



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

**DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA EL
SUMINISTRO DE MEDICAMENTO BRIO CON
MAYOR PRIORIDAD PARA LAS FARMACIAS DE LA
DELEGACIÓN 2 NORESTE DEL D.F. DEL I.M.S.S.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

L I C E N C I A D O E N

MATEMÁTICAS APLICADAS Y COMPUTACIÓN

P R E S E N T A

SERGIO ALEJANDRO FERNÁNDEZ BOBADILLA

ASESOR: LIC. GERMAN ROCHA MORALES

FECHA: MARZO 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El presente trabajo se realizo en el Almacén Delegacional 2 Noreste del D.F. del Instituto Mexicano del Seguro Social, bajo la Dirección del Lic. Victoria Estrada Palacios, Jefe del Departamento de Suministros y Control del Abasto.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por haberme concedido, el disfrutar de todos los privilegios de estar vivo.

Agradezco a mis padres por el apoyo que me brindaron, a ellos también agradezco la vida que me dieron, las palabras de aliento, el consuelo que me dieron cuando las cosas parecían ser difíciles. Gracias a ellos he completado uno de mis tan anhelados sueños. Gracias papá y Gracias mamá.

A mis hermanos Julio Cesar y Héctor Alberto les agradezco por su apoyo y su comprensión en los momentos en los que estuve muy presionado y supieron entenderme.

A mi novia Selene por el gran apoyo incondicional que me ha dado, por animarme y alentarme en los momentos difíciles.

A la U.N.A.M. y a la F.E.S. Acatlán por ofrecer esta bonita carrera.

A mis Profesores por sus valiosas enseñanzas.

A mi asesor el Lic. Germán Rocha Morales por su orientación y por su interés con el que me guió para realizar este trabajo.

A mis jefes y amigos del Instituto Mexicano del Seguro Social, quienes me brindaron su apoyo, confianza y me brindaron su ayuda cuando lo necesite, gracias al Lic. Victoria Estrada Palacios, C.P. Javier Mendoza Castillo, C.P. Arturo Calva Pérez, Sr. Miguel Castillo Galicia y al Sr. José Cavita Vázquez. Gracias a todos ellos por sus consejos y su comprensión.

INDICE

CAPÍTULO 1. CONCEPTUALIZACIÓN..... - 8 -

1.1 I.M.S.S.	- 8 -
1.2 INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA	- 10 -
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	- 12 -
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	- 13 -
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 13 -
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	- 14 -
1.6.1 ALCANCES.....	- 14 -
1.6.2 LIMITACIONES.....	- 14 -
1.7 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADOS.....	- 15 -
1.7.1 HARDWARE ACTUALMENTE UTILIZADO.....	- 15 -
1.7.2 SOFTWARE UTILIZADO ACTUALMENTE.....	- 15 -
1.7.3 HARDWARE UTILIZADO PARA DESARROLLAR EL MODELO.....	- 15 -
1.7.4 SOFTWARE UTILIZADO PARA DESARROLLAR EL MODELO.....	- 15 -

CAPÍTULO 2. MODELOS Y SIMULACIÓN.....- 16 -

2.1 INTRODUCCIÓN	- 16 -
2.2 SISTEMAS Y MODELOS.....	- 16 -
2.2.1 DEFINICIÓN DE SISTEMA.....	- 16 -
2.2.2 DEFINICIÓN DE MODELO.....	- 17 -
2.2.3 DEFINICIÓN DE MODELO MATEMÁTICO.....	- 18 -
2.2.4 TIPOS DE MODELOS.....	- 19 -
2.3 SIMULACIÓN	- 24 -
2.3.1 ¿QUÉ ES SIMULACIÓN?	- 24 -
2.3.2 LA IMPORTANCIA DE SIMULAR.....	- 26 -
2.3.3 BONDADES DE LA SIMULACIÓN.....	- 29 -
2.3.4 PLANEACIÓN DE LA SIMULACIÓN.....	- 33 -
2.3.4.1 Formular el Problema	- 34 -
2.3.4.2 Conceptualizar el Modelo.....	- 35 -
2.3.4.3 Obtención y Procesamiento de los Datos.....	- 35 -
2.3.4.4 Formulación del Modelo Matemático	- 37 -
2.3.4.5 Estimación de los Parámetros Necesarios	- 39 -
2.3.4.6 Implementación del Modelo.....	- 40 -
2.3.4.7 Evaluación del Modelo	- 40 -
2.3.4.8 Validación de los Resultados.....	- 41 -
2.3.4.9 Diseño del Experimento de Simulación.....	- 42 -
2.3.4.10 Análisis de los Resultados	- 42 -
2.3.4.11 Conclusiones y Recomendaciones.....	- 43 -
2.4 HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN.....	- 43 -

2.4.1	MODELAMIENTO PARA PRONÓSTICOS.....	- 43 -
2.4.2	PRONÓSTICOS EN MODELOS DE TOMA DE DECISIONES.....	- 45 -
2.4.3	MODELOS Y ANÁLISIS DE DECISIONES CON PERIODOS DE TIEMPO CRÍTICO....	- 46 -
2.4.4	CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICOS.....	- 47 -
2.4.5	TÉCNICAS PARA EL CÁLCULO DE PRONÓSTICOS.....	- 50 -
2.4.5.1	SUAIVIZACIÓN EXPONENCIAL.....	- 51 -
2.4.5.2	REGRESIÓN LINEAL.....	- 53 -
2.4.5.3	PROMEDIOS MÓVILES.....	- 57 -
2.4.5.4	PROMEDIOS MÓVILES PONDERADOS.....	- 59 -

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MODELO..... - 60 -

3.1	EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE MEDICAMENTOS.....	- 60 -
3.2	DESCRIPCIÓN Y WORKFLOW DEL PROCESO ACTUAL EN EL ABASTO DE MEDICAMENTO.....	- 63 -
3.3	PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA ACTUAL.....	- 67 -
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	- 68 -
3.4.1	PRUEBAS DE JI CUADRADA.....	- 69 -
3.4.2	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	- 70 -
3.5	ANÁLISIS ESTADÍSTICO A MUESTRA DE CLAVES BRIO.....	- 71 -
3.6	PROPUESTA DE MODELO.....	- 81 -
3.6.1	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO.....	- 82 -
3.7	APLICACIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO Y SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA A LAS CLAVES MUESTRA DEL MEDICAMENTO BRIO CON MAYOR PRIORIDAD PARA LA DELEGACIÓN 2 NOROESTE DEL D.F. DEL I.M.S.S.....	- 84 -
3.8	MODELO ALTERNATIVO DE ABASTECIMIENTO DE MEDICAMENTO BRIO CON MAYOR PRIORIDAD.....	- 127 -

CAPÍTULO 4. RESULTADOS OBTENIDOS..... - 129 -

4.1	RESULTADOS DE PROMEDIOS MÓVILES Y GRÁFICAS.....	- 129 -
4.2	LOGROS.....	- 131 -
4.3	PROBLEMÁTICAS.....	- 131 -
4.4	TRABAJOS A FUTURO.....	- 131 -
	BIBLIOGRAFIA.....	134
	BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET.....	135
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	136
	ANEXOS.....	141

INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de brindar seguridad social y garantizar el derecho humano a la salud a la clase trabajadora nace en México el “Instituto Mexicano del Seguro Social”.

Siendo un pilar fundamental del bienestar individual y colectivo de la sociedad mexicana, su población derechohabiente supera los 46 millones de personas.

El otorgar a los trabajadores mexicanos y a sus familias la protección oportuna principalmente ante contingencias como la enfermedad, ha hecho que sea una de las instituciones más queridas por los mexicanos.

El Instituto Mexicano del Seguro Social se rige mediante una administración tripartita, esto es que recibe aportaciones del gobierno, de los patrones y del mismo trabajador.

Para poder cumplir con sus propósitos el instituto cuenta con una estructura orgánica, la cual actúa como uno de los mecanismos para redistribuir la riqueza social y contribuir así a la consecución de la justicia social en el país.

Dentro de esta estructura encontramos a la Coordinación de Abastecimientos de la Delegación 2 Noreste del D.F. la cual es la encargada de la distribución de los bienes de consumo de gran parte del valle de México. Internamente de esta coordinación encontramos al almacén delegacional, lugar en donde se realizó el presente estudio.

Esta investigación gira alrededor del abastecimiento de medicamento Brio, ya que el i.m.s.s. es una institución de salud, es por este motivo que las farmacias de las unidades médicas deben estar bien abastecidas ya que esto conllevará a la buena imagen del instituto.

Se analizará el sistema de abastecimiento de medicamento actual, describiendo paso a paso como es el proceso de abasto, mostrando los diferentes departamentos involucrados dentro de la coordinación de abastecimientos, los cuales intervienen directamente para cumplir este objetivo.

Por lo que se identificará la problemática actual del sistema de abastecimiento de medicamento brio con mayor prioridad, además de mostrar al lector algunas definiciones básicas para la comprensión de este estudio.

Así mismo presentar los distintos tipos de modelos que existen los cuales ayudaron a identificar la problemática del sistema actual de abastecimientos y proponer un modelo matemático alternativo.

Además de exponer un amplio panorama de la simulación, la importancia que conlleva esta y su adecuada planeación.

Conjuntamente se analizarán algunas técnicas que sirven como herramientas de simulación para posteriormente señalar las ventajas y desventajas que cada técnica ofrece, puesto que la elección de esta es muy importante ya que afectará directamente a la solución del problema.

Con la finalidad de asegurar resultados satisfactorios y evaluar la variabilidad y el grado de significancia de los datos que se obtuvieron, se realizará un análisis estadístico a muestras de claves brio así como pruebas de frecuencias observadas, para tener una mejor visión del problema y poder plantear mejor su solución.

Se expondrá al lector la metodología para el desarrollo de un modelo matemático partiendo de un problema real así como su abstracción y matematización del mismo para poder determinar que tipo de modelo es y buscar alternativas de solución.

La presente investigación proporcionará un modelo matemático basado en pronósticos, el cual será alternativo al sistema actual de abasto de claves brio con mayor prioridad de la Delegación 2 Noreste del D.F. con la finalidad de mostrar otro camino que tome en cuenta la fortaleza y las debilidades del actual sistema.

Por lo que se presentará la aplicación del método de promedios móviles el cual sirve como herramienta de pronóstico así como su justificación de la aplicación del mismo, su representación gráfica a las claves del medicamento brio y la interpretación de los resultados obtenidos.

Capítulo 1. CONCEPTUALIZACIÓN

1.1 I.M.S.S.

Antecedentes

El Instituto Mexicano del Seguro Social nace en 1943 en respuesta a las aspiraciones de la clase trabajadora. Actualmente, la ley señala que la seguridad social tiene como finalidades el garantizar el derecho humano a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el estado.

A efecto de cumplir con tal propósito el seguro social comprende el régimen obligatorio y el régimen voluntario. El régimen obligatorio cuenta con cinco ramos de seguro que se financian con contribuciones provenientes de los patrones, el estado y los propios trabajadores. Estos son: enfermedades y maternidad, riesgos de trabajo; invalidez y vida, retiro, cesantía en edad avanzada, vejez, guarderías y prestaciones sociales.

Son sujetos de aseguramiento del régimen obligatorio: los trabajadores, los miembros de sociedades cooperativas de producción y las personas que determine el ejecutivo federal a través del decreto respectivo.

Voluntariamente, mediante convenio con el Instituto, podrán ser sujetos de aseguramiento los trabajadores en industrias familiares y los independientes como profesionales, comerciantes en pequeño, artesanos y demás trabajadores no asalariados, los trabajadores domésticos, los ejidatarios, comuneros, colonos y pequeños propietarios; los patrones personas físicas con trabajadores asegurados a su servicio y los trabajadores al servicio de las administraciones públicas de la federación, entidades federativas y municipios que estén excluidas o no comprendidas en otras leyes o decretos como sujetos de seguridad social.

Al día de hoy

El I.M.S.S. es la Institución de seguridad social más grande de América Latina, pilar fundamental del bienestar individual y colectivo de la sociedad mexicana y principal elemento redistribuidor de la riqueza en México; es, sin duda, una de las instituciones más queridas por los mexicanos.

Por lo pronto, la población derechohabiente asciende a 46 millones 813 mil 307 personas. El total de asegurados permanentes llegó a 12 millones 410 mil 533 y el total de pensionados es de dos millones 22 mil 472.

Con 60 años de servicios ininterrumpidos, el I.M.S.S. ha superado los momentos más difíciles que se derivaron de su propia situación o de los eventos nacionales. A pesar de las deficiencias, sigue siendo recurso invaluable para la salud y el bienestar de los trabajadores mexicanos y se enfrenta decididamente al reto de construir la seguridad social mexicana del próximo siglo.

Misión

"La Misión del Instituto Mexicano del Seguro Social es otorgar a los trabajadores mexicanos y a sus familias la protección suficiente y oportuna ante contingencias tales como la enfermedad, la invalidez, la vejez o la muerte".

El principal instrumento de la seguridad social es el **Seguro Social**, cuya organización y administración se encarga precisamente a la Institución llamada I.M.S.S. La protección se extiende no sólo a la salud, sino también a los medios de subsistencia, cuando la enfermedad impide que el trabajador continúe ejerciendo su actividad productiva, ya sea de forma temporal o permanente. El propósito de los servicios sociales de beneficio colectivo y de las prestaciones fundamentales se orientan a incrementar el ingreso familiar, aprender formas de mejorar los niveles de bienestar, cultivar aficiones artísticas y culturales, hasta propiciar una mejor utilización del tiempo libre. La Ley del Seguro Social expresa así todo lo anterior: **"la seguridad social tiene por finalidad, garantizar el derecho humano a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo"**. La misión implica una decidida toma de postura en favor de la clase trabajadora y sus familiares; misión tutelar que va mucho más allá de la simple asistencia pública y tiende a hacer realidad cotidiana el principio de la solidaridad entre los sectores de la sociedad y del estado hacia sus miembros más vulnerables. Simultáneamente, por la misma índole de su encargo, el Instituto actúa como uno de los mecanismos más eficaces para redistribuir la riqueza social y contribuye así a la consecución de la justicia social en el país¹. El IMSS cuenta con una estructura orgánica para poder cumplir su misión, en esta estructura encontramos a la **Delegación 2 Noreste del D.F.**², Internamente de la delegación encontramos a la **Coordinación de Abasto y Equipamiento Delegacional**³, y dentro de esta se encuentra el **Almacén Delegacional**⁴. Cada estado de la república Mexicana cuenta con un almacén delegacional excepto en el D.F. que cuenta con cuatro almacenes delegacionales, es por esto la necesidad de controlar el abasto de todas las diferentes delegaciones del país.

¹ <http://www.imss.gob.mx> (18-Dic-2005)

² Son las Representaciones del I.M.S.S. en cada uno de los Estados de la Republica, dichas representaciones se denominan Delegaciones y tienen un número progresivo del 1 al 36, cabe señalar que dentro del D.F. existen 4 Delegaciones entre ellas la Delegación 2 Noreste.

³ Parte de la Estructura orgánica del IMSS encargada de abastecer los bienes de consumo hacia todas las Unidades de delegación.

⁴ Área facultada en la Delegación, para la recepción, custodia, control, despacho y distribución de bienes de consumo e inversión, así como la expedición de altas por la recepción de los mismos.

1.2 Introducción al problema

El almacén delegacional 2 noreste del D.F. del I.M.S.S. tiene la responsabilidad de analizar, controlar y abastecer los bienes de consumo⁵ de dicho Instituto ya que dichos bienes son distribuidos hacia las dependencias que corresponden a esta delegación.

El abasto⁶ surge de la necesidad, que se presenta dentro de dichas dependencias las cuales brindan atención médica, y es por este motivo, que necesitan ser abastecidas de medicamento, material de curación, material de laboratorio, material de aseo, formas impresas, etc.

El almacén presenta la siguiente estructura la cual debe cumplir con la responsabilidad antes mencionada.

Se tiene la necesidad de realizar compras de material a proveedores, esto es a través del **departamento de adquisiciones**, su misión a grandes rasgos, de dicho departamento, es generar las compras de material, esto por supuesto después de que el departamento de control del abasto analizo el requerimiento de todas las unidades que conforman a toda la delegación.

El departamento de adquisiciones también es el encargado de seleccionar a la proveeduría.

Ya una vez generadas las compras, el **departamento de control del abasto** es el encargado de analizar si los requerimientos de material que hicieron las dependencias están bien sustentadas, conforme a sus necesidades reales, las cuales ya están establecidas mediante un **nivel de inversión**⁷ y un **consumo promedio mensual (C.P.M.)**⁸.

El departamento de control del abasto reporta al departamento de adquisiciones, el material que esta próximo a agotarse y que es de suma importancia que se tenga existencia en el almacén.

Además, establece la frecuencia de abastecimiento. Estas frecuencias se manejan mediante las necesidades de las dependencias.

También se encarga de la distribución de los bienes de consumo, a las dependencias de esta delegación del I.M.S.S.

Genera los pedidos de material de las dependencias (Unidades Médicas), los cuales es la obligación del **departamento de suministros** atender y enviar hacia estas.

La figura 1.2.1 ayudara a entender con mayor claridad cual es el proceso de abastecimiento dentro del almacén.

⁵ Son todos aquellos productos que son utilizados en el Instituto.

⁶ El proveer de Bienes de consumo a las unidades de la Delegación

⁷ Es el porcentaje asignado de la cantidad en meses de existencias almacenadas, con los que debe contar la unidad almacenaría. NI=INV/CPM.

⁸ Es el requerimiento mensual de la unidad por Artículo, el cual se determina de un requerimiento anual de la unidad entre 12 meses.

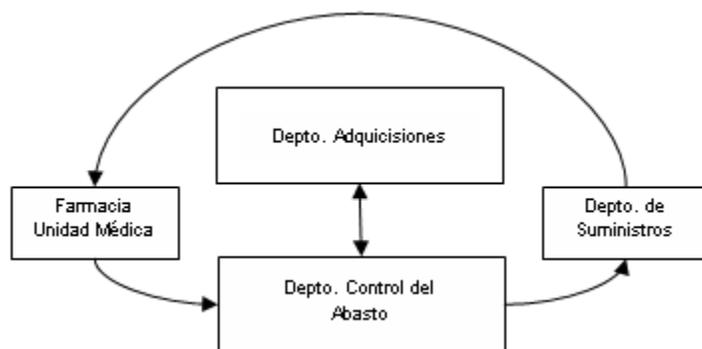


Figura 1.2.1 Proceso de abastecimiento.

El departamento de suministros es además el que interactúa directamente con las naves o bodegas de almacenamiento y es el que regula y coordina el suministro, mediante un calendario de suministro⁹, en el cual se encuentran todas las dependencias que deben ser suministradas, de acuerdo con una frecuencia ya establecida por control del abasto.

La forma de suministrar se maneja de la forma siguiente:

Una vez ya que el departamento de suministros haya recibido la **orden de pedido**, la cual genera el departamento de control del abasto, procede a realizar su **Hoja de pedido**, la cual es entregada al almacén para ser atendida mediante el trabajo operativo, que el almacenista realiza.

El almacenista surte la hoja de pedido, una vez terminado el surtimiento, el almacenista regresa la hoja de pedido al departamento de suministros, este descuenta de sus existencias disponibles, la hoja de pedido.

Este descuento de existencias, genera una **Hoja de remisión**; esta hoja es llevada a la oficina de tráfico vehicular, la cual se encarga de establecer el peso, y el volumen del material, con esta información, asigna un vehículo, que llevará el material a la dependencia indicada.

Ya que fue asignado el vehículo, el almacenista procede a entregar el material, el vehículo cargado de material sale de las instalaciones del almacén y entrega el material al destino indicado.

Cuando el material arriba al destino señalado, es recibido por personal de la dependencia destino, el cual sella de recibido la hoja de remisión, y la entrega al transporte. Este regresa al almacén y se da por concluido el trabajo del mismo. Estas hojas de remisión selladas son analizadas y trabajadas por el área del **Departamento Contable**, él realiza las operaciones que a su área corresponde.

⁹ Es la programación que se hace para desplazar los bienes de consumo del Instituto a las unidades que conforman la Delegación.

Todos estos procesos se realizan desde luego apoyados con un **SISTEMA DE INFORMACIÓN** llamado, **S.A.I. (SISTEMA DE ABASTO INSTITUCIONAL)**.

Dicho sistema cuenta con un modulo específico, para cada departamento.

El S.A.I. clasifica al material ó artículos como claves. Por lo que de aquí en adelante llamaremos claves a los artículos.

Y se utilizarán palabras técnicas, que son manejadas dentro del almacén y de su sistema de información, las cuales se definen en el glosario de términos dentro de este trabajo.

Este trabajo se enfoca al desarrollo de un modelo matemático para el abasto de medicamento, ya que el medicamento es la imagen del Instituto y es el que tiene la prioridad de abastecimiento sobre todos los demás bienes de consumo.

Y dicho modelo matemático se reduce al abasto de medicamento clasificado como BRIO¹⁰ y se reduce a un más, tan sólo al medicamento BRIO que presenta mayor prioridad, esto reflejado en el desabasto y la demanda en las dependencias de la delegación, y que es indispensable que nunca bajen sus existencias tanto en el almacén como en las dependencias.

1.3 Definición del problema

Las claves o medicamento Brio se determinaron después de un análisis estadístico de las claves que presentan mayor consumo en las unidades médicas y ahora es un estándar que el instituto maneja para calificar el abastecimiento de medicamento, pero a un así existen claves Brio que presentan mucho mayor consumo que las demás por lo tanto estas **claves Brio con mayor consumo** deben ser atendidas con mayor prioridad.

El abastecimiento de medicamento BRIO que presenta mayor prioridad en las farmacias, es la forma en que se mejora la imagen del Instituto, por lo tanto es indispensable el desarrollo de un modelo matemático que permita establecer un control óptimo, para cada dependencia, que solicite claves BRIO dentro de su proforma¹¹ o pedido, desde la planeación del C.P.M. hasta la salida del medicamento. Esto con la finalidad de que el almacén tenga las existencias necesarias y así de esta forma cubrir las necesidades de toda la delegación durante todo el año.

El sistema de información (S.A.I.) no diferencia la importancia de este medicamento BRIO, si no que es tomado como una existencia más y es manejado como un material o una clave más dentro del sistema, además su control, en cuanto a consumos promedios mensuales (C.P.M.'s), se establecen fuera de este sistema.

El problema radica en que no hay un orden bien establecido para determinar que cantidades se deben solicitar a compra anualmente por clave BRIO; el departamento de control del abasto, solo toma en cuenta que no se rebase el

¹⁰ Es el medicamento que se determina como de prioridad para el Instituto ya que es el más consumido por las Unidades de la Delegación y que no deben faltar en las existencias del mismo.

¹¹ Es el documento en el cual se plasman las necesidades anuales de bienes de consumo por las unidades.

C.P.M. que maneja cada farmacia de la delegación por cada clave. Esto esta generando desabasto de claves BRIO en las farmacias de cada U.M.F.¹², ocasiona compras urgentes ya que no alcanza el medicamento para cubrir todos los pedidos de todas las dependencias de la delegación, origina que algunas veces se tenga que tomar medicamento para una unidad y ese medicamento ya estaba comprometido para otra unidad por lo tanto esto genera sobrecargas de trabajo dentro todo el almacén.

Ya que control del abasto genera el doble de **órdenes de suministro** y por lo tanto el Departamento de suministros genera más **preparaciones de embarque**, esto aumenta el trabajo en las Bodegas y también genera mayor número de **remisiones de salida**, agota el número de vehículos disponibles en la oficina de tráfico vehicular. Y esto genera retraso en la entrega de material lo cual afecta al calendario de suministros y provoca el desabasto, además perjudica a la población derechohabiente y da mala imagen al Instituto.

1.4 Objetivo general

Identificar las causas que generan el desabasto y proponer un modelo matemático que garantice el suministro de medicamento BRIO con mayor prioridad para las farmacias de la delegación 2 noreste del D.F. del I.M.S.S.

1.5 Objetivos específicos

1.5.1

Identificar la problemática actual del sistema de abastecimiento de medicamento BRIO con mayor prioridad, del Almacén 2 Noreste del D.F. del I.M.S.S.

1.5.2

Proponer al lector la metodología para el desarrollo de un modelo matemático partiendo de un problema real así como su abstracción y matematización del mismo modelo.

1.5.3

Explicar cuales son y de que manera funcionan los métodos matemáticos que se utilizan para resolver problemas de modelos matemáticos.

1.5.4

Analizar y diseñar un modelo matemático para el abasto de medicamento BRIO con mayor prioridad para las farmacias de Delegación 2 Noreste del D.F. del I.M.S.S.

1.5.5

Contribuir con una alternativa de solución al problema del desabasto de medicamento BRIO para las farmacias del I.M.S.S. que pertenecen a la Delegación mencionada y así beneficiar a la población derechohabiente y mejorar la imagen del Instituto.

¹² Unidad Medico Familiar

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

El presente trabajo únicamente abarca información de los puntos enlistados a continuación.

- Alcanzara solo al Almacén Delegacional 2 Noreste del D.F.
- Únicamente se trabajará con Medicamentos BRIO de mayor prioridad.
- Se engloba información de 15 farmacias que corresponden al Almacén Delegacional 2 Noreste del D.F.
- Utilizara el sistema actual de abasto.
- Cubrirá únicamente los aspectos de Planeación y Diseño del modelo.

1.6.2 Limitaciones

El presente trabajo se limita, debido a que existen diversos factores Administrativos y políticos dentro de la institución.

- Horario de Labores.
- Acceso a la información.
- Confidencialidad en la información.
- Se limita en la Implantación del modelo.

1.7 Hardware y Software utilizados

1.7.1 Hardware actualmente utilizado

Estas son las características de la computadora sobre la cual trabaja el sistema (SAI) conectándose a un servidor de aplicaciones de las mismas características.

- Pentium (R) 4
- CPU 2.80 GHz
- 512 MB RAM
- 80 GB. En Disco duro
- Marca Dell
- Modelo OPTIPLEX GX270

1.7.2 Software utilizado actualmente

- **S.A.I.** Cabe mencionar que este sistema de información corre bajo el sistema operativo SUN SOLARIS y un servidor de aplicaciones donde se depositan todos los programas ejecutables.
- Manejador de Base de Datos Informix.
- WS_FTP95LE.- Software de transferencia de protocolos.
- Microsoft SQL server.

1.7.3 Hardware utilizado para desarrollar el modelo

Estas son las características de la computadora, serán las mismas en donde corre la aplicación.

- Pentium (R) 4
- CPU 2.80 GHz
- 512 MB RAM
- 80 GB. En Disco duro
- Marca Dell
- Modelo OPTIPLEX GX270

1.7.4 Software utilizado para desarrollar el modelo

- S.A.I.
- Manejador de Base de Datos Informix.
- WS_FTP95LE.- Software de transferencia de protocolos.
- Microsoft SQL server.
- Microsoft Access.
- Microsoft Excel.
- Mathematica.

Capítulo 2. Modelos y Simulación

2.1 Introducción

El presente capítulo provee algunas definiciones básicas que se necesitan comprender para nuestro estudio; primeramente se definirá lo que es un sistema. Este, para poder estudiarlo científicamente, a veces se tiene que formular un conjunto de suposiciones de cómo trabaja dicho sistema; estas suposiciones muchas veces toman la forma de relaciones matemáticas o lógicas, construyendo así un modelo que definiremos previamente.

También estudiaremos algunos tipos de modelos, que usualmente se utilizan para entender de una forma más clara el comportamiento de un sistema.

En un principio, se estudiarán las características generales de la simulación y posteriormente se analizará su planeación y el campo de aplicación de esta como una herramienta para investigar las características de los sistemas.

Finalmente se describirán algunas técnicas de simulación que serán utilizadas en el presente trabajo como una herramienta.

2.2 Sistemas y Modelos

2.2.1 Definición de Sistema

Para lograr una mejor comprensión de este trabajo, es necesaria una buena definición de lo que es un sistema, ya que de esta correcta interpretación dependerá en gran medida el uso de la simulación como herramienta.

Se define como sistema a un conjunto de elementos, los cuales, interrelacionados entre si, funcionan con un objetivo común, como se muestra en la figura 2.2.1.1.

Cada sistema posee distintas aplicaciones, dependiendo de los objetivos que se pretenden lograr en la práctica.



FIGURA 2.2.1.1 Concepto de sistema

Para que un sistema se considere eficiente, debe cumplir ciertos estándares básicos, como lo son las **entradas al sistema**, las cuales se introducen a un **proceso**, y se transforman en **salidas del sistema**. Estas salidas entonces lo retroalimentan y se convierten en entradas como se ejemplifica en la figura 2.2.1.1

Un sistema, a su vez puede ser un subconjunto de un sistema integrado de otra serie de elementos o entidades.

Un buen sistema debe contener una retroalimentación, es decir un monitoreo del comportamiento con respecto a ciertos estándares de medición. La mayoría de sistemas funcionan en un medio ambiente el cual afecta su conducta.

En ocasiones es difícil establecer los límites del sistema, es decir que elementos deben incluirse dentro del modelo y cuales no. Lo más recomendable es que el modelo sea lo más sencillo posible, debe de contener los elementos básicos para reflejar al sistema real.

2.2.2 Definición de Modelo

Un modelo es una representación simplificada de un sistema real con algún objetivo en particular. El objetivo del modelo es permitir al analista la determinación de uno o más cambios del sistema real modelado, que afectan otros aspectos del sistema o que inclusive su totalidad. Los modelos siempre deberán ser menos complejos que el sistema real, y si esto no sucede es mejor trabajar con el sistema real.

Un modelo debe contener lo esencial de un sistema real. Aquellos aspectos del sistema que no contribuyen significativamente al comportamiento del sistema no deberán ser incluidos, porque complicaran las relaciones entre las entradas y salidas del modelo; dependiendo del propósito de estudio, el analista deja de incluir realismo de ellos. Los modelos no son verdaderos o falsos, si no más bien son útiles y apropiados para un buen análisis.

Si las relaciones que componen un modelo son lo suficientemente simples, quizás sea posible usar herramientas matemáticas, tales como el álgebra, cálculo o probabilidad para obtener la información exacta de algunas preguntas de interés sobre el sistema; a esto se le llama *solución analítica*. La mayoría de los sistemas reales son demasiado complicados y grandes para permitir construir modelos realistas que puedan ser evaluados analíticamente, y es entonces cuando se deben estudiar bajo la simulación.

Los elementos que constituyen un modelo son los siguientes:

- Ecuaciones: están compuestas por variables, parámetros y operadores. Además pueden provenir de alguna definición o puedan estar basadas en la experiencia y el razonamiento, estas ecuaciones están formadas por variables, que representan las distintas partes del sistema y por operadores, que indican la relación que existe entre los elementos.
- Variables: relacionan un componente con otro y se clasifican de la siguiente manera:
 - *Exógenas*: son variables independientes o de entrada al modelo; se supone que han sido determinadas y proporcionadas, independientemente del sistema que se modela. Existen dos tipos de variables exógenas: *controlables* y *no controlables*; su clasificación depende de la posibilidad de modificarlas al juicio del analista del sistema o del encargado de tomar las decisiones.
 - *Endógenas*: son variables dependientes y de salida del sistema; son generadas por la interacción de las variables exógenas con las de estado, pueden ser variables objetivo y son una función de las variables exógenas.
 - *Determinísticas*: son variables en las que se puede predecir su valor con certeza absoluta.
 - *Aleatorias o estocásticas*: son variables no observables directamente antes de su ocurrencia.
 - *De estado*: describen el estado de un sistema o uno de sus componentes, ya sea al comienzo, al final o durante un periodo de tiempo.

2.2.3 Definición de Modelo Matemático

Una vez ya conocida la forma de cómo es conceptualizado un modelo, es importante para este estudio definir lo que es un modelo matemático ya que la formulación del mismo afectará a los resultados que se obtendrán.

Un modelo matemático se define como una representación más sencilla de un fenómeno natural, o problema de la vida real, el cual consiste en expresar en forma de ecuaciones y relaciones simbólicas, de manera simplificada, al sistema real, con el propósito de facilitar los cálculos y predicciones, que permitan obtener valores exactos o aproximados y así conseguir una o más soluciones al problema.

2.2.4 Tipos de Modelos

Existen tres clases de modelos dentro de la Investigación de Operaciones:

- a) Modelos Icónicos
- b) Modelos Analógicos
- c) Modelos Simbólicos

a) Modelos Icónicos

La relación de correspondencia se establece mediante las propiedades morfológicas, habitualmente son un cambio a reducción de escala del sistema que se pretende simular. Ejemplo: una Maqueta donde se establece una reducción de tamaño conservando las relaciones dimensionales básicas, una esfera que modela la tierra, modelos a escala de aviones.

b) Modelos Analógicos

Los modelos analógicos tienen algunas propiedades similares a los objetos representados, pero sin llegar a ser una replica morfológica de los mismos.

Para representar el sistema real, se utiliza una o varias propiedades que se comportan de manera semejante.

Este tipo de modelos no se parecen al sistema real, pero se comportan como el.

Un ejemplo de modelo analógico es un mapa impreso, el cual es construido mediante un conjunto de convenciones cartográficas, relativamente complejas, que conducen a un resultado final claramente distinto del objeto representado.

Se pretende hacer legibles algunas propiedades como son: altitudes, distancias, divisiones políticas.

c) Modelos Simbólicos

Son conceptualizaciones abstractas del problema real a base de uso de letras, números, variables y ecuaciones; no hay relaciones físicas. Este tipo de modelos son fáciles de manipular y se puede hacer con ellos un gran número de experimentos. Es un modelo cuantitativo, emplea las matemáticas para representar las relaciones entre los datos de interés, requiere que sus datos sean cuantificables para poder especificarlos en forma numérica. El desarrollo del modelo cuantitativo requiere que se especifique las interacciones de muchas variables y para lograr esa cuantificación el problema debe expresarse en términos matemáticos.

A continuación se analizarán los modelos simbólicos de acuerdo con su finalidad:

- Descriptivos: Los cuales expresan el tipo de comportamiento del fenómeno.
- Explicativos: Los cuales pretenden relacionar el comportamiento causa efecto del fenómeno.
- De pronóstico: Son aquellos que se utilizan para predecir el comportamiento futuro o bajo ciertos factores que no se han dado en la realidad.
- De optimización: Tienen como objetivo lograr el mejor valor de una función, ya sea minimizando costos o maximizando ganancias.
- De decisión y control: Cuya finalidad es mantener el fenómeno dentro de ciertos límites predefinidos.

De acuerdo a su construcción clasificamos a los modelos simbólicos como:

- Discretos o Continuos
- Determinísticos o Estocásticos
- Lineales o No lineales
- Estáticos o Dinámicos

Modelos Discretos

Se refiere al tipo de variables del modelo, cuyos cambios en el tiempo son predominantemente discontinuos o instantáneos, es decir que las propiedades que describen su comportamiento cambian en momentos determinados de tiempo, y entre esos instantes de tiempo no sucede variación alguna. Los cambios del sistema ocurren de manera instantánea en puntos aleatorios del tiempo como resultado de la ocurrencia de eventos discretos.

En los modelos discretos interviene el tiempo como una variable discreta, es decir solo se toman valores enteros.

La mayoría de las aplicaciones de simulación en la práctica son simulaciones de eventos discretos.

Un ejemplo sería en un sistema de colas, como las filas de un banco, la gente llega, empieza a ser atendida y contempla el servicio en tiempos discretos. Debe hacerse notar que los modelos discretos pueden tomar el tiempo como variables continuas. Pero los cambios en el sistema no ocurren continuamente en un promedio dado, sino en eventos de tiempo discretos.

Modelos Continuos

Es importante la distribución de las variables de tiempo en el modelo de simulación.

En los modelos continuos, el tiempo es una variable continua que puede tomar cualquier valor real (número decimal con número finito o infinito de cifras).

Los cambios en el tiempo son "suaves". Se suele requerir de las ecuaciones diferenciales, en la simulación continua para describir la tasa de cambio de las variables de estado.

Se puede aproximar los cambios continuos en el estado del sistema, por cambios discretos, para usar una simulación de eventos discretos que aproxime el comportamiento de un sistema continuo.

Un ejemplo sería la descripción de la trayectoria de un avión en el espacio; pero se debe visualizar a aquellos modelos en donde las propiedades que describen su comportamiento cambian continuamente respecto al tiempo otro ejemplo sería en un proceso químico, la temperatura y la presión experimentan un cambio promedio continuamente en el transcurso del tiempo.

No es una cuestión de magnitud del cambio sino de analizar si el cambio se produce en un instante de tiempo o a lo largo de todo el tiempo de estudio.

Modelos Determinísticos

Son aquellos donde se supone que todos los datos pertinentes se conocen con certeza. Es decir, en ellos se supone que cuando el modelo sea analizado se tendrá disponible toda la información necesaria para tomar las decisiones correspondientes.

Se caracterizan porque en ellos no intervienen ni el azar ni la probabilidad, de modo que, siempre que se parta de los mismos supuestos se repiten exactamente las mismas soluciones.

Permiten calcular los valores exactos o aproximados de los componentes controlables del sistema para que pueda comportarse mejor, de acuerdo con ciertos criterios establecidos.

Estos cálculos se realizan bajo el supuesto de que se conoce la información asociada al estado de aquellos componentes del sistema que no se pueden controlar. El acto de calcular el valor apropiado de estos componentes controlables, se conoce como derivar una solución al problema en cuestión, utilizando un modelo. La manera como se logra esta derivación de soluciones es muy variada y no existen reglas generales. Se puede lograr por simulación o emulación.¹

¹ Juan /Prawda/Witenberg

Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones.

Vol. 1 Modelo Determinístico Pág. 22

Modelo No Lineal

Los modelos no lineales tienen su origen al relajar la condición de linealidad de las relaciones, su relación en cuanto a las variables no es directamente proporcional, es característico en este tipo de modelos que resulten muy difíciles de modelar, sus restricciones u objetivos pueden ser no lineales, algunas veces revelan ciertas características del sistema que los modelos lineales no proporcionan, su resolución es muy complicada muchas veces imposible.

El estudio de estos problemas implica una mezcla diversa de álgebra lineal, cálculo multivariado, análisis numérico, la geometría, el análisis de conjuntos convexos, funciones y técnicas de computación. La optimización no lineal proporciona información fundamental para el análisis matemático, y se usa extensamente en las ciencias aplicadas por mencionar algunos campos en el diseño de ingeniería, el control de inventario.

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar } 3 \sin x + xy + y^3 - 3z + \log z \\ &\text{Sujeto a } x^2 + y^2 = 1 \\ &\quad x + 4z \geq 2 \\ &\quad z \geq 0 \end{aligned}$$

Modelos Estáticos

Dependiendo de el cambio de las variables en el tiempo. Los modelos estáticos son aquellos que no toman en cuenta, explícitamente, la variable tiempo, son una representación de un sistema en un momento en particular o puede ser una representación en donde la variable tiempo no juega un papel importante

Modelos Dinámicos

Son una representación de la conducta dinámica de un sistema, mientras un modelo estático involucra la aplicación de una sola ecuación, sin tomar en cuenta la variable tiempo. Los modelos dinámicos, por otro lado son reiterativos aplican sus ecuaciones considerando cambios de tiempo.

