIVAN 2 MG	TAB	53	34	124	0,95	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000001546	CARVEDIL 25 MG	TAB				0,94	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000000073	BACTRIM 400MG+80 MG AMPOLLax 5ml	AMP	330	65	38	0,94	VARIABLE	SIN TENDENCIA		
2000000220	DIANEAL 2.5% - 2000ML	BOL	3	2	3	0,94	VARIABLE	TIENE TENDENCIA CRECIENTE		
2000001420	GABAPENTIN 300 MG	CP	36	246	291	0,93	VARIABLE	SIN TENDENCIA		

Productos con demanda continua	
CONSTANTE	VARIABLE
TIENE TENDENCIA CRECIENTE 3	TIENE TENDENCIA CRECIENTE 17
SIN TENDENCIA 353	SIN TENDENCIA 172
TIENE TENDENCIA DECRECIENTE 1	TIENE TENDENCIA DECRECIENTE 4

Tabla 17. Categorización por tendencia y por coeficiente de variación.

Fuente: Los autores

De la tabla se observa que de los 550 productos con demanda continua, 3 productos tienen un patrón de comportamiento con tendencia creciente y coeficiente de variación constante, 17 productos tendencia creciente y coeficiente de variación variable, 1 producto tiene tendencia decreciente y coeficiente de variación constante, 4 productos tienen tendencia decreciente y coeficiente de variación variable, 353 productos sin tendencia marcada en su comportamiento y presentan un coeficiente de variación constante, 172 productos sin tendencia marcada en su comportamiento y presentan un coeficiente de variación variable.

7.2.4 Nivel IV: Esquema de categorización para demanda intermitente

La categoría 4 está basada en el esquema de categorización para demanda intermitente de Syntetos, consiste en agrupar los productos según el intervalo promedio entre demandas, en cual se identifica con la variable (ρ) y el coeficiente de variación cuadrático, el cual se idéntica con la variable (δ^2).

Para el desarrollo del esquema de categorización para demanda intermitente se desarrolla una tabla en la que se calcula el intervalo promedio entre demandas (ρ) y la categorización de la demanda para cada uno de los 719 productos que presentan demanda intermitente, de acuerdo a los siguientes pasos:

- a) Se toma la tabla 15 de hoja de cálculo de excel que se desarrolló para la categorización por coeficiente de variación para productos que presentan demanda intermitente.
- b) Se agrega una columna en la que se calcula para cada uno de los 719 productos el intervalo de ocurrencia entre dos demanda (Q_i), luego se suman todos los intervalos de ocurrencia entre dos demandas encontrados en los 21 meses de demanda histórica ($\sum Q_i$).
- c) Se le agrega una segunda columna en la que se calcula para cada uno de los 719 productos el número de períodos donde la demanda no es cero (N), esto se realiza con la función "contar.si" de excel y se coloca el criterio diferente de cero, el cual recuenta solo las demanda donde no haya presencia de cero demandas los meses.
- d) Se le agrega una tercera columna en la que se calcula para cada uno de los 719 productos, el intervalo promedio entre demandas ρ , esto se realiza tomando la columna $\sum Q_i$ dividiéndola por la columna de N.
- e) Se le agrega una cuarta columna en la que se calcula la categorización de la demanda intermitente según Syntetos, esta se realiza con dos funciones lógica de excel, la función "si" y la función "y", las cuales permiten integrar el coeficiente de variación cuadrático y el intervalo promedio entre demandas ρ , con el objetivo de categorizar los patrones de comportamiento que presentan los 719 productos que encontramos en la clínica con demandas intermitente, evaluados con las siguientes parámetros si $CV^2 < 0,49$ y $\rho < 1,32$, devuelva el nombre de demanda suave, si no evalúe, si $CV^2 > 0,49$ y $\rho < 1,32$, devuelva el nombre de demanda errática, si no evalúe, si $CV^2 > 0,49$ y $\rho > 1,32$, devuelva el nombre demanda grumosa, si no se cumple ninguna de las anteriores devuelva el nombre de demanda intermitente.
- f) Usar la función "contar.si.conjunto" de excel para que ejecute el conteo categorizando el comportamiento de los 719 productos de demanda intermitente en la matriz propuesta por Syntetos.

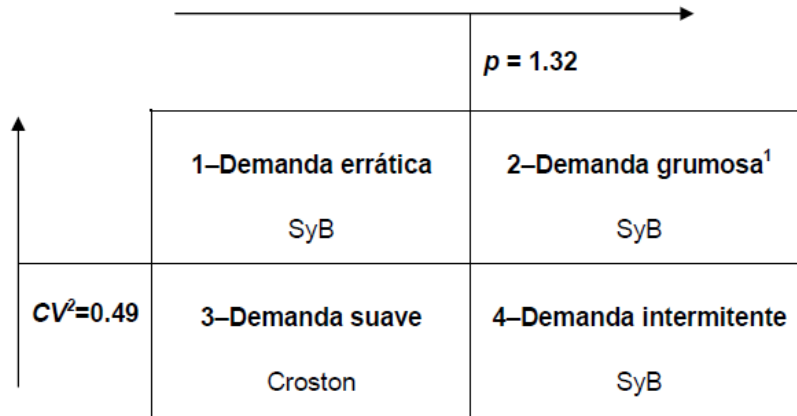


Ilustración 14. Asignación de modelos de pronósticos para demanda intermitente según Syntetos (2005)

Fuente: BABILONI. María E. (2009), Tesis Doctoral, Una metodología para la estimación eficiente del “stock” de referencia en políticas de revisión periódica con demanda discreta, pág. 14.

4	Codigo	Descripcion	Pres.	Coef Vari ²	CRITERIO	Σ Qi	N	p	CARACTERIZACION DEMANDA	CRITERIO			
5	1000000763	SONDA DE SUCCION #16 REF.1134	UN	5.36	VARIABLE	20.00	19.00	1.05	DEMANDA ERRATICA	Coefficiente de Variacion cuadratico	Demanda intermitente		
6	2000000952	LEPONEX 25 MG	TAB	0.93	VARIABLE	26.00	12.00	2.17	GRUMOSA	CONSTANTE	385		
7	2000000769	TRAMAL 50 MG	CP	4.23	VARIABLE	25.00	13.00	1.92	GRUMOSA	VARIABLE	334		
8	2000000239	DIPRIVAN 10MG/20ML	AMP	3.04	VARIABLE	19.00	7.00	2.71	GRUMOSA	Total productos de Demanda intermitente	719		
9	2000001153	FENOBARBITAL 40MG/ML	AMP	3.14	VARIABLE	21.00	18.00	1.17	DEMANDA ERRATICA				
10	1000000525	AGUJA HIPOD.DESECHABLE 18. 1.1.2BD3	UN	2.87	VARIABLE	28.00	3.00	9.33	DEMANDA INTERMITENTE				
11	1000001824	CATGUT CROMADO 2.0 CT1 REF 923T	UN	2.86	VARIABLE	23.00	16.00	1.44	GRUMOSA				
12	2000001349	PREZISTA TABLETAS 600 MG	TAB	2.73	VARIABLE	28.00	4.00	7.00	DEMANDA INTERMITENTE				
13	2000000585	PANKREOFLAT 80+170 MG	TAB	2.64	VARIABLE	33.00	5.00	6.60	GRUMOSA				
14	2000000108	BUSCAPINA COMPOSITUM 10+250 MG	TAB	2.63	VARIABLE	29.00	9.00	3.22	DEMANDA INTERMITENTE				
15	1000000545	JERINGA DES.10CC C.LUER LOCK-BD 3024	UN	4.01	VARIABLE	22.00	17.00	1.29	GRUMOSA				
									DEMANDA ERRATICA	Productos con demanda intermitente			
16	1000003110	SONDA FOLEY 2 VIAS#8F SILICONA C431	UN	2.65	VARIABLE	22.00	17.00	1.29	DEMANDA ERRATICA	VARIABLE	DEMANDA INTERMITENTE GRUMOSA	VARIABLE	
17	2000000875	CONCOR 5 MG	TAB	2.74	VARIABLE	21.00	17.00	1.24	DEMANDA ERRATICA				
18	1000000548	JERINGA DES.SCC C.LUER LOCK-BD 3024	UN	3.90	VARIABLE	23.00	16.00	1.44	GRUMOSA				
19	2000000864	AKINETON 5MG/ML	AMP	2.27	VARIABLE	24.00	14.00	1.71	DEMANDA INTERMITENTE	CV² = 0.49	55	279	334
20	2000000761	TOPAMAC 100 MG	TAB	2.25	VARIABLE	25.00	13.00	1.92	GRUMOSA				
21	2000001311	AZTREONAM 1 G	VI	4.11	VARIABLE	29.00	10.00	2.90	DEMANDA INTERMITENTE	CONSTANTE	58	327	CONSTANTE
22	2000000704	SPORANOX 10MG/ML - 25ML	VI	2.08	VARIABLE	23.00	3.00	7.67	GRUMOSA				
23	2000000128	CASILAN 120 G	BOL	2.03	VARIABLE	24.00	3.00	8.00	DEMANDA INTERMITENTE				
24	2000001043	PREXIMED 5000 ML	BOL	3.14	VARIABLE	27.00	11.00	2.45	GRUMOSA				
25	2000000265	EMEND 80 MG	CP	1.99	VARIABLE	22.00	4.00	5.50	GRUMOSA				
26	1000002601	PERICRANEAL AGUJA #23	UN	2.31	VARIABLE	30.00	6.00	5.00	DEMANDA INTERMITENTE				
									GRUMOSA				
									DEMANDA INTERMITENTE				

Tabla 18. Esquema de categorización de patrones de comportamiento de demanda intermitente.

Fuente: Los autores

De la tabla se observa que de los 719 productos con demanda intermitente, 55 productos están categorizados por un patrón de comportamiento de demanda

errática, 58 productos están categorizados por un patrón de comportamiento de demanda suave, 278 productos están categorizados por un patrón de comportamiento de demanda intermitente grumosa, 327 productos están categorizados por un patrón de comportamiento de demanda intermitente agrupada “intermittent clumped”⁵⁵.