Esto es que refleja los cambios en el sistema a través del tiempo; muestra la evolución desde el principio hasta el final, ejemplo de ello puede ser una línea de espera.

2.3 Simulación

2.3.1 ¿Qué es Simulación?

Una definición estricta de Simulación es:

“X simula a Y“, es verdadero si y solo si:

- a) $x \wedge y$ son sistemas formales
- b) y es el sistema real
- c) x es una aproximación al sistema real
- d) las reglas de validez no están libres de error

Una definición de simulación más apropiada es:

La simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora, haciendo uso de gráficos, animación y otros dispositivos tecnológicos, la cual involucra ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de un sistema (o algún componente de este) durante un cierto periodo de tiempo.³

Simulación no es otra cosa que el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y realizar experimentos con él para entender el comportamiento del sistema y/o evaluar estrategias para la operación del mismo. Por sistema real entendemos existente o capaz de existir.

La simulación es un proceso descriptivo de planteamientos de modelos en contraste con un proceso normativo.

Se clasifica muy alto entre las técnicas de la investigación de operaciones por ser una técnica de las más usadas, debido a que es una herramienta bastante flexible, poderosa e intuitiva, cada vez más usada, es por eso que sus aplicaciones continúan creciendo de una forma más rápida.

El proceso del modelado asociado con la simulación por lo general implica recopilar datos para describir factores de entrada y factores operativos y para definir las interrelaciones que existen entre los factores (variables), entradas y otros componentes del problema estudiado.

La simulación es una herramienta muy importante para el diseñador de modelos, ya que, lo que pretende ó tiene como propósito realizar una estimación del desempeño real del sistema. Después de desarrollar con detalle el diseño, procedemos a construir un modelo prototipo del sistema real y probarse para ajustar los últimos detalles del diseño final.

³MariCarmen González Videgaray

Modelos y Simulación
Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán
Unidad de Servicios Editoriales
Primera Edición 1996, Pág. 10

La salida de un modelo de simulación tiene la forma de descripciones del comportamiento.

Es posible utilizar la simulación para generar soluciones a modelos que resulta poco práctico resolver en forma analítica, aunque las salidas de la simulación son siempre de naturaleza descriptiva, puede incluirse una “rutina de búsqueda” en el modelo de simulación para obtener una solución óptima, o cercana a la óptima.

La optimidad en simulación puede ser una aproximación de la optimidad que ocurre en la programación matemática.

Los términos simulación matemática y simulación computacional son casi sinónimos. De hecho, la mayoría de los modelos matemáticos requiere la realización de cálculos computacionales ó como frecuentemente se dice, de experimentos computacionales. Por otra parte, cualquier cálculo es posible sólo sobre la base de un modelo matemático.

Existe mucho en común entre la realización de un experimento de laboratorio y de un experimento computacional.

Por ejemplo:

Utilizando este estudio mencionaremos como se pretende simular, y así poder evaluar los resultados.

Una vez identificado el sistema de abasto de medicamento Brio que utiliza la Delegación 2 Noreste del I.M.S.S. procederemos a realizar pruebas del funcionamiento de dicho sistema, esto nos permitirá estimar que tan apropiado es el desempeño real y así poder identificar sus limitaciones y fallas para posteriormente desarrollar a detalle un diseño más apropiado y lograr construir un modelo prototipo del sistema real que permita corregir esas limitaciones y fallas que presenta el sistema real.

Este modelo prototipo del sistema real, deberá ser probado las veces que sea necesario para así poder ajustar los detalles del diseño final.

Para el instituto resultaría de gran utilidad este modelo de abastecimiento de medicamento Brio ya que permitiría corregir las limitaciones y fallas que presenta el actual sistema y de la misma forma beneficiaría la imagen del Instituto y a la población derechohabiente ya que se pretende reducir el desabasto de medicamento Brio que actualmente es un problema para la Delegación 2 Noreste del I.M.S.S.

Además la simulación es una herramienta muy útil porque reduce tiempo, dinero y esfuerzo, que benefician en gran parte al Instituto porque el Instituto puede evaluar los resultados obtenidos antes de implementar el modelo y tomar la mejor decisión ya que la simulación se puede hacer por medio de una computadora.

2.3.2 La importancia de Simular

La simulación permite experimentar e interactuar con el diseñador del modelo, pero no necesariamente optimiza el objetivo de interés por lo general es una manera más económica y rápida de estudiar los sistemas complejos.

La simulación se clasifica muy alta entre las técnicas que más se usan, es una técnica muy poderosa e intuitiva, además es una herramienta tan flexible y ampliamente usada en las ciencias para analizar y estudiar sistemas complejos y sus aplicaciones crecen rápidamente de manera continua.

La simulación tiene gran uso en el análisis de sistemas estocásticos que continuarán en operación indefinidamente, por medio de la computadora y debido a su velocidad es posible simular inclusive años de operación de un sistema, como si en realidad estuviera en operación física, esto en cuestión de segundos.

Esto nos muestra que al simular se alcanza un considerable ahorro en tiempo. Además no se desperdician recursos económicos ya que los resultados que se obtendrán con la simulación del modelo serán inmediatos como ya se menciono anteriormente. Cabe señalar que la simulación es una técnica práctica que permite el ahorro de recursos humanos y por tanto, sólo se requiere un esfuerzo mínimo, cuando se evalúa la alternativa más adecuada.

Para que se pueda hacer uso de la simulación, primero se hace un análisis teórico preliminar (con modelos matemáticos) para desarrollar un diseño básico del sistema (que incluye sus procedimientos de operación). Después se usa la simulación para experimentar con los diseños específicos con el fin de estimar el desempeño real. Una vez desarrollado y elegido el sistema detallado, se prueba el sistema real para ajustar los últimos detalles del diseño final.⁴

Para la simulación de un sistema complejo, se necesita un modelo de simulación detallado, el cual consta de varios bloques de construcción:

1. Definir el estado del sistema.
2. Identificar los estados posibles.
3. Identificar los eventos posibles.

⁴ Davis / McKeown
Modelos Cuantitativos para Administración
Grupo Editorial Iberoamericana
México, 1986 Pág.1085

4. Estipular un reloj de simulación, localizado en alguna dirección del programa de simulación, que registrará el paso del tiempo (simulado).
5. Un método para generar los eventos de manera aleatoria de los distintos tipos.
6. Una fórmula para identificar las transiciones de los estados que generan los diferentes tipos de eventos.
7. Casi siempre se utiliza la simulación cuando el sistema estocástico es demasiado complejo para que su análisis con modelos analíticos sea satisfactorio.

Lo más importante desde el enfoque analítico es que la esencia del problema debe de ser sustraída para revelar su estructura fundamental y así proporcionar una visión de las relaciones causa-efecto dentro del sistema.

Es posible construir un modelo analítico que sea la idealización del problema para obtener una solución satisfactoria, este enfoque es superior a la simulación, pero muchos problemas son tan complejos que no es posible su solución por la vía analítica, en estos casos la simulación es el único enfoque práctico para el problema.

En casi todos estos modelos la meta era determinar soluciones óptimas. Sin embargo, debido a la complejidad, de las relaciones estocásticas, no todos los problemas del mundo real se pueden representar adecuadamente en forma de modelo. Cuando se intenta utilizar modelos analíticos para sistemas como éstos, en general necesitan de tantas hipótesis de simplificación que es probable que las soluciones no sean buenas, o bien, sean inadecuadas para su realización.

Los modelos analíticos por lo general predicen solamente un comportamiento promedio o a largo plazo. En este caso, con frecuencia la única opción de modelado y análisis de que dispone quien toma decisiones es la simulación. En modelos de la vida real, se debe comprender la variabilidad posible en las medidas de desempeño, o la variación de las medidas de desempeño a corto plazo.

La simulación puede llevarse a cabo utilizando una amplia gama programas computacionales, también se pueden utilizar los lenguajes generales de programación, hasta los lenguajes especialmente diseñados para la simulación, esto agiliza el estudio y el análisis de sistemas complejos.

Además la capacidad de los modelos de simulación en el trato con la complejidad es manejar la variabilidad de las medidas de desempeño y simular

el comportamiento a corto plazo, es por ese motivo que la simulación es una herramienta muy poderosa, y de aquí la importancia de simular.

Ejemplo:

De acuerdo con los datos actuales presentados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática), en México hay un trabajador activo por una persona jubilada, y se pronostica que en el año 2050 por cada trabajador activo habrá tres personas jubiladas.

Esto debido a:

1. Mayor esperanza de vida, gracias a los avances de la medicina.
2. Mayor conciencia sobre la calidad de vida.
3. Mayor cultura de prevención.

Gracias a la simulación se pudo obtener esta información, ya que se tiene conocimiento de datos históricos de este fenómeno de crecimiento demográfico.

Y además se conocen las nuevas variables de incertidumbre, que no son más que las causas por las cuales ocurre tal suceso.

Toda esta información es posible conjuntarla en un modelo matemático y poder simular su solución.

Los modelos de simulación se utilizan a menudo para analizar una decisión bajo riesgo; esto es, un modelo en el cual el comportamiento de uno ó más de los factores no se conoce con certeza.

En estos casos el factor que no se conoce con certeza se considera una **variable aleatoria**; el comportamiento de una variable aleatoria se describe mediante una **distribución de probabilidad** esto con la finalidad de pronosticar el comportamiento del sistema.

Existen dos categorías de simulación; simulación de eventos discretos y simulación de eventos continuos.

Simulación de eventos discretos:

Los cambios del sistema ocurren de manera instantánea en puntos aleatorios del tiempo como resultado de la ocurrencia de eventos discretos.

La mayoría de las aplicaciones de simulación en la práctica son simulaciones de eventos discretos.

Simulación de eventos continuos:

Son cambios que ocurren en el estado del sistema continuamente en el tiempo. Un ejemplo de aplicaciones de simulaciones continuas sería el sistema de interés de un avión en vuelo y su estado se define como la posición actual, entonces el estado cambia de manera continua en el tiempo.

Se suele requerir de las ecuaciones diferenciales, en la simulación continua para describir la tasa de cambio de las variables de estado.

Se puede aproximar los cambios continuos en el estado del sistema, por cambios discretos, para usar una simulación de eventos discretos que aproxime el comportamiento de un sistema continuo.

Simular, es reproducir artificialmente un fenómeno o las relaciones entrada-salida de un sistema.

Esto ocurre siempre cuando la operación de un sistema o la experimentación en él son imposibles, costosas, peligrosas o poco prácticas, como en el entrenamiento de personal de operación, pilotos de aviones.

2.3.3 Bondades de la Simulación

Las áreas de aplicación de la simulación son muy amplias, numerosas y diversas, basta mencionar sólo algunas de ellas: Análisis del impacto ambiental causado por diversas fuentes, Análisis y diseño de sistemas de manufactura, Análisis y diseño de sistemas de comunicaciones. Evaluación del diseño de organismos prestadores de servicios públicos (por ejemplo: hospitales, oficinas de correos, telégrafos, casas de cambio, etc.). Análisis de sistemas de transporte terrestre, marítimo o por aire. Análisis de grandes equipos de cómputo. Análisis de un departamento dentro de una fábrica. Adiestramiento de operadores (centrales Carbo-eléctricas, termoeléctricas, Núcleo-eléctricas, aviones). Análisis de sistemas de acondicionamiento de aire. Planeación para la producción de bienes. Análisis financiero de sistemas económicos.

Evaluación de sistemas tácticos o de defensa militar. La simulación se utiliza en la etapa de diseño para auxiliar en el logro o mejoramiento de un proceso o diseño o bien a un sistema ya existente para explorar algunas modificaciones.

Se recomienda la aplicación de la simulación a sistemas ya existentes cuando existe algún problema de operación o bien cuando se requiere llevar a cabo una mejora en el comportamiento.

El efecto que sobre el sistema ocurre cuando se cambia alguno de sus componentes se puede examinar antes de que ocurra el cambio físico en la planta para asegurar que el problema de operación se soluciona o bien para determinar el medio más económico para lograr la mejora deseada.

Todos los modelos de simulación se llaman modelos de entrada-salida. Es decir, producen la salida del sistema si se les da la entrada a sus subsistemas interactuantes. Por tanto los modelos de simulación se “corren” en vez de “resolverse”, a fin de obtener la información ó los resultados deseados. Son incapaces de generar una solución por si mismos, en el sentido de los modelos analíticos; éstos solo pueden servir como herramienta para el análisis del comportamiento de un sistema en condiciones especificadas por el experimentador. Por tanto la simulación es una teoría, y no una metodología de resolución de problemas.

Además la simulación es solo uno de varios planteamientos valiosos para resolver problemas que están disponibles para el análisis de sistemas.

Gracias a las bondades con las que se cuenta en la simulación, se ha podido pronosticar con éxito el comportamiento de los diversos sistemas como por ejemplo:

- **Introducción de nuevos productos;** esta simulación es para determinar la probabilidad que tiene un nuevo producto para ser redituable.
- **Sobre boletaje en aerolíneas;** esta simulación es para determinar el número de reservaciones que debe aceptar una aerolínea para algún vuelo en particular.
- **Políticas de inventarios;** con esta simulación se determina, el escoger una política de inventarios, que relaciona el costo y el nivel del servicio (dos medidas de los resultados) con entradas probabilísticas, como la demanda del producto y el plazo de entrega de los proveedores, y con entradas controlables, como la cantidad a pedir y el punto del pedido.
- **Flujo de la circulación;** el objetivo de esta simulación es para determinar el efecto de instalar una señal de vuelta a la izquierda en el flujo del tránsito en una intersección muy concurrida. Se desarrolla un modelo relacionando la espera de los vehículos para pasar por la intersección con entradas probabilísticas.
- **Líneas de espera;** esta simulación determina los tiempos de espera de los clientes de un cajero automático de un banco, se desarrolla un modelo relacionando los tiempos de espera de los clientes con entradas probabilísticas.
- **Aplicaciones de cuidado de la salud;** El análisis de la incertidumbre futura, es el eje de la toma de decisiones, en este caso la simulación lo estudia como la evolución de las enfermedades humanas.

A continuación se muestran algunos ejemplos de simulaciones en computadora que se han realizado para ayudar en el diseño de los sistemas del cuidado de la salud⁵.

1. En los gastos de salud con planes de seguros alternativos.
2. En el costo y efectividad de la detección temprana de enfermedades.
3. En el uso de servicios quirúrgicos completos en un centro médico.
4. Simulación del tiempo y lugar de llamadas que solicitan servicios de ambulancia.
5. En la compatibilidad de riñones donados con receptores del trasplante.

La simulación no es una técnica de optimización, sino un método que puede emplearse para describir o predecir como funcionará un sistema, dada cierta elección en las entradas controlables y de valores generados al azar para las entradas probabilísticas.

Gracias a la excepcional versatilidad que tiene la simulación. Se ha podido usar para investigar virtualmente cualquier tipo de sistema estocástico.

Debido a la gran diversidad de aplicaciones, es imposible enumerar todas las áreas específicas en las que se ha usado. Además cada año se realizan nuevas aplicaciones innovadoras de simulación.

Pero ¿Cuándo es útil utilizar la simulación? Cuando existan una o más de las siguientes condiciones:

- 1.- No existe una completa formulación matemática del problema o los métodos analíticos para resolver el modelo matemático no se han desarrollado aún. Muchos modelos de líneas de espera corresponden a esta categoría.
- 2.- Los métodos analíticos están disponibles, pero los procedimientos matemáticos son tan complejos y difíciles, que la simulación proporciona un método más simple de solución.
- 3.- Las soluciones analíticas existen y son posibles, pero están más allá de la habilidad matemática del personal disponible. El costo del diseño, la prueba y la corrida de una simulación debe entonces evaluarse contra el costo de obtener ayuda externa.

⁵ Davis / McKeown
Modelos Cuantitativos para Administración
Grupo Editorial Iberoamericana
México, 1986 Pág.1100

4.- Se desea observar el trayecto histórico simulado del proceso sobre un período, además de estimar ciertos parámetros.

5.- La simulación puede ser la única posibilidad, debido a la dificultad para realizar experimentos y observar fenómenos en su entorno real, por ejemplo, estudios de vehículos espaciales en sus vuelos interplanetarios.

6.- Se requiere la aceleración del tiempo para sistemas o procesos que requieren de largo tiempo para realizarse.

La simulación proporciona un control sobre el tiempo, debido a que un fenómeno se puede acelerar o retardar según se desee.

Es importante mencionar que cuando se lleva a cabo simulación se pueden hacer pruebas de los modelos matemáticos y adelantar resultados para poder tomar una buena decisión, de esta forma al simular nuestro modelo matemático de abasto de medicamento Brio, podremos adelantar los resultados obtenidos sin que existan pérdidas económicas, por un modelo mal planteado ya que se podrán realizar las pruebas que sean necesarias y así poder identificar las limitaciones y fallas del sistema real, para posteriormente desarrollar a detalle un diseño más apropiado y lograr construir un modelo matemático prototipo del sistema real que permita corregir sus limitaciones y fallas, todo esto con la ayuda de una computadora que nos permitirá acelerar todos los procesos necesarios de esta simulación.

2.3.4 Planeación de la Simulación

Antes de iniciar un experimento o estudio de simulación es necesario determinar los pasos a seguir para obtener los resultados deseados. Es de vital importancia poder visualizar esto desde el momento en que se ataca el problema, para poder evitar complicaciones en el futuro; el procedimiento se puede definir mediante los pasos siguientes:

1. Formular el problema
2. Conceptualizar el modelo
3. Obtener y procesar los datos
4. Formular el modelo matemático
5. Estimar los parámetros necesarios
6. Implementar el modelo
7. Evaluar el modelo
8. Validar los resultados
9. Diseñar el experimento de simulación
10. Analizar los resultados
11. Conclusiones y recomendaciones

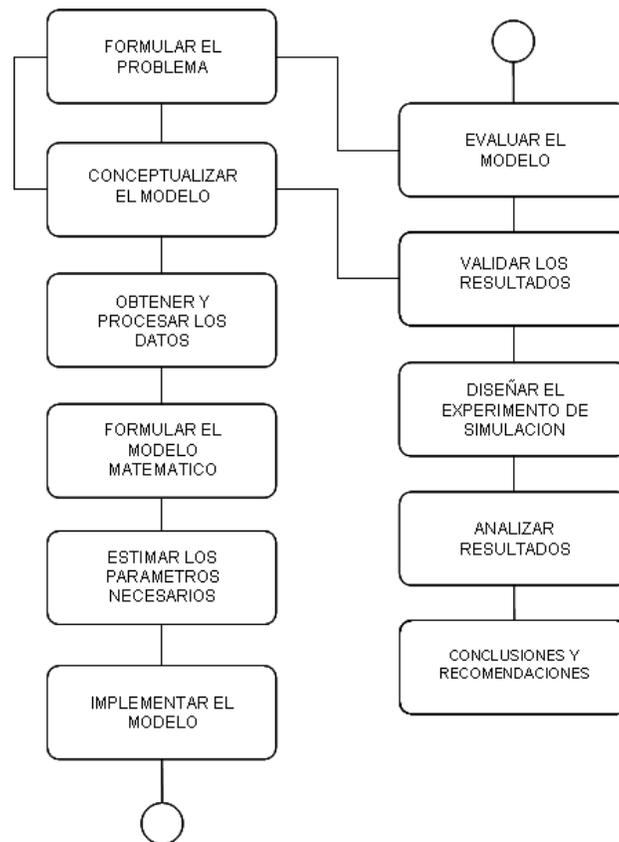


Figura 2.3.4 Lineamientos que componen la planeación de la simulación

Una simulación no es un simple proceso secuencial, muchas veces es necesario regresar a un paso anterior para que el sistema realmente se parezca al modelo que se intenta simular. Se debe considerar que conforme se progresa en el estudio, el conocimiento sobre el sistema mejora, de esta manera se obtiene una mayor comprensión sobre el sistema y la simulación.

Cabe mencionar que no todos los estudios de simulación incluyen íntegramente estos pasos ni es necesario seguir al pie de la letra estos lineamientos; quizás algunos presenten más detalle en ellos o contengan un diferente arreglo por lo cual la mayoría de los autores coinciden en los mismos conceptos como se muestra en la figura 2.3.4.

2.3.4.1 Formular el Problema

En toda investigación científica, incluyendo los estudios de simulación comienzan con la formulación del problema o establecimiento explícito de los objetivos del experimento, muchas veces es difícil la formulación de este, para obtener un buen resultado de simulación es necesario definirlo de forma correcta, siendo este paso el más crítico, ya que de la formulación dependerán en forma directa los resultados que se obtengan en nuestro experimento.

Para que un problema pueda ser formulado correctamente debe ser perfectamente bien identificado; es importante que el analista se familiarice con los detalles, así como con el propósito del sistema. En ocasiones los objetivos toman la forma de preguntas las cuales se deben contestar, hipótesis que se deben probar, efectos a futuro.

El analista no sólo se debe limitar a especificar preguntas, también debe distinguir criterios y objetivos necesarios para evaluar las posibles respuestas a estos cuestionamientos además en muchas ocasiones también necesita interpretar correctamente lo que sucede en la empresa o institución, esta acción de no llevarse a cabo correctamente dará como resultado que los datos obtenidos difieran de la realidad; es necesario recopilar y relacionar información con los responsables de esta, debe lograr una comunicación clara y necesaria con personas ajenas a su disciplina, esto en ocasiones suele costar trabajo al analista el cual debe tener mucha paciencia para lograr comprender la situación.

2.3.4.2 Conceptualizar el Modelo

Este proceso de conceptualización es, generalmente, la parte más difícil de todo el proyecto, ya que se debe especificar el propósito del modelo y las restricciones bajo las cuales se crea la abstracción o el modelo formal, es decir que se puedan definir de una manera exacta los objetivos específicos, si estos pueden expresarse en forma cuantitativa, además de cuales son los parámetros y las variables relevantes y cuales son las relaciones causa-efecto, que datos se requieren, etc. Se debe crear una representación matemática precisa del sistema.

Estas preguntas pueden ser útiles para llevar a cabo un buen análisis:

- ¿Cuáles son los objetivos específicos del estudio?
- ¿Pueden ser expresados en forma cuantitativa, en términos del criterio de ejecución del sistema?
- ¿Cuáles son los parámetros relevantes?
- ¿Cuáles son las variables de estado, las variables de decisión y los parámetros?
- ¿Cuáles son las relaciones de causa-efecto?
- ¿Qué datos se requieren? ¿Puede disponerse de ellos en forma inmediata? Si no ¿Cuánto esfuerzo se requiere para obtenerlos?
- ¿Con que recursos de computo se cuenta? (hardware y software)
- ¿Con que recursos humanos se cuenta?

2.3.4.3 Obtención y Procesamiento de los Datos

Resultaría prácticamente imposible formular un modelo, si no se cuenta previamente con algunos datos por esta razón existe un método iterativo entre obtener los datos y conceptualizar el modelo, ya que estos pueden tener influencia en el tipo de método que ha de elegirse. Por otro lado, no puede determinarse el tipo y la cantidad de datos necesarios si no se tiene un modelo preliminar. Por lo cual estas actividades deberán ser complementarias.

Es muy importante definir con claridad y de forma precisa los datos necesarios para obtener los resultados deseados, por eso es conveniente recordar que la recolección de datos requiere del esfuerzo de muchas personas, generalmente en equipos interdisciplinarios, por esta causa el analista deberá valerse de su diplomacia y su capacidad de relacionarse así como de sus habilidades técnicas para poder manipular y procesar los datos.

Es necesario disponer de un sistema eficiente para el procesamiento de los datos, para que de esta forma sea posible alcanzar el éxito al estar haciendo un estudio de simulación, por ejemplo:

- La información descriptiva y cuantitativa (datos) referentes al sistema que se va a investigar, constituye un requisito previo a la formulación del problema.
- Los datos que hayan sido reducidos en forma significativa pueden sugerir hipótesis con cierta validez, las cuales se usarán en la formulación de los modelos matemáticos que describen el comportamiento de un sistema dado.
- Los datos también sugieren mejoras ó refinamientos en los modelos matemáticos que existen en el sistema dado.
- Es necesario que los datos, reducidos a una forma final, se utilicen para estimar los parámetros de las características de operación relativas a las variables endógenas, exógenas y de estado del sistema.
- Hay que considerar que sin tales datos es imposible probar la validez de un modelo de simulación.

Cabe hacer mención que existen seis funciones importantes del procesamiento de datos las cuales forman una parte integral del procedimiento para implantar los experimentos de simulación en computadoras: recolección, almacenamiento, conversión, transmisión, manipulación y salida.

Recolección. Es el proceso de captación de los hechos disponibles, con lo cual estos pueden ser procesados posteriormente, cuando sea necesario.

Almacenamiento. Ocurre simultáneamente con el proceso de recolección, implica que los datos sean o hayan sido almacenados. Resulta sumamente costoso y laborioso, debido a que comprende la identificación, revisión, edición, codificación (asignación de claves), transcripción y verificación de ellos.

Conversión. Este proceso es crucial en la determinación de la eficiencia del procesamiento, pues la mala conversión puede ocasionar una mala interpretación del problema. El proceso trata de modificar la información de cierta manera para posteriormente ser manipulada.

Transmisión. Bajo ciertas circunstancias, existen problemas adicionales en la conversión de los datos de una forma a la otra, que implica una transmisión de ellos, esto es, el transporte de la información desde una localidad hasta el lugar donde será procesada.

Manipulación. Una vez que los datos han sido recolectados, almacenados, convertidos a una forma eficaz y transmitidos al lugar de procesamiento final, resulta posible entonces comenzar con las operaciones de manipulación de la información como sería el realizar las estadísticas, ajuste de curvas de probabilidad, etc. y la preparación de estos para su salida final.

Salida. Una vez manipulada la información, es necesario para continuar con el análisis de simulación un reporte de esta operación.

2.3.4.4 Formulación del Modelo Matemático

El pasar de la realidad a la abstracción podría ser verdaderamente complicado, pues la formulación del modelo matemático es el paso que más requiere del discernimiento y del buen juicio del analista, así como de su experiencia y conocimiento tanto del fenómeno en cuestión como de las herramientas matemáticas. Es decir se deben de interpretar las características de la realidad haciendo uso de las matemáticas, también se tiene que analizar su comportamiento y se debe de exponer por medio de un modelo.

Se debe identificar las medidas de comportamiento del sistema para poder evaluar su efectividad, esto puede ser por medio de las variables endógenas del sistema.

El modelo debe de contener el detalle suficiente para capturar la esencia del sistema, ya que un diseño con demasiado detalle ocasionará que los costos de programación y ejecución se eleven en gran medida. Por lo que quizás no sea necesario tener una correspondencia uno a uno entre los elementos de la realidad con los elementos del modelo.

En la construcción de un modelo, existen algunas consideraciones que no se debe pasar por alto, estas son:

Variables del modelo. Al comienzo del análisis no debe resultar difícil conocer la cantidad de variables endógenas que el modelo debe contener, puesto que el objetivo tiene que estar claro. Resulta más complicado la elección de las variables exógenas, se tiene que tener un buen juicio ya que la falta de variables pueden conducir a un modelo no valido y el exceso de variables imposibilitaría la simulación, o bien complicaría el diseño; como se menciono con anterioridad el detallar demasiado, usar más variables de las necesarias hará, muy probablemente, más costoso el modelo y la simulación. Se deben identificar de igual forma cuales variables pueden ser estocásticas.

Complejidad de los modelos. Podemos suponer que los problemas reales son muy complicados y los modelos que tratan de representarlos de igual forma lo serán, pero no es una regla que todos lo sean. Por lo que se tiene que tener tranquilidad por lo que respecta a este hecho. Se debe de dar más peso a la formulación de modelos matemáticos que originen descripciones o predicciones, razonablemente exactas, en referencia al comportamiento de un sistema dado y a la vez reducir el tiempo de computación y programación. Cabe mencionar que

no hay una completa interdependencia de estas características en los modelos matemáticos. Ya que se encuentran íntimamente relacionadas en los tiempos de programación, cómputo y de su validación.

Eficiencia de computación Se entiende por eficiencia computacional la cantidad de tiempo de cómputo necesario para lograr algún objetivo experimental específico. Es importante marcar ciertos objetivos y es posible que se desee reducir estos tiempos en cómputo.

Tiempo consumido en la programación de la computadora. El tiempo que se necesita para escribir un programa que forje tiempos planeados para variables endógenas de un conjunto particular de modelos matemáticos, depende en parte del número de variables utilizadas en los modelos y de su complejidad. Si algunas de las variables usadas en los modelos son estocásticas, entonces el tiempo de programación como el de computación deben equilibrarse con los aspectos de validez y velocidad del cálculo.

Realismo en los modelos. El realismo en los modelos se refiere a la validez del problema, esto quiere decir que debemos preguntarnos *¿Qué tan adecuado describe el modelo al problema? ¿En realidad aporta predicciones acertadas acerca del comportamiento futuro del sistema?* Si al menos una de estas interrogantes resulta positiva entonces se reducirá considerablemente la dificultad en el modelo y nuestro experimento de simulación será solo un ejercicio de lógica deductiva.

Compatibilidad con el tipo de experimentos que se van a realizar. Al conceptualizar un modelo matemático, el objetivo principal es dirigir experimentos de simulación, se debe contemplar la forma en que se tomarán las características del diseño de los experimentos que se deben incluir en los modelos; pero pocas veces se cumplen en su totalidad estas propiedades cuando nos enfrentamos con problemas de la vida real, ya que se presentan ciertas dificultades como:

- Posiblemente resultaría imposible cuantificar o medir algunos tipos de variables que afecten al comportamiento del sistema.
- Que se exceda la capacidad de nuestra computadora al intentar considerar un número muy grande de variables, esto al describir un sistema dado.
- Quizá algunas variables exógenas significativas se desconozcan, y afecten la salida del sistema.
- Podemos ignorar algunas de las relaciones entre las variables exógenas y las endógenas del sistema.
- Pueden existir relaciones entre las variables las cuales afecten el comportamiento del sistema, son en muchas ocasiones tan complejas que no se pueden en forma de una o más ecuaciones matemáticas.

Para la formulación de modelos matemáticos existen dos tipos básicos:

Diseños generalizados. El diseño generalizado trata de representar el comportamiento de un sistema completo.

Diseños modulares o de bloque. Este intenta resumir un modelo generalizado partiendo de un conjunto de modelos que representan los elementos importantes de un sistema.

No obstante para la formulación de modelos matemáticos no existe ninguna regla o ley, las cuales aseguren su éxito. Por lo cual se requiere el uso de técnicas, métodos o marcos de referencia que muestren algunos criterios que pueden llegar a ser útiles en esta temática tan compleja. Así mismo se requiere:

- Especificar variables y parámetros
- Especificar relaciones lógicas de causa-efecto
- Especificar sus componentes (en forma de diagramas de flujo)

2.3.4.5 Estimación de los Parámetros Necesarios

Una vez recolectada la información y quizás formulados algunos modelos matemáticos que describen el comportamiento del problema, se debe probar su peso estadístico, estimando los valores de los parámetros de dichos modelos.

Resulta de vital importancia la obtención de parámetros o características que definan al sistema, las cuales son indispensables en distribuciones teóricas o empíricas de probabilidad.

Para poder llevar acabo la tarea de la estimación de los parámetros operacionales de un sistema, es necesario tener un previo conocimiento sobre las técnicas ordinarias de estimación esto por medio de la técnica de mínimos cuadrados y de los procedimientos clásicos de pruebas estadísticas.

Para estimar estos, generalmente se utiliza alguno de los siguientes métodos:

- Métodos de máxima verosimilitud.- el cual maximiza la probabilidad de ocurrencia de una muestra. (estadístico)
- Método de los momentos.- este iguala los momentos muestrales a las poblaciones. (estadístico)
- Método de los mínimos cuadrados.- este minimiza las distancias entre los puntos de tal forma que se ajusten a una curva. (determinístico)

No es una regla utilizar los métodos descritos con anterioridad y en ocasiones tampoco es posible utilizarlos, en ciertos casos se deben utilizar procedimientos iterativos para encontrar buenos estimadores.

2.3.4.6 Implementación del Modelo

Una vez que ya se a definido el modelo, si este lo requiere, se deberá transcribir de tal forma que sea posible llevarlo a la computadora y de esta forma obtener los resultados deseados.

Para la formulación de un programa de cómputo se deben de seguir los pasos siguientes:

- Se debe elaborar un diagrama de flujo.
- Indicar los datos de entrada y condiciones iniciales.
- Diseñar el programa, es decir codificar en algún lenguaje de propósito general o de propósito específico, o quizás se pueda realizar en un paquete estadístico o en una hoja de cálculo.
- Verificar errores.
- Probar el programa y eliminar todos los errores.
- Generar resultados.
- Presentar reportes de salida.

También es necesario evaluar la infraestructura necesaria para poder implantar el modelo.

2.3.4.7 Evaluación del Modelo

El evaluar un modelo, consiste en la recolección de los datos que se obtuvieron con la simulación, tales como los parámetros de los modelos, sus medias y sus varianzas. Se debe evaluar la significancia del modelo mediante técnicas estadísticas, de igual forma se debe realizar un buen juicio inicial sobre la adecuación de los modelos, es decir, pruebas sobre la bondad de ajuste de las distribuciones simuladas. Algunas de las pruebas y/o técnicas estadísticas podrían ser:

- Estudios referentes a las medias: pruebas de una muestra relativa a las medias y las diferencias entre ellas.
- Análisis en torno a las varianzas: pruebas de Ji cuadrada y pruebas F.
- Exámenes basados en el conteo de datos: pruebas referentes a las proporciones, diferentes entre k proporciones, tablas de contingencia y pruebas de bondad de ajuste.
- Pruebas no paramétricas: prueba del signo, pruebas basadas en sumas de rangos, la prueba de la mediana, la prueba U, pruebas de corridas y pruebas de correlación en serie.

Estas pruebas tienen la finalidad de determinar si en el modelo existen variables no necesarias, si falta incluir variables, si las relaciones planteadas son correctas o no, si los estimadores son correctos, además de permitir detectar violaciones en las suposiciones fundamentales del modelo.

Si los resultados obtenidos son satisfactorios se debe continuar con el análisis y si no lo fuera se debe regresar a la conceptualización del modelo.

2.3.4.8 Validación de los Resultados

Para validar los resultados es conveniente comparar los valores simulados de las variables endógenas que arroja como resultado el modelo, en contraste con los datos históricos conocidos y que tan exactas son las predicciones del comportamiento del sistema real hechas por el modelo de simulación para periodos futuros. Para poder validar los resultados del modelo es necesaria la correspondencia de los resultados del modelo y la realidad. Como lo muestra la *figura 2.3.4.8.1*.

Para validar los resultados de un modelo lo más usual es basarse en los siguientes aspectos:

- La opinión de los expertos sobre los resultados de la simulación.
- La exactitud en la predicción del futuro.
- La comprobación de falla del modelo de simulación, al utilizar datos que hacen fallar al sistema real.
- La aceptación y confianza en el modelo que tenga la persona que hará uso de los resultados que arroja el experimento de simulación.

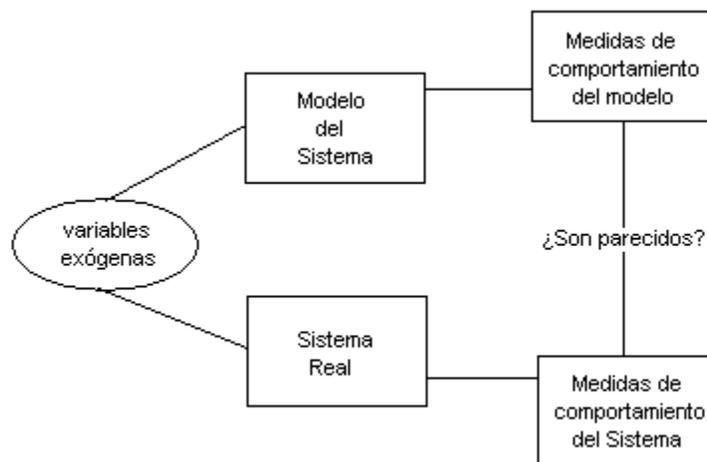


Figura 2.3.4.8.1 Validación del Modelo

2.3.4.9 Diseño del Experimento de Simulación

Una vez que el modelo sea aprobado satisfactoriamente, se deben diseñar los experimentos deseados para simularlo. Se deberán evaluar los diferentes diseños del sistema planteado, de acuerdo a las medidas de comportamiento ocasionadas por el modelo. En este período se contestara a las preguntas del diseño experimental. Es importante elegir las diferentes alternativas y las combinaciones de estos niveles, así como el orden de la experimentación.

También se deberá tratar de minimizar los errores puramente aleatorios, de manera que resalten los efectos de los diseños, esto se hace a través de técnicas de reducción de varianza.

Primordialmente este período consiste en generar los datos deseados y realizar el análisis de sensibilidad de los índices requeridos. Así mismo, se diseña la aplicación de alternativas o políticas para medir sus efectos, utilizando intervalos de variación. Es importante para el analista contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuántas alternativas se deben tomar en cuenta?
- ¿Cuanto debe durar la corrida de las distintas alternativas?
- ¿Que condiciones iniciales utilizar para cada alternativa?
- ¿Cuál debe ser la precisión necesaria en las medidas de comportamiento del sistema?
- ¿Cuantas corridas deberán ser hechas para cada alternativa?

2.3.4.10 Análisis de los Resultados

Finalmente, se debe de realizar un análisis de los datos generados por la simulación, para esta etapa se deben contemplar los pasos siguientes:

- *Recolección y proceso de los datos simulados*, en forma parecida a la usada para los datos reales, aunque resulta mucho más compleja, ya que la parte aleatoria interviene en forma complicada, además de la influencia del tiempo.
- *Calculo de pruebas estadísticas*, en este caso para determinar la significancia del efecto de los distintos diseños alternos, así como sus combinaciones. Típicamente estas pruebas consisten en un intervalo de confianza para medir el funcionamiento de un diseño de sistema en particular.
- *Interpretación de resultados*, observando los efectos de los cambios en las variables endógenas.

Dar un orden de calidad entre los distintos diseños es muy importante, estableciéndose en las medidas de funcionamiento del sistema. Se deben comparar las políticas alternativas. Esto con la finalidad de sugerir las acciones pertinentes para una buena toma de decisiones, esperando con ello obtener los mejores resultados de la simulación.

2.3.4.11 Conclusiones y Recomendaciones

Siguiendo cada etapa de este esquema en su totalidad, aumenta las posibilidades de que el modelo de simulación arroje los mejores resultados.

Pero es importante que los resultados matemáticos obtenidos sean analizados por el analista y no solo sean tomados como números, sino que exista una interpretación precisa con respecto del problema.