7.2.5 Panorama general de la categorización de la demanda

Se desarrolla una tabla de hoja de cálculo de excel, en la que se vinculó los resultados de cada una de las categorías 4, para obtener una visualización general de la categorización de los patrones de comportamiento los 1.599 productos objeto de análisis del trabajo de grado.

Se presenta la tabla 19.

CATEGORIZACION DE LA DEMANDA			
Nivel I: Categoría 1	Nivel II: Categoría 2	Nivel III: Categoría 3	Nivel IV: Categoría 4
Tipo de Demanda	Coefficiente Variacion	Tendencia =m y Coeficiente Variacion = δ	Esquema de caracterización de Syntetos
Continua 550	Constante = $\delta < 0,5$ = 357	TENDENCIA CRECIENTE constante y $(0,1 < m > \infty)$ = 3 SIN TENDENCIA constante y $(-0,1 < m > 0,1)$ = 353 TENDENCIA DECRECIENTE constante y $(-\infty < m > -0,1)$ = 1	Intermitencia = ρ y Coeficiente de variacion cuadrático = δ^2 N/A
	Variable = $\delta > 0,5$ = 193	TENDENCIA CRECIENTE variable y $(0,1 < m > \infty)$ = 17 SIN TENDENCIA variable y $(-0,1 < m > 0,1)$ = 172 TENDENCIA DECRECIENTE variable y $(-\infty < m > -0,1)$ = 4	N/A
Intermitente 719	Constante = $\delta^2 < 0,4$ = 385	N/A	DEMANDA SUAVE Constante y $\rho < 1,32$ = 58
	Variable = $\delta^2 > 0,49$ = 334	N/A	DEMANDA INTERMITENTE Constante y $\rho > 1,32$ = 327
Tipo D 330			DEMANDA ERRATICA Variable y $\rho < 1,32$ = 55 DEMANDA INTERMITENTE GRUMOSA Variable y $\rho > 1,32$ = 279
Total Productos 1.599			

Tabla 19. Panorama general de la categorización de la demanda de los productos de la IPS de cuarto nivel

Fuente: Los autores

En el desarrollo de este trabajo no se evidencio bibliografías que trataran este tema de manera conjunta, sino que se especializan de manera separada, llevando este trabajo a un nivel de mayor complejidad intentando consolidar los conceptos de demanda continua y de demanda intermitente en un mismo documento.

⁵⁵ BABILONI. María E. (2009), Tesis Doctoral, Una metodología para la estimación eficiente del “stock” de referencia en políticas de revisión periódica con demanda discreta, pág. 15-16.

En la tabla 19 se observa la información consolidada del análisis que se le realizó a los 1.599 productos por cada uno de los niveles de categorización teniendo en cuenta si el comportamiento de demanda es constante o intermitente.

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA PARA SELECCIONAR Y ESCOGER ALTERNATIVAS DE PRONÓSTICOS Y DE MODELOS DE INVENTARIOS PARA PLANEAR LA DEMANDA DE MEDICAMENTOS Y DISPOSITIVOS MEDICOS DE USO HOSPITALARIO EN UNA IPS DE CUARTO NIVEL

Para el desarrollo de este trabajo de grado se muestra los conceptos principales que se abordaran en este trabajo y que permitirá de una forma clara la comprensión del lector.

Por eso lo primero es poner en contexto al lector, conectarlo con una secuencia lógica de procesos cognitivos como los son: la posibilidad de interpretar y analizar una serie de demanda cuantitativas por medio de una medición de estadística descriptiva, luego se desea que pueda ordenar y agrupar la serie de demandas cuantitativos, por medio de una metodología clásica que permite dar una priorización administrativa a la demanda, agrupando los productos de acuerdo a unos elementos característicos similares que presenten los productos, que le dan una orientación focalizada hacia cierto grupo de productos que genera el mayor impacto negativo en la estabilidad y rentabilidad del negocio, si no, se identifica el grupo de productos y se administra los recursos en función de la priorización encontrada, la metodología es la clasificación ABC, en el desarrollo de la clasificación de la metodología se encontró con la presencia de un grupo de productos que se incorporaron como un grupo separado, se les llamo grupo de productos tipo D, los cuales se subdividieron en tres sub grupos considerando sus características especiales, el primer subgrupo, se le llamo D^1 , este grupo lo conforman los productos nuevos que se incluyen en el vademécum institucional, y después de seis meses serán catalogados en la clasificación ABC., mientras que esto sucede se debe implementar unos modelos de pronósticos que se ajusten a un escenario de mesura en el que no se especula con patrones de tendencia, por el poco periodo de introducción que tiene el producto en la IPS, y no se tiene el suficiente número de demanda para predecir la demanda con un buen coeficiente de variación que permita identificar un patrón constantes como lo son:

1. Naive
2. Naive trend
3. Promedio móvil

El segunda subgrupo, se le llamo D^2 , este grupo lo conforman los productos que durante los 21 meses de demanda analizados por los autores, presentaron dos periodos donde ocurrió demanda, a este grupo de producto se separó para que el comité de farmacia diera un veredicto, que determinara que se iba hacer con la continuidad o inhabilitación de los productos en la IPS, para esta serie de productos se planteó un esquema de abastecimiento baja pedido “make to order”

El tercer subgrupo, se le llamo D^3 , este grupo de productos lo conformas los medicamento que se identifican con el nombre de vitales no disponible, la

planeación de abastecimiento para estos productos se desarrolló el mismo enfoque que para el subgrupo D², se estableció una política abastecimiento bajo pedido medico asistencial

aquí se presenta la necesidad de determinar una metodología racional que permita calcular la cantidad de productos que se requieren para satisfacer la demanda del producto en un periodo determinado de tiempo, la metodología que se utiliza en el trabajo de grado es una metodología existente se llama pronósticos y consiste en el estudio de patrones de comportamiento de la demanda histórica y a partir de ella se pueda predecir las demandas del futuro, esperando que los patrones de comportamiento de la demandas del futuro presente los mismos patrones de comportamiento de la demanda histórica.

El entorno en el que se desarrolla el trabajo de grado es un ambiente de servicio, la clasificación ABC por rotación no es solo la única prioridad, existe otra clasificación A por importancia relevante, cuya criterio se aleja de la filosofía de tener disponibilidad del producto que se esté moviendo continuamente y lo gobierna el criterio de la ética médica profesional, la misión de las IPS, regulaciones y leyes para las IPS de cuarto nivel, al consolidar la clasificación ABC para administrar la demanda, de acuerdo a un criterio de administración de los recursos, se identifica que en el grupo de productos clasificados como A, se presenta un fenómeno en el cual un grupos de esto productos clasificados como A, tienen una demanda con un comportamiento continuo en los meses y otro grupo clasificado como A, tiene una demanda con un comportamiento intermitente en los meses, surge la necesidad de categorizar los patrones de comportamiento de las demandas.

Para tener una mayor exactitud en el pronóstico se debe estudiar los patrones de comportamiento que presenta la serie de meses de demanda continua y estudiar los patrones de comportamiento que presenta la serie de meses de demanda intermitente.

En la serie de meses de demanda intermitente se estudia el esquema de categorización para patrones de demanda intermitente propuesto por Syntetos, en el que propone dos modelos de pronósticos.

En la serie de meses de demanda continua se desarrolla la categorización de la demanda continua, en la que se estudió el método grafico para los productos que tiene una demanda continua, los cuales son revisados con el grafico de dispersión para encontrarle los patrones de comportamiento que se pueden identificar fácilmente como lo son los patrones de comportamiento estacional y cíclicos.

Los patrones de comportamiento erráticos de la demanda se evalúa con el parámetro del coeficiente de variación, el cual lo determinaron los autores con un criterio de decisión mayor al 0,5, debido a que los autores desean tener un ambiente de demanda determinística en el que se pueda determinar con

certidumbre el patrón de comportamiento que presenta la demanda y no en la que la variabilidad de las demandas frente al promedio de las demandas sea tan dispersa por que se presentan demandas atípicas que causa que la posibilidad de ser predichas por un modelos de pronósticos se ajusten a la probabilidad de escoger correctamente el resultado que se obtiene después del lanzamiento de una moneda al aire y este no es el objetivo del trabajo evaluar la incertidumbre de la demanda con modelos estocásticos, es decir, no vale la pena en términos de costo beneficio desgastarse con un modelo de pronóstico que no se puede ajustar al patrón de la demanda del producto, por lo anterior sería más rentable para la IPS, hacer un promedio de las demandas, he implementarle un sistema de revisión continua con un punto de reorden, el cual supervise y controle la demanda para que no se presenten agotados en los productos.

Si, el coeficiente de variación calculado para la demanda del producto tiene un resultado menor de 0,5, se evalúa la tendencia de las demandas continuas, para el patrón de comportamiento de tendencia los autores, la interpretaron con un parámetro el cual si, la pendiente de la demanda de los meses es 10% mayor o -10% menor al promedio de la demanda de los meses del producto, se considera que el producto presenta tendencia creciente y decreciente respectivamente y se debe ejecutar los modelos pronóstico que se ajustan a modelos de tendencia como lo son:

1. Suavizado exponencial doble
2. Promedio doble mejorado
3. Naive trend
4. Variación móvil
5. Regresión lineal
6. Regresión lineal móvil
7. Promedio móvil
8. Promedio móvil ponderado

Si no se cumple ninguna de las opciones, al evaluar la tendencia se encuentra entre un rango de (-10% a 10%) frente al promedio de las demandas, el producto no presenta tendencia y se debe emplear modelos de pronósticos de nivel o que presentan un comportamiento constante en las demandas mensuales como lo son:

1. Promedio móvil
2. Promedio móvil ponderado
3. Suavizado exponencial simple
4. Promedio doble mejorado
5. Naive

Luego de identificar los productos con demanda continúa con patrones de comportamiento con tendencia y sin tendencia se emplea un sistema de revisión continuo propuesto por Sipper para modelos de decisión por tiempo para demanda continúa, con el objetivo de encontrar el cuándo se pide el producto, de acuerdo a la demanda del producto en el futuro, el punto de reorden, implementando un modelo de inventario (Q,R) y una política de nivel de servicio " α " igual al 97,5%, que permita tener una disponibilidad del producto antes que la demanda ocurra, con el objetivo de brindarle al paciente una expectativa prolongación de vida, por si la dispensación del producto en el momento requerido le aumenta la posibilidad de continuar con vida.