Una vez que el analista realice una simulación y un análisis profundo a un sistema, este deberá contar con la capacidad de dar recomendaciones e identificar las necesidades del sistema estudiado, para que este trabaje de una forma más eficiente.

2.4 Herramientas de Simulación

A continuación se describirán algunas técnicas que sirven de herramienta de simulación, estas técnicas de simulación permiten a los investigadores realizar experimentos exóticos en un laboratorio perfectamente limpio y controlado sin usar materiales raros o equipo caro, sin arriesgar la integridad física de ninguna persona ó exponer el capital en una empresa, por eso es importante la elección de estas herramientas de simulación.

2.4.1 Modelamiento para pronósticos

Primeramente comenzaremos con algunas definiciones básicas de lo que son los pronósticos, ya que esta será la herramienta de simulación primordial, para poder llevar a cabo la realización del modelo.

Pronóstico.- Se define como una estimación anticipada del valor de una variable, por ejemplo: la demanda de un producto.

Hacer un pronóstico es obtener conocimiento sobre eventos inciertos que son importantes en la toma de decisiones presentes.

Pronosticar.- Es emitir un enunciado sobre lo que es probable que ocurra en el futuro, basándose en análisis y en consideraciones de juicio.

El pronosticar implica, tener el conocimiento y la capacidad de aplicar métodos con bases estadísticas.

Además de poseer un buen juicio e intuición sobre el marco metodológico que se va a emplear, esto implica, conocer el ambiente, la selección de la mejor técnica, el número de datos históricos que debe incluirse.

El pronóstico es un insumo necesario para la planificación ya sea en un negocio o en el gobierno. Con frecuencia los pronósticos son generados de manera subjetiva y a un costo muy elevado para los grupos de discusión.

La Estadística para Pronóstico

La selección de la metodología o técnica para la elaboración de pronósticos es un asunto importante ya que el bienestar financiero de todo el ejercicio dependerá de la exactitud del pronóstico obtenido, en virtud de que dicha información será utilizada para tomar decisiones.

La estimación de un valor futuro se basa en el análisis de factores es decir, el pronóstico está basado en un estudio inferido de los comportamientos pasados de los datos (extrapolación).

Características de los Pronósticos

- Todas las situaciones en que se requiere un pronóstico, tratan con el *futuro* y el *tiempo* está directamente involucrado. Así, debe pronosticarse para un punto específico en el tiempo y el cambio de ese punto generalmente altera el pronóstico.
- Otro elemento siempre presente en situaciones de pronósticos es la *incertidumbre*. Si el analista tuviera certeza sobre las circunstancias que existirán en un tiempo dado, la preparación de un pronóstico sería trivial.
- Por último el grado variable en todas las situaciones descritas es la *confianza* del analista que hace el pronóstico, sobre la información contenida en *datos* históricos ó series de tiempo.

Series de tiempo.- Es un conjunto de observaciones respecto a una variable, medidas en puntos sucesivos en el tiempo o a lo largo de periodos sucesivos de tiempo.

En este estudio nuestra serie de tiempo o nuestro horizonte de planeación es el periodo de tiempo de duración del ejercicio anual del almacén.

Series de Tiempo Estacionarias.- Las series de tiempo necesitan tener un proceso estacionario, es decir no muestran tendencia a crecer a lo largo del tiempo.

2.4.2 Pronósticos en modelos de toma de decisiones

INTRODUCCION

Los modelos de pronóstico, fungen como herramienta para las decisiones y se pueden aplicar en diversas situaciones en la toma de decisiones dentro de las diversas áreas.

En la toma de decisiones bajo incertidumbre, siempre se elaboran pronósticos o predicciones para el futuro. Los datos que describen esta situación de la decisión deben representar lo que sucederá en el futuro. El uso de modelos matemáticos se ha incrementado, para interpretar y predecir las dinámicas y controles en la toma de decisiones. Se presentan dichas aplicaciones de pronóstico en diversas áreas tales como:

- **Mercadotecnia**
 - Tamaño del mercado
 - Participación en el mercado
 - Tendencia de Precios
 - Desarrollo de nuevos productos
 - Ventas
 - Predicciones del impacto y efecto de campañas publicitarias

- **Producción**
 - Costo de materia prima
 - Costo de mano de obra
 - Disponibilidad de materia prima
 - Disponibilidad de mano de obra
 - Requerimientos de mantenimiento
 - Capacidad disponible de la planta para la producción

- **Finanzas**
 - Tasas de interés
 - Cuentas de pagos lentos

- **Recursos Humanos**
 - Número de trabajadores
 - Rotación de personal
 - Tendencias de ausentismo
 - Tendencia de llegadas tarde

- **Planeación Estratégica**

- Factores económicos
- Cambios de precios
- Costos
- Crecimiento de líneas de productos
- **Estrategias para proteger desabastecimiento de inventarios.**- Estas se basan en la naturaleza de la demanda del artículo controlado durante determinado horizonte de planeación.⁶
- Estrategias óptimas de inversión de portafolios.

2.4.3 Modelos y análisis de decisiones con periodos de tiempo crítico

La capacidad de modelar un problema y realizar modelos de decisión y análisis es esencial, ya que existe gran diversidad de aplicaciones en problemas de la vida real.

Los pronósticos son necesarios en todas las áreas de una organización, puesto que el pronosticar resulta benéfico puesto que se puede conocer el comportamiento futuro de la organización ya que con estos se puede identificar y corregir problemas que pudieran presentarse en un futuro.

Se debe tomar en cuenta que no se puede considerar a ningún pronóstico como terminado, puesto que estos son continuamente necesarios y en la medida en que pasa el tiempo dichos pronósticos deben actualizarse para tener una predicción más confiable sobre el desempeño real, esto origina que el tomador de decisiones modifique su decisión.

El tomador de decisiones debe tomar en cuenta los siguientes componentes para tomar una decisión.

- **Medida de comportamiento.** La medida de comportamiento es un indicador u objetivo, esto es la medición del comportamiento de los datos que refleja cualquier empresa, negocio o institución. La medida de comportamiento proporciona el nivel deseable del resultado, es decir, el objetivo de su decisión. El tener un objetivo es importante para identificar la actividad de pronóstico.
- **Sistema de comportamiento,** El sistema de comportamiento busca una visión operacional. Es decir indicar como un sistema de pronóstico trabaja tomando de referencia la correlación de los comportamientos de los resultados previos generados. Es de suma importancia entender como un sistema de pronóstico trabaja en la actualidad si se quiere cambiar para saber como trabajará en el futuro.

⁶ Taha A. Hamdy
Investigación de Operaciones
7^a edición
Pearson Prentice may, México 2004. Pág. 491

La actividad de pronosticar es un proceso iterativo. Este comienza con una planificación eficaz y eficiente, y termina en la compensación de otros pronósticos de acuerdo a la interpretación de su comportamiento.

La manera en la cual nuestro conjunto de acciones afecta el resultado de las decisiones dependerá de como el pronóstico y las otras variables de entrada se encuentren interrelacionadas y de la manera como las mismas se relacionan con el resultado.

2.4.4 Clasificación de los modelos de pronósticos

Un criterio de división de los pronósticos atiende al tiempo para el cual se prepara el pronóstico. Estos tiempos varían con el uso del pronóstico.

- Pronóstico de *corto plazo* es utilizado principalmente para programación de producción, transporte, efectivo, personal. Un ejemplo es la programación del efectivo, una cuenta bancaria debe tener dinero suficiente para afrontar los compromisos previstos. Si tiene más dinero se pierde la oportunidad de invertirlo, si tiene menos no habrá la liquidez suficiente para afrontar compromisos y puede haber pérdida de oportunidades.
- Pronóstico de *mediano plazo*, utilizado principalmente para adquisiciones de materia prima, personal, equipo. Las adquisiciones de algunos bienes no son inmediatas y necesitan un cierto tiempo para realizarse, es preciso planear adecuadamente y para eso es útil tener un pronóstico de necesidades.
- Pronóstico a *largo plazo* se utiliza primordialmente para algunos aspectos de presupuestación, planeación de inversiones, planeación estratégica. Las inversiones de capital siempre requieren de pronósticos, tanto de la necesidad de las mismas como de plazos en los que se espera recuperar la inversión, estos últimos requieren de pronósticos de otras cosas como ventas, tasas de interés y otros factores importantes.

Los métodos de pronóstico se clasifican de la siguiente manera:

Métodos de Pronósticos	Cualitativos	
	Cuantitativos	Análisis de series de tiempo Modelos causales

Métodos Cualitativos

Las técnicas cualitativas se usan cuando los datos son escasos, por ejemplo cuando se introduce un producto nuevo al mercado.

Estas técnicas usan el criterio de la persona y ciertas relaciones para transformar información cualitativa en estimados cuantitativos.

A continuación se mencionaran algunos de estos métodos

Método Delphi.- Se usa para pronósticos a largo plazo, pronósticos de ventas de productos nuevos y pronósticos tecnológicos.

Investigación de Mercados.- Se usa para evaluar y probar hipótesis acerca de mercados reales.

Consenso de un Panel.- Tiene los mismos usos que el Método Delphi.

Pronósticos Visionarios.- Se usa para hacer una profecía del futuro usando la intuición personal.

Analogía Histórica.- Se usa para productos nuevos, basándose en el análisis comparativo de la introducción y crecimiento de productos similares.

Métodos Cuantitativos

Las técnicas cuantitativas consisten en encontrar el patrón del pasado y proyectarlo al futuro (análisis de series de tiempo).

Las características o patrones de una serie de tiempo que de manera primordial buscamos en la gráfica son las *regularidades* que permitan la proyección del comportamiento observado en el pasado hacia el futuro. Los patrones regulares que nos son útiles son de varios tipos.

- **Datos horizontales.** Se presentan como un valor constante (recta horizontal) alrededor del cual los datos oscilan de forma irregular. Es el patrón de datos más simple, la mejor manera de pronosticar en una situación como ésta es estimar la altura de la línea horizontal y usar ese valor como pronóstico.
- **Datos con tendencia.** Se presentan como una línea lisa (una recta o una curva suave) que sube o baja monótonamente y los datos oscilan erráticamente alrededor de ella. La manera de pronosticar que se ocurre primero, en este caso, es la de calcular una ecuación para la línea y usar ese valor para pronóstico.

- **Datos estacionales.** Muchas series de datos presentan este tipo de comportamiento repetitivo. Los datos se muestran como fluctuaciones las cuales se repiten año tras año con duraciones e intensidades similares. El origen del nombre estacional son precisamente las estaciones del año. Mucha de la actividad humana y muchos fenómenos naturales varían de acuerdo a las estaciones. Por extensión, en muchas actividades se presenta una oscilación semanal o mensual similar a la de las estaciones del año. Por ejemplo, no es raro observar que en algunos días de la semana se incrementa el ausentismo laboral. Tenemos otro ejemplo en la cantidad de transacciones que se realizan en las oficinas bancarias, estas presentan dos “picos” mensuales, al principio/fin y al medio. Cuando se estudia una serie con esta característica, es deseable incorporarla al pronóstico.
- **Patrón cíclico.** Este se refiere a curvaturas de largo período asociadas con grandes ciclos económicos. El pronóstico en estas condiciones es mucho más complicado ya que la forma de estos ciclos no es simple y la teoría económica no se encuentra suficientemente desarrollada como para permitir una cuantificación confiable de ellos. Claro que si observamos tal patrón en los datos, es conveniente incorporarlo al pronóstico aún cuando sea de una manera imperfecta.

Métodos de proyección

Estos métodos tratan de encontrar el patrón total de los datos para proyectarlos al futuro, y estos son:

- Promedios Móviles
- Promedios Móviles Ponderados
- Suavización Exponencial

Modelos de Regresión

- **Regresión lineal simple.-** Se debe tratar de usar la menor cantidad de variables como pronosticadores posibles para obtener un pronóstico razonablemente preciso
- **Regresión lineal múltiple.-** Son utilizadas cuando están envueltos dos o más factores independientes, y para pronósticos de corto y mediano plazo.

2.4.5 Técnicas para el cálculo de pronósticos

Las técnicas de **pronósticos** disminuyen la incertidumbre sobre el futuro, permitiendo estructurar planes y acciones congruentes con los objetivos de la organización y permiten también tomar acciones correctivas apropiadas y a tiempo cuando ocurren situaciones fuera de lo pronosticado.

El conocimiento de las técnicas de pronósticos es de poco valor, a menos que puedan aplicarse efectivamente en el proceso de planeación de la organización. Para poder Seleccionar el Método de Pronóstico a utilizar se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- El contexto del pronóstico
- La relevancia y disponibilidad de datos históricos
- El grado de exactitud deseado
- El periodo de tiempo que se va a pronosticar
- El análisis de costo-beneficio del pronóstico
- El punto del ciclo de vida en que se encuentra el producto.

2.4.5.1 Suavización Exponencial

La técnica supone que el proceso es constante o que cambia con lentitud al paso del tiempo; utiliza la misma hipótesis que se usa en el método de promedio móvil. Sin embargo, el objeto de esta es compensar un inconveniente en el método de promedio móvil.

La suavización exponencial asigna un peso mayor a la observación más reciente. Esto difiere con el método del promedio móvil, en el que todas las observaciones se asignan pesos iguales.

Se define a $\alpha(0 < \alpha < 1)$ como **constante de suavización** y se supone que los puntos de la serie del tiempo para los últimos t periodos son X_1, X_2, \dots, X_t . Entonces F_{t+1} , el estimado para el periodo $t+1$, se calcula como sigue:

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

Los coeficientes respectivos de X_t son progresivamente menores X_{t-1}, X_{t-2}, \dots . el nuevo procedimiento asigna más peso a los puntos de los datos más recientes. De esta forma se puede calcular F_{t+1} a partir de F_t

La selección de la constante de suavización α es básica para estimar los pronósticos del futuro. Un valor mayor de α implica que las observaciones más recientes tienen mayor peso. En la práctica el valor de α va de 0.01 a 0.30

Ejemplo:

Dada la información semanal. ¿Cuál es el pronóstico de la demanda para el periodo 10?

Semana	Demanda
1	820
2	775
3	680
4	655
5	750
6	802
7	798
8	689
9	775
10	

Con una constante de suavización de $\alpha = 0.10$ y $\alpha = 0.60$

SOLUCION:

Con $\alpha = 0.10$

Para hacer nuestro primer pronóstico, estamos en el tiempo $t = 1$ y pronosticamos para el tiempo $t = 2$ así $F(2) = X(1)$. $F(2) = 820$.

Para el tiempo $t = 3$ pronosticamos según la fórmula

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t = (0.10)775 + (0.90)820 = 815.50$$

Siguiendo la fórmula continuamos con la solución

$(0.10)680 + (0.90)816 =$	801.95
$(0.10)655 + (0.90)802 =$	787.26
$(0.10)750 + (0.90)787 =$	783.53
$(0.10)802 + (0.90)784 =$	785.38
$(0.10)798 + (0.90)785 =$	786.64
$(0.10)689 + (0.90)787 =$	776.88
$(0.10)775 + (0.90)777 =$	776.69

Con $\alpha = 0.60$

Para hacer nuestro primer pronóstico con $\alpha = 0.10$, estamos en el tiempo $t = 1$ y pronosticamos para el tiempo $t = 2$ así $F(2) = X(1)$. $F(2) = 820$.

Para el tiempo $t = 3$ pronosticamos según la fórmula

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t = (0.60)820 + (0.40)820 = 820.00$$

Siguiendo la fórmula continuamos con la solución

$(.60)*815.50+(.40)*820.00=$	817.30
$(.60)*801.95+(.40)*817.30=$	808.09
$(.60)*787.26+(.40)*808.09=$	795.59
$(.60)*783.53+(.40)*795.59=$	788.35
$(.60)*785.38+(.40)*788.35=$	786.57
$(.60)*786.64+(.40)*786.57=$	786.61
$(.60)*776.88+(.40)*786.61=$	780.77

Solución

Semana	Demanda	$\alpha= 0.1$	$\alpha= 0.6$
1	820	820.00	820.00
2	775	820.00	820.00
3	680	815.50	820.00
4	655	801.95	817.30
5	750	787.26	808.09
6	802	783.53	795.59
7	798	785.38	788.35
8	689	786.64	786.57
9	775	776.88	786.61
10		776.69	780.77

Debe notarse que solo se puede pronosticar a la vez 1 periodo en el futuro.

2.4.5.2 Regresión Lineal

El análisis de regresión determina la relación entre una variable dependiente (por ejemplo, la demanda de un artículo y una variable independiente (por ejemplo, el tiempo).

La fórmula general más sencilla de modelo de regresión entre variable independiente x y la variable dependiente y es

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_nx^n$$

Las constantes b_0, b_1, \dots, b_n son parámetros desconocidos que se deben determinar a partir de los datos disponibles mediante la siguiente fórmula.

$$b = \frac{\sum xy - n(y)(x)}{\sum x^2 - n(x)^2}$$

La forma más sencilla de modelo de regresión supone que la variable dependiente varía en forma lineal respecto a la variable independiente, esto es que $Y_t = a + bx$.

Las constantes a y b se calculan aplicando el criterio de los mínimos cuadrados, que minimiza la suma del cuadrado de las diferencias entre los valores observados y los estimados.

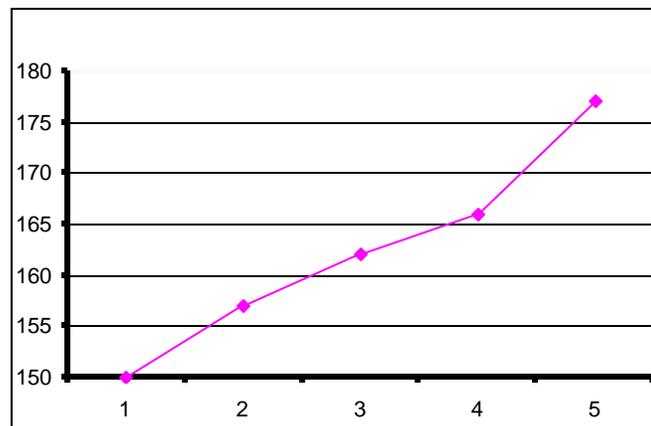
Como podemos observar primero se necesita calcular b , a partir del cual se puede calcular a aplicando la fórmula siguiente.

$$a = y - bx$$

Ejemplo: ¿Qué modelo de regresión lineal puede usarse para predecir el siguiente nivel de ventas?

Semanas	Ventas
1	150
2	157
3	162
4	166
5	177

Este es el gráfico del resultado de las ventas observadas



Solución

Primeramente procedemos a aplicar el criterio de los mínimos cuadrados

x_i	y_i	x_i^2	$(x_i)(y_i)$
Semana	Ventas	(Semana) ²	(Semanas)(Ventas)
1	150	1	150
2	157	4	314
3	162	9	486
4	166	16	664
5	177	25	885
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$	$\sum x_i^2$	$\sum (x_i)(y_i)$
3	162.4	55	2499

Posteriormente obtenemos **a** y **b** aplicando las fórmulas anteriormente mencionadas

Resolviendo **b**

$$b = \frac{\sum xy - n(y)(x)}{\sum x^2 - n(x)^2}$$

$$b = \frac{\sum (2499) - (5)(1624)(3)}{\sum (55) - (5)(9)} = \frac{63}{10} = 6.3$$

Resolviendo **a**

$$a = y - bx$$

$$a = 162.4 - 6.3(3) = 143.5$$

Substituimos los valores obtenidos **a** y **b**, en Y_t y encontramos el modelo de regresión lineal que puede usarse para predecir el nivel de ventas

$$Y_t = a + bx$$

$$\underline{Y_t = 143.5 + 6.3x}$$

Substituimos los valores de **x** en el modelo

$$Y_t = 143.5 + 6.3(1) = 149.8$$

$$Y_t = 143.5 + 6.3(2) = 156.1$$

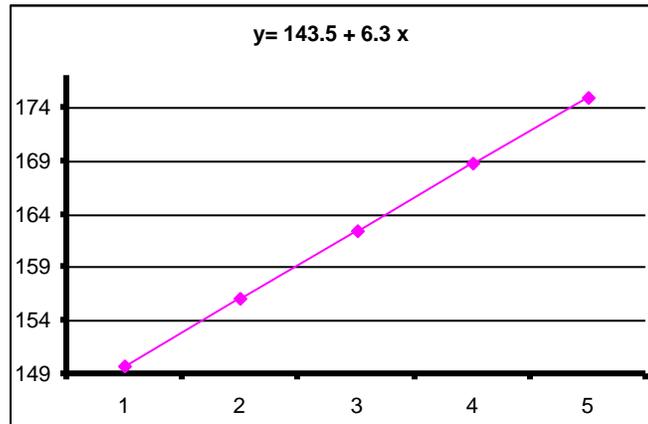
$$Y_t = 143.5 + 6.3(3) = 162.4$$

$$Y_t = 143.5 + 6.3(4) = 168.7$$

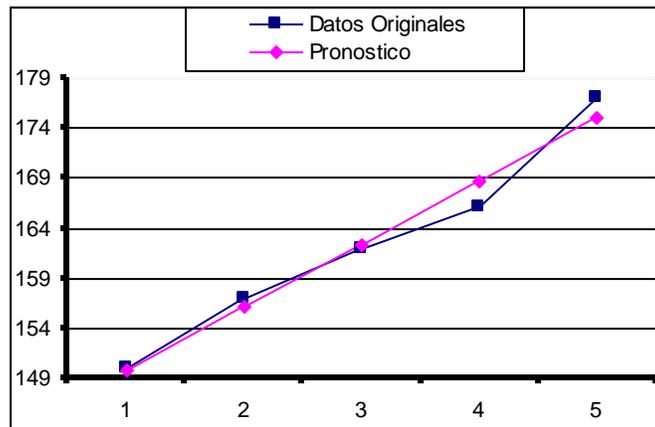
$$Y_t = 143.5 + 6.3(5) = 175$$

Semanas (x)	Ventas (y)
1	149.8
2	156.1
3	162.4
4	168.7
5	175

La gráfica de los puntos obtenidos es la siguiente:



Lo que nos muestra la siguiente gráfica es el resultado de las ventas observadas contra las predicciones.



La recta de regresión se amolda a la nube de puntos y describe, a *grosso modo*, su tendencia. Por eso, a partir de la recta de regresión obtenemos, de forma aproximada, el valor esperado de y para un cierto valor de x , o viceversa. A estos valores se les llama *estimaciones*.

2.4.5.3 Promedios Móviles

Esta técnica presume que la serie de tiempo que se analiza es estable en el sentido que su valor y_t para el periodo t sigue un proceso constante descrito a continuación:

$$y_t = b + \varepsilon_i$$

En donde

$b =$ Parámetro constante desconocido, estimado a partir de datos históricos

$\varepsilon_i =$ Componente aleatorio (ruido) para el periodo t , con media cero y varianza constante.

Además esta técnica supone que los datos de los distintos periodos no están ordenados.

El promedio móvil llega a la conjetura de que las n observaciones más recientes tienen la misma importancia para estimar el parámetro b . Así, en determinado periodo t , si los datos para n periodos mas recientes son:

$$y_{t-n+1}, y_{t-n+2}, \dots, y_t$$

Entonces el valor estimado para el periodo $t+1$ se calcula como sigue:

$$y^*_{t+1} = \frac{y_{t-n+1} + y_{t-n+2} + \dots + y_t}{n}$$

No hay una regla exacta para seleccionar n , la base del promedio móvil. Si las variaciones de la variable permanecen razonablemente constantes al paso del tiempo, se recomienda una n grande. En caso contrario, si los datos tienen pautas cambiantes, se aconseja un valor pequeño de n . en la práctica ese valor va de 2 a 10.⁷

⁷Taha A. Hamdy
Investigación de Operaciones
7ª edición
Pearson Prentice may
México 2004. Pág. 491,492

Ejemplo:

Sea la siguiente serie de tiempo:

Semana	Demanda
1	650
2	678
3	720
4	785
5	859
6	920
7	850
8	758
9	892
10	920
11	789
12	844

- ¿Cuáles son los promedios móviles para 3 y 6 semanas de demanda?
- Asume que se dispone de 3 y 6 semanas de información respectivamente.

Semana	Demanda	Semana 3	Semana 6
1	650		
2	678		
3	720		
4	785	682.67	
5	859	727.67	
6	920	788.00	
7	850	854.67	768.67
8	758	876.33	802.00
9	892	842.67	815.33
10	920	833.33	844.00
11	789	856.67	866.50
12	844	867.00	854.83

- $Y_4 = (650+678+720) / 3 = 682.67$
- $Y_5 = (678+720+785) / 3 = 727.67$

⋮
Y_t

- $Y_4 = (650+678+720+785+859+920) / 6 = 768.67$
- $Y_5 = (678+720+785+859+920+850) / 6 = 802.00$

⋮
Y_t

2.4.5.4 Promedios Móviles Ponderados

Son bastante poderosos y económicos. Son ampliamente utilizados donde los métodos de repetición de pronósticos son requeridos, tales como los métodos de suma de dígitos y ajuste de tendencias.

Este método de estimación permite obtener información a cerca de una serie histórica de observaciones.

Asignando distintas ponderaciones a las observaciones, de tal manera que las observaciones recientes tengan el mayor peso.

La fórmula para el cálculo de los promedios móviles ponderados es:

$$F_t = W_1 A_{t-1} + W_2 A_{t-2} + W_3 A_{t-3} + \dots + W_n A_{t-n}$$

Donde

W_t = peso dado a las ocurrencias del periodo "t"

Las ponderaciones son cualquier número positivo tal que todos los pesos deben sumar 1.

$$W_1 + W_2 + W_3 = 1$$

Ejemplo:

Dada la información semanal y pesos. ¿Cuál es el pronóstico de la demanda para el periodo 4?

Pesos:
t-1 =0.5
t-2 =0.3
t-3 =0.2

Semana	Demanda
1	650
2	678
3	720
→ 4	693.4

• $F_4 = 0.5 (720) + 0.3 (678) + 0.2 (650) = 693.4$

Capítulo 3. Análisis y diseño del modelo

3.1 El sistema de abastecimiento de medicamentos

El Sistema de abastecimiento en el almacén delegacional 2 noreste se controla mediante un Sistema de Información llamado S.A.I. anteriormente mencionado y esta dividido en módulos que corresponden a cada uno de los departamentos que componen la estructura del almacén.

Mencionaremos la forma de trabajo de los Módulo de Control del Abasto y del Módulo de Almacén, el cual corresponde al Departamento de Suministros. Los cuales actúan de una forma muy directa entre ellos, para el abastecer a sus Dependencias.

Para poder abastecer; se tienen que tener existencias de claves de Artículos dentro del Sistema, por lo que cuando el proveedor entrega el material al Almacén, el sistema genera una alta por clave de artículo, de esta forma ingresa el material al sistema del almacén.

El abasto se maneja con una frecuencia determinada, la frecuencia depende del nivel de atención de las unidades o Dependencias. En esta delegación se manejan dos tipos de niveles.

Las **unidades de Primer Nivel** son las llamadas U.M.F. cada una con su farmacia respectivamente, y su frecuencia de suministro es quincenal, solo hay 12 U.M.F, en esta delegación y sus farmacias son las siguientes:

- Farmacia No. 03
- Farmacia No. 06
- Farmacia No. 11
- Farmacia No. 14
- Farmacia No. 16
- Farmacia No. 23
- Farmacia No. 34
- Farmacia No. 35
- Farmacia No. 36
- Farmacia No. 37
- Farmacia No. 94
- Farmacia No. 120

Las **unidades de Segundo Nivel** son los llamados H.G.Z. (Hospital General de Zona) y su frecuencia de suministro es semanal, al igual cada uno cuenta con su respectiva farmacia, y son las siguientes:

- Farmacia No. 25
- Farmacia No. 27
- Farmacia No. 29

Una vez que se trabajó el Calendario de suministro, se comienza a suministrar a las unidades de acuerdo a su proforma, existen tres tipos de órdenes de suministro dentro del sistema del I.M.S.S.

- **La Orden de suministro Ordinario**
- **La Orden de suministro Extraordinario**
- **La Orden de suministro para Traspaso**

Se capturan las Órdenes de Suministro ordinarias en el sistema de acuerdo con el calendario establecido, de las órdenes de suministro ya generadas, se obtienen las Preparaciones de Embarque, las cuales se entregan directamente al Almacenista para su surtimiento, ya surtidas las preparaciones, regresan para ser cargadas al sistema y se genera la Remisión de salida, todos estos documentos los genera el Sistema.

De esa forma trabajan las órdenes de suministro ordinarias. Hasta aquí con la Remisión, ya se le dio salida del sistema, a lo contenido dentro de las órdenes de suministro ordinarias.

De igual manera trabajan las órdenes extraordinarias, sólo que estas, son fuera del calendario de suministros y sólo se generan si hay necesidad de enviar claves BRIO agotadas en las unidades médicas.

Las órdenes por Traspaso también se generan fuera del Calendario de suministros, y solamente cuando otra Delegación del I.M.S.S. solicita apoyo de material.

Existe otra forma de suministrar las emergencias de claves de medicamento BRIO, y esta es la entrega directa de proveedor a las unidades médicas. Ha esto se le conoce dentro del Almacén como **Altas Virtuales**.

Como se mencionó son entregas directas a las unidades médicas, pero esta forma de abastecer, si no se tiene un perfecto control, genera diferencias dentro del Almacén, ya que este movimiento entra al Sistema de información, después de la entrega del material.

Tiene el mismo trato que un alta normal de entrada al sistema, y se le da salida de forma tradicional, excepto que ya no se envía ningún material, puesto que el material ya fue recibido por la Unidad Médica.

Para dar salida del sistema, a esta Alta Virtual se genera una orden de suministro extraordinaria, e inmediatamente después se genera su Remisión.

Pero si por algún descuido no se genera su Remisión al instante, provocaría una diferencia entre registros de Sistema y registros físicos, ya que en el Sistema esta cargada dicha Alta Virtual.

3.2 Descripción y Workflow¹ del proceso actual en el abasto de medicamento.

A continuación se muestra mediante la figura 3.2.1 el proceso actual de abasto de medicamento.

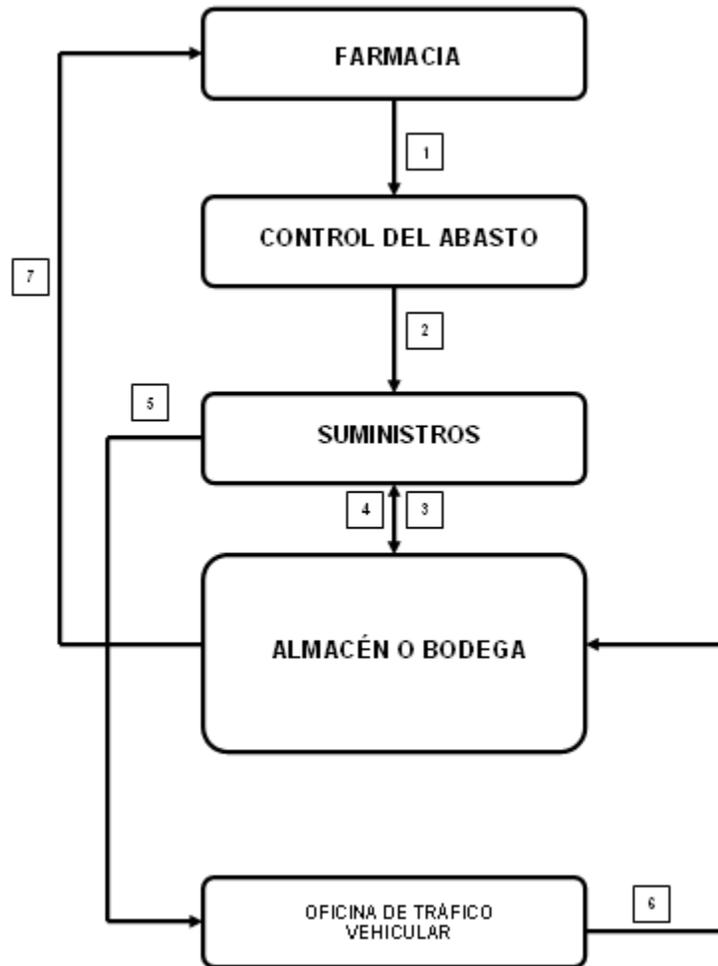


Figura 3.2.1 Workflow del proceso de abastecimiento de medicamento.

¹ Es una estructuración de un flujo de trabajo orientado a mejorar las comunicaciones de las personas y de los procedimientos al interior de una organización.

El anterior WorkFlow nos muestra la forma mediante la cual se abastece el medicamento en la Delegación 2 Noreste del D.F. del I.M.S.S. Y se describe de la siguiente manera:

1. La Farmacia proforma el medicamento BRIO que solicita.
2. Control del Abasto analiza la proforma de la farmacia y genera una Orden de Suministro y entrega dicha orden a Suministros.
3. Suministros genera una preparación de embarque con esa orden y la entrega al Almacén o Bodega de medicamentos.
4. Los Almacenistas surten la preparación de embarque y la devuelven a Suministros.
5. Suministros genera la remisión de salida con la Preparación de Embarque surtida y la entregan a la oficina de Tráfico Vehicular.
6. La oficina de tráfico vehicular establece el peso, y el volumen del medicamento y con esta información, asigna un vehículo, que llevará el medicamento a la farmacia indicada, manda al transporte a cargar el medicamento a la bodega.
7. Finalmente en la bodega del almacén, se entrega el medicamento y una vez cargado de medicamento el vehículo se dirige a entregar a la farmacia.

Otra forma de abastecer el medicamento, es cuando el proveedor entrega directamente el medicamento a cualquier farmacia del ámbito delegacional, esto porque se requiere el medicamento con mucha urgencia y la manera mediante la cual ingresa al sistema de información posteriormente no es otra más que mediante un (Alta Virtual), en la figura 3.2.2 se ejemplifica cual sería el trámite en el almacén para esta mencionada alta.

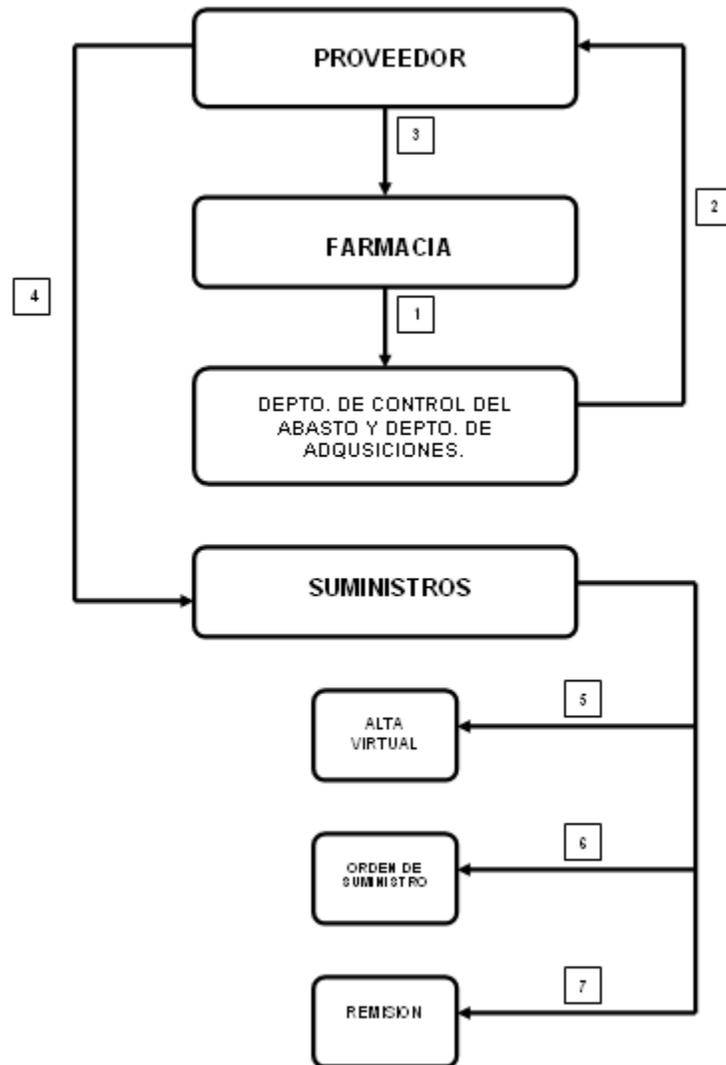


Figura 3.2.2 Workflow del proceso de abastecimiento de medicamento de entrega directa en la farmacia.

El anterior WorkFlow nos muestra la forma mediante la cual se abastece el medicamento que se entrega directamente en las farmacias de la Delegación 2 Noreste del D.F. del I.M.S.S. Y se describe de la siguiente manera:

1. La farmacia hace un pedido muy urgente al Almacén
2. El Almacén en ese momento no tiene existencia disponible, por lo tanto el Departamento de Control del Abasto en conjunto con el Departamento de Adquisiciones generan una compra urgente, y piden al proveedor que entregue el medicamento, esto de acuerdo con las especificaciones precisas, de que cantidad y que clave de medicamento debe entregar, directamente en la Farmacia.
3. El proveedor entrega en la Farmacia el medicamento solicitado por el Almacén.
4. Posteriormente el proveedor entrega en el Departamento de suministros del Almacén las facturas selladas de Recibido por la Farmacia.
5. Suministros genera el Alta, que cubre los artículos de la factura entregada por el proveedor, esto da entrada a los artículos en el Sistema de información, pero en realidad el medicamento, no está en el Almacén, ya que fue una entrega directa; a este tipo de Alta se le llama Alta Virtual.
6. Suministros genera una orden de suministro extraordinaria, con las mismas especificaciones y cantidades que el Alta Virtual.
7. Y después procede a darle Salida del Sistema mediante la Remisión de la orden de suministro.

3.3 Problemática del sistema actual

El Sistema de Información (S.A.I.) no diferencia la importancia del medicamento BRIO, ya que lo toma como una existencia más y es manejado como un material o clave más dentro del sistema, por lo que su control en consumos promedios mensuales (C.P.M.'s), se establecen fuera de este sistema. Puesto que son establecidos por las Unidades Médicas y analizados por el Departamento de Control del Abasto.

El problema radica en que no hay un orden bien establecido para determinar que cantidades se deben solicitar a compra anualmente por clave BRIO, el Departamento de Control del Abasto, sólo toma en cuenta que no se rebase el C.P.M. por clave que maneja cada farmacia de las Unidades médicas llamadas U.M.F. y H.G.Z.

Este problema se debe en gran parte a que no se realiza una buena PROFORMA por parte de las Unidades Médicas, ya que los consumos que estas reportan anualmente, no se ajustan a sus necesidades reales, puesto que en realidad el Consumo Promedio Mensual (C.P.M.) de medicamento, nunca se acerca a la demanda real.

Y esto genera que el Departamento de Adquisiciones no haga los pedidos de medicamento adecuados, orillando a que se tienen que realizar compras de medicamento URGENTES; lo cual resulta con mayor costo para el Instituto ya que no se compra al mismo precio de Licitación², además aumenta la cantidad de entregas directas (Altas Virtuales).

Lo anterior ha provocado desabasto de claves BRIO en las farmacias de cada unidad y por lo tanto esto genera sobrecargas de trabajo dentro todo el almacén.

Ya que control del abasto genera órdenes de suministro ordinarias con claves BRIO para una determinada farmacia y un día después vuelve a generar órdenes de suministro extraordinarias para la misma farmacia con las mismas claves BRIO contenidas en el ordinario, por lo tanto el departamento de suministros genera más preparaciones de embarque, esto aumenta el trabajo en las Bodegas y también genera mayor número de remisiones de salida, agota el número de vehículos disponibles en la oficina de Tráfico Vehicular. Y esto genera retraso en la entrega de material lo cual afecta al Calendario de suministros y provoca el desabasto, además perjudica a la población derechohabiente y da mala imagen al Instituto.

A continuación se presenta un análisis de las claves BRIO, en donde podemos observar el **ejercicio anual** que no es más que un periodo de tiempo de 12 meses, también se especifica el **C.P.M.** por clave Brio que maneja el almacén y que en teoría debe satisfacer las necesidades de consumo de todas las farmacias de la delegación.

²Acto por el cual el estado concede contratos, para la ejecución de obras de interés público, la adjudicación definitiva de dichos contratos es precedida de un concurso o subasta en el que varias personas naturales o morales, presentan sus cotizaciones a los precios que cobrarían por la ejecución de su contrato.

Se muestran las salidas por suministro ordinario (mensuales) y las salidas por suministro extraordinario (mensuales), así como la suma de estas dos y de la suma de estas se tiene el **CONSUMO REAL MENSUAL** esto con la finalidad de obtener el **CONSUMO REAL ANUAL**.

3.4 Análisis Estadístico

A continuación se realizará un análisis de los Consumos de 10 claves Brio con mayor prioridad, esto con la finalidad de identificar el comportamiento por clave³. No debe se debe pasar por alto que todos los datos registrados en este análisis se obtuvieron de un Análisis de Movimientos.⁴

En los siguientes cuadros se puede observar la cantidad de piezas por clave que salieron de las existencias del almacén por mes y la suma de estas salidas mensuales nos da como resultado el consumo real anual, debe notarse que se obtuvo la suma de todo el C.P.M. que como ya se menciono con anterioridad ya esta establecido en las proformas, la suma de este C.P.M. es el Consumo anual establecido. Se identifica la diferencia que existe entre lo que se proformó y lo que en realidad se consumió.

Se hace uso de la estadística para saber si existe una **diferencia significativa** entre lo proformado y lo que en realidad se consumió. Cabe mencionar que este análisis se hizo por cada clave Brio

Se realizó el **análisis de varianza** a los datos del consumo real mensual, como es sabido el análisis de varianza es un estadístico muy importante que se utiliza para medir la variabilidad de una muestra, además considera la posición de cada observación con relación a la media de la muestra⁵.

La varianza muestral se define por el estadístico:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

También se obtuvo la **desviación estándar** esta es simplemente el "promedio" ó variación esperada con respecto de la media aritmética.

³ Es la numeración con la cual el Instituto identifica cada uno de sus bienes y se compone por 13 números, los primeros tres definen el grupo, los tres siguientes definen el genérico, los tres siguientes definen el específico, los dos siguientes definen el diferenciador y los dos últimos definen el variante. Ejemplo: **010 000 0103 01 01**

⁴Reporte generado por el Sistema de Abasto Institucional que Registra todos los movimientos de Entrada y salida por clave de Medicamento en periodos de tiempo.

⁵ Walpole E. Ronald
Myers H. Raymond
Probabilidad y Estadística cuarta edición
McGraw-Hill
México 1992 Pág. 209.210

Dicho de manera sencilla, mide qué tan dispersos están los valores en una colección de datos. Se suele representar por una **S** o con la letra sigma σ .

La desviación estándar muestral es la raíz cuadrada positiva de la varianza muestral.⁶

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

3.4.1 Pruebas de Ji Cuadrada χ^2

Prueba de frecuencias observadas

La finalidad de esta es probar si los resultados que se obtuvieron a partir de una muestra tienen correspondencia con los resultados esperados.

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e}$$

Donde “*O*” es el valor observado para cada una de dos o más clases, y “*e*” es el valor esperado correspondiente.

Para evaluar esta expresión primero hay que determinar el valor esperado para cada clase de individuos de acuerdo al planteamiento de la hipótesis.

Los grados de libertad se obtienen restándole uno al número de categorías, haciendo uso de la tabla de probabilidades de χ^2 y con los grados de libertad obtenidos se determina el valor crítico al nivel de significancia deseada.

Si

χ^2 Calculada > Valor χ^2 en tablas \Rightarrow La hipótesis se rechaza

χ^2 Calculada < Valor χ^2 en tablas \Rightarrow La hipótesis se acepta

⁶ Walpole E. Ronald
Myers H. Raymond
Probabilidad y Estadística cuarta edición
McGraw-Hill
México 1992 Pág. 212

3.4.2 Tamaño de la muestra

Cabe mencionar que se tomaron en cuenta sólo 10 claves de las 300 claves Brio, Debido a que estas 10 claves tienen mucha mayor demanda entre los derechohabientes y por lo consiguiente son las que presentan mayor desabasto en las farmacias del ámbito delegacional.⁷

Desde el punto de vista estadístico, hubiera sido recomendable obtener una muestra de cuantas claves se debían analizar para hacer inferencia sobre nuestro estudio, pero de esta forma no se podía detectar las claves con mayor prioridad, ya que la muestra tendría que haber sido aleatoria.

No obstante a continuación se realizará el análisis estadístico del tamaño de la muestra.

En este caso nuestra población es finita ya que se conoce el total de claves Brio que maneja el Instituto por lo consiguiente se hará uso de la siguiente fórmula para obtener tamaño de muestra para poblaciones finitas:

$$n = \frac{NZ_{\alpha}^2 pq}{d^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 pq}$$

Donde:

- N = Total de la población
- $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
- q = 1-p (en este caso 1-0.05 = 0.95)
- d = precisión (en este caso deseamos 3%)

Aplicando la fórmula a nuestros datos

$$n = \frac{(310)(1.96)^2 (0.05)(0.95)}{(0.03)^2 (310 - 1) + (1.96)^2 (0.05)(0.95)} = 122.8191656 \approx 123$$

Como se puede ver la muestra debería ser de 123 claves pero como se explico anteriormente, este estudio lo que pretende es identificar las claves Brio con mayor prioridad para las Unidades Médicas.

Cabe señalar que todas las claves analizadas en el presente estudio tienen presentación de pieza ó caja. A continuación se realiza el análisis estadístico a las diez claves brio siguientes:

Clave	Descripción	Clave	Descripción
010 000 0103 01 01	Ácido acetilsalicílico	010 000 1050 07 01	Insulina Humana
010 000 0104 02 01	Paracetamol Acetaminofen	010 000 1957 02 03	Amikacina sol. Inyectable
010 000 0572 00 01	Metoprolol tabletas	010 000 0429 03 01	Salbutamol suspensión
010 000 0574 00 01	Captopril tabletas	010 000 1903 01 01	Trimetoprima con sulfametoxazol
010 000 1042 00 01	Glibenclamida tabletas	010 000 1924 02 01	Bencilpenicilina Procaínica

⁷ Esta información fue obtenida después de hacer un análisis de recetas de 5 farmacias distintas

3.5 Análisis estadístico a muestra de claves brio

CLAVE: 010 000 0103 01 01 DESCRIPCION: ACIDO ACETILSALICILICO
--

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	24,269	23,296	23,100	46,396
Diciembre	24,269	17,967	1,690	19,657
Enero	24,269	16,185	12,070	28,255
Febrero	24,269	24,547	0	24,547
Marzo	24,269	29,586	9,373	38,959
Abril	24,269	1,703	20,218	21,921
Mayo	24,269	3,596	20,828	24,424
Junio	24,269	8,799	18,701	27,500
Julio	24,269	9,637	22,797	32,434
Agosto	24,269	10,571	17,216	27,787
Septiembre	24,269	25,985	10,975	36,960
Octubre	24,269	15,603	3,737	19,340
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	291,228		CONSUMO REAL ANUAL	348,180
DEIFERENCIA FALTANTE	56,952 16.36%		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	68,428,966 8,272

Tabla 3.5.1 Análisis estadístico de la clave 010 000 0103 01 01

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.1 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(348180 - 291228)^2}{291228} = 11137.43$$

$$\chi^2 = 11137.43$$

Valor en tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza).

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 calculada es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa. Esto quiere decir que lo proformado de ácido acetilsalicílico no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 0104 02 01
DESCRIPCION: PARACETAMOL ACETAMINOFEN

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	50,630	58,074	30,038	88,112
Diciembre	50,630	58,204	17,063	75,267
Enero	50,630	40,191	42,248	82,439
Febrero	50,630	63,546	0	63,546
Marzo	50,630	78,668	22,408	101,076
Abril	50,630	4,155	36,688	40,843
Mayo	50,630	23,421	49,766	73,187
Junio	50,630	32,400	37,482	69,882
Julio	50,630	33,120	43,813	76,933
Agosto	50,630	22,545	43,506	66,051
Septiembre	50,630	60,713	30,899	91,612
Octubre	50,630	31,267	15,056	46,323
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	607,560		CONSUMO REAL ANUAL	875,271
DEIFERENCIA FALTANTE	267,711		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	305,987,060
	30.59%			17,492

Tabla 3.5.2 Análisis estadístico de la clave 010 000 0104 02 01

H₀: No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.2 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(875271 - 607560)^2}{607560} = 117962.31$$

$$\chi^2 = 117962.31$$

Valor en tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza).

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor χ^2 calculada de es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de paracetamol no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 0429 03 01
DESCRIPCION: SALBUTAMOL SUSPENSIÓN

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	5,376	2,269	4,572	6,841
Diciembre	5,376	3,388	5,075	8,463
Enero	5,376	3,533	2,320	5,853
Febrero	5,376	3,203	3,623	6,826
Marzo	5,376	7,374	1,821	9,195
Abril	5,376	0	0	0
Mayo	5,376	1,117	8,751	9,868
Junio	5,376	3,202	3,125	6,327
Julio	5,376	3,695	2,570	6,265
Agosto	5,376	2,108	3,123	5,231
Septiembre	5,376	0	0	0
Octubre	5,376	0	8,635	8,635
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	64,512		CONSUMO REAL ANUAL	73,504
DEIFERENCIA FALTANTE	8,992 12.23%		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	10,197,293 3,193

Tabla 3.5.3 Análisis estadístico de la clave 010 000 429 03 01

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.3 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(73504 - 64512)^2}{64512} = 1253.35$$

$$\chi^2 = 1253.35$$

Valor en tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza).

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 calculada es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de salbutamol no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 0572 00 01
DESCRIPCION: METOPROLOL TABLETAS

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	30,200	32,816	17,504	50,320
Diciembre	30,200	24,176	0	24,176
Enero	30,200	22,570	16,370	38,940
Febrero	30,200	28,607	0	28,607
Marzo	30,200	26,136	19,428	45,564
Abril	30,200	1,122	27,919	29,041
Mayo	30,200	5,242	27,247	32,489
Junio	30,200	9,775	19,430	29,205
Julio	30,200	13,476	28,775	42,251
Agosto	30,200	11,219	17,847	29,066
Septiembre	30,200	4,352	4,164	8,516
Octubre	30,200	0	52,412	52,412
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	362,400		CONSUMO REAL ANUAL	410,587
DEIFERENCIA FALTANTE	48,187 11.74%		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	152,748,726 12,359

Tabla 3.5.4 Análisis estadístico de la clave 010 000 0572 00 01

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.4 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(410587 - 362400)^2}{362400} = 6407.25$$

$$\chi^2 = 6407.25$$

Valor en tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza).

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 calculada es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de metropolol no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 0574 00 01
DESCRIPCION: CAPTOPRIL TABLETAS

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	50,950	54,417	45,127	99,544
Diciembre	50,950	39,773	0	39,773
Enero	50,950	35,400	29,196	64,596
Febrero	50,950	53,669	0	53,669
Marzo	50,950	66,037	16,208	82,245
Abril	50,950	2,695	40,293	42,988
Mayo	50,950	10,997	43,616	54,613
Junio	50,950	21,281	33,988	55,269
Julio	50,950	24,965	38,401	63,366
Agosto	50,950	18,135	39,301	57,436
Septiembre	50,950	60,784	26,331	87,115
Octubre	50,950	24,239	2,112	26,351
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	611,400		CONSUMO REAL ANUAL	726,965
DEIFERENCIA FALTANTE	115,565		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	431,914,038
	15.90%			20,783

Tabla 3.5.5 Análisis estadístico de la clave 010 000 0574 00 01

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.5 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(726965 - 611400)^2}{611400} = 21843.75$$

$$\chi^2 = 21843.75$$

Valor en tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza)

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 calculada es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de captopril no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 1042 00 01
DESCRIPCION: GLIBENCLAMIDA TABLETAS

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	33,317	28,440	31,931	60,371
Diciembre	33,317	23,685	790	24,475
Enero	33,317	24,918	20,931	45,849
Febrero	33,317	30,442	1,100	31,542
Marzo	33,317	35,407	13,797	49,204
Abril	33,317	1,541	26,136	27,677
Mayo	33,317	3,137	32,421	35,558
Junio	33,317	11,983	21,876	33,859
Julio	33,317	18,964	30,605	49,569
Agosto	33,317	8,681	25,800	34,481
Septiembre	33,317	40,784	13,081	53,865
Octubre	33,317	15,591	1,374	16,965
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	399,804		CONSUMO REAL ANUAL	463,415
DEIFERENCIA FALTANTE	63,611 13.73%		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	170,701,613 13,065

Tabla 3.5.6 Análisis estadístico de la clave 010 000 01042 00 01

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.6 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(463415 - 399804)^2}{399804} = 10120.86$$

$$\chi^2 = 10120.86$$

Valor en tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza).

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 calculada es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de gibenclamida no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 1050 07 01
DESCRIPCION: INSULINA HUMANA

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	5,015	6,340	1,292	7,632
Diciembre	5,015	2,223	4,194	6,417
Enero	5,015	1,874	4,562	6,436
Febrero	5,015	454	3,306	3,760
Marzo	5,015	4,523	5,034	9,557
Abril	5,015	170	3,409	3,579
Mayo	5,015	1,739	4,379	6,118
Junio	5,015	2,749	2,971	5,720
Julio	5,015	3,150	4,225	7,375
Agosto	5,015	2,448	3,480	5,928
Septiembre	5,015	4,841	3,429	8,270
Octubre	5,015	3,014	861	3,875
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	60,180		CONSUMO REAL ANUAL	74,667
DEIFERENCIA FALTANTE	14,487 19.40%		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	3,420,220 1,849

Tabla 3.5.7 Análisis estadístico de la clave 010 000 1050 07 01

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.7 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(74667 - 60180)^2}{60180} = 3487.42$$

$$\chi^2 = 3487.42$$

Valor en tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza).

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 calculada es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de insulina humana no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 1903 01 01
DESCRIPCION: TRIMETOPRIMA CON SULFAMETOXAZOL

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	20,971	13,918	16,922	30,840
Diciembre	20,971	16,669	5,931	22,600
Enero	20,971	18,289	14,059	32,348
Febrero	20,971	18,986	0	18,986
Marzo	20,971	28,037	2,830	30,867
Abril	20,971	984	9,308	10,292
Mayo	20,971	9,583	13,242	22,825
Junio	20,971	8,517	12,973	21,490
Julio	20,971	10,705	12,643	23,348
Agosto	20,971	7,318	12,077	19,395
Septiembre	20,971	24,229	5,551	29,780
Octubre	20,971	11,318	0	11,318
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	251,652		CONSUMO REAL ANUAL	274,089
DEIFERENCIA FALTANTE	22,437 8.19%		VARIANZA DESVIACIÓN ESTANDAR	53,278,809 7,299

Tabla 3.5.8 Análisis estadístico de la clave 010 000 1903 01 01

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.8 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(274089 - 251652)^2}{251652} = 2000.46$$

$$\chi^2 = 2000.46$$

$$V\chi^2 = 19.70 \text{ (con 11 grados de libertad y 95\% de confianza).}$$

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de trimetoprima no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 1924 02 01
DESCRIPCION: BENCILPENICILINA PROCAINICA

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	50,800	58,306	18,796	77,102
Diciembre	50,800	53,387	32,960	86,347
Enero	50,800	38,130	38,618	76,748
Febrero	50,800	45,111	0	45,111
Marzo	50,800	64,625	6,074	70,699
Abril	50,800	539	22,512	23,051
Mayo	50,800	24,969	12,596	37,565
Junio	50,800	21,701	19,058	40,759
Julio	50,800	22,828	17,738	40,566
Agosto	50,800	18,098	16,597	34,695
Septiembre	50,800	60,414	8,111	68,525
Octubre	50,800	24,926	1,326	26,252
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	609,600		CONSUMO REAL ANUAL	627,420
DIFERENCIA FALTANTE	17,820		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	487,039,541
	2.84%			22,069

Tabla 3.5.9 Análisis estadístico de la clave 010 000 1924 02 01

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.9 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(627420 - 609600)^2}{609600} = 520.92$$

$$\chi^2 = 520.92$$

Valor en tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza).

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 calculada es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de bencilpenicilina procaínica no corresponde a la realidad.

CLAVE: 010 000 1957 02 03
DESCRIPCION: AMIKACINA SOL. INYECTABLE

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL
Noviembre	2,395	1,019	7,525	8,544
Diciembre	2,395	1,774	0	1,774
Enero	2,395	4,274	2,707	6,981
Febrero	2,395	5,481	13	5,494
Marzo	2,395	7,940	286	8,226
Abril	2,395	29	2,726	2,755
Mayo	2,395	2,918	420	3,338
Junio	2,395	3,536	2,302	5,838
Julio	2,395	2,904	43	2,947
Agosto	2,395	3,974	879	4,853
Septiembre	2,395	3,554	436	3,990
Octubre	2,395	3,292	1,932	5,224
CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO	28,740		CONSUMO REAL ANUAL	59,964
DIFERENCIA FALTANTE	31,224		VARIANZA DESVIACION ESTANDAR	4,668,508
	52.07%			2,161

Tabla 3.5.10 Análisis estadístico de la clave 010 000 1957 02 03

H_0 : No existe diferencia significativa entre lo pedido realmente y lo proformado.

Al hacer la prueba de Ji cuadrada χ^2 a la tabla 3.5.10 se observó lo siguiente:

$$\chi^2 = \sum \frac{(59964 - 28740)^2}{28740} = 33922.69$$

$$\chi^2 = 33922.69$$

Valor de tabla de $\chi^2 = 19.70$ (con 11 grados de libertad y 95% de confianza).

χ^2 Calculada > valor en tabla $\chi^2 \Rightarrow$ La hipótesis se rechaza

Como el valor de χ^2 calculada es mayor que el valor de χ^2 en tablas, la hipótesis se rechaza, por lo tanto SI existe diferencia significativa.

Esto quiere decir que lo proformado de amikacina no corresponde a la realidad.

En el análisis anterior podemos evidenciar que lo proformado por las farmacias en ningún caso correspondió a la demanda real, por lo consiguiente es necesario buscar un método de pronóstico que permita a las farmacias realizar su proforma de tal manera que se aproxime cada vez más a los consumos reales anuales.

3.6 Propuesta de modelo

Después de realizar un previo análisis estadístico, en donde se evaluó la variabilidad de los datos y el grado de significancia por medio del análisis de varianza y pruebas de frecuencias observadas *JI CUADRADA* a una muestra de diez claves Brio, se ha observado que la forma de abastecer este tipo de medicamento no cumple con las necesidades reales requeridas por las Unidades Médicas de la Delegación 2 Noreste del D.F, puesto que los resultados que se obtuvieron de las claves muestra no tienen correspondencia con los resultados esperados, en este caso no hay concordancia con lo proformado por las unidades.

Por lo cual se realizará una propuesta del modelo matemático para el suministro de medicamento, utilizando un método de pronóstico, el cual proyecte resultados benéficos para una buena realización de la proforma de medicamento Brio, esto para que las farmacias de toda la delegación se mantengan bien abastecidas y las existencias del medicamento en cada farmacia se adecuen a los consumos reales.

A continuación se analizarán las ventajas y desventajas de los métodos de pronósticos analizados con anterioridad para determinar cual es el método que nos pueda brindar mayor confianza para nuestro pronóstico, como se muestra en la tabla 3.6.1.

Método de Pronóstico	Ventajas	Desventajas
Suavización Exponencial	Buen pronosticador cuando las series tienen un patrón horizontal, y se desea pronosticar a corto y mediano plazo. Asigna un mayor peso a la observación más reciente.	Mal pronosticador cuando las series muestran tendencia. La técnica supone que el proceso es constante o que cambia con lentitud al paso del tiempo, esto es que los datos no se alejen mucho los unos de los otros. Es necesaria la intervención del tomador de decisiones
Regresión Lineal	Buen pronosticador cuando las series tienen un patrón con tendencia, y se desea pronosticar a corto y mediano plazo.	Mal pronosticador cuando las series no muestran tendencia. Es necesaria la intervención del tomador de decisiones.
Promedios Móviles	Bastante poderosos y económicos, está diseñado para una serie que tenga un patrón horizontal, no importa que la serie se presente muy arrugada ya que tiende a suavizar las fluctuaciones estacionales a si como las irregularidades de la serie de tiempo, enfatiza que las observaciones más recientes tienen la misma importancia para estimar el pronóstico además no existe una regla para seleccionar la base <i>n</i> de nuestro promedio móvil lo que nos permite seleccionar la mejor base que nos permita obtener un pronóstico razonablemente preciso. Es muy apto para pronósticos a corto mediano y largo plazo.	Cuando las series muestran tendencias no es recomendable porque el promedio móvil puede equivocarse por completo. Es necesaria la intervención del tomador de decisiones ó analista, ya que se debe hacer uso de la experiencia en el área en la cual se realiza el pronóstico. Esto para poder identificar y solucionar el grado de incertidumbre para que la decisión que se tome sea la mejor.
Promedios Móviles Ponderados	Son bastante poderosos y económicos. Son ampliamente utilizados donde los métodos de repetición de pronósticos son requeridos, se caracterizan por el ajuste de tendencia.	Ciertos puntos de la serie se ponderan más o menos que otros, según se considere conveniente de acuerdo con la experiencia de manera que las observaciones recientes tengan mayor peso.

Tabla 3.6.1 Comparativo entre métodos de pronósticos.

3.6.1 Justificación de la elección del Método de Pronóstico

Una vez identificadas las ventajas y desventajas de los métodos de pronósticos se llega a la conclusión que el método que mejor se adapta a las series de datos históricos que poseemos, es el método de promedio móvil, puesto que todas las series no presentan tendencia alguna y sin en cambio presentan un patrón horizontal bastante arrugado, como se podrá observar posteriormente en las gráficas y el método de promedio móvil suavizaría las fluctuaciones estacionales irregulares que pudieran presentarse en dichas series. Además de que nos brinda varias opciones de promedio móvil, puesto que no hay una regla exacta para seleccionar la base n del promedio móvil. Ya que si las variaciones de la variable permanecen razonablemente constantes al paso del tiempo, se recomienda una n grande. En caso contrario, si los datos tienen pautas cambiantes, se aconseja un valor pequeño de n . Y como lo recomienda el método esa base en la práctica suele tomar el valor de 2 a 10.

Asimismo el pronóstico debe ser a mediano plazo puesto que esta clasificación de pronóstico es utilizado principalmente para adquisiciones de materia prima ya que las adquisiciones de algunos bienes no son inmediatas y necesitan un cierto tiempo para realizarse es preciso planear adecuadamente y para eso es útil tener un pronóstico de necesidades. Y en este caso, nuestro modelo busca una buena planeación de proforma para que las farmacias de toda la delegación se encuentren bien abastecidas de medicamento brio.

El único inconveniente que presenta este método, para poder elegir un buen pronóstico es que, es necesaria la intervención del tomador de decisiones ó analista, ya que se debe hacer uso de la experiencia en el área en la cual se realiza el pronóstico. Esto para poder identificar y solucionar el grado de incertidumbre, para que la decisión que se tome sea la mejor y así obtener un pronóstico razonablemente preciso para nuestro modelo de abastecimiento de medicamento Brio.

Haciendo referencia a los métodos de pronóstico que en este caso no fueron aptos para la realización de nuestro modelo, cabe mencionar que aunque el método de suavización exponencial, utiliza la misma hipótesis que se usa en el método de promedio móvil, difiere un poco, en el sentido de que el proceso es constante o que cambia con lentitud al paso del tiempo, esto es que los datos no se alejen mucho los unos de los otros y en las series que arrojaron los datos históricos en la presente investigación están bastante arrugados y con bastantes fluctuaciones es por esta causa que este método se rechaza.

En el caso del método de Regresión Lineal, se presenta un inconveniente lo que origina que este método se discrimine para nuestro estudio, ya que las series con las que se cuenta en la presente investigación ninguna muestra tendencia lineal, puesto que como se mencionó con anterioridad nuestros datos están

bastante arrugados y con suficientes fluctuaciones y este método es un buen pronosticador cuando las series tienen un patrón con tendencia.

De la misma forma el método de promedio móvil ponderado aunque maneja la misma teoría que se usa en el método de promedio móvil esta cambia en el sentido de que ciertos puntos de la serie se ponderan más o menos que otros, según se considere conveniente de acuerdo con la experiencia de manera que las observaciones recientes tengan mayor peso. Y en el método de promedio móvil, a todas las observaciones se les asigna un peso igual no existe la necesidad de hacer uso de la experiencia en el sentido de a cuales datos hay que darles mucho mayor peso es por este único motivo que el método se anula para nuestro estudio.

No se debe pasar por alto que en los métodos de pronóstico que no fueron aptos para la presente investigación e incluso el método que mejor se adaptó a nuestro estudio, también es necesaria la intervención de un tomador de decisiones para poder identificar y solucionar el grado de incertidumbre y esto sólo puede ser identificado mediante la experiencia en el área donde se planea pronosticar.

Una vez realizada la elección del método de pronóstico mediante el cual se pretende predecir lo que las farmacias del ámbito delegacional deberán de plasmar en su proforma, para asegurar que no existirá desabasto de medicamento brio, se procede a exponer la forma mediante la cual trabaja el método de promedio móvil y su aplicación a la serie de datos real de un medicamento brio.

3.7 Aplicación del Método de Pronóstico y su representación grafica a las claves muestra del Medicamento Brio con mayor prioridad para la Delegación 2 Noroeste del D.F. del I.M.S.S.

A continuación se aplica el método de promedio móvil, a las claves de medicamento Brio que tienen mayor prioridad en la Delegación.

En este cuadro podemos observar el C.P.M. del medicamento, ácido acetilsalicílico establecido en proformas por todas las farmacias de la Delegación 2 noreste del D.F. la suma de estos C.P.M.'s nos genera el CONSUMO ANUAL o total de la compra que se tiene que hacer para satisfacer las necesidades de la Delegación.

Además nos muestra todas las salidas Ordinarias y Extraordinarias que registro este medicamento, durante el periodo de tiempo que en el I.M.S.S. se llama ejercicio, cabe mencionar que el ejercicio inicia en Noviembre de cada año y termina en octubre del año siguiente, así mismo se observa el CONSUMO REAL MENSUAL, la sumatoria de este, arroja como resultado el CONSUMO REAL ANUAL.

No se debe pasar por alto que todos los datos registrados en este cuadro son obtenidos de un Análisis de Movimientos⁸.

CLAVE: 010 000 0103 01 01
DESCRIPCION: ACIDO ACETILSALICILICO

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMEDIO MOVIL 2	PRONÓSTICO PARA EL EJERCICIO PROXIMO	
Noviembre	24,269	23,296	23,100	46,396		NOVIEMBRE	28,150
Diciembre	24,269	17,967	1,690	19,657		DICIEMBRE	23,745
Enero	24,269	16,185	12,070	28,255	33,027	ENERO	25,948
Febrero	24,269	24,547	0	24,547	23,956	FEBRERO	24,846
Marzo	24,269	29,586	9,373	38,959	26,401	MARZO	25,397
Abril	24,269	1,703	20,218	21,921	31,753	ABRIL	25,122
Mayo	24,269	3,596	20,828	24,424	30,440	MAYO	25,259
Junio	24,269	8,799	18,701	27,500	23,173	JUNIO	25,190
Julio	24,269	9,637	22,797	32,434	25,962	JULIO	25,225
Agosto	24,269	10,571	17,216	27,787	29,967	AGOSTO	25,208
Septiembre	24,269	25,985	10,975	36,960	30,111	SEPTIEMBRE	25,216
Octubre	24,269	15,603	3,737	19,340	32,374	OCTUBRE	25,212

CONSUMO ANUAL ESTABLECIDO **291,228**

CONSUMO REAL ANUAL **348,180**

304,517

⁸ Reporte generado por el Sistema de Abasto Institucional que Registra todos los movimientos de Entrada y salida por clave de Medicamento en periodos de tiempo.

En esta aplicación se muestra el procedimiento para obtener el **promedio móvil 2** de la clave 010 000 0103 01 01.

Cabe mencionar que solo se ejemplificará el promedio móvil para esta clave, posteriormente se muestran los resultados obtenidos de las claves restantes.

Los datos en los cuales nos basaremos para obtener el promedio móvil son datos de los consumos reales mensuales.

$$y^*_3 = \frac{46396 + 19657}{2} = 33027$$

$$y^*_4 = \frac{19657 + 28255}{2} = 23956$$

$$y^*_5 = \frac{28255 + 24547}{2} = 26401$$

$$y^*_6 = \frac{24547 + 38959}{2} = 31753$$

$$y^*_7 = \frac{38959 + 21921}{2} = 30440$$

$$y^*_8 = \frac{21921 + 24424}{2} = 23173$$

$$y^*_9 = \frac{24424 + 27500}{2} = 25962$$

$$y^*_{10} = \frac{27500 + 32434}{2} = 29967$$

$$y^*_{11} = \frac{32434 + 27787}{2} = 301111$$

$$y^*_{12} = \frac{27787 + 36960}{2} = 32374$$

Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre

Hasta aquí se ha realizado el pronóstico de los próximos meses dentro de este mismo ejercicio.

En este caso a través del promedio móvil 2, estamos pronosticando lo que podría ser el consumo para los próximos meses pero dentro de ese mismo ejercicio o periodo de tiempo.

Y una vez ya obtenido el promedio móvil o pronóstico para este ejercicio, procedemos a sacar otro promedio móvil para pronosticar el ejercicio próximo, pero esta vez lo haremos con los datos del promedio móvil obtenido.

Ahora con los datos del promedio móvil anterior se pronosticará el próximo ejercicio como se muestra a continuación:

$$y^*_1 = \frac{36960 + 19340}{2} = 28150$$

$$y^*_2 = \frac{19340 + 28150}{2} = 23745$$

$$y^*_3 = \frac{28150 + 23745}{2} = 25948$$

$$y^*_4 = \frac{23745 + 25948}{2} = 24846$$

$$y^*_5 = \frac{25948 + 24846}{2} = 25397$$

$$y^*_6 = \frac{24846 + 25397}{2} = 25122$$

$$y^*_7 = \frac{25397 + 25122}{2} = 25259$$

$$y^*_8 = \frac{25122 + 25259}{2} = 25190$$

$$y^*_9 = \frac{25259 + 25190}{2} = 25225$$

$$y^*_{10} = \frac{25190 + 25225}{2} = 25208$$

$$y^*_{11} = \frac{25225 + 25208}{2} = 25216$$

$$y^*_{12} = \frac{25208 + 25216}{2} = 25212$$

Noviembre
Diciembre
Enero
Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre

Los resultados obtenidos en el promedio móvil 2 son una forma de pronosticar cada mes del ejercicio próximo.

En el desarrollo de nuestro estudio realizaremos cuatro promedios móviles que van desde el promedio móvil 2 hasta el promedio móvil 5, depende del tomador de decisiones elegir el pronóstico que más se adecue a la realidad.

A continuación se aplicará el Método de Promedios móviles y su representación gráfica a las claves muestra del Medicamento Brio con mayor prioridad para la Delegación 2 Noroeste del D.F. del I.M.S.S.

CLAVE: 010 000 0103 01 01
DESCRIPCION: ACIDO ACETILSALICILICO

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
-----	--------	----------------------------------	---------------------------------------	----------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Noviembre	24,269	23,296	23,100	46,396				
Diciembre	24,269	17,967	1,690	19,657				
Enero	24,269	16,185	12,070	28,255	33,027			
Febrero	24,269	24,547	0	24,547	23,956	31,436		
Marzo	24,269	29,586	9,373	38,959	26,401	24,153	29,714	
Abril	24,269	1,703	20,218	21,921	31,753	30,587	27,855	31,563
Mayo	24,269	3,596	20,828	24,424	30,440	28,476	28,421	26,668
Junio	24,269	8,799	18,701	27,500	23,173	28,435	27,463	27,621
Julio	24,269	9,637	22,797	32,434	25,962	24,615	28,201	27,470
Agosto	24,269	10,571	17,216	27,787	29,967	28,119	26,570	29,048
Septiembre	24,269	25,985	10,975	36,960	30,111	29,240	28,036	26,813
Octubre	24,269	15,603	3,737	19,340	32,374	32,394	31,170	29,821

291,228

348,180

PRONÓSTICO PARA EL EJERCICIO PROXIMO				
NOVIEMBRE	28,150	28,029	29,130	28,804
DICIEMBRE	23,745	28,110	28,304	29,065
ENERO	25,948	25,160	28,434	28,391
FEBRERO	24,846	27,099	26,302	28,512
MARZO	25,397	26,790	28,043	26,823
ABRIL	25,122	26,350	27,771	28,319
MAYO	25,259	26,746	27,637	28,222
JUNIO	25,190	26,628	27,438	28,053
JULIO	25,225	26,575	27,722	27,986
AGOSTO	25,208	26,650	27,642	27,881
SEPTIEMBRE	25,216	26,618	27,610	28,092
OCTUBRE	25,212	26,614	27,603	28,047

304,517 321,367 333,636 338,195

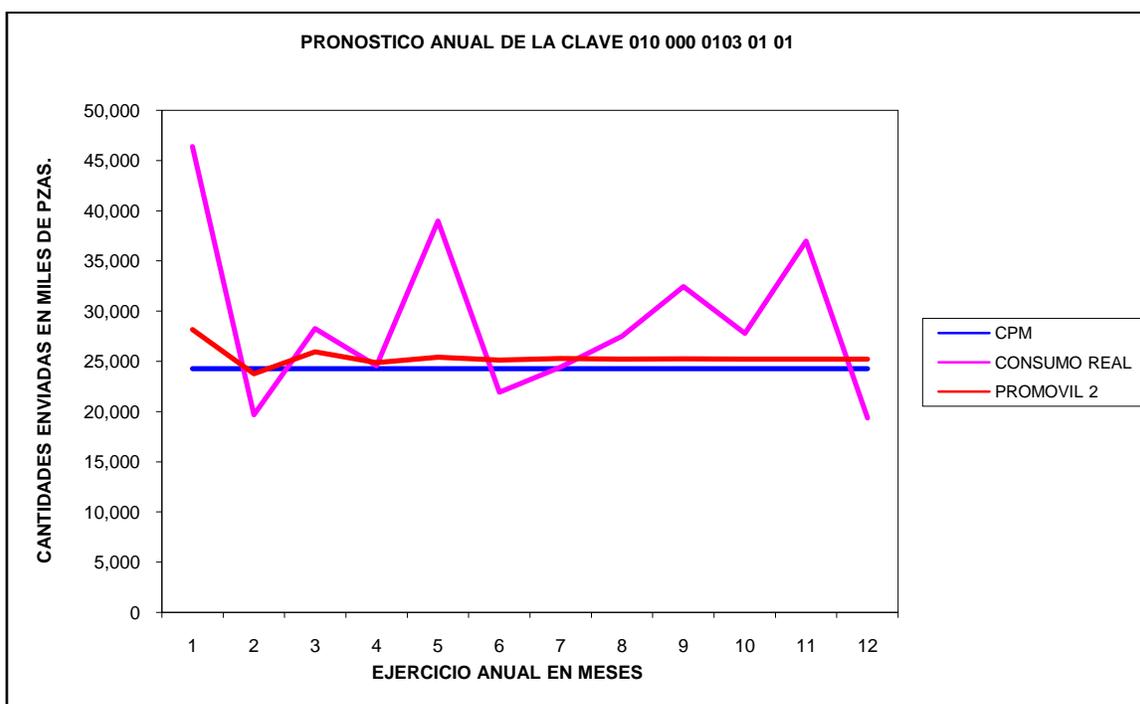
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 291,228 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 348,180 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 56,952 pzs.

Si optamos por pronosticar empleando el promovil 5, obtenemos un total de 338,195 pzs. Contra el consumo real de 348,180 pzs. Se obtiene una diferencia de 9,985 pzs. la cual es una diferencia mucho menor comparada con la diferencia proformada, esto implica menor desabasto en las farmacias.

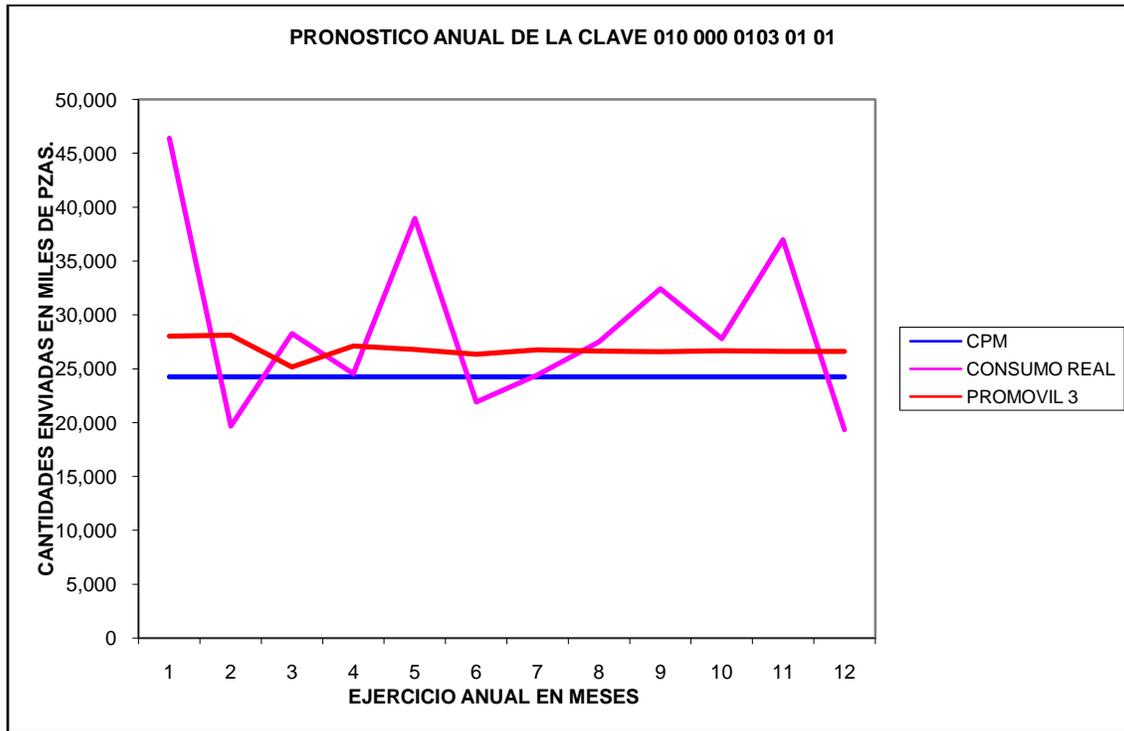
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente el promovil que mejor suaviza la serie, así como el más cercano al consumo real obtenido en el periodo anterior.