El modelo de planeación de la demanda se retroalimenta mensual con el sistema integrado ERP que maneja la IPS, el cual lleva un registro histórico del comportamiento de la demanda mensual de los 1.599 productos, actualizando la información de los 1.599 productos a partir primer de proceso de entrada de la propuesta del modelo metodológico de planeación de la demanda, el cual es el análisis de la demanda de cada producto llegando en algunos casos a cambiarle el patrón de comportamiento de los productos obligando al modelo de planeación de la demanda a ajustarse al comportamiento de la demanda de cada producto.

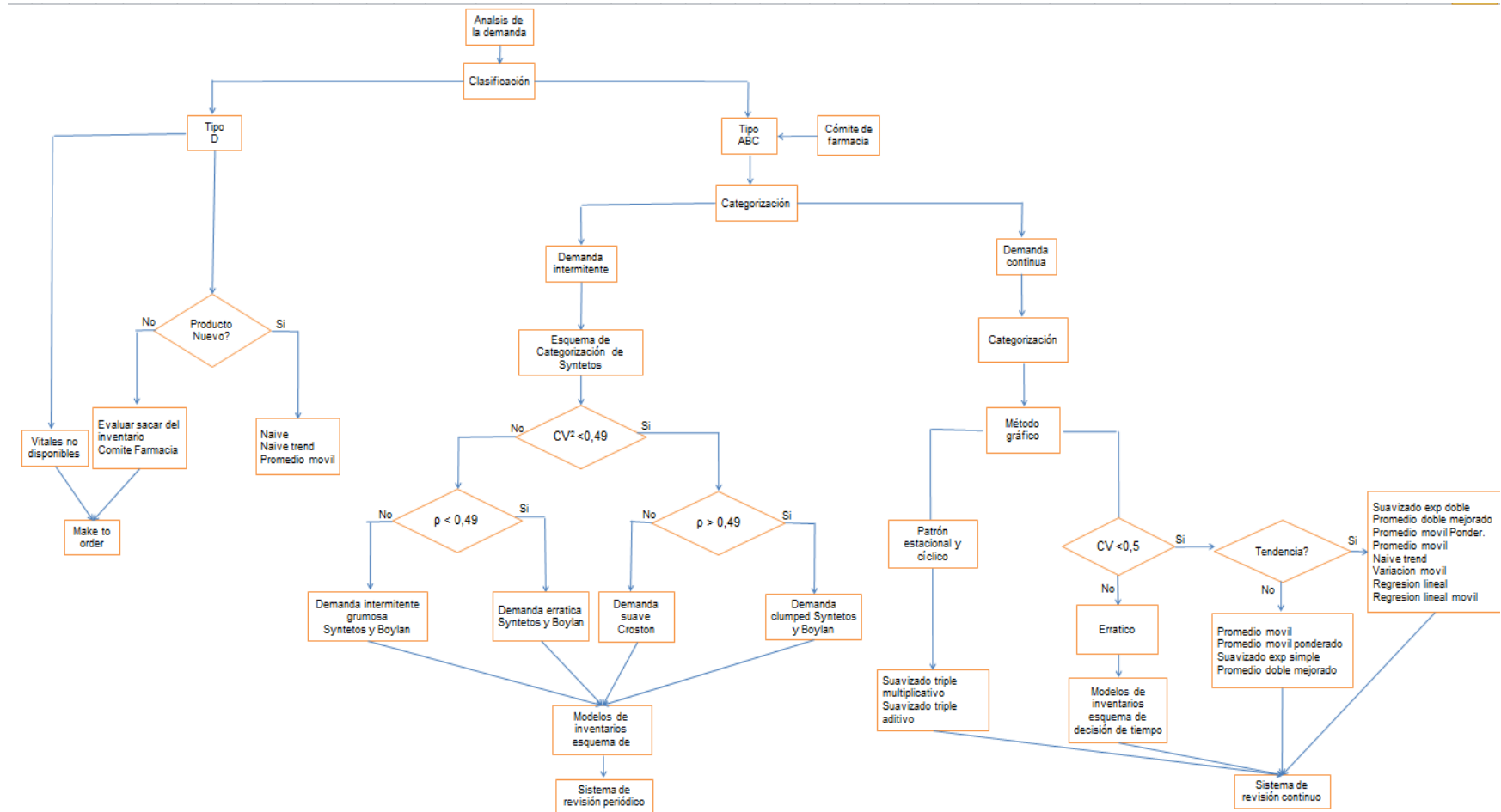


Tabla 20. Esquema de planeación de la demanda y de los inventarios de medicamentos y dispositivos médicos de uso en pacientes hospitalizados en una IPS de cuarto nivel.

Fuente: Los autores

Para este objetivo se seleccionaron 12 modelos de pronósticos para demanda continua y 2 para demanda intermitente, a los que se le desarrollaron plantillas en hojas de cálculo de excel, a cada plantilla se le incluyo los siguientes indicadores:

- a) Los indicadores de pronóstico que son el MAD, MSD y el MAPE.
- b) La prueba de normalidad de las demandas, con la función lógica “si” de excel, la cual se evalúa con el valor absoluto del MAD menos el MSD y todo dividido por MAD, si el valor encontrado es menor de 10% las demandas tienen un comportamiento normal, si no se cumple las demandas tienen un comportamiento no normal.
- c) El coeficiente de variación que evalúa, si las demandas son normales, devuelve el valor encontrado del MAD y lo multiplica por 1,25 para encontrar la desviación de la demanda, si las demandas no presentan un comportamiento de normalidad, devuelve el valor encontrado del MSD y le saca la raíz cuadrada al valor encontrado.
- d) La señal de seguimiento⁵⁶ para tener un monitoreo sobre la dispersión de las demandas mensuales con relación al pronóstico.
- e) Los límites de control del error del modelo de pronóstico con un nivel de confianza del 95%, que garantiza que la dispersión del error del modelo de pronóstico de la demanda se encuentran dentro estos límites inferior y superior.
- f) Los límites de control con un nivel de confianza del 95%, que garantiza que la dispersión del pronóstico de la demanda se encuentran dentro estos límites inferior y superior.
- g) Celda formulada que cuenta el número de demanda que se presentan en la hoja de cálculo.
- h) Celda formulada que se identifica con el nombre No. Datos que cumple la función de determinar el período de inicialización del pronóstico.
- i) Celda formulada que se identifica con el nombre de ventana, la cual cumple la función de seleccionar N datos hacia arriba para el cálculo del modelo que se desea pronosticar.
- j) Celda formulada que se identifica con el nombre de pendiente que cumple la función de calcular la pendiente de la demanda mensual.

⁵⁶ SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada y inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 156-159.

- k) Celda con parámetros de suavización dependiendo del modelo de pronósticos, las cuales son:
- α : que determina el parámetro de suavización de nivel o constante.
 - β : que determina el parámetro de suavización de tendencia.
 - δ : que determina el parámetro de suavización de estacionalidad.
- l) Para el modelo de suavización exponencial triple se adicionó los parámetros:
- m: que determina el número de períodos.
 - L: que determina el número de estaciones.
- m) Se desarrolló cada plantilla de modelo de pronóstico para que la función de optimización "solver" de excel, calculará automáticamente el mejor período de inicialización, la mejor ventana (N), los mejores parámetros de suavización α , β , δ . Para los modelos de Winter se formula para que calcule el número de período m y el número de estación L, para el modelo de promedio móvil ponderado se formula para que calcule el ponderado de cada ventana (N)
- n) Se agruparon todas las plantillas en un solo libro de excel.
- o) Se creó una hoja de cálculo en el libro de excel, se le identifica con el nombre de inicio, en esta hoja de cálculo se consolida un panorama general de los 14 modelos de pronósticos y toda la información vinculada con cada uno de ellos, se crea el campo de ingreso de la demanda que conecta con el campo de ingreso de la demanda de los 14 modelos de pronósticos, el campo de ingreso de la demanda esta formulado para:
- Arrojar el gráfico de dispersión de la demanda.
 - Identificar, si la demanda es continua calcule los 12 modelos de pronóstico para demanda continua, si no, calcula los 2 modelos de pronósticos para demanda intermitente.
 - Calcular el campo de estadística básica, que está conformado por: desviación estándar, media, valor mínimo, valor máximo, coeficiente de variación, coeficiente de variación cuadrático, comportamiento intermitente o continuo, variabilidad, tendencia.

La tabla 8 en la que se desarrolló la clasificación consolidada de los 1.599 productos, es la que permite visualizar cuales son los productos a los que el planeador debe administrar la demanda con un enfoque administrativo de

recursos⁵⁷ dando un criterio de prioridad alta a los productos clasificados como A, moderada a los clase B y baja a los clase C.

Para este trabajo de grado se eligieron 9 productos, 7 productos clasificados como clase A y que presentan una demanda continua, que generan el mayor impacto en la sustentabilidad y sostenibilidad de la IPS medidos por el flujo de la cadena de suministros debido a la rotación de la demanda mensual y a productos clasificados por importancia relevante, los 2 productos faltantes se eligieron clasificados como clase A y que presentan una demanda con comportamiento intermitente.