010 000 0103 01 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
24,269	46,396	28,150	28,029	29,130	28,804
24,269	19,657	23,745	28,110	28,304	29,065
24,269	28,255	25,948	25,160	28,434	28,391
24,269	24,547	24,846	27,099	26,302	28,512
24,269	38,959	25,397	26,790	28,043	26,823
24,269	21,921	25,122	26,350	27,771	28,319
24,269	24,424	25,259	26,746	27,637	28,222
24,269	27,500	25,190	26,628	27,438	28,053
24,269	32,434	25,225	26,575	27,722	27,986
24,269	27,787	25,208	26,650	27,642	27,881
24,269	36,960	25,216	26,618	27,610	28,092
24,269	19,340	25,212	26,614	27,603	28,047

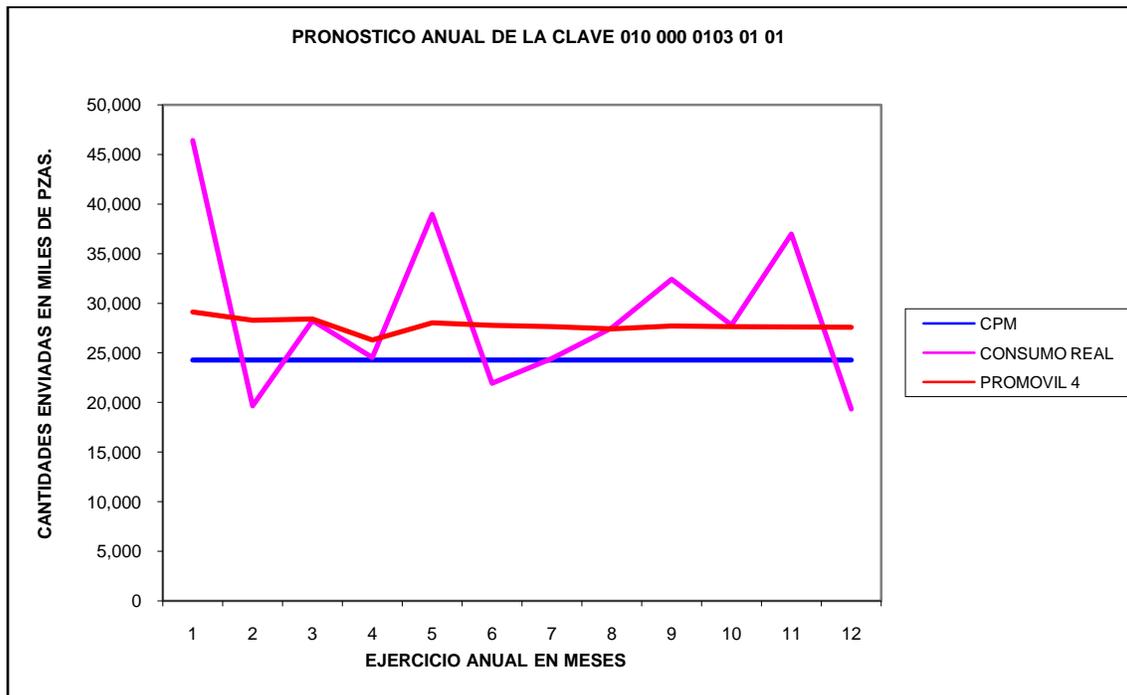
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



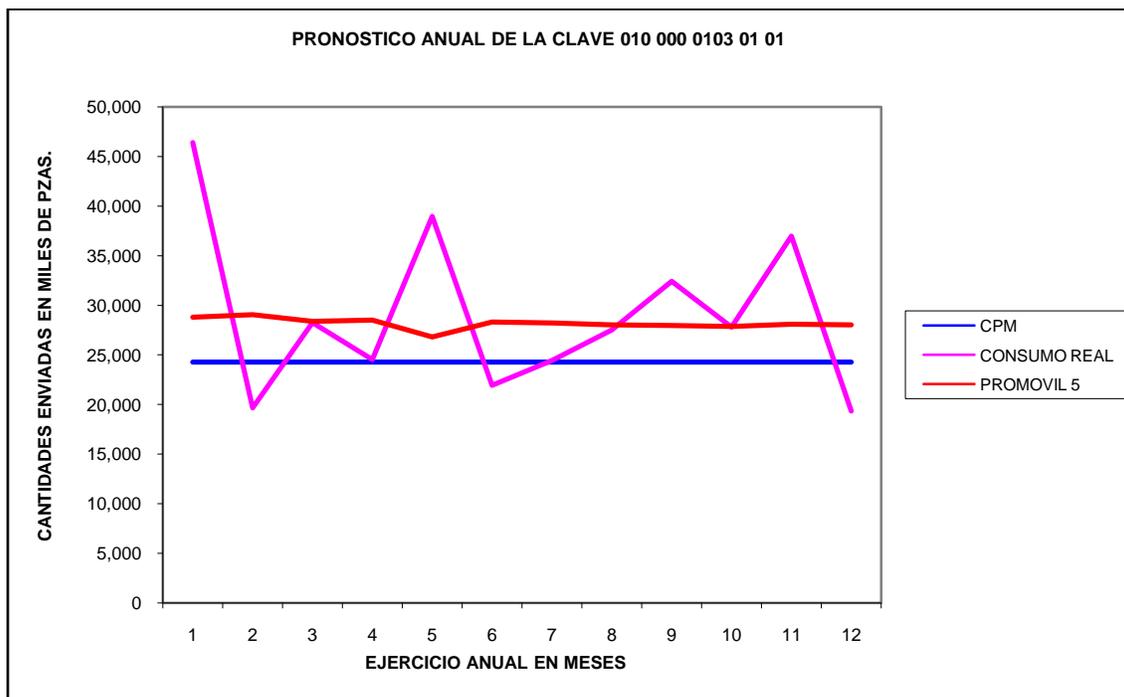
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



CLAVE: 010 000 0104 02 01
DESCRIPCION: PARACETAMOL ACETAMINOFEN

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
-----	--------	----------------------------------	---------------------------------------	----------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Noviembre	50,630	58,074	30,038	88,112				
Diciembre	50,630	58,204	17,063	75,267				
Enero	50,630	40,191	42,248	82,439	81,690			
Febrero	50,630	63,546	0	63,546	78,853	81,939		
Marzo	50,630	78,668	22,408	101,076	72,993	73,751	77,341	
Abril	50,630	4,155	36,688	40,843	82,311	82,354	80,582	82,088
Mayo	50,630	23,421	49,766	73,187	70,960	68,488	71,976	72,634
Junio	50,630	32,400	37,482	69,882	57,015	71,702	69,663	72,218
Julio	50,630	33,120	43,813	76,933	71,535	61,304	71,247	69,707
Agosto	50,630	22,545	43,506	66,051	73,408	73,334	65,211	72,384
Septiembre	50,630	60,713	30,899	91,612	71,492	70,955	71,513	65,379
Octubre	50,630	31,267	15,056	46,323	78,832	78,199	76,120	75,533

607,560

875,271

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	68,968	67,995	70,230	70,160
DICIEMBRE	57,645	68,643	68,554	70,216
ENERO	63,306	60,987	69,180	68,872
FEBRERO	60,476	65,875	63,572	69,437
MARZO	61,891	65,169	67,884	65,002
ABRIL	61,183	64,010	67,297	68,737
MAYO	61,537	65,018	66,983	68,453
JUNIO	61,360	64,732	66,434	68,100
JULIO	61,449	64,587	67,149	67,946
AGOSTO	61,405	64,779	66,966	67,648
SEPTIEMBRE	61,427	64,700	66,883	68,177
OCTUBRE	61,416	64,689	66,858	68,065

742,063 781,185 807,989 820,812

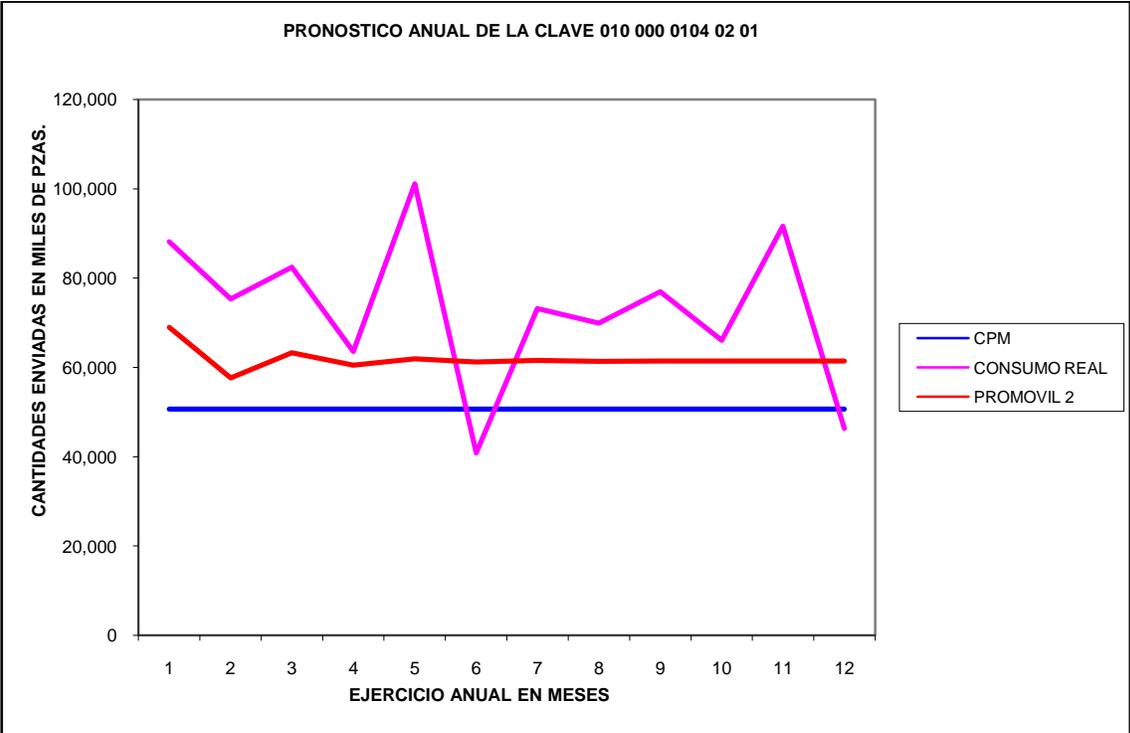
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 607,560 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 875,271 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 267,711 pzs.

Si optamos por pronosticar empleando el promovil 5, obtenemos un total de 820,812 pzs. Contra el consumo real de 875,271 pzs. Se obtiene una diferencia de 54,459 pzs. la cual es una diferencia mucho menor comparada con la diferencia proformada, esto implica menor desabasto en las farmacias.

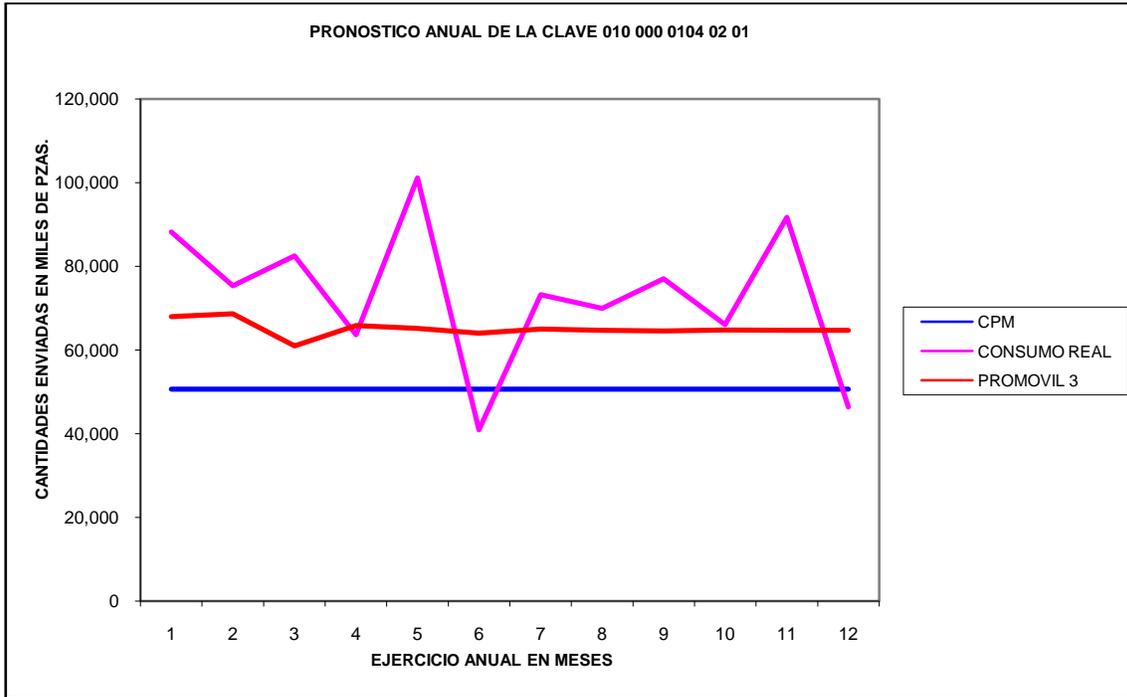
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente el promovil que mejor suaviza la serie, así como el más cercano al consumo real obtenido en el periodo anterior.

010 000 0104 02 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
50,630	88,112	68,968	67,995	70,230	70,160
50,630	75,267	57,645	68,643	68,554	70,216
50,630	82,439	63,306	60,987	69,180	68,872
50,630	63,546	60,476	65,875	63,572	69,437
50,630	101,076	61,891	65,169	67,884	65,002
50,630	40,843	61,183	64,010	67,297	68,737
50,630	73,187	61,537	65,018	66,983	68,453
50,630	69,882	61,360	64,732	66,434	68,100
50,630	76,933	61,449	64,587	67,149	67,946
50,630	66,051	61,405	64,779	66,966	67,648
50,630	91,612	61,427	64,700	66,883	68,177
50,630	46,323	61,416	64,689	66,858	68,065

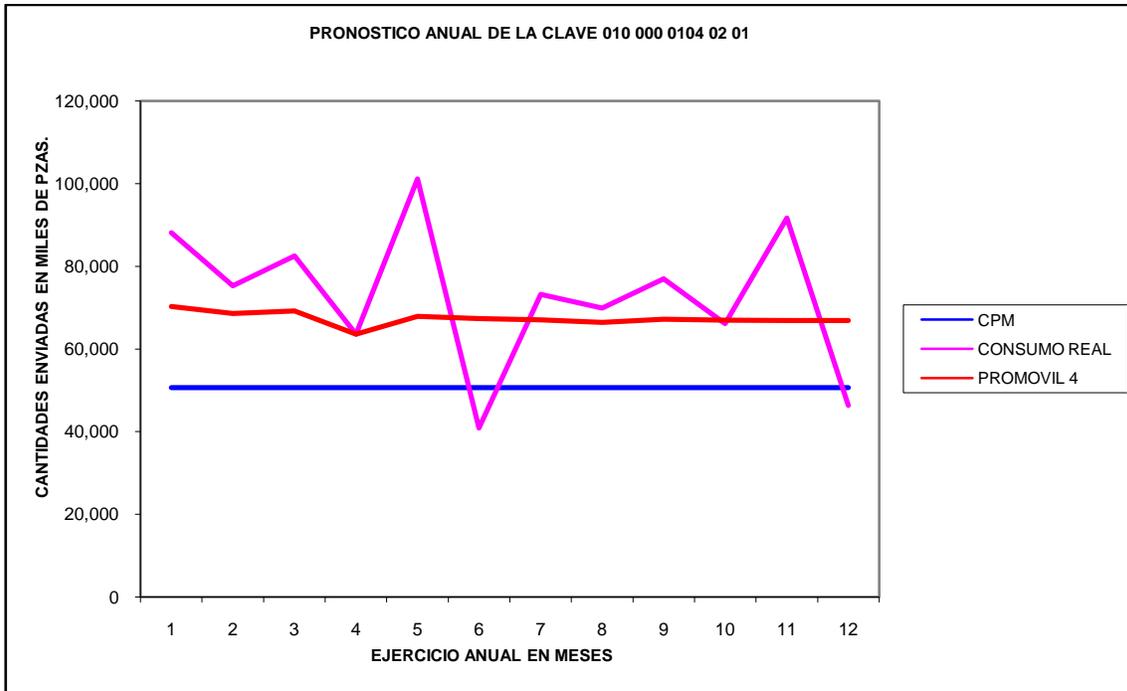
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



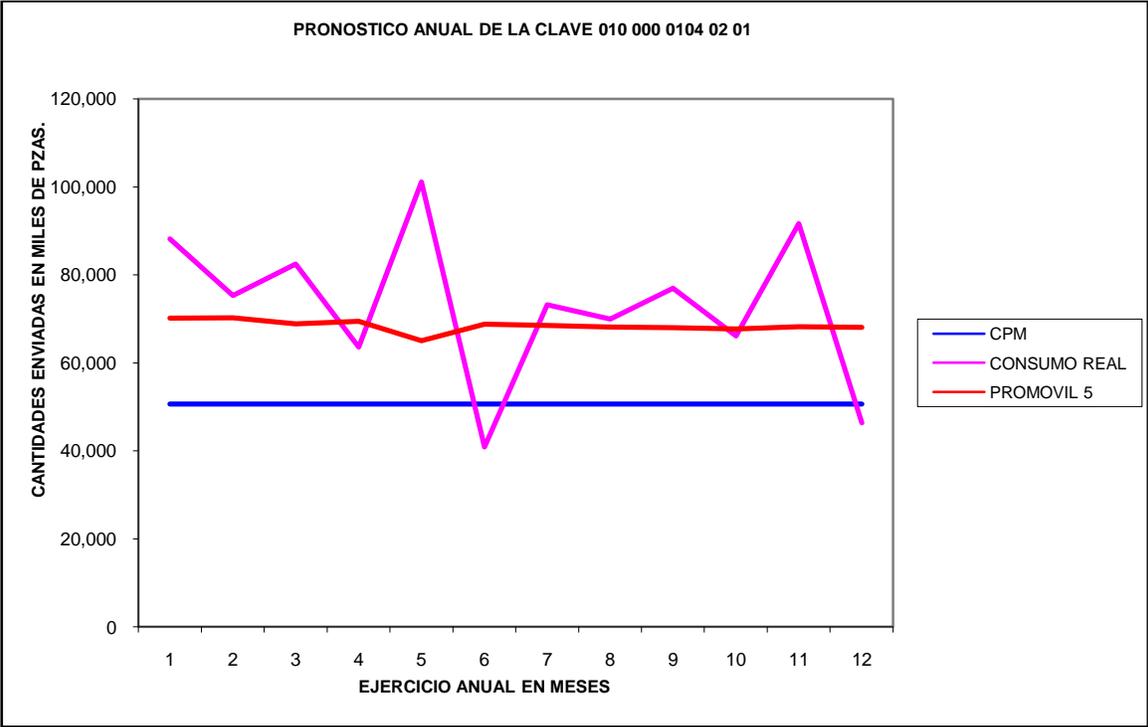
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



CLAVE: 010 000 0429 03 01
DESCRIPCION: SALBUTAMOL SUSPENSIÓN

MES	C.P.M	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
Noviembre	5,376	2,269	4,572	6,841				
Diciembre	5,376	3,388	5,075	8,463				
Enero	5,376	3,533	2,320	5,853	7,652			
Febrero	5,376	3,203	3,623	6,826	7,158	7,052		
Marzo	5,376	7,374	1,821	9,195	6,340	7,047	6,996	
Abril	5,376	0	0	0	8,011	7,291	7,584	7,436
Mayo	5,376	1,117	8,751	9,868	4,598	5,340	5,469	6,067
Junio	5,376	3,202	3,125	6,327	4,934	6,354	6,472	6,348
Julio	5,376	3,695	2,570	6,265	8,098	5,398	6,348	6,443
Agosto	5,376	2,108	3,123	5,231	6,296	7,487	5,615	6,331
Septiembre	5,376	0	0	0	5,748	5,941	6,923	5,538
Octubre	5,376	0	8,635	8,635	2,616	3,832	4,456	5,538

64,512

73,504

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	4,318	4,622	5,033	5,292
DICIEMBRE	6,476	4,419	4,725	5,085
ENERO	5,397	5,892	4,598	4,848
FEBRERO	5,937	4,978	5,748	4,772
MARZO	5,667	5,096	5,026	5,726
ABRIL	5,802	5,322	5,024	5,145
MAYO	5,734	5,132	5,099	5,115
JUNIO	5,768	5,183	5,224	5,121
JULIO	5,751	5,212	5,093	5,176
AGOSTO	5,759	5,176	5,110	5,257
SEPTIEMBRE	5,755	5,191	5,132	5,163
OCTUBRE	5,757	5,193	5,140	5,166

68,121

61,416

60,951

61,865

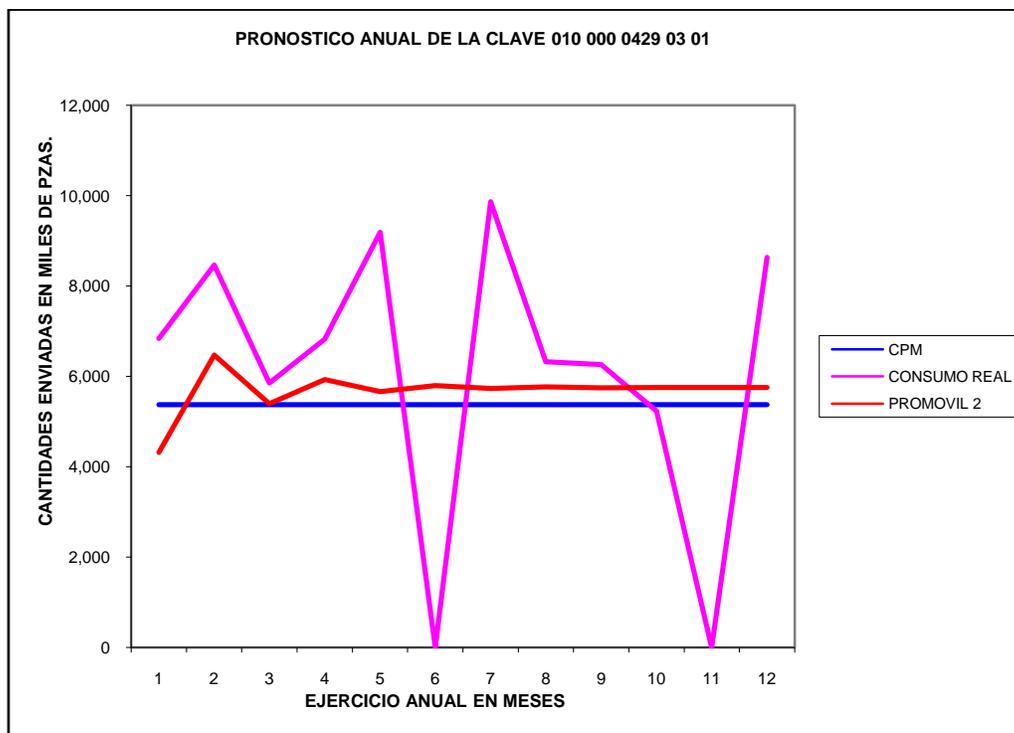
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 64,512 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 73,504 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 8,992 pzs.

Si optamos por pronosticar empleando el promovil 2, obtenemos un total de 68,121 pzs. Contra el consumo real de 73,504 pzs. Se obtiene una diferencia de 5,383 pzs. la cual es una diferencia mucho menor comparada con la diferencia proformada, esto implica menor desabasto en las farmacias.

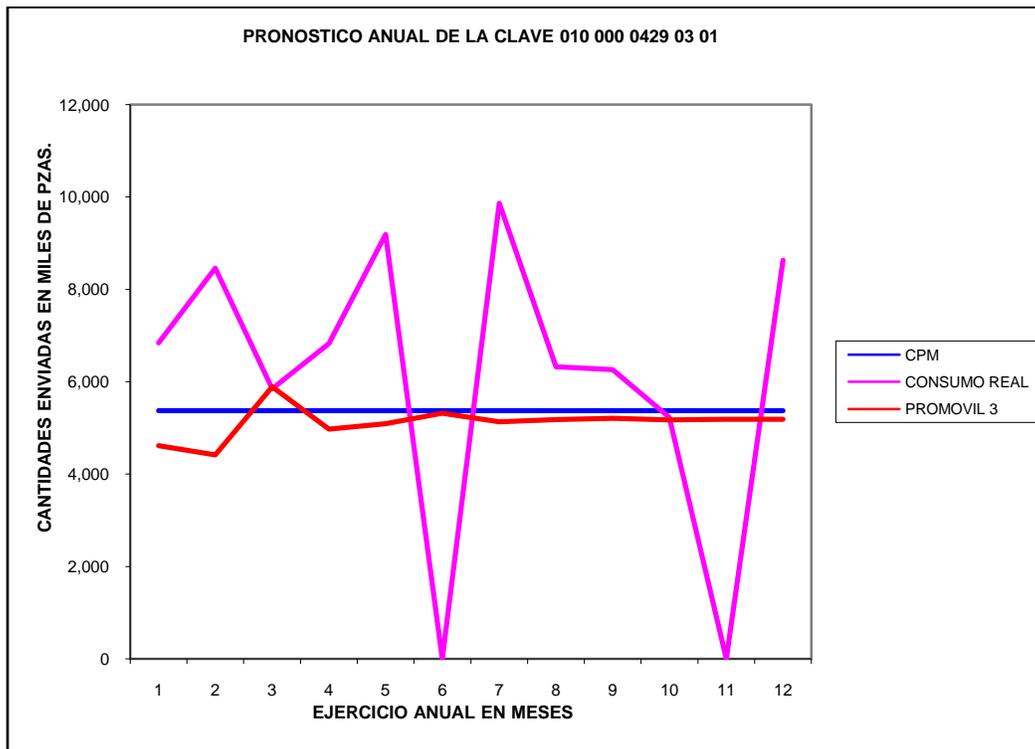
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente el promovil que mejor suaviza la serie, así como el más cercano al consumo real obtenido en el periodo anterior.

010 000 0429 03 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
5,376	6,841	4,318	4,622	5,033	5,292
5,376	8,463	6,476	4,419	4,725	5,085
5,376	5,853	5,397	5,892	4,598	4,848
5,376	6,826	5,937	4,978	5,748	4,772
5,376	9,195	5,667	5,096	5,026	5,726
5,376	0	5,802	5,322	5,024	5,145
5,376	9,868	5,734	5,132	5,099	5,115
5,376	6,327	5,768	5,183	5,224	5,121
5,376	6,265	5,751	5,212	5,093	5,176
5,376	5,231	5,759	5,176	5,110	5,257
5,376	0	5,755	5,191	5,132	5,163
5,376	8,635	5,757	5,193	5,140	5,166

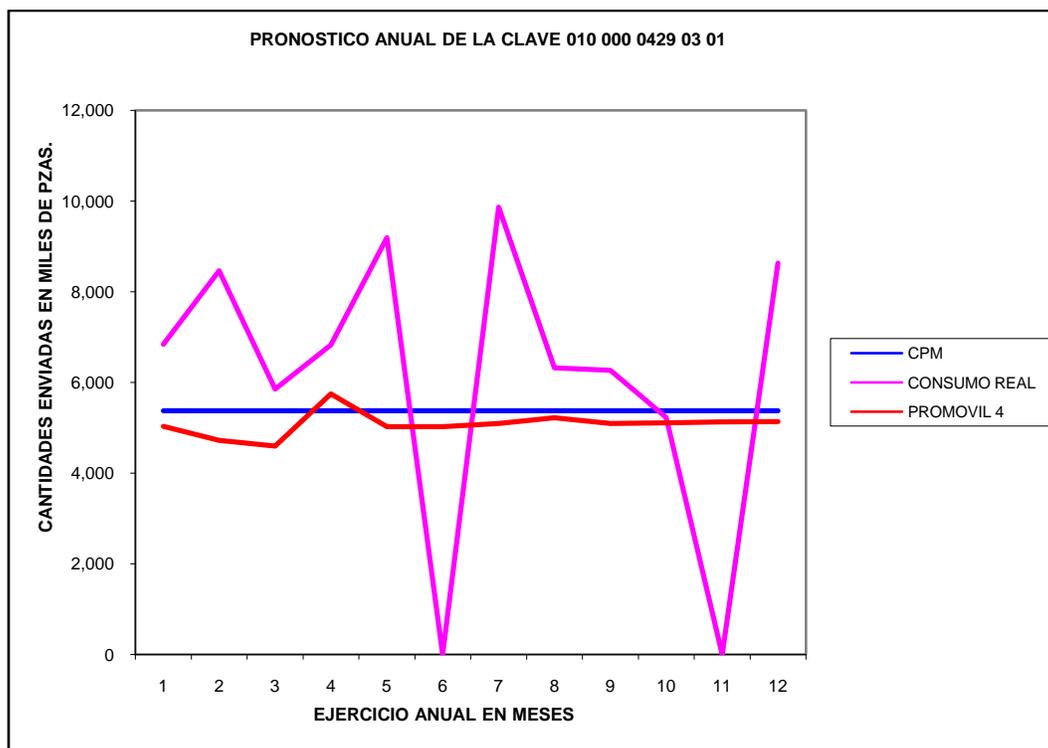
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



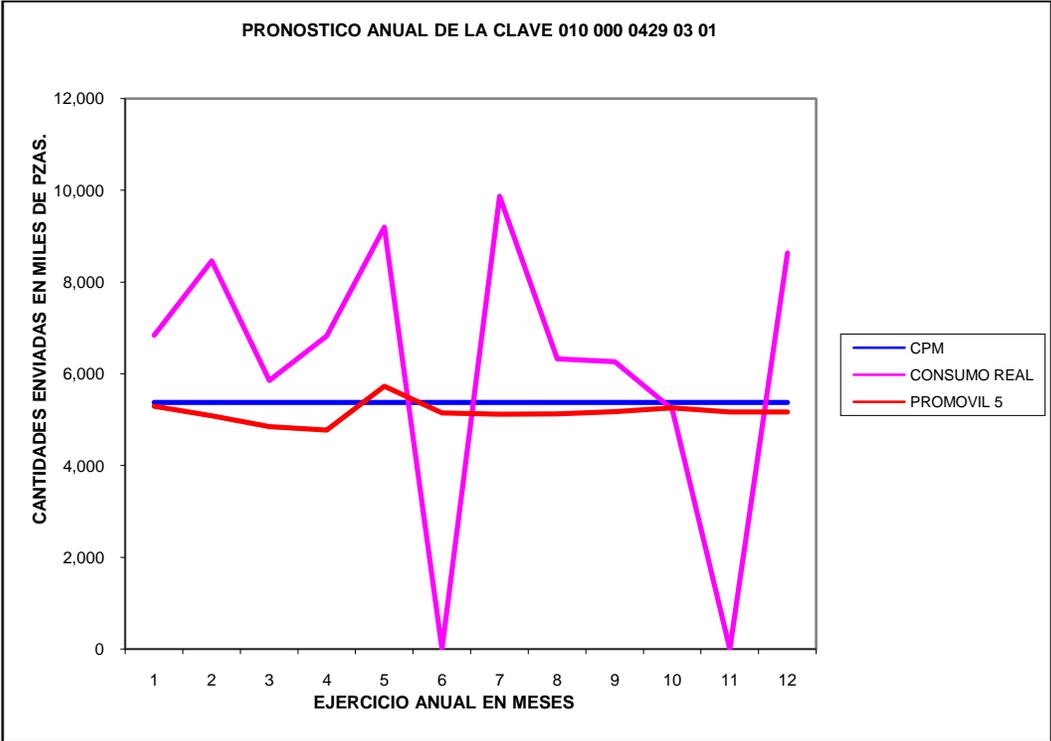
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



En este caso podemos se pudo observar el promovil que más se adecuo al consumo histórico fue el promovil 2.

CLAVE: 010 000 0572 00 01
DESCRIPCION: METOPROLOL TABLETAS

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
-----	--------	----------------------------------	---------------------------------------	----------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Noviembre	30,200	32,816	17,504	50,320				
Diciembre	30,200	24,176	0	24,176				
Enero	30,200	22,570	16,370	38,940	37,248			
Febrero	30,200	28,607	0	28,607	31,558	37,812		
Marzo	30,200	26,136	19,428	45,564	33,774	30,574	35,511	
Abril	30,200	1,122	27,919	29,041	37,086	37,704	34,322	37,521
Mayo	30,200	5,242	27,247	32,489	37,303	34,404	35,538	33,266
Junio	30,200	9,775	19,430	29,205	30,765	35,698	33,925	34,928
Julio	30,200	13,476	28,775	42,251	30,847	30,245	34,075	32,981
Agosto	30,200	11,219	17,847	29,066	35,728	34,648	33,247	35,710
Septiembre	30,200	4,352	4,164	8,516	35,659	33,507	33,253	32,410
Octubre	30,200	0	52,412	52,412	18,791	26,611	27,260	28,305

362,400

410,587

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	30,464	29,998	33,061	32,290
DICIEMBRE	41,438	30,309	30,764	32,907
ENERO	35,951	37,573	31,188	31,038
FEBRERO	38,695	32,627	36,856	31,433
MARZO	37,323	33,503	32,967	36,016
ABRIL	38,009	34,567	32,944	32,737
MAYO	37,666	33,566	33,489	32,826
JUNIO	37,837	33,879	34,064	32,810
JULIO	37,751	34,004	33,366	33,164
AGOSTO	37,794	33,816	33,466	33,511
SEPTIEMBRE	37,773	33,899	33,596	33,010
OCTUBRE	37,784	33,906	33,623	33,064

448,484 401,646 399,386 394,805

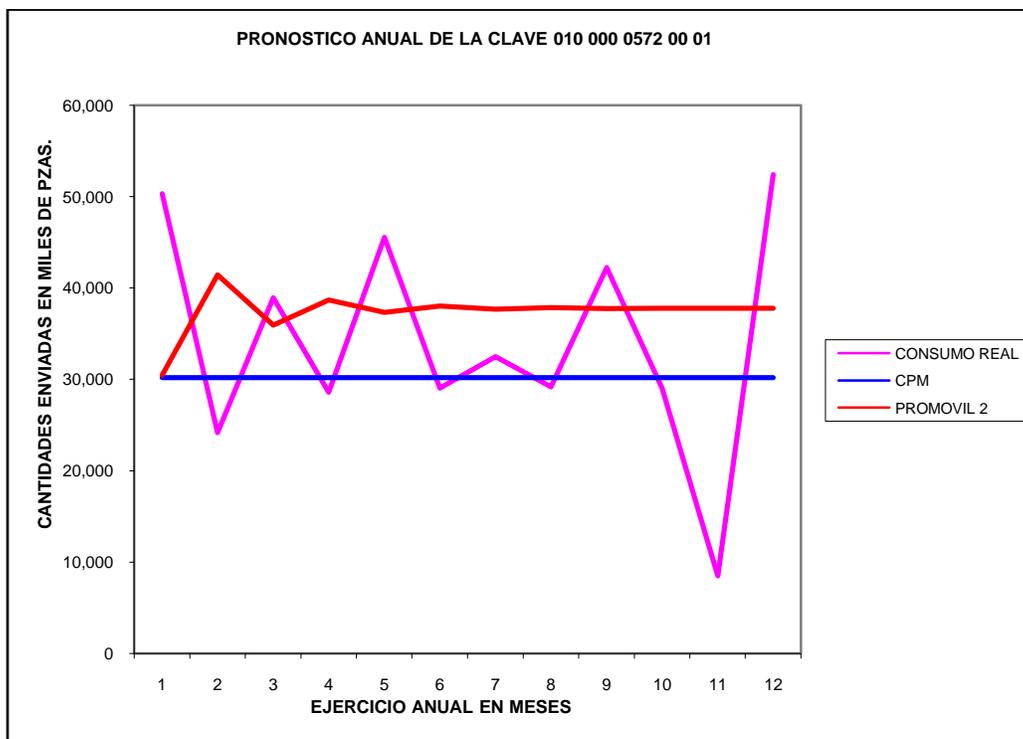
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 362,400 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 410,587 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 48,187 pzs.

Si optamos por pronosticar empleando el promovil 5, obtenemos un total de 394,805 pzs. Contra el consumo real de 410,587 pzs. Se obtiene una diferencia de 15,782 pzs. La cual es una diferencia mucho menor comparada con la diferencia proformada, esto implica menor desabasto en las farmacias.

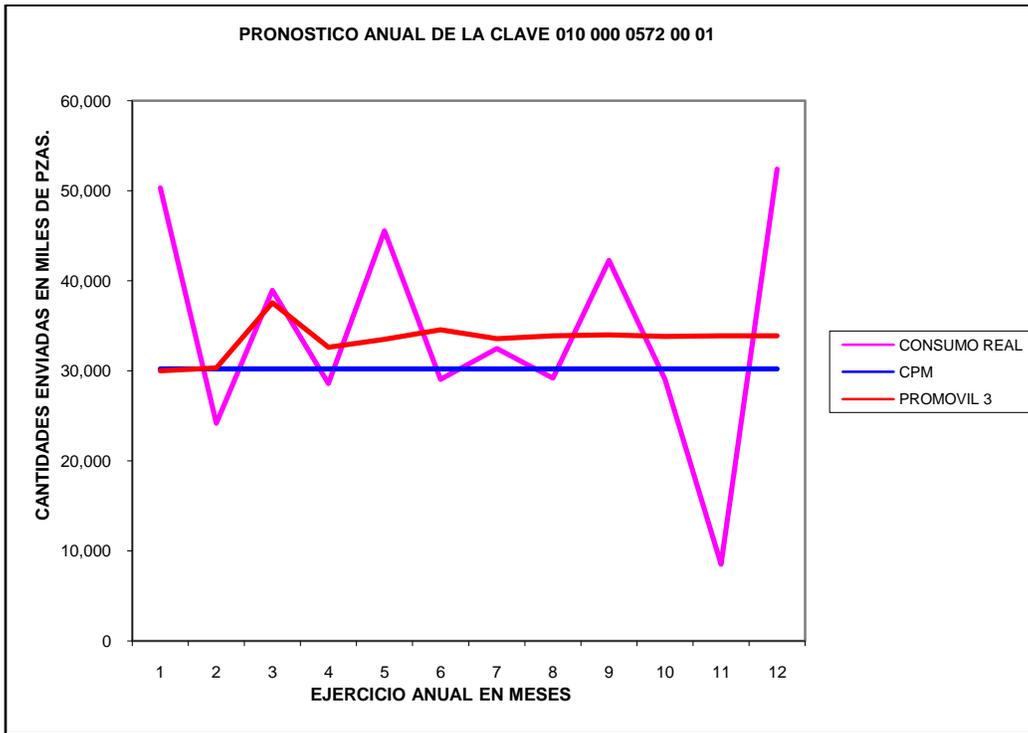
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente el promovil que mejor suaviza la serie, así como el más cercano al consumo real obtenido en el periodo anterior.

010 000 0572 00 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
30,200	50,320	30,464	29,998	33,061	32,290
30,200	24,176	41,438	30,309	30,764	32,907
30,200	38,940	35,951	37,573	31,188	31,038
30,200	28,607	38,695	32,627	36,856	31,433
30,200	45,564	37,323	33,503	32,967	36,016
30,200	29,041	38,009	34,567	32,944	32,737
30,200	32,489	37,666	33,566	33,489	32,826
30,200	29,205	37,837	33,879	34,064	32,810
30,200	42,251	37,751	34,004	33,366	33,164
30,200	29,066	37,794	33,816	33,466	33,511
30,200	8,516	37,773	33,899	33,596	33,010
30,200	52,412	37,784	33,906	33,623	33,064

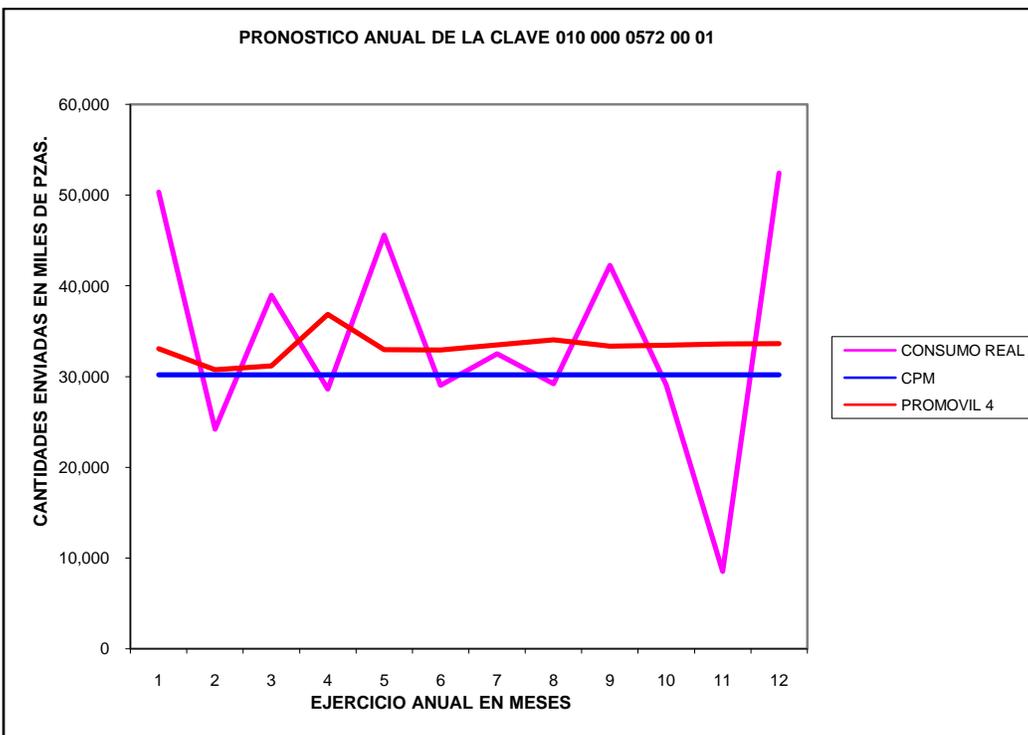
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



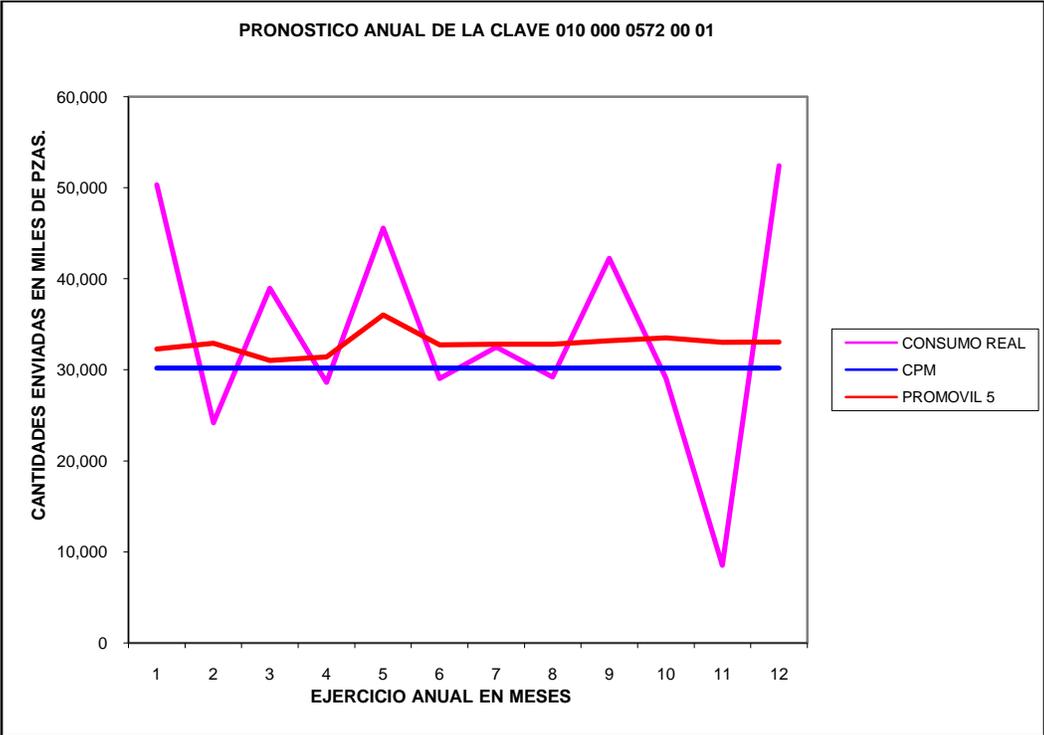
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



CLAVE: 010 000 0574 00 01
DESCRIPCION: CAPTOPRIL TABLETAS

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
Noviembre	50,950	54,417	45,127	99,544				
Diciembre	50,950	39,773	0	39,773				
Enero	50,950	35,400	29,196	64,596	69,659			
Febrero	50,950	53,669	0	53,669	52,185	67,971		
Marzo	50,950	66,037	16,208	82,245	59,133	52,679	64,396	
Abril	50,950	2,695	40,293	42,988	67,957	66,837	60,071	67,965
Mayo	50,950	10,997	43,616	54,613	62,617	59,634	60,875	56,654
Junio	50,950	21,281	33,988	55,269	48,801	59,949	58,379	59,622
Julio	50,950	24,965	38,401	63,366	54,941	50,957	58,779	57,757
Agosto	50,950	18,135	39,301	57,436	59,318	57,749	54,059	59,696
Septiembre	50,950	60,784	26,331	87,115	60,401	58,690	57,671	54,734
Octubre	50,950	24,239	2,112	26,351	72,276	69,306	65,797	63,560

611,400

726,965

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	56,733	56,967	58,567	57,907
DICIEMBRE	41,542	56,811	57,367	58,435
ENERO	49,138	46,710	57,350	57,449
FEBRERO	45,340	53,496	49,909	57,451
MARZO	47,239	52,339	55,798	51,519
ABRIL	46,289	50,848	55,106	56,552
MAYO	46,764	52,228	54,541	56,281
JUNIO	46,527	51,805	53,839	55,851
JULIO	46,645	51,627	54,821	55,531
AGOSTO	46,586	51,887	54,577	55,147
SEPTIEMBRE	46,616	51,773	54,444	55,872
OCTUBRE	46,601	51,762	54,420	55,736

566,018

628,253

660,739

673,732

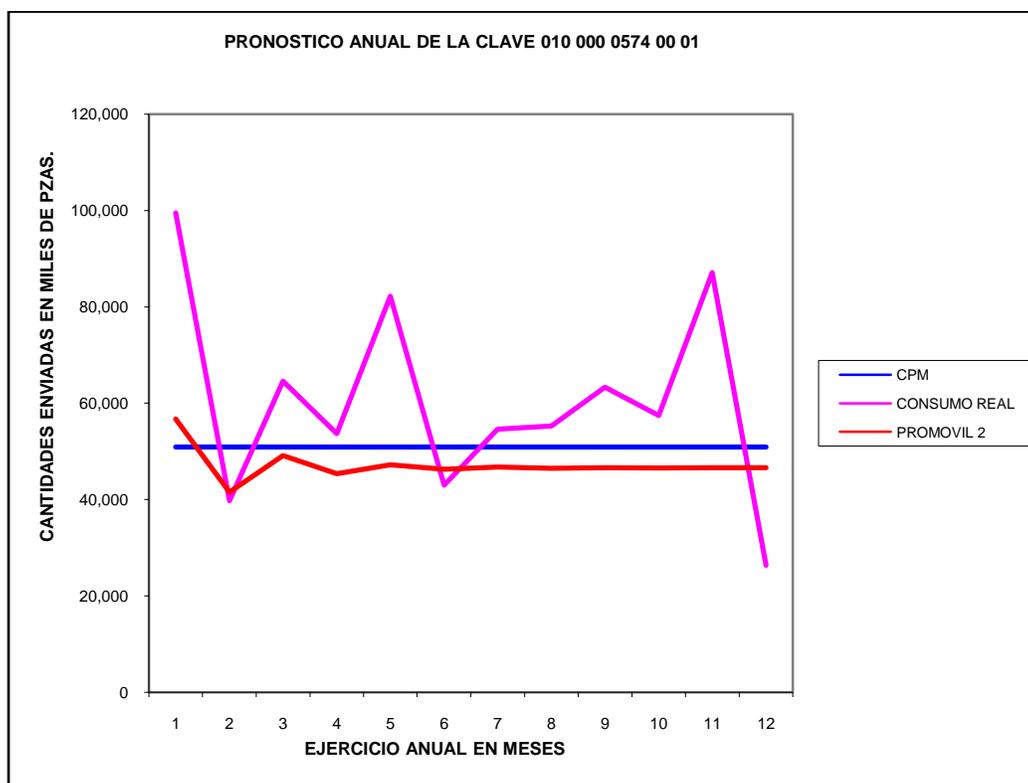
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 611,400 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 726,965 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 115,565 pzs.

Si optamos por pronosticar empleando el promovil 5, obtenemos un total de 673,732 pzs. Contra el consumo real de 726,965 pzs. Se obtiene una diferencia de 53,233 pzs. la cual es una diferencia mucho menor comparada con la diferencia proformada, esto implica menor desabasto en las farmacias.

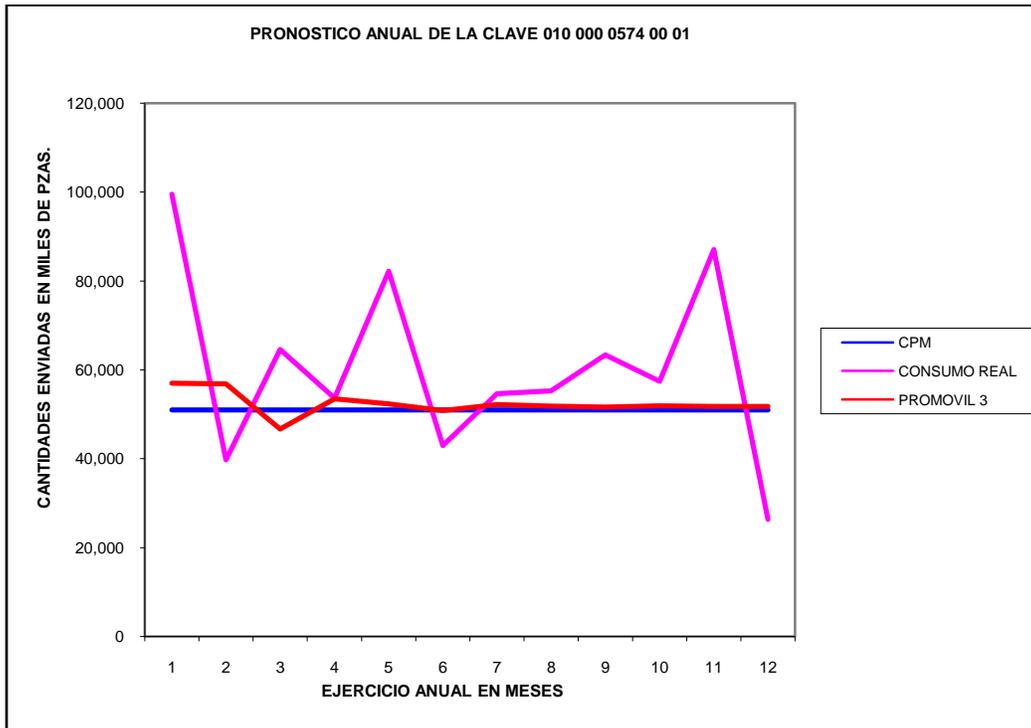
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente el promovil que mejor suaviza la serie, así como el más cercano al consumo real obtenido en el periodo anterior.

010 000 0574 00 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
50,950	99,544	56,733	56,967	58,567	57,907
50,950	39,773	41,542	56,811	57,367	58,435
50,950	64,596	49,138	46,710	57,350	57,449
50,950	53,669	45,340	53,496	49,909	57,451
50,950	82,245	47,239	52,339	55,798	51,519
50,950	42,988	46,289	50,848	55,106	56,552
50,950	54,613	46,764	52,228	54,541	56,281
50,950	55,269	46,527	51,805	53,839	55,851
50,950	63,366	46,645	51,627	54,821	55,531
50,950	57,436	46,586	51,887	54,577	55,147
50,950	87,115	46,616	51,773	54,444	55,872
50,950	26,351	46,601	51,762	54,420	55,736

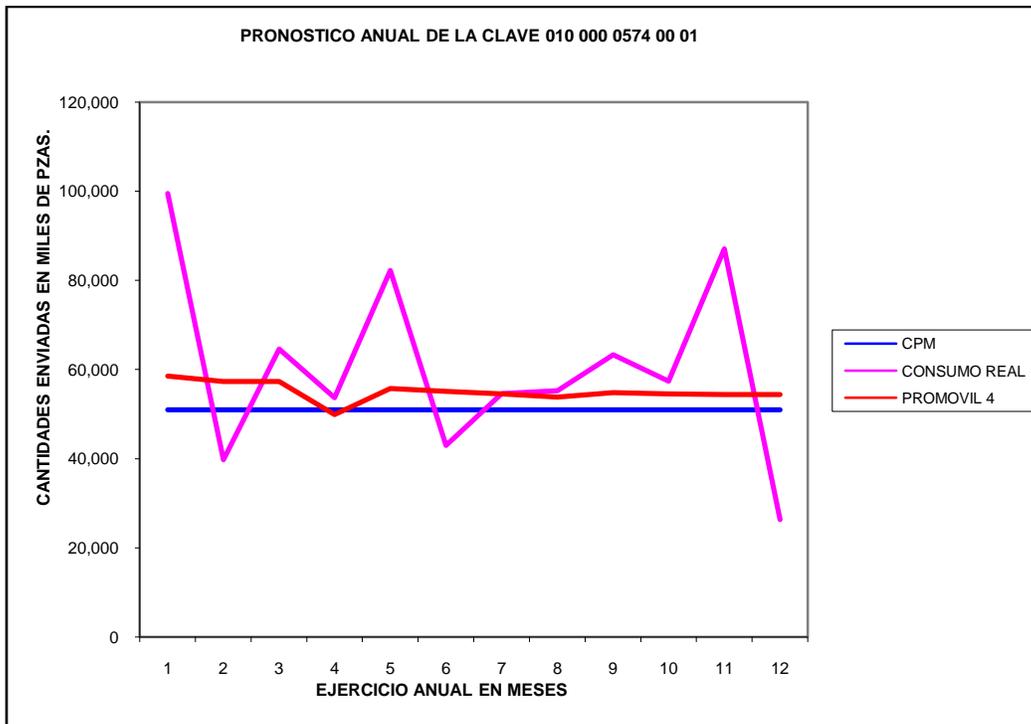
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



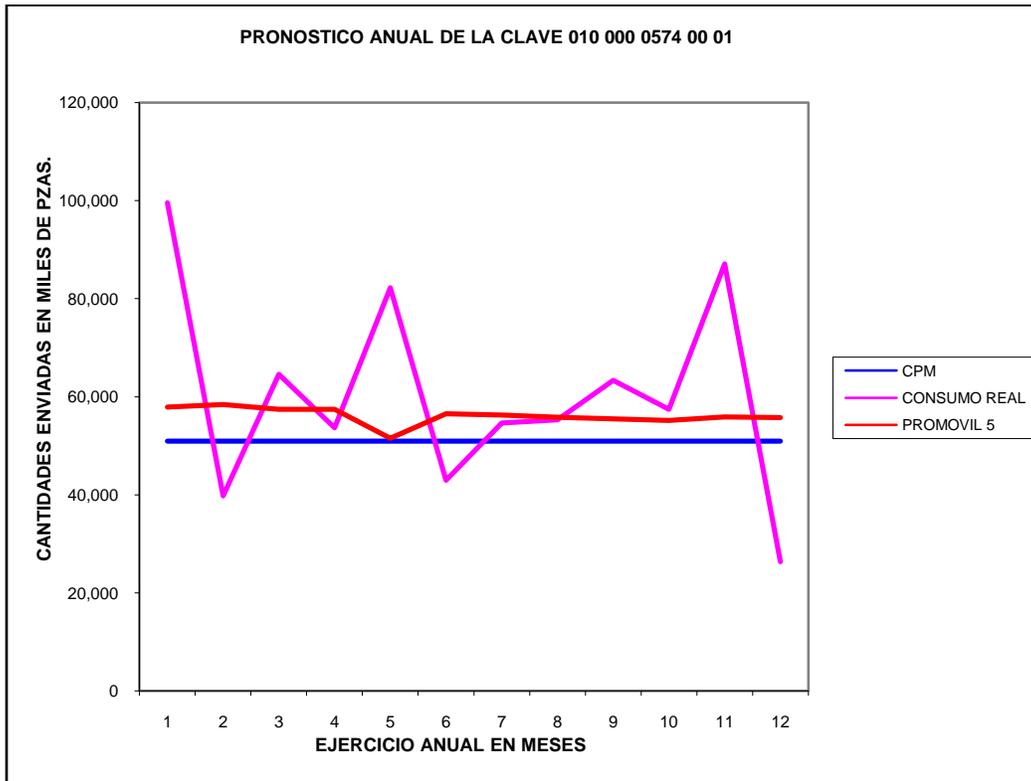
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



CLAVE: 010 000 1042 00 01
DESCRIPCION: GLIBENCLAMIDA TABLETAS

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
Noviembre	33,317	28,440	31,931	60,371				
Diciembre	33,317	23,685	790	24,475				
Enero	33,317	24,918	20,931	45,849	42,423			
Febrero	33,317	30,442	1,100	31,542	35,162	43,565		
Marzo	33,317	35,407	13,797	49,204	38,696	33,955	40,559	
Abril	33,317	1,541	26,136	27,677	40,373	42,198	37,768	42,288
Mayo	33,317	3,137	32,421	35,558	38,441	36,141	38,568	35,749
Junio	33,317	11,983	21,876	33,859	31,618	37,480	35,995	37,966
Julio	33,317	18,964	30,605	49,569	34,709	32,365	36,575	35,568
Agosto	33,317	8,681	25,800	34,481	41,714	39,662	36,666	39,173
Septiembre	33,317	40,784	13,081	53,865	42,025	39,303	38,367	36,229
Octubre	33,317	15,591	1,374	16,965	44,173	45,972	42,944	41,466

399,804

463,415

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	35,415	35,104	38,720	37,748
DICIEMBRE	26,190	35,311	36,008	38,526
ENERO	30,803	29,127	36,389	36,317
FEBRERO	28,496	33,181	32,021	36,684
MARZO	29,649	32,539	35,784	33,248
ABRIL	29,073	31,616	35,051	36,504
MAYO	29,361	32,445	34,811	36,256
JUNIO	29,217	32,200	34,417	35,802
JULIO	29,289	32,087	35,016	35,699
AGOSTO	29,253	32,244	34,824	35,502
SEPTIEMBRE	29,271	32,177	34,767	35,952
OCTUBRE	29,262	32,169	34,756	35,842

355,279 390,199 422,562 434,079

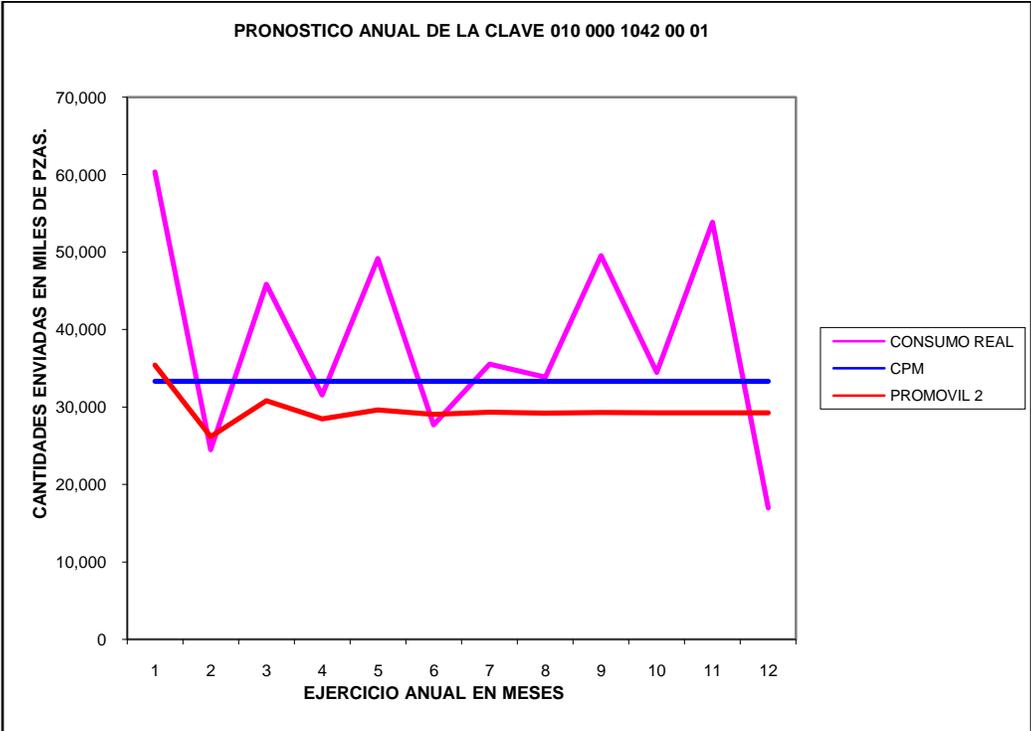
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 399,804 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 463,415 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 63,611 pzs.

Si optamos por pronosticar empleando el promovil 5, obtenemos un total de 434,079 pzs. Contra el consumo real de 463,415 pzs. Se obtiene una diferencia de 29,336 pzs. la cual es una diferencia mucho menor comparada con la diferencia proformada, esto implica menor desabasto en las farmacias.

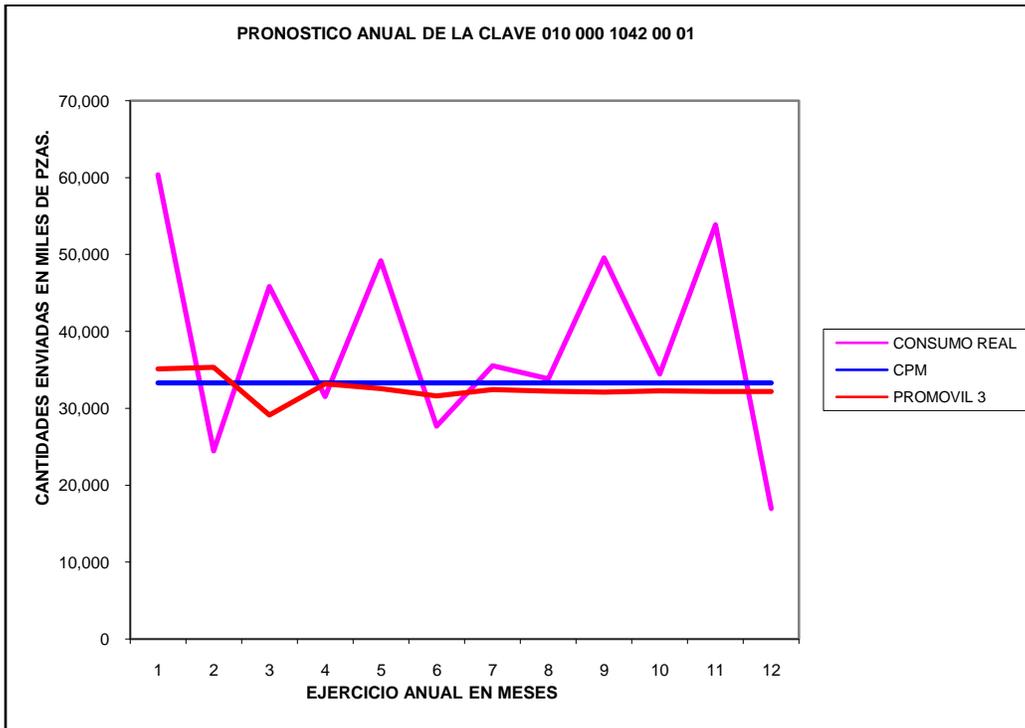
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente el promovil que mejor suaviza la serie, así como el más cercano al consumo real obtenido en el periodo anterior.

010 000 1042 00 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
33,317	60,371	35,415	35,104	38,720	37,748
33,317	24,475	26,190	35,311	36,008	38,526
33,317	45,849	30,803	29,127	36,389	36,317
33,317	31,542	28,496	33,181	32,021	36,684
33,317	49,204	29,649	32,539	35,784	33,248
33,317	27,677	29,073	31,616	35,051	36,504
33,317	35,558	29,361	32,445	34,811	36,256
33,317	33,859	29,217	32,200	34,417	35,802
33,317	49,569	29,289	32,087	35,016	35,699
33,317	34,481	29,253	32,244	34,824	35,502
33,317	53,865	29,271	32,177	34,767	35,952
33,317	16,965	29,262	32,169	34,756	35,842

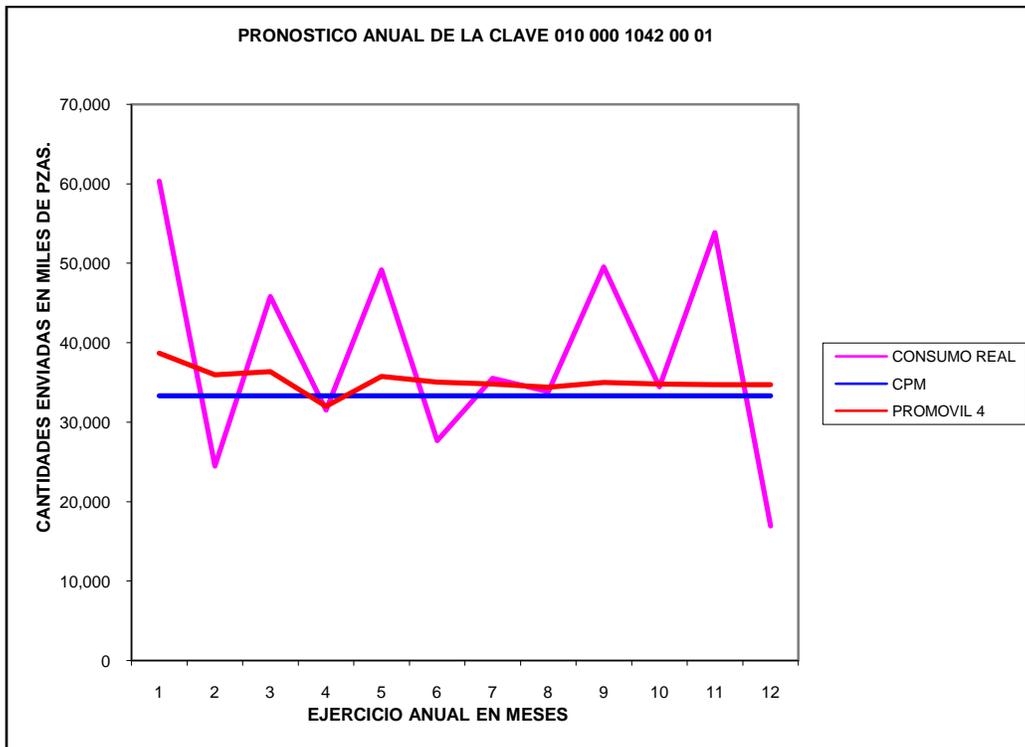
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



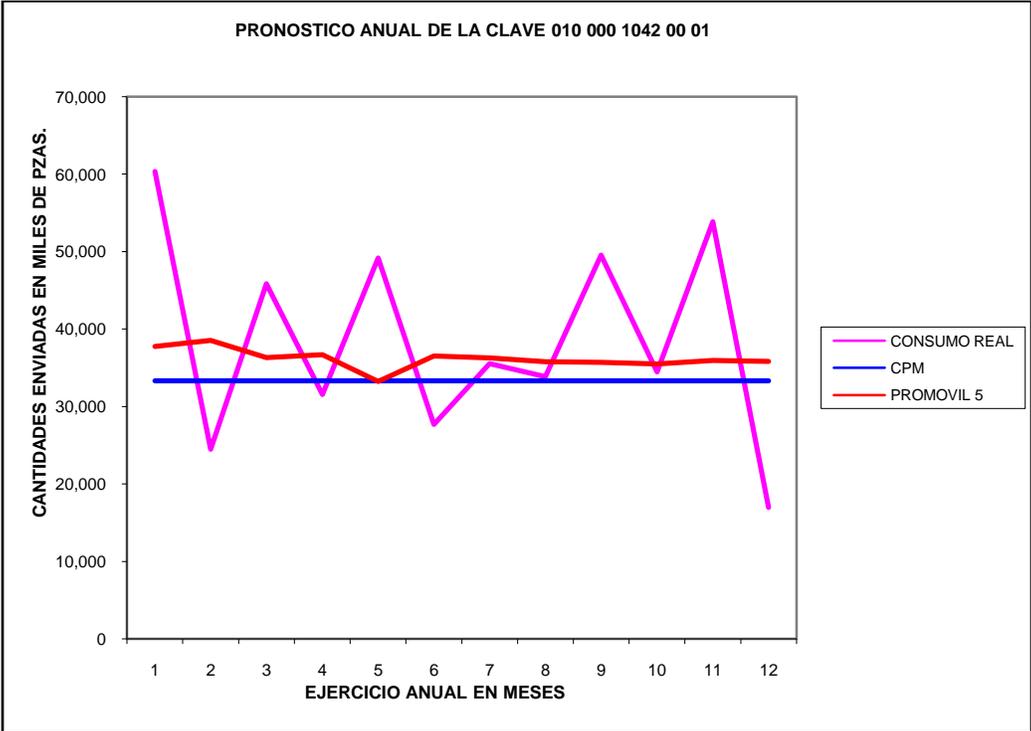
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



CLAVE: 010 000 1050 07 01
DESCRIPCION: INSULINA HUMANA

MES	C.P.M	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
Noviembre	5,015	6,340	1,292	7,632				
Diciembre	5,015	2,223	4,194	6,417				
Enero	5,015	1,874	4,562	6,436	7,025			
Febrero	5,015	454	3,306	3,760	6,427	6,828		
Marzo	5,015	4,523	5,034	9,557	5,098	5,538	6,061	
Abril	5,015	170	3,409	3,579	6,659	6,584	6,543	6,760
Mayo	5,015	1,739	4,379	6,118	6,568	5,632	5,833	5,950
Junio	5,015	2,749	2,971	5,720	4,849	6,418	5,754	5,890
Julio	5,015	3,150	4,225	7,375	5,919	5,139	6,244	5,747
Agosto	5,015	2,448	3,480	5,928	6,548	6,404	5,698	6,470
Septiembre	5,015	4,841	3,429	8,270	6,652	6,341	6,285	5,744
Octubre	5,015	3,014	861	3,875	7,099	7,191	6,823	6,682

60,180

74,667

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	6,073	6,024	6,362	6,234
DICIEMBRE	4,974	6,056	6,109	6,336
ENERO	5,523	5,319	6,154	6,129
FEBRERO	5,248	5,800	5,625	6,169
MARZO	5,386	5,725	6,062	5,748
ABRIL	5,317	5,614	5,988	6,123
MAYO	5,351	5,713	5,957	6,101
JUNIO	5,334	5,684	5,908	6,054
JULIO	5,343	5,671	5,979	6,039
AGOSTO	5,339	5,689	5,958	6,013
SEPTIEMBRE	5,341	5,681	5,950	6,066
OCTUBRE	5,340	5,680	5,949	6,055

64,568

68,657

72,001

73,067

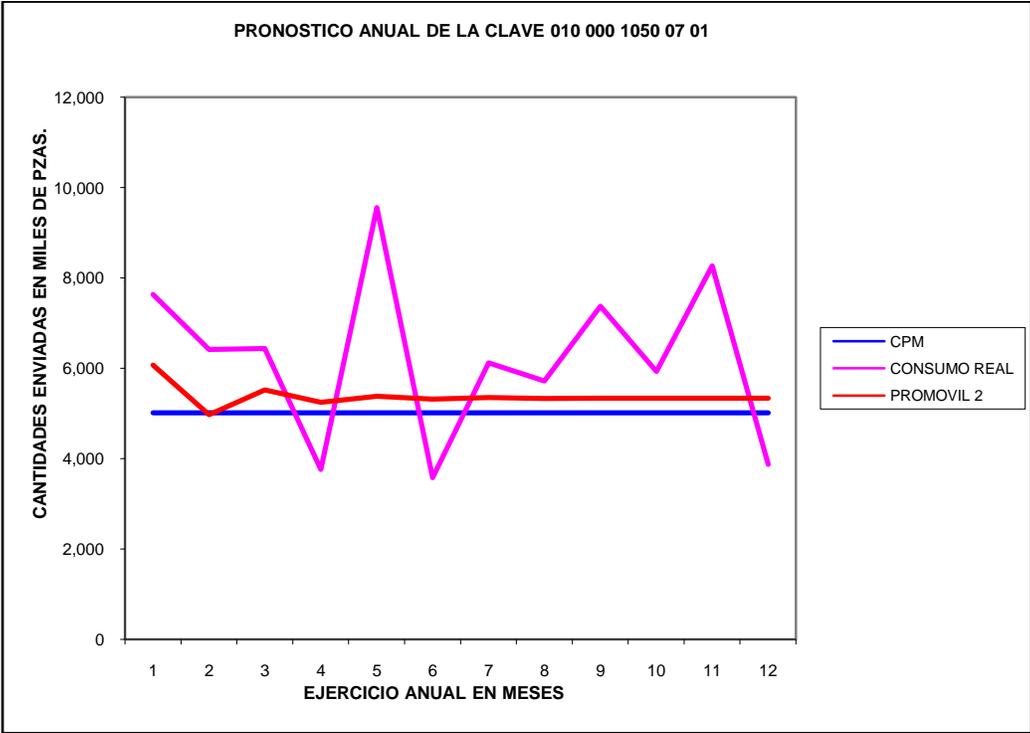
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 60,180 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 74,667 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 14,487 pzs.

Si optamos por pronosticar empleando el promovil 5, obtenemos un total de 73,067 pzs. Contra el consumo real de 74,667 pzs. Se obtiene una diferencia de 1600 pzs. la cual es una diferencia mucho menor comparada con la diferencia proformada, esto implica menor desabasto en las farmacias.

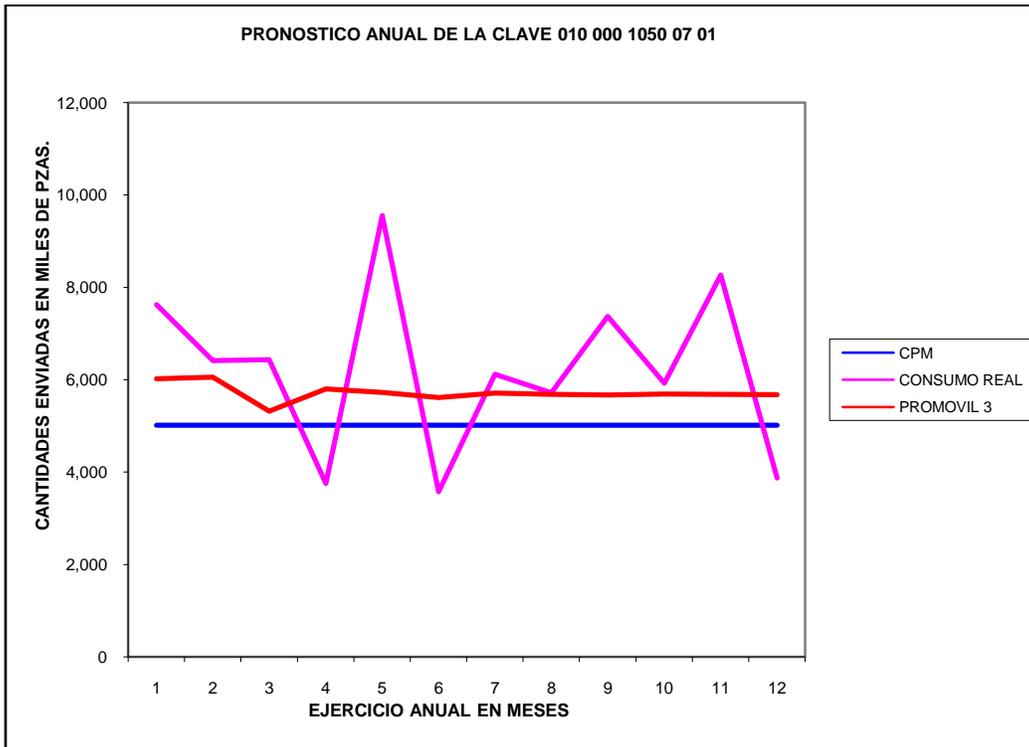
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente el promovil que mejor suaviza la serie, así como el más cercano al consumo real obtenido en el periodo anterior.