Los 9 productos elegidos clase A son:

	Codigo	Descripción	Pres.	Consumo promedio mensual	% Individual	% Acumulado	Clasificación x tipo de producto	Clasificación x Rotación	Categorización Demanda
1	2000000484	MERONEM 1 G	AMP	191.743.337	9,6%	9,6%	Medicamento	A	CONTINUA
2	1000000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION	UN	54.397.975	2,7%	12,4%	Dispositivo Medico	A	CONTINUA
3	2000000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	45.112.658	2,3%	14,7%	Medicamento	A	CONTINUA
4	2000000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	36.193.530	1,8%	16,5%	Medicamento	A	CONTINUA
5	2000000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 100 ML	B1	33.568.061	1,7%	25,5%	Medicamento	A	CONTINUA
6	2000000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	31.833.450	1,6%	27,1%	Medicamento	A	CONTINUA
7	2000000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	29.787.435	1,5%	28,6%	Medicamento	A	CONTINUA
8	2000001475	NOVOSEVEN RT 2 MG	VI	48.108.789	2,4%	31,0%	Medicamento	A	INTERMITENTE
9	1000002564	CANISTER 1000CC ATS REF:M6275093	UN	11.945.178	0,6%	31,6%	Dispositivo Medico	A	INTERMITENTE

Tabla 21. Productos elegidos para pronosticar y encontrarle un modelo de inventarios

Fuente: Los autores

Se observa en la tabla 21 que el grupo de 9 productos tienen un consumo promedio mensual acumulado de 31,6% del 100% total de consumo promedio mensual que presentan los 1.599 productos objeto de análisis de este trabajo de grado, se selecciona estos 9 productos por su importante nivel de representación en la clasificación consolidada por importancia elaborada por los autores, en donde se permite visualizar la complejidad del sector en el grupo de medicamentos y dispositivos médicos que entran a formar parte de los productos clasificados como Clase A, los cuales requieren un criterio de prioridad alta en la administración de los recursos en los que se presenta dos patrones de comportamiento en la demanda, un patrón con comportamiento de demanda continua en los que período a período tiene ocurrencia de demanda, este patrón es el normalmente observado en los sectores de manufactura de bienes en donde se da prioridad o se clasifica A, a los productos con alta rotación y el otro patrón con comportamiento de demanda intermitente, este patrón de comportamiento no es común en las clasificaciones ABC, por esto hace relevante la importancia de

⁵⁷ Administración de recursos: tecnológicos, humano, tiempo, capacidad CEDIS, capacidad servicios farmacéuticos, proveedores (tiempo de entrega).

desarrollar una metodología de planeación de la demanda para productos que tengan un comportamiento de la demanda intermitente.

En la siguiente tabla 22 se empieza a desarrollar la metodología planeación de la demanda mediante un esquema sistematizado de pronóstico propuesto por los actores en el trabajo de grado.

MERONEM		ANÁLISIS DE MODELOS DE PRONOSTICOS											
Periodo	MES	MAD	MSD	σ MAD	σ MSD	Δ MAD-MCD	ASUMO	USO σ	VALOR	F _{T+K}	Li	LS	
1	1646												
2	1641												
3	1810	Naive	284,18	126303,64	355,23	355,39	0,05%	NORMALIDAD	MAD	284,18	2.219	1.949	2.489
4	1752	Naive Trend	284,18	126303,64	355,23	355,39	0,05%	NORMALIDAD	MAD	284,18	1.374	1.104	1.644
5	1621	Variacion Movil	241,12	101325,07	301,40	318,32	5,61%	NORMALIDAD	MAD	241,12	2.249	2.020	2.478
6	1513	Promedio Movil	217,76	78020,08	272,20	279,32	2,62%	NORMALIDAD	MAD	217,76	2.611	2.404	2.818
7	1757	Promedio M Ponderado	229,64	81528,19	287,05	285,53	0,53%	NORMALIDAD	MAD	229,64	2.539	2.321	2.757
8	2117	Promedio Doble Movil	228,96	82125,08	286,20	286,57	0,13%	NORMALIDAD	MAD	228,96	2.611	2.393	2.829
9	1982	Regresion Lineal	218,95	72724,84	273,68	269,68	1,46%	NORMALIDAD	MAD	218,95	2.552	2.344	2.760
10	2141	Regresion Lineal Movil	216,42	77264,16	270,52	277,96	2,75%	NORMALIDAD	MAD	216,42	2.519	2.313	2.725
11	2268	Exponencial Simple	247,08	101332,30	308,85	318,33	3,07%	NORMALIDAD	MAD	247,08	2.622	2.387	2.857
12	2140	Exponencial Doble	195,33	62668,53	244,16	250,34	2,53%	NORMALIDAD	MAD	195,33	2.539	2.354	2.725
14	2116	Exponencial Triple A	100,53	10105,68	125,66	100,53	20,00%	NO NORMALIDAD	MSD	10105,68	2.358	-7.242	11.958
15	2199	Exponencial Triple M	18,96	359,56	23,70	18,96	20,00%	NO NORMALIDAD	MSD	359,56	2.367	2.026	2.709
16	1851	Croston											
17	2160	Syntetos y Boylan											
18	2409												
19	2550												
20	3064												
21	2219												

ESTADISTICA BASICA	
Desv Stand	362,88
Promedio	2042,52
MAX	3064
MIN	1513
Coef Var.	0,18
Coef Var. Cuadratico	0,03
Comportamiento	CONTINUO
Variabilidad	CONSTANTE
Tendencia	SIN TENDENCIA

INFORMACION GRAFICA	
MERONEM VIAL 1 GR	

Tabla 22. Análisis consolidado de los modelos de pronóstico.

Fuente: Los autores

Se observa en la tabla 22 la consolidación de criterios en el desarrollo de la propuesta metodológica, en los que se integra la demanda del producto a analizar, la selección de una agrupación de criterios que conforman la estadística básica, la información gráfica que permite de forma visual sacar conclusiones sobre patrones de demanda con comportamiento estacional o cíclico, los 12 modelos de pronóstico para demanda continua y 2 modelos para demanda intermitente, se integran los indicadores para medir los modelos de pronósticos, el resultado de cada uno de los modelo de pronósticos F_{T+K} y los límites que ofrece el modelo de pronósticos con una confiabilidad del 95%.

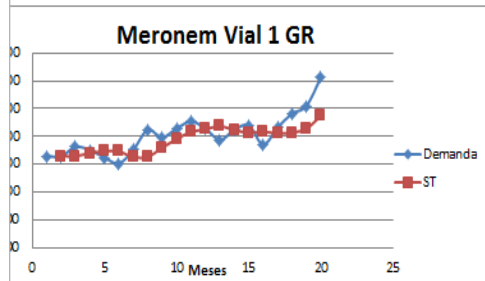
No. Datos	21
Inicializar	1
Ventana	3

MODELO: PROMEDIO MOVIL

$\alpha = 0,2$

% Confiabilidad de los Rangos= 95% 1,96

Periodo	Demanda	S _T	F _{T+1}	e _T	e _T	e _T ²	e _T / d _T x 100	SEÑAL DE RASTREO Y SEGUIMIENTO				LIMITES CONTROL ERROR		LIMITES DE CONTROL		
								e _{ACUM}	Δ _T	ρ	n	Li	Ls	Li	Ls	
1	1646,00															
2	1641,00	1646,00		-5,00	5,00	25,00	-0,30469	-5,0	5,0	1,000	3,953	-442,48	624,53			
3	1810,00	1643,50		166,50	166,50	27722,25	9,19890	161,5	37,30	4,464	3,953	-442,48	624,53			
4	1752,00	1699,00		53,00	53,00	2809,00	3,02511	214,5	40,44	1,311	3,953	-442,48	624,53			
5	1621,00	1734,33		-113,33	113,33	12844,44	-6,99157	101,2	55,02	2,060	3,953	-442,48	624,53			
6	1513,00	1727,67		-214,67	214,67	46081,78	-14,19	-113,5	86,95	2,47	3,953	-442,48	624,53			
7	1757,00	1628,67		128,33	128,33	16469,44	7,30	14,8	95,23	1,35	3,953	-442,48	624,53			
8	2117,00	1630,33		486,67	486,67	236844,44	22,99	501,5	173,51	2,80	3,953	-442,48	624,53			
9	1982,00	1795,67		186,33	186,33	34720,11	9,40	687,8	176,08	1,06	3,953	-442,48	624,53			
10	2141,00	1952,00		189,00	189,00	35721,00	8,83	876,8	178,66	1,06	3,953	-442,48	624,53			
11	2268,00	2080,00		188,00	188,00	35344,00	8,29	1064,8	180,53	1,04	3,953	-442,48	624,53			
12	2140,00	2130,33		9,67	9,67	93,44	0,45	1074,5	146,36	0,07	3,953	-442,48	624,53			
13	1937,00	2183,00		-246,00	246,00	60516,00	-12,70	828,5	166,29	1,48	3,953	-442,48	624,53			
14	2116,00	2115,00		1,00	1,00	1,00	0,05	829,5	133,23	0,01	3,953	-442,48	624,53			
15	2199,00	2064,33		134,67	134,67	18135,11	6,12	964,2	133,52	1,01	3,953	-442,48	624,53			
16	1851,00	2084,00		-233,00	233,00	54289,00	-12,59	731,2	153,41	1,52	3,953	-442,48	624,53			
17	2160,00	2055,33		104,67	104,67	10955,11	4,85	835,8	143,66	0,73	3,953	-442,48	624,53			
18	2409,00	2070,00		339,00	339,00	114921,00	14,07	1174,8	182,73	1,86	3,953	-442,48	624,53			
19	2550,00	2140,00		410,00	410,00	168100,00	16,08	1584,8	228,18	1,80	3,953	-442,48	624,53			
20	3064,00	2373,00		691,00	691,00	477481,00	22,55	2275,8	320,75	2,15	3,953	-442,48	624,53			
21	2219,00	2674,33		-455,33	455,33	207328,44	-20,52	1820,5	347,66	1,31	3,953	-442,48	624,53			
			2611,00												2077,49	3144,51



INDICADORES DE PRONOSTICO			
EM	MAD	MSD	MAPE
91,025	217,758	78020,079	3,296
COEFICIENTE DE VARIACION			
σ MAD	σ MSD		
272,20	279,32		
PRUEBA DE NORMALIDAD			
ΔMAD-MCD	A SUMO	USO σ	VALOR
2,62%	NORMALIDAD	σ MAD	272,20

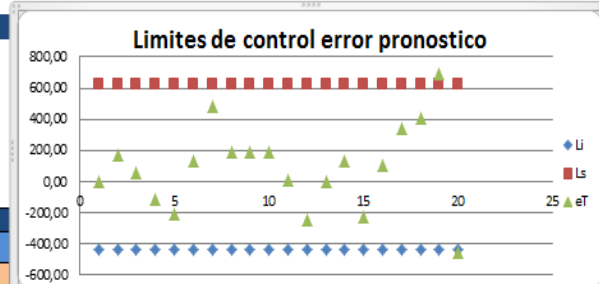


Tabla 23. Plantilla de soporte mejor modelo de pronóstico para el producto Merone vial x 1G.

Fuente: Los autores

Para la selección del modelo de pronóstico se hace los siguientes pasos:

1. Para el primer producto seleccionado en este caso es el Meronem vial 1G, lo primero que se hace es ingresar la demanda a la hoja de inicio como se observa en la tabla 22.
2. Se ejecuta la función “solver” para los 12 modelos de pronósticos.
3. Se categoriza por tipo comportamiento de la demanda, si se presenta demanda continua o intermitente.
4. Si el comportamiento de la demanda es intermitente, utilizar el esquema de categorización de Syntetos para seleccionar el modelo de pronóstico, de acuerdo a la ilustración 9.
5. Como se ilustra en la tabla 22, el comportamiento de la demanda es continuo por que la hoja de inicio solo está calculando modelos de pronósticos continuos, se observa el resumen consolidado de los resultados obtenido por cada modelo.
6. En la tabla 22, al observar el grafico de dispersión del comportamiento del Meronem vial x 1G, se evalúa visualmente que el producto no presenta un patrón de comportamiento estacional en el año, ni se observa un patrón de comportamiento cíclico en los 21 meses, por esta evidencia grafica se descartan los modelos que analizan patrones estaciones y cíclicos.
7. En la tabla 22, se observa en el campo de estadística básica el coeficiente de variación, el cual es $0,18 < 0,5$, lo que descarta el comportamiento errático de la demanda del Meronem vial x 1G.
8. Lo siguiente es revisar la tendencia de la demanda, a criterio de los autores se evalúa la tendencia de la demanda, considerando tendencia cuando la pendiente sea mayor o menor al 10% del promedio de la demanda. Para el caso del Meronem vial x 1G, en el campo de estadística básica de la tabla 20, evalúa que el comportamiento de la demanda no presenta tendencia, consecuente con este criterio se consideraran los modelos de pronósticos que no presentan tendencia.
9. Los indicadores de pronósticos nos reflejan que los modelos de pronostico sin tendencia tiene un comportamiento de normalidad en la demanda, esto permite identificar que las demandas mensuales no presenta comportamiento atípicas, por esto el indicador de medición de error de pronostico que mejor se ajusta seria el MAD y como el objetivo sería minimizar el error de pronóstico, el mejor modelo seria el promedio móvil con un MAD de 217,76 y una desviación de 272,20 aproximadamente 272

viales de Meronem x 1G, el pronóstico para el mes de octubre seria 2611 viales de Meronem x 1G.

Selección del mejor modelo de pronóstico productos seleccionados

			Modelo de Pronostico	MAD	MSD	σ MAD	σ MSD	Δ MAD-MCD	ASUMO	USO σ	VALOR	F_{T+K}	Li	Ls
2000000484	MERONEM 1 G	AMP	Promedio Movil	217,76	78020,08	272,20	279,32	2,62%	NORMALIDAD	MAD	272,20	2.552	2.018	3.085
1000000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION	UN	Promedio Doble Movil	120,89	52906,84	151,11	230,01	52,21%	NO NORMALIDAD	MSD	230,01	3.768	3.317	4.219
2000000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	Exponencial Simple	21,09	767,91	26,36	27,71	5,12%	NORMALIDAD	MAD	26,36	73	21	124
2000000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	Promedio Doble Movil	16,55	633,44	20,68	25,17	21,68%	NO NORMALIDAD	MSD	25,17	100	51	149
2000000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 10	B1	Promedio M Ponderado	854,48	1177631,95	1068,10	1085,19	1,60%	NORMALIDAD	MAD	1068,10	31.564	29.470	33.657
2000000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	Promedio Doble Movil	184,68	39258,34	230,85	198,14	14,17%	NO NORMALIDAD	MSD	198,14	635	246	1.023
2000000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	Exponencial Simple	90,23	15808,80	112,78	125,73	11,48%	NO NORMALIDAD	MSD	125,73	1.821	1.574	2.067
2000000169	CONTRATHION 0.2MG/100ML	VI	Croston	24,84	1376,27	31,04	37,10	19,50%	NO NORMALIDAD	MSD	37,10	13	-59	86
1000002564	CANISTER 1000CC ATS REF:M6275093	UN	Croston	9,89	149,68	12,36	12,23	1,00%	NORMALIDAD	MAD	12,36	16	-9	40
2000001475	NOVOEVENG RT 2 MG	VI	Syntetos y Boylan	0,88	1,60	1,10	1,26	14,36%	NO NORMALIDAD	MSD	1,26	1	-2	3

Tabla 24. Resumen consolidado de modelo de pronóstico para los 9 productos seleccionados.

Fuente: Los autores

Como se ilustra en la tabla 24.

2. Para el dispositivo medico set p. admon bomba infusión, el mejor modelo de pronóstico es el promedio doble móvil la demanda de este producto presenta un comportamiento no normal, quiere decir que la demanda mensual del producto tiene una dispersión alta con relación al promedio de la demanda del producto, posiblemente puede ser que se presentaron algunos meses con demanda atípicas, por esto el indicador de medición de error de pronóstico que mejor se ajusta sería el MSD y como el objetivo sería minimizar el error de pronóstico, el MSD sería de 52906,84, con una desviación de 230,01 aproximadamente 230 unidades del dispositivo medico set p. admon bomba infusión, el pronóstico para el mes de octubre sería de 3768 unidades de set p. admon bomba infusión.
3. Para el medicamento Kiovig 5G/50ml, el mejor modelo de pronóstico es suavización exponencial simple, los indicadores de pronósticos nos reflejan que los modelos de pronóstico sin tendencia tiene un comportamiento de normalidad en la demanda, esto permite identificar que las demandas mensuales no presenta comportamiento atípicas, por esto el indicador de medición de error de pronóstico que mejor se ajusta sería el MAD y como el objetivo sería minimizar el error de pronóstico, el mejor MAD sería de 21,09, con una desviación de 26,36 aproximadamente 26 viales de Kiovig 5G/50ml , el pronóstico para el mes de octubre sería de 73 viales de Kiovig 5G/50ml.
4. Para el medicamento Cancida 50MG/50ml, el mejor modelo de pronóstico es el promedio doble móvil la demanda de este producto presenta un comportamiento no normal, quiere decir que la demanda mensual del producto tiene una dispersión alta con relación al promedio de la demanda del producto, posiblemente puede ser que se presentaron algunos meses con demanda atípicas, por esto el indicador de medición de error de pronóstico que mejor se ajusta sería el MSD y como el objetivo sería minimizar el error de pronóstico, el mejor MSD sería de 633,44, con una desviación de 25,17 aproximadamente 25 ampolla Cancida 50MG/50ml, el pronóstico para el mes de octubre sería de 100 ampolla Cancida 50MG/50ml.
5. Para el medicamento Solución salina normal 0,90%-100 ml, el mejor modelo de pronóstico es el promedio móvil ponderado, los indicadores de pronósticos nos reflejan que los modelos de pronóstico sin tendencia tiene un comportamiento de normalidad en la demanda, esto permite identificar que las demandas mensuales no presenta comportamiento atípicas, por esto el indicador de medición de error de pronóstico que mejor se ajusta sería el MAD y como el objetivo sería minimizar el error de pronóstico, el mejor MAD sería de 854,48, con una desviación de 1068,10

aproximadamente 1068 bolsa de Solución salina normal 0,90%-100 ml, el pronóstico para el mes de octubre sería de 31564 bolsas de Solución salina normal 0,90%-100 ml.

6. Para el medicamento Tazocin 4,5G, el mejor modelo de pronóstico es el promedio doble móvil la demanda de este producto presenta un comportamiento no normal, quiere decir que la demanda mensual del producto tiene una dispersión alta con relación al promedio de la demanda del producto, posiblemente puede ser que se presentaron algunos meses con demanda atípicas, por esto el indicador de medición de error de pronóstico que mejor se ajusta sería el MSD y como el objetivo sería minimizar el error de pronóstico, el mejor MSD sería de 39258,34, con una desviación de 198,14 aproximadamente 198 viales de Tazocin 4,5G, el pronóstico para el mes de octubre sería de 635 viales de Tazocin 4,5G.
7. Para el medicamento Clexane 40MG/0,4ml, el mejor modelo de pronóstico es suavización exponencial simple la demanda de este producto presenta un comportamiento no normal, quiere decir que la demanda mensual del producto tiene una dispersión alta con relación al promedio de la demanda del producto, posiblemente puede ser que se presentaron algunos meses con demanda atípicas, por esto el indicador de medición de error de pronóstico que mejor se ajusta sería el MSD y como el objetivo sería minimizar el error de pronóstico, el mejor MSD sería de 15808,80, con una desviación de 125,73 aproximadamente 126 jeringas de Clexane 40MG/0,4ml, el pronóstico para el mes de octubre sería de 1821 jeringas de Clexane 40MG/0,4ml.
8. Para el medicamento Novoseven RT 2MG, se compara el resultado del modelo de pronóstico con el esquema de categorización de la demanda intermitente propuesto por Syntetos desarrollado en la tabla 18, en la que se debe hallar el intervalo promedio entre demanda y el coeficiente de variación cuadrático, para el caso analizado la categorización presenta un patrón de demanda intermitente “clumped” y para este caso según el esquema de categorización se debe hacer un pronóstico con el modelo de Syntetos y Boylan, coincide con lo que el análisis de pronóstico refleja en los resultados con un MSD de 1,6 y una desviación de 1,26 aproximadamente 1 vial de Novoseven RT 2MG, el pronóstico para el mes de octubre sería de 1 vial de Novoseven RT 2MG.
9. Para el insumo Canister 1000 CC, se compara el resultado del modelo de pronóstico con el esquema de categorización de la demanda intermitente propuesto por Syntetos desarrollado en la tabla 18, en la que se debe hallar el intervalo promedio entre demanda y el coeficiente de variación cuadrático, para el caso analizado la categorización presenta un patrón de demanda suave y para este caso según el esquema de categorización se

debe hacer un pronóstico con el modelo de Croston, coincide con lo que el análisis de pronóstico refleja en los resultados con un MAD de 9,89 y una desviación de 12,36 aproximadamente 12 unidad Canister 1000 CC, el pronóstico para el mes de octubre sería de unidad Canister 1000 CC.

Nivel de servicio	90,0%	
Z	1,28	
A	7.102	Costo de Ordenar
h	1.602	Costo de almacenar una unidad al mes
L	2	Lead Time

Material	Descripcion	Und	Modelo de Revision	Q	Inv. Seguridad	Q total	R	T	S
200000484	MERONEM 1 G	AMP	Continuo	2.552	351	2.903	521		
200000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	Continuo	1.821	161	1.982	283		
200000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 100 ML	B1	Continuo	31.564	1.369	32.932	3.473		
200000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	Continuo	73	34	107	39		
100000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION C.CLAVE	UN	Continuo	3.768	295	4.063	546		
200000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	Continuo	100	32	132	39		
200000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	Continuo	635	254	888	296		
2000001475	NOVOSEVEN RT 2 MG	VI	Periodico	1	2			119	4
1000002564	CANISTER 1000CC ATS REF:M6275093	UN	Periodico	16	17			22	32
2000000169	CONTRATHION 0.2MG/100ML	VI	Periodico	13	42			25	79

Tabla 25. Desarrollo de los modelos de gestión de inventario propuesto por Sipper para los productos con demanda continua e intermitente

Fuente: Los autores

En la tabla 25 se ilustra la aplicación de modelos de revisión de inventarios según lo establecido en la **Tabla 20**. Esquema de planeación de la demanda y de los inventarios de medicamentos y dispositivos médicos de uso en pacientes hospitalizados en una IPS de cuarto nivel, en ella se encuentran los productos que se han venido desarrollando a lo largo de este trabajo.

Para el desarrollo de estos modelos se necesitó la siguiente información facilitada por el departamento de suministros de la IPS de 4 nivel de complejidad:

Costo de realizar un pedido (A): \$7.102

Costo de almacenar una unidad al mes (h): \$1.602

Lead Time (L): 2 días en promedio.

Además se necesitó de los datos de la desviación estándar del pronóstico (σ) y del valor pronostico F_{T+K} descritos en la **Tabla 24**. Resumen consolidado de modelo de pronóstico para los 9 productos seleccionados.

En este trabajo se empleará una política 1 de nivel deservicio del 90%, valor F_{T+K} como Q (cantidad optima de pedido) debido a que la metodología de planeación en la IPS consiste en realizar los pronósticos para los requerimientos de productos

en un periodo con tamaño de un mes, cada mes se están enviando órdenes de compra a los proveedores para su aprovisionamiento.

- a) Para el medicamento MERONEM 1 GR se aplicó un modelo de revisión continuo QR donde el Q es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 2.552 unidades, la desviación del pronóstico fue de 273,68 (σ MAD). Para el cálculo del Inventario de seguridad, se ofrece el nivel de servicio del 90% lo que nos arroja un Z de 1,28 este valor es multiplicado por la desviación del pronóstico lo que da como resultado un inventario de seguridad de 351 unidades, ahora estas 351 unidades son sumadas al valor Q lo que da como resultado un Q_{total} de 2.903 ampollas.
También se calculó el punto de reorden (R) donde interactúa la variable de lead time (L) expresada en fracción de mes la cual es multiplicada por el Q y se le suma el inventario de seguridad lo que da como resultado un punto de reorden o el punto del inventario donde se debe colocar una nueva orden es cuando se encuentre en 521 unidades.
- b) Para el medicamento CLEXANE 40MG/0.4ML se aplicó un modelo de revisión continuo QR donde el Q es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 1.821 unidades, la desviación del pronóstico fue de 125,73 (σ MSD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90% da como resultado un inventario de seguridad de 161 unidades y este valor sumado al valor Q da como resultado un Q_{total} de 1.982 unidades.
El punto de reorden (R) dio como resultado un total de 283 unidades.
- c) Para el medicamento SOLUCION SALINA 100ML se aplicó un modelo de revisión continuo QR donde el Q es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 31.564 unidades, la desviación del pronóstico fue de 1.068,10 (σ MAD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90% da como resultado un inventario de seguridad de 1.369 unidades y este valor sumado al valor Q da como resultado un Q_{total} de 32.932 unidades.
El punto de reorden (R) dio como resultado un total de 4.198 unidades.
- d) Para el medicamento KIOVIG 5G/50 ML se aplicó un modelo de revisión continuo QR donde el Q es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 73 unidades, la desviación del pronóstico fue de 26,36 (σ MAD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90% da como resultado un inventario de seguridad de 34 unidades y este valor sumado al valor Q da como resultado un Q_{total} de 107 unidades.
El punto de reorden (R) dio como resultado un total de 39 unidades.
- e) Para el producto SET P.ADMON BOMBA INFUSIONC.CLAVE se aplicó un modelo de revisión continuo QR donde el Q es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 3.768 unidades, la desviación del pronóstico fue de 230,016 (σ MSD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90%

da como resultado un inventario de seguridad de 295 unidades y este valor sumado al valor Q da como resultado un Q_{total} de 4.063 unidades.

El punto de reorden (R) dio como resultado un total de 546 unidades.

- f) Para el medicamento CANCIDAS 50MG/10 ML se aplicó un modelo de revisión continuo QR donde el Q es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 100 unidades, la desviación del pronóstico fue de 25,17 (σ MSD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90% da como resultado un inventario de seguridad de 32 unidades y este valor sumado al valor Q da como resultado un Q_{total} de 132 unidades.
El punto de reorden (R) dio como resultado un total de 39 unidades.
- g) Para el medicamento TAZOCIN 4,5G se aplicó un modelo de revisión continuo QR donde el Q es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 635 unidades, la desviación del pronóstico fue de 1068,10 (σ MAD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90% da como resultado un inventario de seguridad de 254 unidades y este valor sumado al valor Q da como resultado un Q_{total} de 888 unidades.
El punto de reorden (R) dio como resultado un total de 296 unidades.
- h) Para el medicamento NOVOSEVENG RT 2 MG se aplicó un modelo de revisión periódico ST donde el D es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 1 unidad, la desviación del pronóstico fue de 1,26 (σ MSD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90% da como resultado un inventario de seguridad de 2 unidades. En este tipo de revisión periódica se calcula el número de días entre revisiones (T) que no es más que el número de días que deben pasar entre una revisión del inventario y la otra revisión, para este producto nos arrojó un T de 119 días, ósea que se debe revisar los niveles de inventario casi cada 4 meses, el inventario meta (S) es la cantidad máxima de inventario a almacenar y para este producto dio como resultado 4 unidades.
- i) Para el producto CANISTER 1000CC ATS se aplicó un modelo de revisión periódico ST donde el D es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 16 unidades, la desviación del pronóstico fue de 9,89 (σ MAD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90% da como resultado un inventario de seguridad de 17 unidades. El número de días entre revisiones (T) es de 22 días, el inventario meta (S) para este producto dio como resultado 32 unidades.
- j) Debido a que el periodo entre revisiones (T) para el medicamento NOVOSEVENG RT 2 MG arrojó un valor tan alto (119 días) se decide incorporar otro producto que se clasifique como tipo A y categorice como intermitente para poder comparar el resultado, el producto escogido fue el CONTRATHION 0,2MG/100ML, a este medicamento se le aplicó un modelo de revisión periódico donde el Q es el resultado del pronóstico F_{T+K} de 13

unidades, la desviación del pronóstico fue de 37,10 (σ MSD). El inventario de seguridad calculado con un nivel de servicio del 90% da como resultado un inventario de seguridad de 42 unidades. El número de días entre revisiones (T) es de 25 días, el inventario meta (S) para este producto dio como resultado 79 unidades.

9. EVALUAR Y COMPARAR LA PROPUESTA EXPUESTA FRENTE AL MODELO ACTUAL UTILIZADO EN LA IPS DE CUARTO NIVEL.

Se desarrolla un cuadro comparativo con el análisis de los productos que han venido desarrollando a lo largo de este trabajo, se busca comparar los resultados del modelo propuesto respecto a los del modelo actual

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
5											
6		Propuesta									
7											
8					Demanda real	Pronostico	Inv. Seguridad	Planeacion	e_T	$ e_T $	
9		200000484	MERONEM 1 G	AMP	2.430	2552	351	2.903	-472,61	472,61	
10		200000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	1.854	1821	161	1.982	-127,63	127,63	
11		200000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 100 ML	B1	29.574	31564	1369	32.932	-3.358,33	3358,33	
12		200000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	133	73	34	107	26,45	26,45	
13		100000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION C.CLAVE	UN	3.835	3768	295	4.063	-227,78	227,78	
14		200000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	108	100	32	132	-24,25	24,25	
15		200000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	841	635	254	888	-47,45	47,45	
16		2000001475	NOVOSEVEN RT 2 MG	VI	0	1	2	4	-4,00	4,00	
17		1000002564	CANISTER 1000CC ATS REF:M6275093	UN	9	16	17	32	-23,00	23,00	
18											
19											
20									Promedio	479,05	
21		Actual									
22											
23					Demanda real	Pronostico	% Seguridad	Planeacion	e_T	$ e_T $	
24		200000484	MERONEM 1 G	AMP	2.430	2.084	15%	2.397	33	33,4	
25		200000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	1.854	1840	15%	2.116	-262	262	
26		200000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 100 ML	B1	29.574	29121	15%	33.489	-3.915	3915,15	
27		200000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	133	71	5%	75	58	58,45	
28		100000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION C.CLAVE	UN	3.835	3860	15%	4.439	-604	604	
29		200000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	108	66	5%	69	39	38,7	
30		200000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	841	635	15%	730	111	110,75	
31		2000001475	NOVOSEVEN RT 2 MG	VI	0	1	0%	1	-1	1	
32		1000002564	CANISTER 1000CC ATS REF:M6275093	UN	9	15	5%	16	-7	6,75	
33											
34									Promedio	558,91	
35											
36											
37											

Tabla 26. Comparación de métodos.

Fuente: Los autores

Los resultados de la propuesta de planeación arrojan un error promedio de 479,05 unidades, respecto al modelo actual utilizado en la IPS donde arroja un error promedio de 558,91 unidades

El modelo propuesto se evaluó con una política de nivel de servicio del 90% debido a que los modelos de pronósticos utilizados se ajustaron a los patrones de comportamiento de la demanda de los productos, esto conlleva a que el inventario de seguridad calculado se reduzca en cada uno de los productos evaluados.

Se observa que el nivel de servicio ofrecido del 90% sigue siendo alto por la efectividad del pronóstico, por consiguiente se puede tomar la decisión de reducir dicho valor hasta el 65%, para corroborar dicha afirmación se ilustra en la siguiente tabla los resultados de la planeación del modelo propuesto con un nivel de servicio del 65%

Propuesta								
			Demanda real	Pronostico	Inv. Seguridad	Planeacion	e_T	$ e_T $
200000484	MERONEM 1 G	AMP	2.430	2552	105	2.657	-227,32	227,32
200000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	1.854	1821	48	1.869	-14,95	14,95
200000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 100 ML	B1	29.574	31564	412	31.975	-2.401,06	2401,06
200000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	133	73	10	83	50,07	50,07
100000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION C.CLAVE	UN	3.835	3768	89	3.857	-21,63	21,63
200000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	108	100	10	110	-1,70	1,70
200000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	841	635	76	711	130,13	130,13
2000001475	NOVOSEVEN RT 2 MG	VI	0	1	1	4	-4,00	4,00
1000002564	CANISTER 1000CC ATS REF:M6275093	UN	9	16	6	32	-23,00	23,00
Promedio								319,32

Actual								
			Demanda real	Pronostico	% Seguridad	Planeacion	e_T	$ e_T $
200000484	MERONEM 1 G	AMP	2.430	2.084	15%	2.397	33	33,4
200000154	CLEXANE 40MG/0.4ML	JG	1.854	1840	15%	2.116	-262	262
200000691	SOLUCION SALINA NORMAL 0.90 % - 100 ML	B1	29.574	29121	15%	33.489	-3.915	3915,15
200000425	KIOVIG 5G/50ML	VI	133	71	5%	75	58	58,45
100000651	SET P.ADMON BOMBA INFUSION C.CLAVE	UN	3.835	3860	15%	4.439	-604	604
200000114	CANCIDAS 50 MG/10 ML	AMP	108	66	5%	69	39	38,7
200000735	TAZOCIN 4.5 G	VI	841	635	15%	730	111	110,75
2000001475	NOVOSEVEN RT 2 MG	VI	0	1	0%	1	-1	1
1000002564	CANISTER 1000CC ATS REF:M6275093	UN	9	15	5%	16	-7	6,75
Promedio								558,91

Tabla 27. Comparación de política de nivel de servicio del 65% respecto a la propuesta actual

Fuente: Los autores

Los resultados de la propuesta de planeación con un nivel de servicio del 65% arrojan un error promedio de 319,32 unidades respecto al modelo actual utilizado en la IPS donde arroja un error promedio de 558,91 unidades

Con el modelo continuo QR evita tener el agotado en los dos productos que no cumplieron con los requisitos de la planeación TAZOCIN 4,5 G y KIOVIG 5G/10ML siendo concluyente el aceptar la política de nivel de servicio del 65% que nos ayuda a mantener menos niveles de inventario por consiguiente la disminución del costo por administración.

Al evaluar la propuesta respecto al tiempo de proceso se evidencia que el tiempo de computo es mayor respecto al tiempo utilizado en la planeación actual debido a que los tiempos medidos en este trabajo en un producto llegaron a ser hasta de 10 minutos mientras el programa “solver” de excel procesa la información para encontrar el mejor modelo de pronóstico incluido el cálculo de la política de nivel de servicio de un modelo de revisión continua.

En cuanto al tiempo de análisis empleado en esta propuesta es menor respecto al tiempo que invierte el planeador de la IPS en la actualidad debido a la precisión de los modelos de pronósticos al ajustarse a los patrones del comportamiento de la demanda de los productos, mientras que el planeador debe revisar diariamente los

niveles de inventario y las desviaciones de la demanda reevaluando los niveles de inventario para evitar agotados.

En la actualidad se realiza revisiones periódicas de los niveles de inventarios cada 8 días para afrontar la variabilidad de la demanda que no se prevén en el modelo de pronóstico utilizado de promedio simple más el inventario de seguridad calculado del 15% adicional a la demanda para productos de alta rotación y del 5% de productos de baja rotación, la falta de estructuración de un modelo de planeación que mejor se ajuste a los patrones de comportamiento de la demanda del producto y el tratamiento generalizado que se le da en la IPS de cuarto nivel a los modelos de pronósticos sin ningún criterio de parametrización, están causando un incremento en el costo de oportunidad por el aumento en el número de órdenes de pedido, porque el modelo utilizado no se ajusta bien al comportamiento de la demanda de los productos y el modelo de inventario periódico utilizado por la IPS es puesto a prueba para identificar los faltantes de los productos que el modelo de promedio simple no pudo ajustarse.

Integración del trabajo de grado con el ERP institucional

La propuesta de la metodología de planeación de la demanda y de los inventarios se encuentra diseñada en su gran totalidad en hojas de cálculos denominadas plantillas, esta metodología es de fácil integración con el sistema ERP empleado en la clínica de cuarto nivel de complejidad, el planeador lo que debe realizar es la exportación de los datos de las demandas de los 1.599 productos de uso en pacientes hospitalizados para un periodo de 30 días (1 mes) desde el ERP institucional, estos datos exportados se incorporan a las plantillas creadas de clasificación, categorización, pronósticos y de modelos de inventarios.

El profesional de planeación estará en la libertad de analizar y procesar la información con la flexibilidad que ofrece esta herramienta de “office”. Tanto la clasificación como la categorización los modelos de pronósticos y de inventarios se encuentran formulados, además, en la plantilla de modelos de pronósticos cuenta con la herramienta “solver” que le permitirá elegir la mejor opción de pronóstico (Q).

Después de haber procesado la información de las demandas, el profesional de planeación desde la hoja de cálculo puede integrar toda la información al módulo de planeación del ERP, este módulo es el encargado de remitir la información de los requerimientos de necesidades de productos al área de compras para el procesamiento de órdenes de compras a los distintos proveedores también llamados laboratorios farmacéuticos, el ERP es muy amigable con la información proveniente desde las hojas de cálculo de “office”.

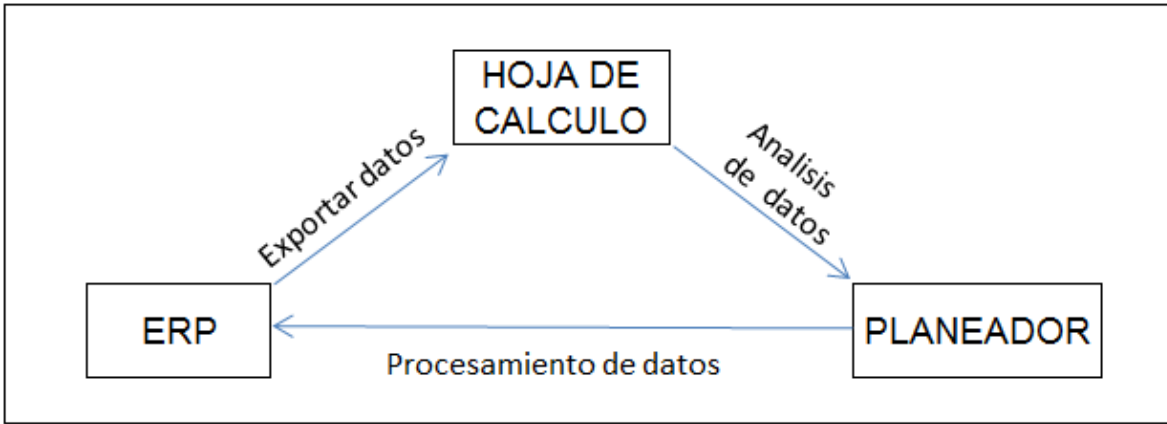


Ilustración 15. Integración propuesta.

Fuente: Los autores

10. CONCLUSIONES

- La utilización de herramientas estadísticas básicas como la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación son parte fundamental y la base para el entendimiento de los patrones de comportamiento de la demanda de un producto, no se podrá desarrollar un buen modelo de pronóstico o una adecuada clasificación si no se maneja o no se conocen estos conceptos básicos.
- En la utilización de modelos de pronósticos cuantitativos y univariantes es importante y muy relevante la revisión y análisis de los indicadores de precisión como MAD, MCD y el MAPE, sobre todo cuando operamos y empleamos múltiples modelos de pronósticos, la revisión de estos resultados brinda un panorama de confianza al profesional de planeación al momento de tomar la decisión de cual modelo escoger. El adecuado conocimiento de los modelos que están siendo evaluados por el profesional de planeación es parte fundamental para la efectividad de los mismos.
- En el desarrollo de este trabajo se logró evidenciar que existe una opción de mejorar el nivel de servicio que se presta en los servicios farmacéuticos respecto a la disponibilidad de productos con un buen análisis de pronósticos, mejorando toda la cadena de suministros desde la misma compra de los productos, pasando por el proceso de almacenaje hasta la dispensación de productos a los servicios médico asistenciales.
- Los productos que se clasifiquen como tipo A deben ser examinados y monitoreados continuamente y rutinariamente por los profesionales de planeación, haciendo un análisis al árbol de decisión de pronóstico y de inventarios desarrollado en este trabajo y estar atentos a cualquier cambio repentino e inesperado de la demanda.
- Esta metodología basada en el análisis del árbol de decisión de pronóstico y de inventario pudo demostrar su aplicabilidad en los 1599 productos de uso en pacientes hospitalizados, esta misma metodología se puede hacer extensiva a los productos restantes de la IPS de cuarto nivel para la atención de pacientes en los servicios de cirugía, urgencias, imágenes diagnósticas, servicios ambulatorios y servicio de laboratorio.
- Para la administración de los inventarios en una clínica de 4 nivel de complejidad se hace necesario crear una clasificación adicional como lo es el de la clasificación por importancia, se recomienda el monitoreo constante

y la administración los productos incluidos en esta clase, no debe tenerse en cuenta solo el costo del producto ni su rotación para la clasificación ABC, se debe tener un capítulo aparte para aquellos productos que son la base de la atención a pacientes críticos, el desconocimiento de esta clase de productos o peor aún tratarlos como otro producto no urgente puede conllevar a poner en riesgo la vida de un paciente si algunos de estos productos presentan agotados.

- Se debe cambiar la idea que todos los productos se tratan, se manejan, se pronostican de la misma manera o con el mismo método de planeación, cada producto es un universo distinto, lo desarrollado en este trabajo abre un panorama de la realidad de las cualidades de estos productos, el tratar a todos los productos por igual (al menos con el mismo modelo de pronóstico) pueden llevar al profesional de planeación a asumir altos riesgos como un agotado o un sobre “stock”.
- Esta metodología de planeación de la demanda y de los inventarios puede ser aplicada por diversas personas u organizaciones, fácilmente puede convertirse en un proceso sistematizado y estandarizado para la determinación de modelos de pronósticos y modelos de inventarios dentro de la empresa y disminuir la subjetividad que normalmente se emplean en este ramo de la planeación.

11. RECOMENDACIONES

- Los profesionales de planeación deben tener mucha precaución y prestar una total atención al momento de la planeación de un producto categorizado como intermitente, el incluir el dato 0 (cero) en la serie de tiempo puede llevarlo a pronosticar un dato por debajo a las demandas históricas si aplica modelos de pronóstico como promedio, promedio móvil, exponencial simple y exponencial doble.
- Para disminuir notoriamente la incertidumbre presentada en la utilización de los pronósticos se hace necesario incorporar modelos de inventarios que apoyen y refuercen la gestión del profesional de planeación, el modelo de inventarios es el apoyo que tiene el modelo de pronóstico ante los cambios significativos presentados por la demanda de medicamentos y dispositivos médicos en un entorno tan cambiante y variable como lo es la atención a pacientes y sobretodo en una institución de 4 nivel de complejidad.
- Si bien es cierto que existen modelos de pronósticos preestablecidos tanto en libros, internet y en ERPs se puede explorar en este campo adoptando modelos de pronósticos a las necesidades de cada empresa, se pudo evidenciar que la adaptación de mejoras a modelos existentes pueden mejorar la reducción del error sin tener que implicar un sobre costo a las empresas por desarrollos sofisticados e inversiones en tecnologías.
- Se recomienda a los profesionales de planeación tener en cuenta las unidades de empaque de comercialización por parte de los laboratorios, si bien es cierto que se pronostica un valor, ese valor debe redondearse a la unidad de empaque que se comercializa.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADAM, & EBERT. (1991). Administración de la producción y operaciones. Conceptos, modelos y funcionamiento. México: Pearson Prentice Hall.

AITOR, Urzelai Inza (2006). Manual básico de logística integral. Madrid: Díaz de Santos.

BALLOU, Ronald H. Estrategia de inventario. En: Logística administración de la cadena de suministro. 5 ed. México: Enrique Quintanar Duarte, 2004. p. 286-501.

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

CROSTON, J. D. (1972). Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands. Operational Research Quarterly, Vol.23, No 3, pp. 289-303.

EYNAN, A.; KROPP, D. H. (1998). Periodic review and joint replenishment in stochastic demand environments. IIE Transactions, Vol.30, No 11, pp. 1025-1033.

HILLIER, F. & LIEBERMA, G., Introducción a la Investigación de Operaciones, Editorial McGraw-Hill, México, 1991

KIELY, D. (2004). The State of Pharmaceutical Industry Supply Planning and Demand Forecasting. Journal of Business Forecasting Methods & Systems , p. 4.

KOTLER, P. (2002). Dirección de Marketing Conceptos Esenciales. Prentice Hall.

LATTA, M. (2007). How to Forecast the Demand of a New Drug in the Pharmaceutical Industry. The Journal of Business Forecasting , p5.

MAKRIDAKIS, S. G. (1990). Pronósticos Estrategia y Planificación para el Siglo XXI. Madrid, España: Díaz de Santos.

MAKRIDAKIS, S., & Wheelwright, S. C. (1998). Métodos de Pronósticos. México D.F.: Noriega Limusa.

NAHMIAS, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones. México, D.F.: McGraw-Hill

SCHOROEDER, R. (1996). Administración de Operaciones, toma de decisiones en la función de Operaciones. México: McGraw Hill.

SILVER, EDWARD A. y REIN Peterson, Inventory Management and Production Planning and Scheduling, 3ª ed. Jhon Wiley & Sons, New York, (1998). p. 74-145

SIPPER, Daniel. BULFIN, Robert L. Jr. Pronósticos, Planeación agregada y inventario sistema de demanda independiente. En: Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill Professional publishing, 1998. p. 96-236.

SOLOW Mathur (1988). Investigación de Operaciones. 3ª ed. México. p. 977.

VIDAL HOLGUIN, Carlos Julio (2006). Fundamentos de control y gestión de inventarios. (4 Ed). Santiago de Cali: Universidad del Valle-Facultad de Ingeniería. p. 01, 26, 27, 34, 42.

ZIPKIN, Paul H., Foundations of Inventory Management, Editorial Mc Graw-Hill, Boston USA, 2000.

13. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de marco lógico

	Resumen Narrativo	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Reducir el Nivel de Agotados y el Sobrestock de Medicamentos y Dispositivos Medicos presentados por la falta de un modelo adecuado de planeacion	Nivel de Agotados Dias de Rotacion Sobrecosto en Compras	SAP Archivo en Excell Documentacion (Facturas, remisiones)	Inclusion de Nuevos Productos al catalogo de la institucion de 4 nivel
Proposito	Mejorar el nivel de Servicio (Atencion) hacia el personal medico-asistencial de la oportunidad en la entrega de Medicamentos y Dispositivos Medicos	Tiempo de Entrega Nivel de Agotados	SAP	Falta de recurso humano o tecnologico para el envio de las solicitudes realizadas por el personal medico-asistencial (Tiempo de entrega) Backorder de productos por parte del proveedor (Agotados)
Componentes (productos)	Modelo de Pronostico de la demanda ajustado a los requerimientos de una institucion de salud de nivel 4	% de Cumplimiento del Trabajo de Grado	Documentacion, Diagrama de Actividades	Despues de escoger la mejor alternativa los resultados esperados en la verificacion no sean acordes a lo que buscamos
	Planeador Institucional capacitado en el analisis de resultados	Preguntar	Preguntar	Preguntar
Objetivos	Actividades	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
Conocer y Analizar la demanda de Medicamentos y Dispositivos Médicos en una IPS de 4 nivel	Recoleccion de Datos	% CUMPLIMIENTO DIAGRAMA DE GANTT	SAP-microsoft proyect	
	Organizar Datos		Excell-microsoft proyect	
Analizar Comportamiento Datos	Excell-microsoft proyect			
Clasificar y agrupar los medicamentos y dispositivos medicos de uso en pacientes hospitalizados en una ips de 4	Analisis ABC por rotacion		Bibliografia-microsoft proyect	
	Analisis ABC por importancia		Excell-microsoft proyect	
	Diagrama de Pareto de cada clasificacion		Excell-microsoft proyect	
Seleccionar y escoger alternativas de pronosticos y de modelos de inventarios para planear la demanda de medicamentos y dispositivos medicos de uso en pacientes hospitalizados en una ips de 4 nivel	Categorizacion de la demanda		Excell-microsoft proyect	
	Desarrollar modelos de pronosticos en hoja de calculo		Excell-microsoft proyect	
	Analisis de indicadores de pronosticos		Excell-microsoft proyect	
	Realizar arbol de decisi3n para escoger el mejor modelo		Excell-microsoft proyect	
	Identificar el coeficiente de variacion de los errores de los pronosticos		Excell-microsoft proyect	
	Analisis de pruebas de normalidad de los errores de los pronosticos		Excell-microsoft proyect	
	Desarrollo de los modelos por medio de Solver Excell		Excell-microsoft proyect	
	Realizar arbol de decisiones de tiempo		Excell-microsoft proyect	
Revisi3n de sistema continuo y sistema periodico	Excell-microsoft proyect			
Evaluar y comparar este modelo expuesto frente al modelo actual utilizado en la ips de 4 nivel	Recoleccion y organizaci3n de datos de la situaci3n actual	Excell-microsoft proyect		
	Consolidaci3n de resultados de modelos de pronosticos y de modelos de inventario	Excell-microsoft proyect		