010 000 1050 07 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
5,015	7,632	6,073	6,024	6,362	6,234
5,015	6,417	4,974	6,056	6,109	6,336
5,015	6,436	5,523	5,319	6,154	6,129
5,015	3,760	5,248	5,800	5,625	6,169
5,015	9,557	5,386	5,725	6,062	5,748
5,015	3,579	5,317	5,614	5,988	6,123
5,015	6,118	5,351	5,713	5,957	6,101
5,015	5,720	5,334	5,684	5,908	6,054
5,015	7,375	5,343	5,671	5,979	6,039
5,015	5,928	5,339	5,689	5,958	6,013
5,015	8,270	5,341	5,681	5,950	6,066
5,015	3,875	5,340	5,680	5,949	6,055

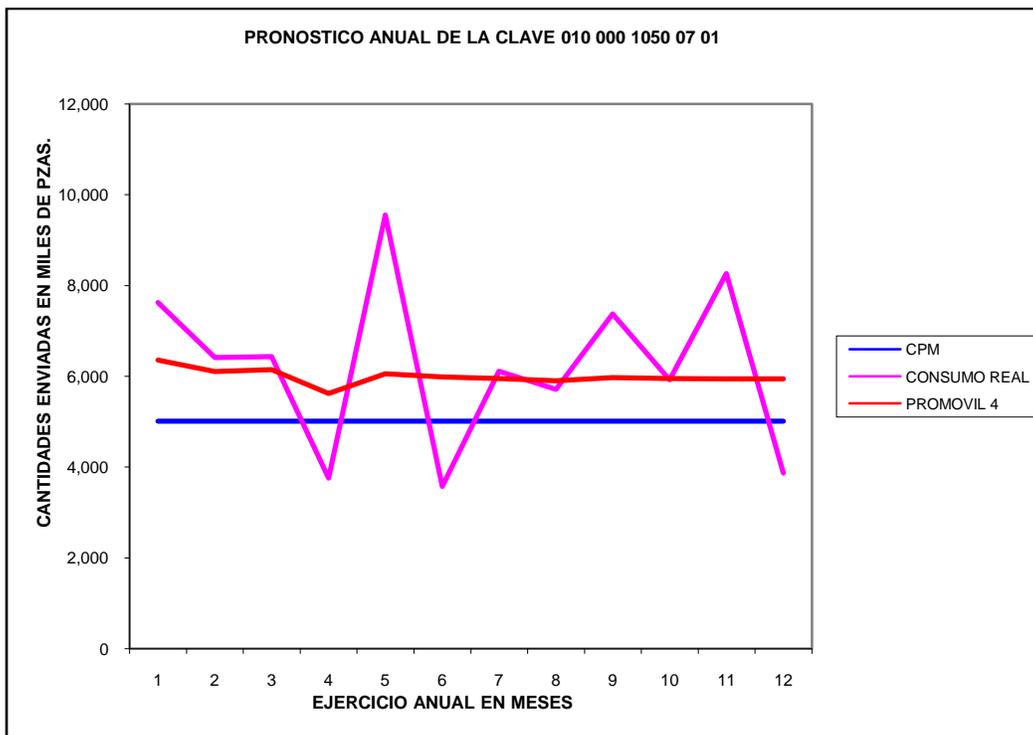
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



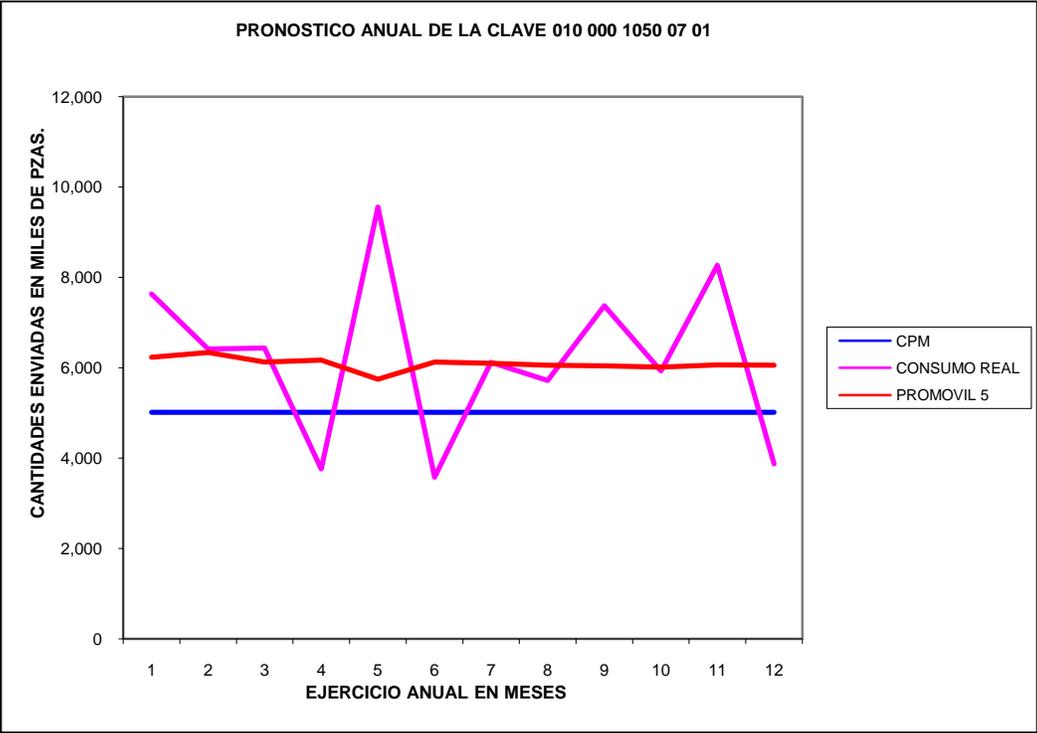
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



CLAVE: 010 000 1903 01 01
DESCRIPCION: TRIMETOPRIMA CON SULFAMETOXAZOL

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
Noviembre	20,971	13,918	16,922	30,840				
Diciembre	20,971	16,669	5,931	22,600				
Enero	20,971	18,289	14,059	32,348	26,720			
Febrero	20,971	18,986	0	18,986	27,474	28,596		
Marzo	20,971	28,037	2,830	30,867	25,667	24,645	26,194	
Abril	20,971	984	9,308	10,292	24,927	27,400	26,200	27,128
Mayo	20,971	9,583	13,242	22,825	20,580	20,048	23,123	23,019
Junio	20,971	8,517	12,973	21,490	16,559	21,328	20,743	23,064
Julio	20,971	10,705	12,643	23,348	22,158	18,202	21,369	20,892
Agosto	20,971	7,318	12,077	19,395	22,419	22,554	19,489	21,764
Septiembre	20,971	24,229	5,551	29,780	21,372	21,411	21,765	19,470
Octubre	20,971	11,318	0	11,318	24,588	24,174	23,503	23,368

251,652

274,089

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	20,549	20,164	20,960	21,066
DICIEMBRE	15,934	20,421	20,363	20,981
ENERO	18,241	17,301	20,605	20,508
FEBRERO	17,087	19,295	18,312	20,731
MARZO	17,664	19,006	20,060	18,921
ABRIL	17,376	18,534	19,835	20,441
MAYO	17,520	18,945	19,703	20,317
JUNIO	17,448	18,828	19,478	20,184
JULIO	17,484	18,769	19,769	20,119
AGOSTO	17,466	18,847	19,696	19,996
SEPTIEMBRE	17,475	18,815	19,661	20,211
OCTUBRE	17,470	18,811	19,651	20,165

211,715 227,737 238,094 243,640

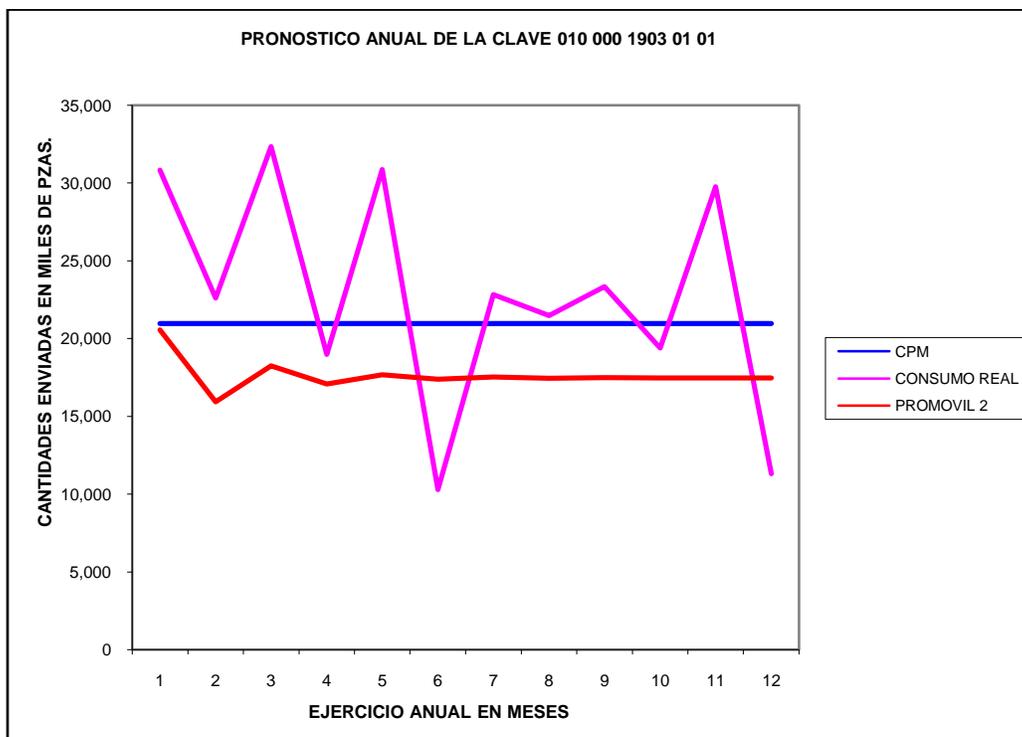
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 251,652 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 274,089 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 22,437 pzs.

En este caso en particular no es conveniente pronosticar empleando promoviles, ya que la diferencia que se pretende disminuir se incrementa a 30,449 pzs. Esto se debe a que el consumo real mensual es bastante irregular, es decir la serie del consumo real es demasiado arrugada como se puede observar en las graficas correspondientes.

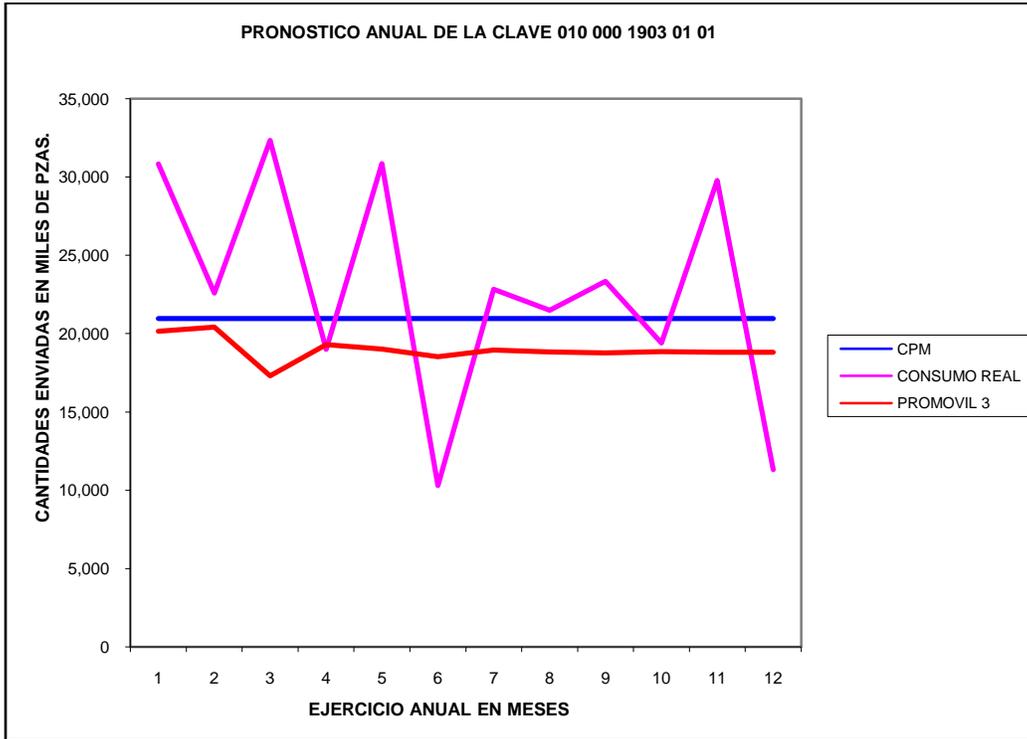
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente los promoviles observando que en este caso en particular no es idóneo aplicar este método.

010 000 1903 01 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
20,971	30,840	20,549	20,164	20,960	21,066
20,971	22,600	15,934	20,421	20,363	20,981
20,971	32,348	18,241	17,301	20,605	20,508
20,971	18,986	17,087	19,295	18,312	20,731
20,971	30,867	17,664	19,006	20,060	18,921
20,971	10,292	17,376	18,534	19,835	20,441
20,971	22,825	17,520	18,945	19,703	20,317
20,971	21,490	17,448	18,828	19,478	20,184
20,971	23,348	17,484	18,769	19,769	20,119
20,971	19,395	17,466	18,847	19,696	19,996
20,971	29,780	17,475	18,815	19,661	20,211
20,971	11,318	17,470	18,811	19,651	20,165

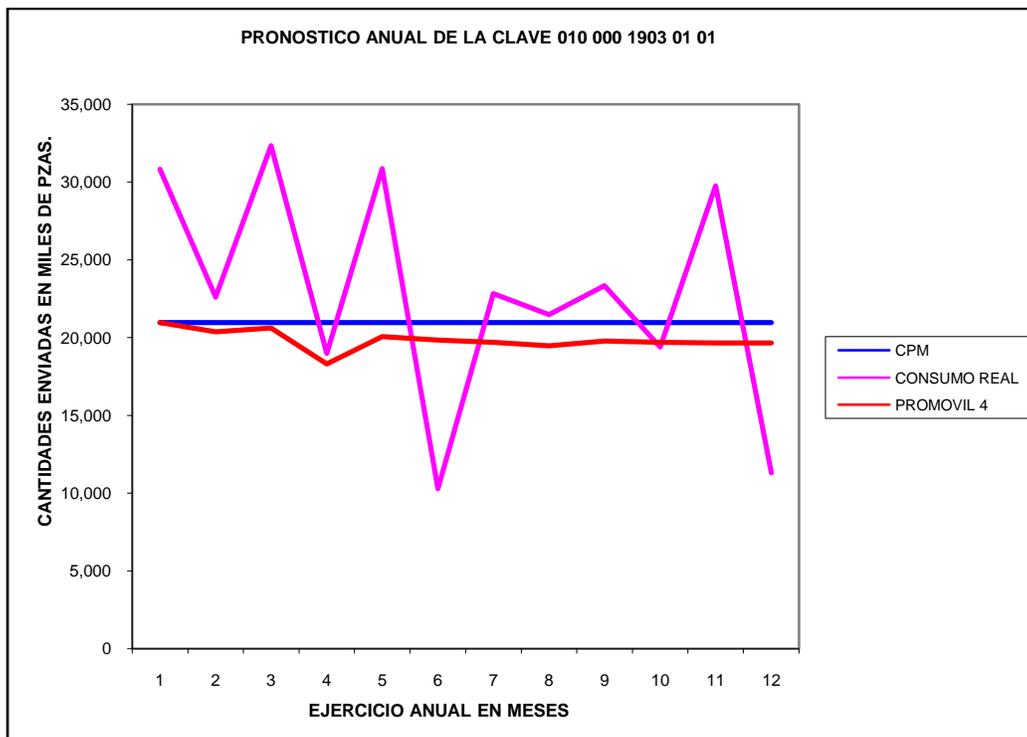
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



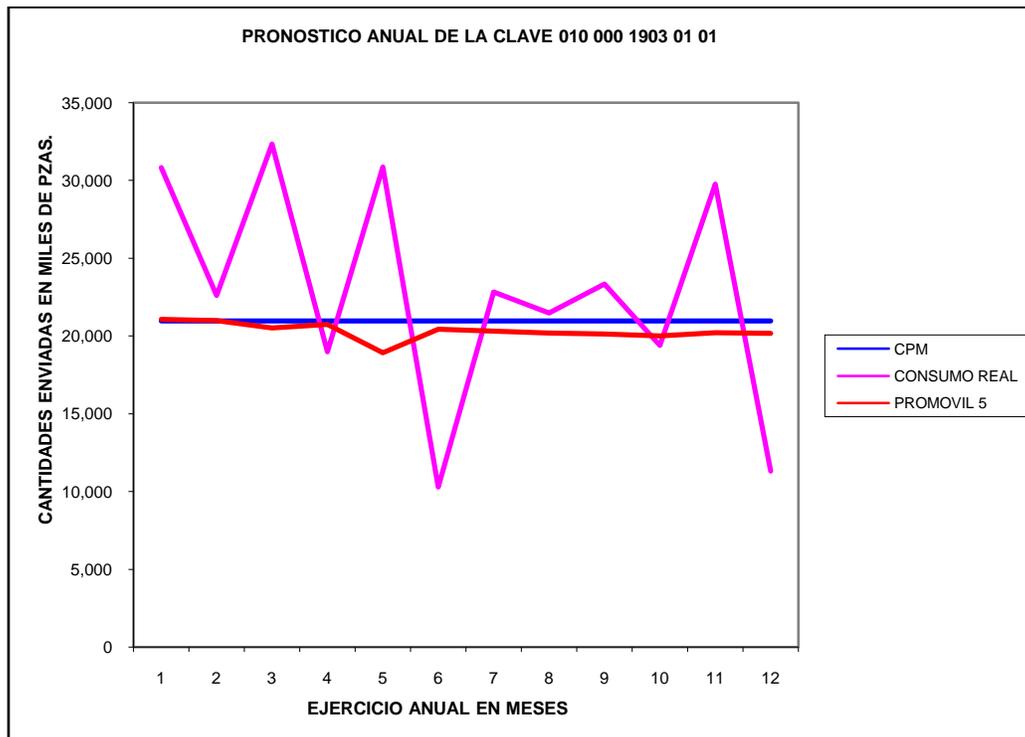
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



En este caso podemos observar que nuestro promovil 5 no redujo la diferencia obtenida, sucedió el caso contrario la aumento esto se debe a que el consumo real anual obtenido, como podemos observar en la grafica su comportamiento es demasiado arrugado.

CLAVE: 010 000 1924 02 01
DESCRIPCION: BENCILPENICILINA PROCAINICA

MES	C.P.M.	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
Noviembre	50,800	58,306	18,796	77,102				
Diciembre	50,800	53,387	32,960	86,347				
Enero	50,800	38,130	38,618	76,748	81,725			
Febrero	50,800	45,111	0	45,111	81,548	80,066		
Marzo	50,800	64,625	6,074	70,699	60,930	69,402	71,327	
Abril	50,800	539	22,512	23,051	57,905	64,186	69,726	71,201
Mayo	50,800	24,969	12,596	37,565	46,875	46,287	53,902	60,391
Junio	50,800	21,701	19,058	40,759	30,308	43,772	44,107	50,635
Julio	50,800	22,828	17,738	40,566	39,162	33,792	43,019	43,437
Agosto	50,800	18,098	16,597	34,695	40,663	39,630	35,485	42,528
Septiembre	50,800	60,414	8,111	68,525	37,631	38,673	38,396	35,327
Octubre	50,800	24,926	1,326	26,252	51,610	47,929	46,136	44,422

609,600

627,420

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	47,389	43,157	42,510	42,159
DICIEMBRE	36,820	45,978	42,995	42,439
ENERO	42,104	38,462	45,070	42,814
FEBRERO	39,462	42,533	39,207	44,438
MARZO	40,783	42,324	42,446	39,621
ABRIL	40,123	41,107	42,430	42,294
MAYO	40,453	41,988	42,288	42,321
JUNIO	40,288	41,806	41,593	42,298
JULIO	40,371	41,634	42,189	42,194
AGOSTO	40,329	41,809	42,125	41,746
SEPTIEMBRE	40,350	41,750	42,049	42,171
OCTUBRE	40,340	41,731	41,989	42,146

488,812 504,279 506,889 506,642

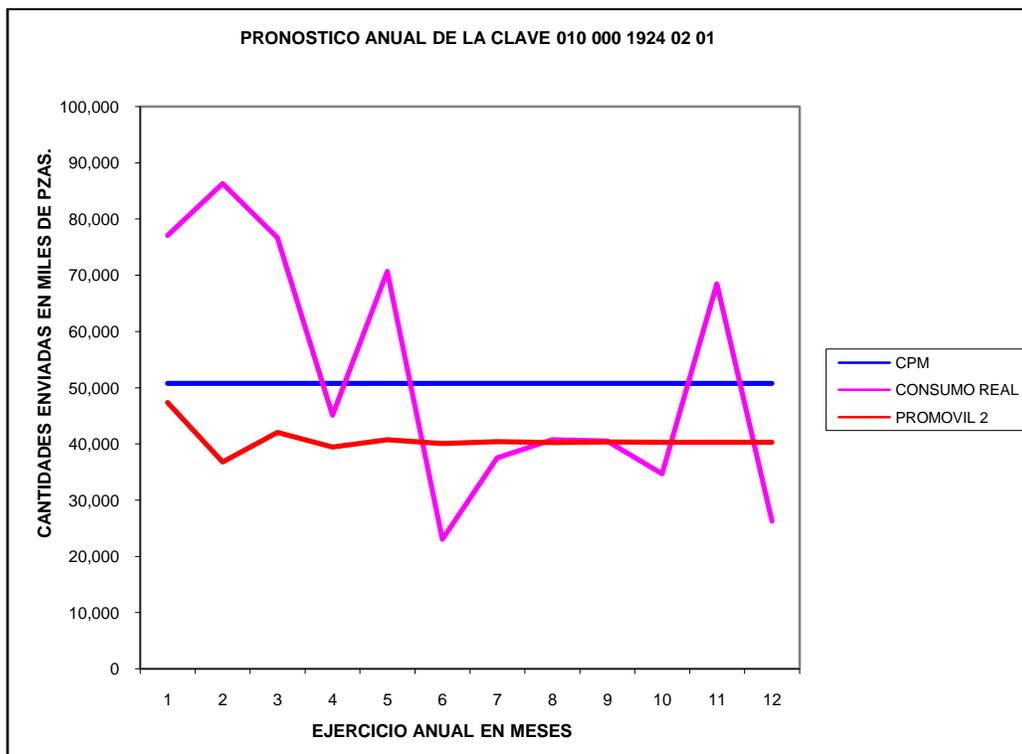
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 609,600 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 627,420 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 17,820 pzs.

En este caso en particular no es conveniente pronosticar empleando promoviles, ya que la diferencia que se pretende disminuir se incrementa a 120,778 pzs. Esto se debe a que el consumo real mensual es bastante irregular, es decir la serie del consumo real es demasiado arrugada como se puede observar en las graficas correspondientes.

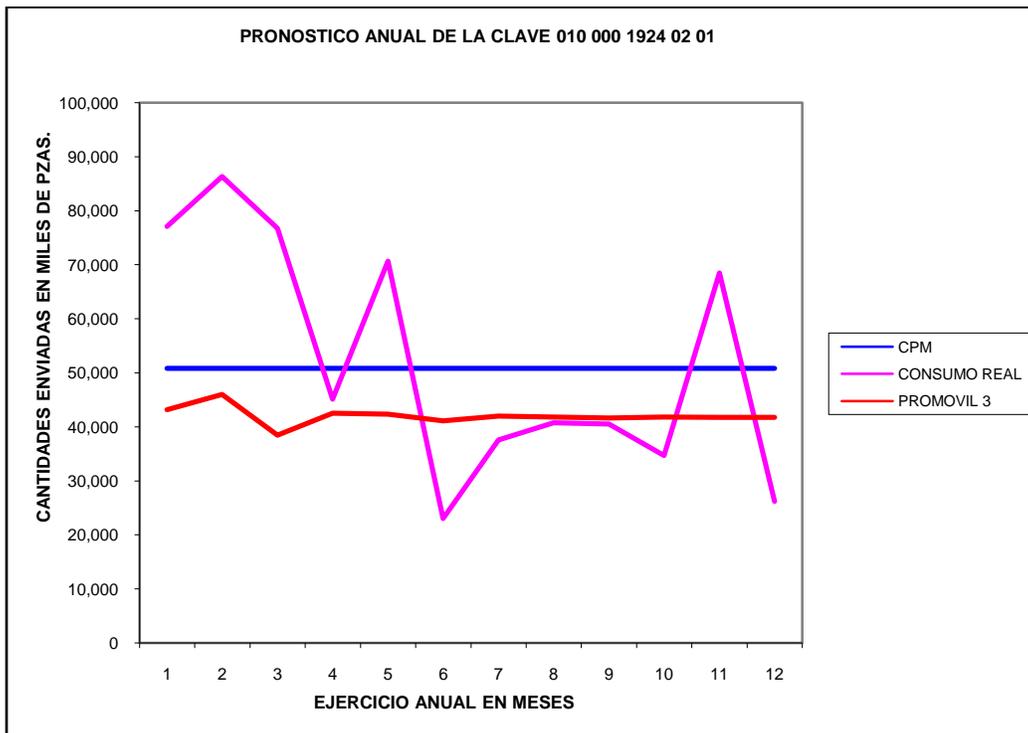
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciarán gráficamente los promoviles observando porque en este caso en particular no es idóneo aplicar este método.

010 000 1924 02 01					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
50,800	77,102	47,389	43,157	42,510	42,159
50,800	86,347	36,820	45,978	42,995	42,439
50,800	76,748	42,104	38,462	45,070	42,814
50,800	45,111	39,462	42,533	39,207	44,438
50,800	70,699	40,783	42,324	42,446	39,621
50,800	23,051	40,123	41,107	42,430	42,294
50,800	37,565	40,453	41,988	42,288	42,321
50,800	40,759	40,288	41,806	41,593	42,298
50,800	40,566	40,371	41,634	42,189	42,194
50,800	34,695	40,329	41,809	42,125	41,746
50,800	68,525	40,350	41,750	42,049	42,171
50,800	26,252	40,340	41,731	41,989	42,146

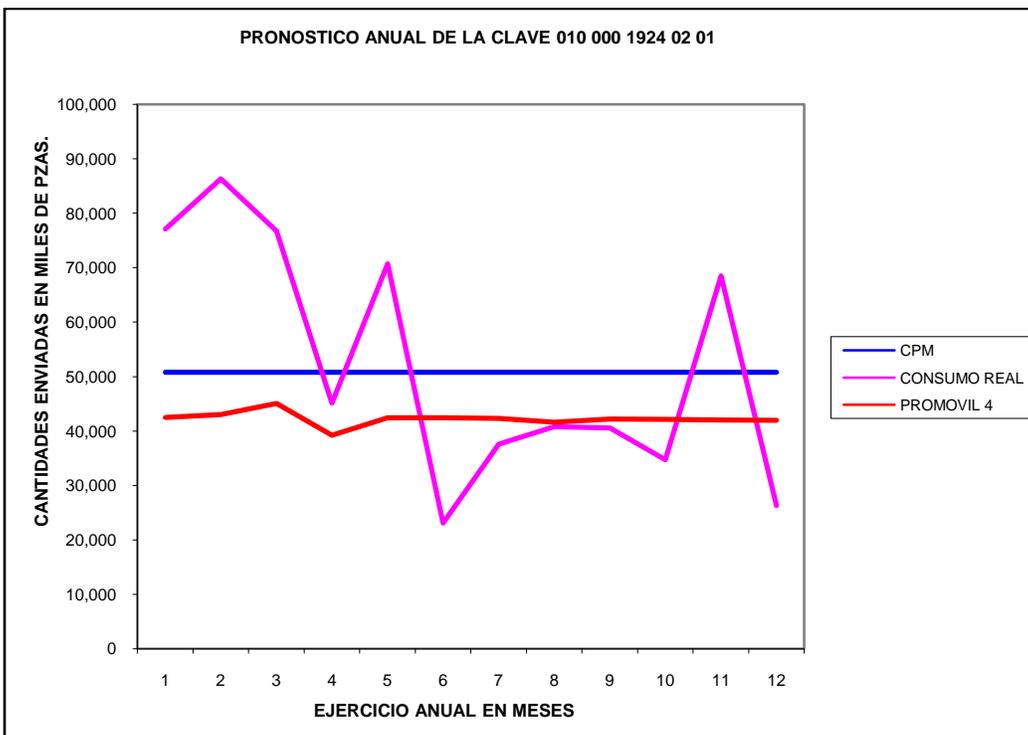
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



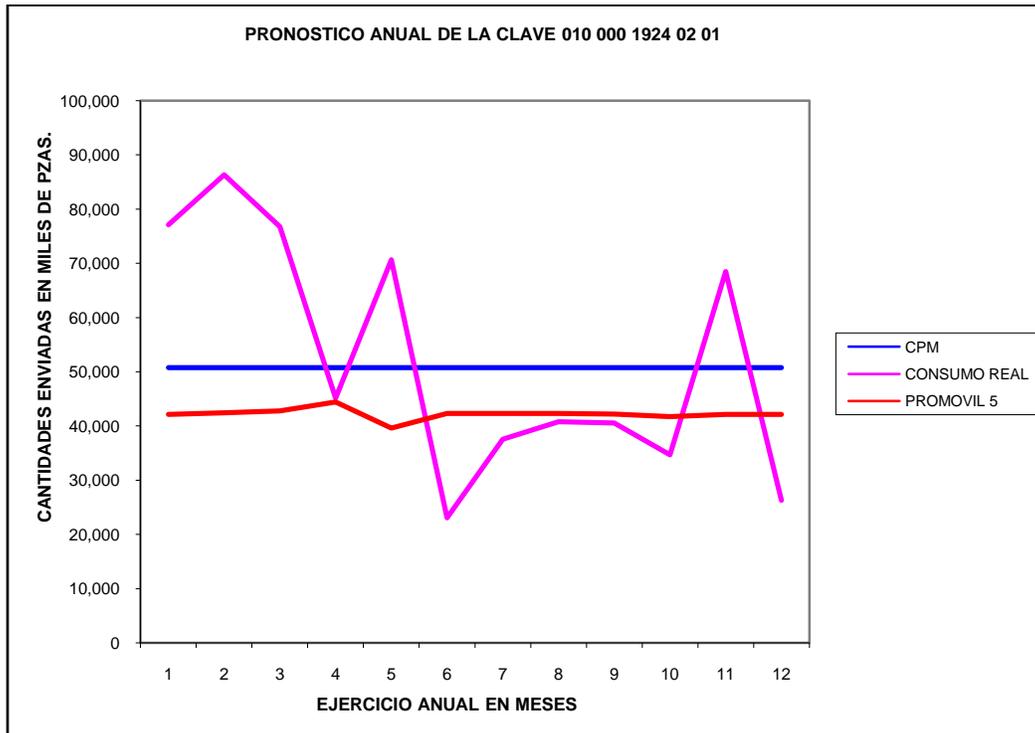
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



En este caso podemos observar que nuestro promovil 5 no redujo la diferencia obtenida, sucedió el caso contrario la aumento esto se debe a que el consumo real anual obtenido, como podemos observar en la grafica su comportamiento es demasiado arrugado.

CLAVE: 010 000 1957 02 03
DESCRIPCION: AMIKACINA SOL. INYECTABLE

MES	C.P.M	SALIDAS POR SUMINISTRO ORDINARIO	SALIDAS POR SUMINISTRO EXTRAORDINARIO	CONSUMO REAL MENSUAL	PROMOVI L 2	PROMOVI L 3	PROMOVI L 4	PROMOVI L 5
Noviembre	2,395	1,019	7,525	8,544				
Diciembre	2,395	1,774	0	1,774				
Enero	2,395	4,274	2,707	6,981	5,159			
Febrero	2,395	5,481	13	5,494	4,378	5,766		
Marzo	2,395	7,940	286	8,226	6,238	4,750	5,698	
Abril	2,395	29	2,726	2,755	6,860	6,900	5,619	6,204
Mayo	2,395	2,918	420	3,338	5,491	5,492	5,864	5,046
Junio	2,395	3,536	2,302	5,838	3,047	4,773	4,953	5,359
Julio	2,395	2,904	43	2,947	4,588	3,977	5,039	5,130
Agosto	2,395	3,974	879	4,853	4,393	4,041	3,720	4,621
Septiembre	2,395	3,554	436	3,990	3,900	4,546	4,244	3,946
Octubre	2,395	3,292	1,932	5,224	4,422	3,930	4,407	4,193

28,740

59,964

PRONÓSTICO PARA EL PROXIMO EJERCICIO				
NOVIEMBRE	4,607	4,689	4,254	4,570
DICIEMBRE	4,916	4,634	4,580	4,317
ENERO	4,761	4,849	4,512	4,591
FEBRERO	4,838	4,724	4,642	4,538
MARZO	4,800	4,736	4,497	4,648
ABRIL	4,819	4,770	4,558	4,533
MAYO	4,809	4,743	4,552	4,525
JUNIO	4,814	4,750	4,562	4,567
JULIO	4,812	4,754	4,542	4,562
AGOSTO	4,813	4,749	4,554	4,567
SEPTIEMBRE	4,812	4,751	4,553	4,551
OCTUBRE	4,813	4,751	4,553	4,555

57,615

56,901

54,359

54,526

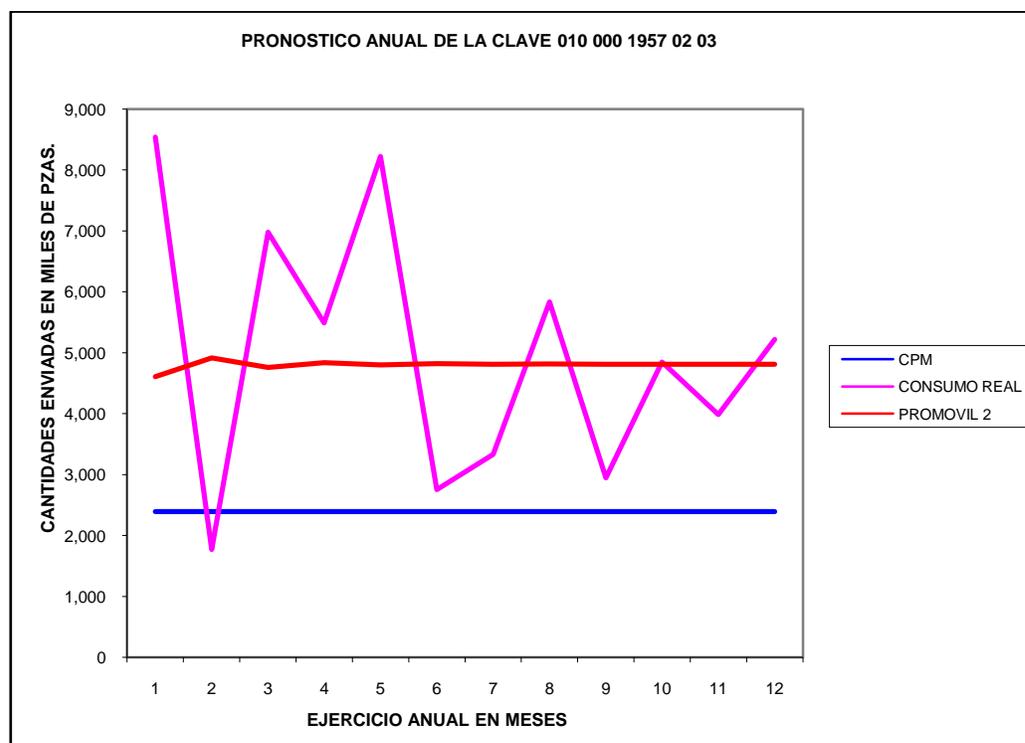
Como podemos observar el C.P.M. anual de este medicamento proformado por las farmacias fue de 28,740 pzs. Pero en realidad el consumo real anual fue de 59,964 pzs. Por lo tanto existe una diferencia de 31,224 pzs.

Si optamos por pronosticar empleando el promovil 5, obtenemos un total de 54,526 pzs. Contra el consumo real de 59,964 pzs. Se obtiene una diferencia de 5,438 pzs. la cual es una diferencia mucho menor comparada con la diferencia proformada, esto implica menor desabasto en las farmacias.

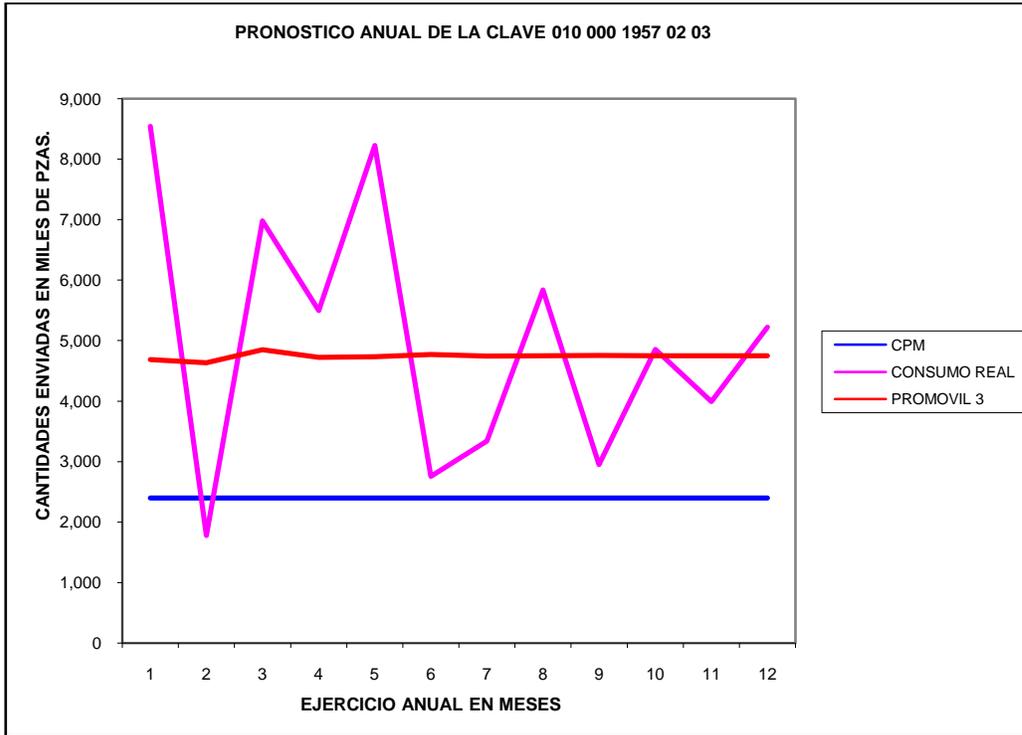
A continuación se presenta una tabla comparativa sobre la cual se apreciará gráficamente el promovil que mejor suaviza la serie, así como el más cercano al consumo real obtenido en el periodo anterior.

010 000 1957 02 03					
C.P.M.	CONSUMO REAL	PROMOVIL 2	PROMOVIL 3	PROMOVIL 4	PROMOVIL 5
2,395	8,544	4,607	4,689	4,254	4,570
2,395	1,774	4,916	4,634	4,580	4,317
2,395	6,981	4,761	4,849	4,512	4,591
2,395	5,494	4,838	4,724	4,642	4,538
2,395	8,226	4,800	4,736	4,497	4,648
2,395	2,755	4,819	4,770	4,558	4,533
2,395	3,338	4,809	4,743	4,552	4,525
2,395	5,838	4,814	4,750	4,562	4,567
2,395	2,947	4,812	4,754	4,542	4,562
2,395	4,853	4,813	4,749	4,554	4,567
2,395	3,990	4,812	4,751	4,553	4,551
2,395	5,224	4,813	4,751	4,553	4,555

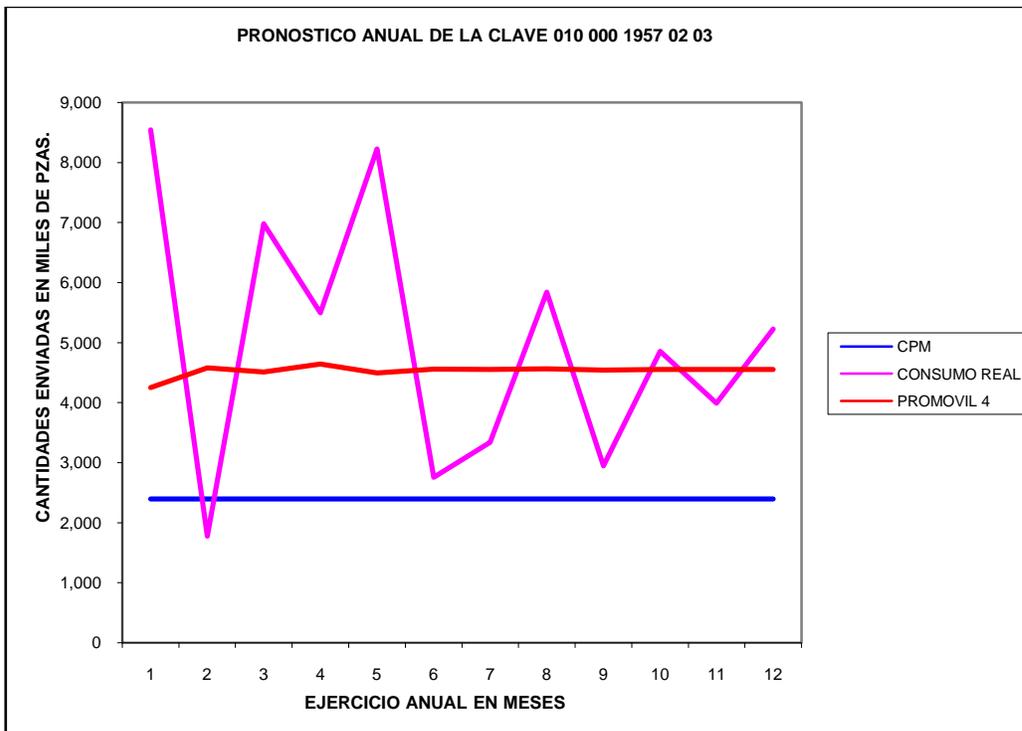
Gráfica suavizando los datos con promovil 2.



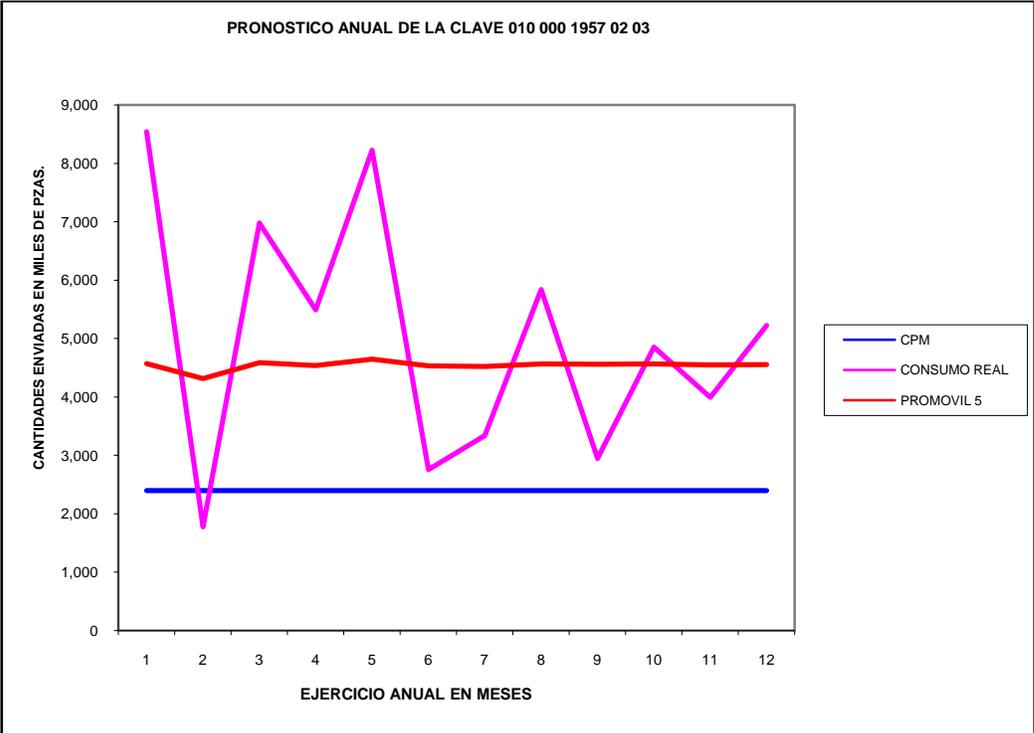
Gráfica suavizando los datos con promovil 3.



Gráfica suavizando los datos con promovil 4.



Gráfica suavizando los datos con promovil 5.



3.8 Modelo alternativo de abastecimiento de medicamento Brio con mayor Prioridad.

La presente investigación proporcionará un modelo matemático alternativo al sistema actual de abasto de claves BRIO con mayor prioridad de la Delegación 2 Noreste del D.F. con la finalidad de mostrar otro camino que tome en cuenta la fortaleza y las debilidades del actual sistema.

Como se pudo observar y sustentar con anterioridad, se llegó a la conclusión de que el modelo de abastecimiento de medicamento Brio con mayor prioridad que obtuvimos es un modelo de pronóstico cuantitativo puesto que se analizarán series de datos históricos y además puede ser un pronóstico a mediano plazo.

A continuación se cumple el objetivo principal de nuestro estudio

EL MODELO MATEMÁTICO PARA EL SUMINISTRO DE MEDICAMENTO BRIO CON MAYOR PRIORIDAD PARA LAS FARMACIAS DE LA DELEGACIÓN 2 NORESTE DEL D.F. DEL I.M.S.S.

Es el siguiente:

$$\boxed{\text{Consumo Real de Medicamento Brio de Mayor Prioridad} = \text{Promedio móvil Cálculado} \pm \text{Grado de Incertidumbre}}$$

En primera instancia cabe resaltar que los modelos de pronóstico se alimentan con información histórica, posteriormente los resultados obtenidos en dicho pronóstico, son comparados con lo que realmente aconteció, es decir, se compara el pronóstico con los datos históricos. Es necesario tomar en cuenta que **los modelos no pueden reemplazar al tomador de decisiones.**

El tomador de decisiones debe hacer uso de su experiencia en el área y así poder identificar y solucionar lo **incierto**, para que la decisión que se tome sea la mejor.

Es la obligación del analista, aclarar al cliente que un modelo no “produce hechos”, sino que simplemente es un “conjunto integrado de suposiciones factibles que conduce a conclusiones útiles”⁹.

⁹ Winston L. Wayne
Investigación de Operaciones
Aplicaciones y Algoritmos
4^a Edición
Ed. Thomson
México 2005. Pág. 31

El modelo por sí mismo no puede contener la totalidad del conocimiento y entendimiento del sistema real que el analista adquiere para poder elaborarlo. Además no existe una forma clara y objetiva de comunicar este conocimiento y entendimiento.

Este modelo solamente manipula la información que se le brinda, no puede identificar ni corregir las deficiencias y errores de los datos de entrada.

Por último, debemos enfatizar que los modelos conducen a tomar mejores decisiones pero no le simplifican la responsabilidad al tomador de decisiones.

Capítulo 4. RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 Resultados de promedios móviles y gráficas.

Observando los resultados que se consiguieron al aplicar el método de promedios móviles podemos identificar muchos efectos benéficos considerables para el pronóstico de medicamento Brio, tales como:

1. Como se puede observar la serie la cual nos refleja nuestro consumo real presenta un patrón bastante arrugado, es decir existen muchas fluctuaciones, pues al aplicar el método de promedios móviles se lograron suavizar estas fluctuaciones, esto nos puede dar una idea para el pronóstico del ejercicio próximo tomando en consideración el C.P.M. que ya esta establecido y de esta forma adecuar la proforma a las necesidades reales para evitar el desabasto de medicamento Brio en las farmacias.
2. Gracias a la predicción, podemos suponer una idea del comportamiento del consumo real del mes entrante dentro de un mismo ejercicio.
3. Se puede identificar el nivel de compra con mayor exactitud y así reducir el desabasto para los meses entrantes y los ejercicios próximos, con la ayuda de la experiencia y del análisis para tomar buenas decisiones.
4. Con la aplicación del método de promedios móviles se logra identificar la diferencia de medicamento faltante en comparación con la diferencia obtenida entre el consumo anual proformado y el consumo real histórico.
5. Una de las grandes ventajas de la aplicación de este método es que podemos comparar los diferentes resultados que el propio método proyecta, ya que como se menciono se pueden utilizar diferentes bases para la aplicación del método.
6. Con un buen manejo y una buena visión en referencia con el método de promedios móviles se puede ayudar a reducir el desabasto de medicamento Brio en las unidades médicas y por tanto se asegurará una mejor atención al derechohabiente.

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron fueron resultados satisfactorios y confiables para la presente investigación, se concluye que es un buen método de pronóstico a mediano plazo, ya que se adapto de manera satisfactoria a las series de datos históricos que se presentaron.

A continuación se enlistan los medicamentos en los que su pronóstico se obtuvo con un promedio móvil 5, ya que los resultados se acercaron bastante a lo que fue el consumo real anual.

Clave	Descripción
010 000 0103 01 01	Ácido acetilsalicílico
010 000 0104 02 01	Paracetamol Acetaminofén
010 000 0572 00 01	Metoprolol tabletas
010 000 0574 00 01	Captopril tabletas
010 000 1042 00 01	Glibenclamida tabletas
010 000 1050 07 01	Insulina Humana
010 000 1957 02 03	Amikacina sol. Inyectable

Por igual se muestra el medicamento el cual su pronóstico se obtuvo con un promedio móvil 2 corroborando que los resultados que arrojó el método fueron los más próximos al consumo real anual.

Clave	Descripción
010 000 0429 03 01	Salbutamol suspensión

Pero también pudimos observar que en dos casos diferentes el promedio móvil no arrojó los resultados esperados ya que la diferencia obtenida fue mayor, a la diferencia que se obtuvo entre el Consumo anual proformado y el Consumo Real. Se noto que en estos casos el Consumo Mensual Real fue muy irregular por los datos arrojados en sus gráficas correspondientes los medicamentos son los siguientes:

Clave	Descripción
010 000 1903 01 01	Trimetoprima con sulfametoxazol
010 000 1924 02 01	Bencilpenicilina Procaínica

Todos estos resultados nos deja ver que depende de el TOMADOR DE DECISIONES elegir el mejor PROMEDIO MOVIL e identificar y solucionar lo **incierto** para obtener la decisión que más se adecue a las necesidades de la Delegación 2 Noreste del D.F.

4.2 Logros

- Un buen estudio del IMSS en cuanto a abastecimiento de medicamento.
- Se logró identificar la causa que genera el desabasto de medicamento brio.
- El propio modelo matemático Alterno basado en pronósticos para el abastecimiento de claves BRIO con mayor prioridad.
- El Departamento de Adquisiciones gracias a este modelo realizaría las compras más adecuadas para todo el ejercicio.
- Se puede realizar una proforma más confiable que en realidad satisfaga las necesidades de medicamento Brio.
- Reducción de compras urgentes.
- Reducción de Altas virtuales.
- Mayor Organización entre los Departamentos del Almacén y las Unidades Médicas.
- Mayor control entre los Departamentos del Almacén Delegacional.
- Buena atención entre Almacén y Unidades Médicas.
- Un mejor abasto de Medicamento Brio con mayor prioridad.
- Una mejor imagen del Instituto, puesto que el medicamento Brio es primordial para la población derechohabiente.

4.3 Problemáticas

- Que el modelo no sea tomado en cuenta, puesto que influyen diversos factores políticos y administrativos dentro del instituto.
- Que no haya aceptación, por parte de las autoridades de la Delegación 2 Noreste del I.M.S.S.
- Que no se proporcione o se demore bastante tiempo la información necesaria, puesto que se necesita la relación con diversas áreas dentro del Instituto.

4.4 Trabajos a futuro

- Aplicar este modelo matemático basado en pronósticos no sólo al Medicamento Brio, si no a todo el Medicamento que maneja el Instituto.
- Aplicar este mismo modelo al Material de Curación, Material de Laboratorio, Material de Terapéuticos y Radiológicos, Material de Aseo, Material de oficina, etc. A todo el material que maneja el I.M.S.S.
- Proponer la creación de una Oficina que se encargue del análisis y control de Consumos y proformas delegacionales así como de la toma de decisiones.
- Desarrollo de un Sistema de Información sustentado en el modelo matemático de pronósticos aquí propuesto.

CONCLUSIÓN GENERAL

Como se menciona con anterioridad el método de promedio móvil es el más indicado para la resolución de este problema por los beneficios que se derivan del estudio realizado del mismo y por el tipo de series que manipulamos.

Se concluye que una vez consumada la aplicación del método de pronóstico será responsabilidad del tomador de decisiones y de su equipo de trabajo, el análisis y la elección del Promedio móvil el cual satisfaga las necesidades de abasto de medicamento Brio de mayor prioridad, además de identificar y solucionar la **incertidumbre** haciendo uso de su experiencia en el área, en la cual se aplico el pronóstico, ya que esto originará un buen Pronóstico y por lo consiguiente un buen abastecimiento de medicamento, en el ejercicio futuro de las farmacias de toda la Delegación 2 Noreste del D.F. de I.M.S.S.

Este pronóstico en medida que se tome la decisión, será de vital importancia para toda la delegación ya que en el Almacén, el Departamento de Control del abasto será capaz de proponerle a todas las farmacias que conforman la delegación 2 Noreste del D.F. una mejor Proforma de Consumo de medicamento Brio con mayor prioridad para todo el ejercicio próximo.

Además el Departamento de Adquisiciones ya no generará demasiadas compras urgentes que reflejaban un mayor gasto y gracias a esto también habrá menos entregas directas a las Unidades Médicas (Altas Virtuales).

Generando así un control de Altas Virtuales bastante considerable para el Departamento de Suministros, ya que estas Altas Virtuales como se mencionó con anterioridad en este estudio pueden llegar a generar diferencias en las existencias del Almacén.

Asimismo reduciría la sobrecarga de trabajo dentro del Almacén puesto que ya no se generarían demasiadas Órdenes de Suministro Extraordinarias.

En general la sobrecarga de trabajo que existe en todo el Almacén de la delegación 2 Noreste del D.F. disminuiría considerablemente.

De esta manera se pudo constatar que los conocimientos adquiridos durante la carrera, tienen diversas formas de aplicación en el campo laboral.

Además se constato que se tubo la facultad de identificar la problemática real en cuanto al desabasto de medicamento Brio y asimismo proponer un modelo matemático alternativo basado en el Pronóstico, para el abasto de Medicamento BRIO de mayor prioridad para las farmacias de la delegación 2 Noreste del D.F.

Por lo consiguiente demuestro que puedo ayudar con mis conocimientos, al Instituto Mexicano del Seguro Social, para brindar un modelo alternativo de abastecimiento y de esta forma apoyar a la población derechohabiente.

También así comprobar que los conocimientos de carreras diferentes se unen para solucionar un problema, ya que para el presente trabajo se necesitó del apoyo de distintas áreas dentro del I.M.S.S.

BIBLIOGRAFÍA

Anderson Sweeney Williams
Métodos Cuantitativos para los Negocios
Internacional Thompson Editores
México 1999.

Arréola Risa Jesús S.
Arréola Risa Antonio
Programación Lineal
Una Introducción a la Toma de Decisiones Cuantitativa
Ed. Thomson
México 2003.

Davis McKeown
Modelos Cuantitativos para Administración
Grupo Editorial Iberoamericana
México 1986.

González Videgaray, Maricarmen
Modelos y Simulación
UNAM, ENEP ACATLAN
México, 1998.

G.P Eppen / F.J. Gould / C.P. Schmidt
Investigación de Operaciones
Prentice Hall
México, 2000

Hillier / Lieberman
Investigación de Operaciones
Mc GrawHill
México, 2002

Prawda Witenberg Juan
Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones
Vol. 1 Modelos Determinístico
Limusa Noriega Editores
México, 1999.

Taha A. Hamdy

Investigación de Operaciones

7ª edición

Pearson Prentice may

México 2004.

Walpole E. Ronald

Myers H. Raymond

Probabilidad y Estadística cuarta edición

McGraw-Hill

México 1992.

Winston L. Wayne

Investigación de Operaciones

Aplicaciones y Algoritmos

4ª Edición

Ed. Thomson

México 2005.

MariCarmen González Videgaray

Modelos y Simulación

Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlan

Unidad de Servicios Editoriales

Primera Edición 1996

Bibliografía de Internet

<http://www.imss.gob.mx>

<http://www.itson.mx/dii/elagarda/apagina2001/dinamica/powerpoint/11>

<http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/>

<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/stat-data/Forecasts.htm>

<http://www.geocities.com/gsilvam/estocastica.htm>

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/pronosticar.htm#CLASIFICACIÓN%20DE%20LOS%20MODELOS%20DE%20PRONÓSTICOS>

<http://intranet.imss.gob.mx>

http://11.254.12.238/intranet/aplicaciones/abasto/mlegal/Glosario%20de%20Abastecimiento/Glosario%20de%20Abasto_2001.htm#D#D

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Abasto**

El proveer de Bienes de consumo a las unidades de la Delegación

- **Abastecimiento**

Acción de abastecer. Llenar las necesidades. Abundancia, provisión de víveres, avituallamiento. Proceso institucional mediante el cual se atiende la demanda de bienes de las unidades de servicio y comprende las fases para la determinación de la necesidad, trámite de adquisición, contratación, control de calidad, almacenamiento, distribución, determinación de precios y desarrollo de nuevas fuentes de abasto.

- **Almacén**

Es el área donde se reciben, custodian, guardan, almacenan, controlan y despachan bienes de consumo e inversión, dentro de la circunscripción que le corresponda. Tienen la facultad de otorgar sellos de alta por la recepción de los bienes.

- **Almacenamiento**

Es la acción de guardar de manera ordenada los bienes considerando su identificación según su tipo y grupo de suministro, número de lote y fecha de caducidad en su caso. El acto de almacenar o de estar un bien resguardado o custodiado, en un lugar designado para su protección.

- **Almacén Institucional**

Área facultada para la recepción, custodia, resguardo, almacenamiento, control y despacho de bienes, y destinados a mantener una existencia de bienes para ser distribuidos a todas las unidades de la Institución que los requieran para su operación y adecuado funcionamiento, dentro de las condiciones de uso y con la calidad requerida.

- **Almacén Delegacional**

Área facultada en la Delegación, para la recepción, custodia, control, despacho y distribución de bienes de consumo e inversión, así como la expedición de altas por la recepción de los mismos.

- **Almacén Delegacional 2 Noreste del D.F.**

Área facultada en la Delegación correspondiente dentro del D.F. para la recepción, custodia, control, despacho y distribución de bienes de consumo e inversión, así como la expedición de altas por la recepción de los mismos. En cada uno de los Estados de la República, dichas representaciones se denominan Delegaciones y tienen un número progresivo del 1 al 36, cabe señalar que dentro del D.F. existen 4 Delegaciones entre ellas la Delegación 2 Noreste.

- **Alta**

Es el trámite por el cual se da entrada oficial a los bienes de consumo en un almacén institucional, otorgando sello oficial con fecha, número proporcionado por el S.A.I. y firma del responsable del almacén en los Reportes de Alta Remisiones de Pedidos, Remisiones de Almacén y por concepto de entradas de bienes a los almacenes.

- **Alta Virtual**

Este Documento se emite cuando los artículos fueron entregados en las unidades por urgencia de contar con los mismos y posteriormente se le da el Alta y la Salida correspondiente al Sistema.

- **Análisis de Movimientos**

Reporte generado por el Sistema de Abasto Institucional que Registra todos los movimientos de Entrada y salida por clave de Medicamento en periodos de tiempo.

- **Bienes de consumo**

Todos aquellos artículos que por su utilización en el desarrollo de las actividades, se desgastan o extinguen en su uso primario y por lo tanto, no son susceptibles de ser utilizados nuevamente. Objetos producidos en el trabajo, que son consumidos o utilizados para satisfacer necesidades del hombre directamente, como el alimento, medicinas, etcétera. Para el I.M.S.S. no son susceptibles de ser inventariados individualmente dada su naturaleza y finalidad en el servicio.

- **Calendario de Suministros**

Es la programación que se hace para desplazar los bienes de consumo del Instituto a las unidades que conforman la Delegación.

- **Claves**

Es la numeración con la cual el Instituto identifica cada uno de sus bienes y se compone por 13 números, los primeros 3 definen el grupo, los tres siguientes definen el genérico, los tres siguientes definen el específico, los dos siguientes definen el diferenciador y los dos últimos definen el variante.

Ejemplo: **010 000 0103 01 01**

- **Consumo**

Salida, uso y utilización de los bienes muebles, mercancías, materias primas y servicios adquiridos y suministrados por el I.M.S.S. Pueden ser registrados a partir del surtimiento de una receta individual o colectiva o una salida de Almacén de Unidad Médica, de una C. E. Y. E. (Central de Equipos y Esterilización) o Almacén Delegacional.

- **Consumo Mensual**

Es el consumo realizado de un artículo en una fecha o mes específico (enero, febrero, marzo, etcétera) en el Almacén Delegacional el consumo mensual será la suma o consolidado de sus unidades de servicio. Para el almacén regional será el consumo consolidado de sus delegaciones.

- **Consumo Promedio Mensual (C. P. M.)**

Es el consumo promedio mensual por artículo. Se obtiene de la suma de los consumos por artículo de un año, dividido entre doce meses, en el caso del cálculo de dotación autorizada. Para niveles de inversión en el Módulo de Inventarios del S.A.I. será la suma de los consumos de un artículo durante un año dividido entre el número de meses con cantidad mayor a cero.

- **Desabasto**

Es la falta de bienes de consumo en las unidades de la Delegación.

- **Farmacia**

Conjunto de conocimientos sobre la naturaleza y preparación de compuestos naturales y sintéticos útiles en terapéutica. local destinado a la guarda, control, y venta de medicamentos y artículos de belleza, que cuentan con licencia sanitaria o aviso de apertura expedida por la Secretaría de Salud y de acuerdo a los requisitos que marca la Ley General de Salud.

- **Farmacia I.M.S.S.**

Unidad Almacenaría del I.M.S.S. especializada en proporcionar el suministro de los medicamentos que prescriben los médicos del mismo y cumple con las funciones de solicitar, recibir, almacenar, controlar y entregar los medicamentos controlados y no controlados a los derechohabientes y servicios de hospital.

- **H.G.Z.**

Hospital General de Zona

- **I.M.S.S.**

Instituto Mexicano del Seguro Social.

- **Medicamento**

Agente, sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético (simple o compuesto) que tenga efecto terapéutico, preventivo o rehabilitatorio (se administre al exterior o al interior), que se presente en forma farmacéutica y que se identifique como tal, por su actividad farmacológica, características físicas, químicas y biológicas. En el I.M.S.S. se consideran dentro del grupo de suministro de medicamentos a las medicinas, productos de medicina preventiva (vacunas), lácteos y a los narcóticos y estupefacientes.

- **Medicamento BRIO**

Es el medicamento que se determina como prioridad para el Instituto y que no deben faltar en las existencias del mismo.

- **Medicamento BRIO con mayor prioridad**

Clave que tiene mayor consumo del pronosticado

- **Nivel Central**

Es la Coordinación de abastecimiento a nivel Nacional; esta establece la norma del número de meses determinados que sirven para calcular los niveles de inversión por clave.

- **Nivel de inversión**

Es el porcentaje asignado de la cantidad en meses de existencias almacenadas, con los que debe contar la unidad almacenaría.

- **Orden de Suministro**

Es el documento en el cual se inicia el suministro de bienes de consumo a las unidades.

- **Orden de Suministro Extraordinaria**

Es el documento que soporta el suministro de bienes, fuera del calendario de suministros.

- **Orden de Suministro Ordinaria**

Es el documento que soporta el suministro de bienes, dentro del calendario de suministros.

- **Orden de Suministro para Traspaso**

Este documento se genera cuando otra Delegación requiere de bienes de consumo.

- **Preparación de Embarque**

Documento emitido en el Sistema, que se utiliza en las áreas almacenarías, para separar la cantidad de artículos que se van a enviar a la unidad de servicio correspondiente.

- **Proforma**

Es el documento en el cual se plasman las necesidades anuales de bienes de consumo por las unidades.

- **Remisión de Salida**

Es el documento oficial, con el cual se le da la salida del Almacén a los bienes de consumo, que son enviados a las unidades, por medio del Sistema de Información.

- **S.A.I.**

Sistema de Abasto Institucional.

Sistema de Abasto Institucional (S.A.I.)

Es una innovación de sistema automatizado en el Instituto, que permitirá a través de una unidad central de procesos, controlar y realizar la transmisión automatizada en red, desde la Unidad de Atención Médica al Almacén Delegacional y al nivel central sobre la recepción, proceso e intercambio de la información relativa a los bienes de consumo, a las diferentes áreas que concurren en la operación del abasto institucional. Conjunto de acciones en medios electrónicos que permiten realizar actividades comprendidas en el proceso de abastecimiento y suministro de manera ágil, oportuna, uniforme y confiable para la operación y la toma de decisiones directiva.

- **Surtir**

Es preparar los bienes de consumo que serán enviados a las unidades.

- **Suministro**

Es la acción de surtir. Función sustantiva del abastecimiento que consiste en el trámite desde la solicitud, recepción, guarda, custodia, distribución y entrega oportuna de los bienes de consumo e inversión que, en forma programada, demandan las unidades de la Institución.

- **Suministro Extraordinario**

Es el surtimiento que se da por situaciones especiales no consideradas en el surtimiento ordinario o fuera de programa, por parte de las unidades almacenarías.

- **Suministro Ordinario**

Es el surtimiento programado de bienes a los almacenes delegacionales o a los Farmacias de unidades médicas, de acuerdo a un calendario de suministro establecido.

- **U.M.F.**

Unidad Medico Familiar.

- **Unidades de Primer Nivel**

Unidades donde se presta atención medica sin Hospitalización.

- **Unidades de Segundo Nivel**

Unidades donde se presta atención medica con Hospitalización.

ANEXOS

- **Pantalla (menú) S.A.I.**
- **Orden de suministro generada por el S.A.I**
- **Preparación de Embarque generada por el S.A.I**
- **Remisión de Salida generada por el S.A.I**
- **Alta generada por el S.A.I**

Sistema de Abasto Institucional [Menú General]5.0.0.7

Adquisiciones Almacenes Control del Abasto Proveedores Contable Presupuestal Menú de Seguridad Salir



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Región: CENTRO

Clasificación: 358003150900



Clas. Ptal.: 358003150900
Unidad: Almacén Delegacional

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
IMSS_SAI CONTROL DEL ABASTO
ORDEN DE SUMINISTRO

PAGINA: 1
FECHA: 02/14/2008
HORA: 09:20:54 a.m.

Reporte de orden de suministro

Región: CENTRO
Delegación: DELEG 2 NORESTE
Unidad: U Med Familiar 37 CFE Alameda Farmacia
Clas. Ptal.: 362410200203
Grupo: 010
Estado Orden: ORDEN ABIERTA

No. Orden de Suministro: 4944
Frecuencia de Suministro:
Tipo de Orden: EXTRAORDINARIA
Fecha Generación: 02/14/2008
Operación: AUTOMATIZADA

NUM.	GEN	ESP	DIF	VAR	PRE	CPM-V	CPD-V	INVENTARIO MAXIMO DISPONIBLE	CANTIDAD SOLICITADA	CANTIDAD AUTORIZADA	CANTIDAD ASIGNADA	FECHA DE ASIGNACION	
1	000	0872	01	02	ENV	10	0.1	10	0	9	9	9 02/14/2008	
2	000	1206	03	01	ENV	40	1.0	40	0	27	27	27 02/14/2008	
3	000	1706	01	01	ENV	50	2.0	50	0	38	38	38 02/14/2008	
4	000	1924	02	01	ENV	180	6.0	180	0	111	111	111 02/14/2008	
5	000	1926	03	01	ENV	25	0.1	25	0	23	23	23 02/14/2008	
6	000	1929	07	01	ENV	30	1.0	30	0	19	19	19 02/14/2008	
7	000	2307	00	01	ENV	40	1.0	40	0	26	26	26 02/14/2008	
8	000	2471	01	01	ENV	50	2.0	50	0	31	31	31 02/14/2008	
9	000	2707	00	01	ENV	2	0.1	2	0	4	4	4 02/14/2008	
10	000	2814	00	02	FCO	30	1.0	30	0	19	19	19 02/14/2008	
11	000	3415	01	01	ENV	40	1.0	40	0	29	29	29 02/14/2008	
TOTAL								ORDEN		336	336	336	

Clas. Pla.: 3000010000
 Ciudad: Alameda Delegación 22 m.

INSTITUTO MEXICANO DE SEGURO SOCIAL
 IMSS SAL. CONTRAL DEL ABASTO
 PREPARACION DE ENBARROS
 PROPIEDAD IMSS

PAGINA: 4
 FECHA: 14/02/2005
 HORA: 08:47:43 AM
 No. SECT: 479
 TIPO: CRIMINAL

FECHA SPED. EMS.: 14/02/2005
 UNIDAD: 30403001203 U. Med Familiar 17 Legaria Farmacia
 AV LEGARIA NO 354 Y VINCIPAL
 DISTRITO FEDERAL
 DISTRITO FEDERAL

92015

ALTA: 011

UNIDAD: FAR UNF 17

GRUPO: D10 MEDICINAS. F

 LÍNEA: 030 MEDICAMENTOS

NUM GEN	ESP	OLF	VAR	DESCRIPCION	V.M.	PRESENTACION	TIPO	CANTIDAD	CANTIDAD
						CANTIDAD		A SURTIR	SURTIDA
PROVEEDOR						CONDICION	USUACION	CANT.	IMP-100%
27	300	1700	00	01		FAN		30	30
28	300	1703	01	00		ENV		30	110
29	300	1708	01	01		ENV		20	395
30	300	1903	01	01		ENV		20	265
31	300	1911	01	01		ENV		40	13
32	300	1924	02	01		ENV		1	628
33	300	1926	03	01		ENV		20	129
34	300	1929	01	01		ENV		20	186
35	300	1971	03	01		ENV		20	50
36	300	1991	01	01		ENV		20	1
37	300	2007	03	01		ENV		20	93
38	300	2031	03	01		ENV		20	59
39	300	2462	03	02		ENV		20	14

CLASF. PRESP.
 CVE.UNI.ACTUAL
 358003150900

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
 IMSS-SAI MODULO DE ALMACENES

Pagina 1 de 5
 FECHA: 15/FEB/2008
 HORA: 11:31:35 a.m.

REMISION POR UNIDAD/ORDEN/LINEA

UNIDAD EMISORA : 358003150900 Almacén Delegacional 2 Noreste
 UNIDAD RECEPTORA : 362405200203 U Med Familiar 35 Farmacia
 CALLE 7 NUM 200 ENTRE PRIV ASTER Y PRIV J CISNEROS COL FANTITLAN
 UNIDADES CALZ I ZARA DISTRITO FEDERAL

NO. ORDEN : 4893
 NO. REMISION : 9069
 TIPO : REMISION ORDINARIA
 PARTIDA PRESUPUESTAL
 0301 MEDICAMENTOS

RUTA : 000
 LINEA : 002

CLAVE	DF	VR	DESCRIPCION	CADUCIDAD	PROVEEDOR	PRESENTACION		TIPO	P.U.U.	CANT.SURT.		P.U.U.	IMPORTE
						U.M	CANTIDAD			CANTIDAD	PESO (KG)		
010 000 0022 02 02			CASEINATO DE CALCIO. POLVO. CADA 100 G CONTIENEN: PROTEINAS 86.0 A 90.0 G. GRASA			PZA	1.000	ENV		34	\$18.91		\$642.94
TOTALES DEL ARTICULO:										34	0.000	0.000	
010 000 0101 00 01			ACIDO ACETILSALICILICO TABLETAS CADA TABLETA CONTIENE: ACIDO ACETILSALICILICO			TAB	20.000	ENV		36	\$3.40		\$122.40
TOTALES DEL ARTICULO:										36	0.000	0.000	
010 000 0103 07 01			ACIDO ACETILSALICILICO. TABLETA SOLUBLE O EFERVESCENTE. CADA TABLETA SOLUBLE O E			TAB	20.000	ENV		1,192	\$3.39		\$4,040.88
TOTALES DEL ARTICULO:										1,192	0.000	0.000	
010 000 0105 01 02			PARACETAMOL. (ACETAMINOFEN). SUPOSITARIOS. CADA SUPOSITORIO CONTIENE: PARACETAMOL			SUP	3.000	ENV		13	\$1.18		\$15.34
TOTALES DEL ARTICULO:										13	0.000	0.000	
010 000 0472 01 01			PREDNISONA 5. TABLETAS RANURADAS. CADA TABLETA CONTIENE: PREDNISONA 5 MG.			TAB	20.000	ENV		47	\$2.88		\$135.36
TOTALES DEL ARTICULO:										47	0.000	0.000	
010 000 0502 00 01			DIGOXINA. TABLETAS. CADA TABLETA CONTIENE: DIGOXINA 0.25 MG.			TAB	20.000	ENV		50	\$4.32		\$216.00
TOTALES DEL ARTICULO:										50	0.000	0.000	
010 000 0523 03 01			POTASIO SALES DE, TABLETAS SOLUBLES. CADA TABLETA CONTIENE: BICARBONATO DE POTA			TAB	50.000	ENV		21	\$32.71		\$686.91
TOTALES DEL ARTICULO:										21	0.000	0.000	
010 000 0525 06 01			FENITOINA, TABLETAS O CAPSULAS. CADA TABLETA O CAPSULA CONTIENE: FENITOINA SODIC			C.T	50.000	ENV		77	\$3.75		\$288.75
TOTALES DEL ARTICULO:										77	0.000	0.000	
010 000 0530 03 02			PROPRANOLOL, TABLETAS RANURADAS CON 40 MILIGRAMOS.			TAB	30.000	ENV		56	\$4.65		\$260.40
TOTALES DEL ARTICULO:										56	0.000	0.000	
010 000 0537 00 01			PROPAFENONA. TABLETAS. CADA TABLETA CONTIENE: CLORHIDRATO DE PROPAFENONA 150 MG.			TAB	20.000	ENV		35	\$19.65		\$687.75
TOTALES DEL ARTICULO:										35	0.000	0.000	
010 000 0561 01 01			CLORTALIDONA. TABLETAS RANURADAS, CADA TABLETA CONTIENE: CLORTALIDONA 50 MG.			TAB	20.000	ENV		623	\$3.51		\$2,186.73
TOTALES DEL ARTICULO:										623	0.000	0.000	

RFC PROVEEDOR : RIM -841030-QC8 DIRECCION: CAMINO A SANTA TERESA
 RAZON SOCIAL : REPRESENTACIONES E INVEST. MEDICAS, S.A. DE C.V. POBLACIO: MEXICO DISTRITO FEDERAL
 AFILIACION : 110-16860-10-5
 CONTRATO : 170271 F. ENTREGA : 09/ENE/2008 NO. DE ENTREGA : 0
 ORDEN DE REPOSICION : 70017257 L. ENTREGA : 358003150900 Almacn Delegacional 2 Noreste
 GPO DE SUMINISTRO : 010 MEDICINAS. DEST. FINAL : 358003150900 Almacn Delegacional 2 Noreste
 PARTIDA PRESUPUESTAL : 0301 MEDICAMENTOS CALZADA VALLEJO 675 COL. MAGDALENA DE LAS SALINAS
 NO. LICITACION : 00641234-019-07

GPO	GEN	ESP	DI	VA	UM	PRES.	DESCRIPCION	CANTIDAD	%DES	PRECIO	IMPORTE
010	000	1924	02	01	ENV	1.000	BENCILPENICILINA PROCAINICA CON BENCILPENICILINAC RISTALINA 800 000 (PENICILINAPROCAINA CON PENICILINA CRISTALINA 800 000). POLVO PARA SUSPENSION INYECTABLE.CADA FRASCO AMPULA CONTIENE: BENCILPENICILINA PROCAINICA EQUIVALENTE A 600 000UI DE BENCILPENICILINA. BENCILPENICILINA CRISTALINA EQUIVALENTE A 200 000 UI DEBENCILPENICILINA, ENVASE CON FRASCO AMPULA Y DILUYENTE DE 2 ML.	79426	0	\$2.55	\$202,536.30

LOTE	CADUCIDAD	CANTIDAD
7298	09/JUL/2010	8617
MARCA PROCEDENCIA GI-RIMSA MEXICO		
LOTE	CADUCIDAD	CANTIDAD
7300	12/JUL/2010	70809
MARCA PROCEDENCIA GI-RIMSA MEXICO		

SUBTOTAL \$202,536.30
 IVA \$0.00
 TOTAL \$202,536.30

IMPORTE : DOSCIENTOS DOS MIL QUINIENTOS TREINTA Y SEIS PESOS 30/100 M.N.

NO. DE ALTA : 358003150900-100589
 FECHA DE ALTA : 09/ENE/2008

R E V I S O	I N S P E C C I O N O	R E C I B I O
<u>MESA DE ALTAS</u> NOMBRE: FECHA:	<u>CONTROL TECNICO DE INSUMOS</u> NOMBRE: FECHA:	<u>GRUPO DE SUMINISTRO</u> NOMBRE: FECHA: