



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**“Sistema de predicción de ventas para empresas proveedoras de  
productos químicos”**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Doctor en Ciencias de la Administración**

Presenta:

**Ma. del Rocío Castillo Estrada**

Comité tutor:

Tutor principal: **Dr. M. Javier Cruz Gómez**

Facultad de Química

**Dra. María Magdalena Chain Palavicini**

Facultad de Contaduría y Administración

**Dr. Roberto del Río Soto**

Facultad de Contaduría y Administración

**Ciudad de México, junio de 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más profunda gratitud a:

### **A las Instituciones**

**Universidad Autónoma de México**, casa de conocimiento y cultura, por ser el espacio que me permitió desarrollar el presente trabajo.

**Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología**, promotor del desarrollo del conocimiento, por el apoyo económico que me otorgó durante esta etapa de mi desarrollo académico.

**Universidad Autónoma de Tlaxcala**, mi punto de origen y destino, por el apoyo incondicional que me brindó para hacer una pausa en mis labores docentes, para poder dedicarme de tiempo completo a la obtención del grado de Doctor en Administración y al terminar el proyecto, permitir me reintegre a mis actividades.

### **A mis tutores**

**Dr. M. Javier Cruz Gómez, Dra. Magali Chain Palavicini, Dr. Roberto del Río Soto**, fuentes de conocimiento y experiencia, por la invaluable guía y ayuda que me brindaron para la realización de esta tesis; por su paciencia y buena disposición para escucharme.

### **A mis revisores**

**Dr. Jorge y Dr. Tomás**, misma combinación de conocimiento y experiencia con diferente perspectiva, por las observaciones y comentarios que me brindaron para enriquecer esta tesis.

**A todos** los que de una u otra manera contribuyeron para que pudiera terminar este trabajo.

Finalmente mi mayor agradecimiento a Dios, por las capacidades que me ha ofrecido, por la oportunidad de conjuntar el apoyo de personas e Instituciones, espacios, recursos y tiempo para haber podido llegar a este momento.

Ma. del Rocío Castillo Estrada

## **INDICE**

<b>Acrónimos</b>	5
<b>Resumen</b>	6
<b>1 Introducción</b>	
1.1 Planteamiento del problema	8
1.2 Objetivos	8
1.3 Preguntas de investigación	9
1.4 Justificación	9
<b>2 Marco teórico.</b>	
2.1 Administración Estratégica	
2.1.1 Definición y objetivo	11
2.1.2 Objetivo de la Administración estratégica	12
2.1.3 Modelo del proceso de Planeación Estratégica	13
2.2 Técnicas de pronósticos	16
2.2.1 Definición de pronósticos	16
2.2.2 Principios básicos de los pronósticos	17
2.2.3 Horizontes de tiempo del pronóstico	17
2.2.4 Las técnicas de predicción	18
2.2.4.1 Técnicas cualitativas	20
2.2.4.2 Técnicas cuantitativas	20
2.2.5 Fuentes y tipo de error en el pronóstico	22
2.3 Administración de operaciones	23
2.3.1 Definición de la Administración de operaciones	23
2.3.2 Modelo de la administración de operaciones	25

2.3.3 Naturaleza de la Administración de operaciones	26
<b>3 Método</b>	
3.1 Hipótesis	28
3.2 Universo	28
<b>3.3 Procedimiento</b>	29
<b>4 Análisis de resultados</b>	46
<b>5 Conclusiones</b>	58
<b>6 Bibliografía</b>	59
<b>7 Apéndices</b>	62
7.1 Registro del Software	62
7.2 Artículo 1 publicado	63
7.3 Artículo 2 publicado	73
<b>8 Anexos (CD)</b>	88
8.1 Programas del sistema.	
8.2 Base de datos empresa 1, cálculos de las 5 técnicas, resultados, gráficas desarrollados en Excel y cálculo de los errores.	
8.3 Base de datos empresa 2, cálculos de las 5 técnicas, resultados, gráficas desarrollados en Excel y cálculo de los errores	

8.4 Base de datos, cálculos, resultados y gráficas del programa de computación desarrollado de la empresa 1.

8.5 Base de datos, cálculos, resultados y gráficas del programa de computación desarrollado de la empresa 2.

## ACRÓNIMOS

ANIQ Asociación Nacional de la Industria Química.

DPMP Doble promedio móvil ponderado.

HTLM Lenguaje de marcas de hipertexto (Hyper Text Language Markup).

MAPE Error porcentual absoluto medio (Mean Absolute Percent Error).

MSE Error Medio Cuadrado (Mean Square Error).

NRMSE Raíz normalizada del error medio cuadrado (Normalized root mean square error).

PHP Preprocesador de hipertexto (Hiptertext Preprocessor).

PMP Promedio móvil ponderado.

PMS Promedio móvil simple.

PT Proyección de la tendencia.

RL Regresión lineal.

SE Suavizamiento exponencial.

SMAPE Error porcentual absoluto medio simétrico (Symmetric mean absolute porcentaje error).

XAMPP es un servidor independiente de plataforma, software libre.

## RESUMEN

De acuerdo al Censo Pochteca del Directorio de la Asociación Nacional de la Industria Química en México existen 300 empresas distribuidoras de productos químicos con 455 ubicaciones en todo el país, éstas presentan alta complejidad para la planeación de sus operaciones ya que se maneja una combinación de un número grande de productos y sus clientes tienen diferentes y variantes patrones de consumo.

Para atender esta problemática, se desarrolló un sistema de predicción de ventas (algoritmos y software) que mediante el desarrollo de una serie de programas de computación de acceso libre, permitan mejorar la exactitud de los pronósticos que actualmente se elaboran en las empresas.

El software desarrollado se registró en SEP-INDAUTOR, REGISTRO PÚBLICO, número de folio 03-2016-042510554500-01; está escrito en lenguajes PHP (para el desarrollo web de contenido dinámico) y HTLM (para la elaboración de páginas Web) y es ejecutable en distintos sistemas operativos, mediante el software XAMPP (usando el módulo del servidor Apache). Este programa, permite la aplicación de seis técnicas de predicción de ventas para cada producto comercializable, con la evaluación continua de sus errores, a fin de seleccionar cada mes el método de predicción más certero, producto a producto y caso a caso. Una mejor predicción de las ventas se toma como el punto de partida para una buena programación de las operaciones. El sistema que se propone ya se aplicó en dos empresas en la primera utilizaban como técnica cuantitativa para pronosticar sus ventas promedio móvil simple y como técnica cualitativa opinión de expertos y en la segunda utilizaban como técnica cuantitativa proyección de la tendencia y como técnica cualitativa Método Delphi. El sistema propuesto se puede utilizar para el mismo giro de empresas y de cualquier tamaño (pequeña, mediana o grande), solo cambiando el tamaño de la matriz, con base en el número de productos que se desee pronosticar sus ventas y solo se requiere alimentar el programa con el dato de la venta mensual real de cada producto para obtener el pronóstico del próximo mes, una vez que se tienen los datos históricos de ventas por lo menos de tres años para cada producto.

En la opción de Predicción Anual Anticipada, se ejecutan los 5 métodos de predicción (Promedio Móvil Simple (PMS), Promedio Móvil Ponderado (PMP), Proyección de la Tendencia (PT), Suavizamiento Exponencial (SE) y Regresión Lineal (RL)), para los 36 meses de datos previos, se cuantifica el error en cada uno de los métodos de predicción, se elige el método de menor error por medio de método SMAPE (error porcentual absoluto medio simétrico) y se realiza la predicción anual anticipada, aplicando el promedio ponderado de las predicciones de menor error de los tres meses iguales al mes pronosticado.



En la opción de Predicción Anual o Mensual (SMAPE A/M), realiza el cálculo de la predicción con los 6 métodos de predicción (Promedio Móvil Simple (PMS), Promedio Móvil Ponderado (PMP), Proyección de la Tendencia (PT), Suavizamiento Exponencial (SE), Regresión Lineal (RL) y Doble Promedio Móvil Ponderado (DPMP)), si los datos de entrada son mes a mes, se cuantifica el error en cada uno de los métodos de predicción por medio de método SMAPE, se aplica el procedimiento de elección del método de menor error y se realiza la predicción mensual para el siguiente mes. Si los datos de entrada son los 12 meses, el programa cuantifica el error acumulado de cada uno de los métodos de predicción, por medio de método SMAPE, para verificar que método obtuvo el menor error al final del año y finalmente calcula la predicción del siguiente mes. De los resultados obtenidos se tiene lo siguiente: Para cada producto se requiere utilizar una técnica diferente debido a que el comportamiento de las ventas históricas en cada caso es muy diferente. El sistema propuesto nos permite identificar la técnica con el error más bajo para aplicarse en el siguiente pronóstico mensual lo que es indispensable para planear adecuadamente las operaciones en las empresas en estudio, el programa también realiza un pronóstico anual considerando las ventas históricas de tres años por lo menos.

En la segunda parte del trabajo se propone una nueva técnica cuantitativa denominada doble promedio móvil ponderado que considera las variaciones de los últimos meses de ventas y el comportamiento estacional de las ventas que presentan algunos productos de las empresas en estudio; y se utilizó para calcular el error tres técnicas: el error porcentual absoluto medio (MAPE), y para eliminar el problema de división entre cero cuando algún producto no se vende en algún mes; la raíz normalizada del error medio cuadrado (NRMSE) y el error porcentual absoluto medio simétrico (SMAPE), resultando éste último ser el más adecuado.

La técnica propuesta doble promedio móvil ponderado para la empresa uno mostro mejor desempeño que las otras cinco técnicas y en el caso de la empresa dos la técnica doble promedio móvil ponderado resulto ser la tercera de las seis técnicas utilizadas con error más bajo. Por otro lado, la Técnica doble promedio ponderado móvil resulto ser mejor que la técnica empleada en cada empresa, en la primera empresa en el 56% de los productos y en el 81.81% de los productos en la segunda empresa.

# **1 INTRODUCCIÓN**

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las empresas proveedoras de productos químicos son parte fundamental y un componente dinámico e importante en la economía nacional las cuáles en su mayoría debido a los mercados cambiantes tienen problemas para programar sus operaciones y administrar sus inventarios.

La demanda de estas empresas es altamente variable en volumen y presentación, sus clientes pueden ser tan variados como una tlapalería, empresas farmacéuticas, fabricantes de barnices y pinturas, hasta armadoras de automóviles. Se manejan en algunas empresas 500 materiales diferentes y se tienen hasta 1000 clientes, lo que hace complicada la planeación de sus operaciones.

Debido a lo anterior, se propone un sistema para pronosticar sus ventas con la mejor exactitud posible con la finalidad de planear en forma eficaz las operaciones de las empresas proveedoras de productos químicos para satisfacer las demandas de los clientes.

Por lo antes expuesto, se desarrolló un sistema (algoritmos y software) para la predicción de las ventas que mes a mes, calcula el pronóstico de venta para cada producto aplicando seis técnicas, evalúa el error de cada técnica y selecciona la del error más bajo, partiendo de la base de que un pronóstico de ventas más preciso ayudará a mejorar la planeación de las operaciones de las empresas proveedoras de productos químicos para satisfacer las demandas de sus clientes.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un sistema de predicción de ventas para empresas proveedoras de productos químicos.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

Realizar un diagnóstico de la situación de las empresas en estudio.

Recolectar los datos de ventas históricas de tres años para cada empresa.

Analizar los datos de ventas históricas para conocer su comportamiento.

Aplicar cinco técnicas cuantitativas a los datos históricos y calcular el error para seleccionar la mejor en Excel, así como elaborar las gráficas de las técnicas y el valor real de las ventas.

Elaborar los algoritmos para desarrollar el software que permita leer datos de ventas históricas, calcular las cinco técnicas, calcular el error y graficar. Así como realizar el pronóstico anual y el pronóstico mes a mes de cada producto de cada empresa.

Desarrollar el software que permita ejecutar los algoritmos propuestos.

Elaborar un manual de usuario para el software desarrollado.

Proponer una nueva técnica de acuerdo al comportamiento de las ventas históricas de las empresas en estudio.

Evaluar la técnica propuesta Doble Promedio Móvil Ponderado con relación a las otras cinco técnicas que se utilizaron.

### **1.3 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN**

¿Con el sistema de pronósticos que se desarrolló va a disminuir el error de los mismos?

¿Con la nueva técnica de pronóstico que se propone en casos de estacionalidad disminuye el error comparado con el de las otras cinco técnicas?

### **1.4 JUSTIFICACION**

La planeación efectiva, Heizer, J. (2009), a corto y largo plazo depende del pronóstico de la demanda para los productos de la compañía. Los buenos pronósticos son de importancia crucial para todos los aspectos del negocio: El pronóstico es la única estimación de la demanda hasta que se conoce la demanda real. Por tanto, los pronósticos de la demanda guían las decisiones en muchas áreas: recursos humanos, capacidad y administración de la cadena de suministro.

Según Thompson, (2014) la clave para una cadena de suministro más eficiente es el pronóstico, que depende mucho de las personas, procesos y tecnología. Con el fin de ganar participación de las ventas, tenemos que:

- 1) Educar a la gente de ventas para que entiendan por qué el pronóstico es esencial,
- 2) El desarrollo de un proceso de pronóstico bien estructurado,
- 3) Definir claramente las funciones y responsabilidades, y
- 4) Hacer el acceso a los sistemas fácil de usar, para facilitar su participación.

Para Chase, R. (2014), Pronosticar es fundamental en cualquier esfuerzo de planificación. En el corto plazo se necesita un pronóstico para predecir las necesidades materiales, productos, servicios u otros recursos para responder a los cambios de la demanda. Los pronósticos permiten ajustar los calendarios y variar la mano de obra y los materiales. A la larga, se requiere pronosticar como base para los cambios estratégicos, como el desarrollo de los mercados nuevos, creación de nuevos productos o servicios y ampliar o construir nuevas instalaciones.

A su vez la planificación de ventas y operaciones es un proceso que ayuda a ofrecer un mejor servicio al cliente, manejar un inventario más bajo, ofrecer al cliente tiempos de entrega más breves, estabilizar los índices de producción y facilitar a la gerencia el manejo del negocio.

Mejorar la planeación de las operaciones en la industria proveedora de productos químicos, incide en la reducción de la generación de residuos relacionada con operaciones de urgencia, reenvasados y acondicionamiento de último momento.

También una mejor planeación de las operaciones reduce los costos de calidad en los que se incurre por trabajos no planeados, retrabajos, mermas y tiempo extra entre otros.

Por lo antes expuesto, mejorar la planeación de las operaciones basado en un sistema de pronóstico de ventas lo más cercano posible a la realidad, resulta altamente conveniente para el desarrollo sustentable de la industria proveedora de productos químicos.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA**

#### **2.1.1 Definición y objetivo**

De acuerdo con Hill C. (2009), al reflexionar acerca de los principios militares de estrategia, el diccionario The American Heritage define estrategia como “la ciencia y el arte de comandancia militar aplicados a la planeación y conducción general de operaciones de combate en gran escala”. Alfred Chandler de Harvard definió estrategia como “la determinación de las metas y objetivos básicos a largo plazo en una empresa, junto con la adopción de cursos de acción y la distribución de recursos necesarios para lograr estos propósitos”. En la definición de Chandler está implícita la idea de que estrategia involucra planeación racional. La organización se describe según se escojan sus metas, se identifiquen los cursos de acción (o estrategias) que mejor le permitan cumplir sus metas y se distribuyan los recursos en la debida forma. De manera similar, James B. Quinn del Dartmouth College ha definido la estrategia como “el modelo o plan que integra las principales metas, políticas y cadenas de acciones de una organización dentro de una totalidad coherente”. De igual manera, William F. Glueck definió estrategia como un plan unificado, amplio e integrado, diseñado para que se logren los objetivos básicos de la empresa”.

Como ha señalado Henry Mintzberg de McGill University, el enfoque de planeación supone en forma incorrecta que la estrategia de una organización siempre es el producto de la planeación racional. De acuerdo con Mintzberg, las definiciones de estrategia que hacen hincapié en el rol de la planeación ignoran el hecho de que las estrategias pueden provenir del interior de una organización sin ningún plan formal. Es decir, aun ante la falta de un intento, las estrategias pueden surgir de la raíz de una organización. En verdad, las estrategias son a menudo la respuesta emergente a circunstancias no previstas. El criterio de Mintzberg se refiere a que la estrategia es más de lo que una compañía intenta o planea hacer, también es lo que realmente lleva a cabo. Con base en este principio Mintzberg ha definido estrategia como “un modelo de una corriente de decisiones o acciones; es decir, el modelo se constituye en un producto de cualquier estrategia intentada (planeada), en realidad llevada a cabo, y de cualquier estrategia emergente (no planeada).

La planeación o planificación estratégica es el proceso a través del cual se declara la visión y la misión de la empresa, se analiza la situación externa e interna de ésta, se establecen los objetivos generales, y se formulan las estrategias y planes estratégicos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

La planeación estratégica se realiza a nivel de la organización, es decir, considera un enfoque global de la empresa, por lo que se basa en objetivos y estrategias generales, así como en planes estratégicos, que afectan una gran variedad de actividades, pero que parecen simples y genéricos.

Debido a que la planeación estratégica toma en cuenta a la empresa en su totalidad, ésta debe ser realizada por la cúpula de la empresa y ser proyectada a largo plazo, teóricamente para un periodo de 5 a 10 años, aunque en la práctica, hoy en día se suele realizar para un periodo de 3 a un máximo de 5 años, esto debido a los cambios constantes que se dan en el mercado. Sobre la base de la planeación estratégica es que se elaboran los demás planes de la empresa: los planes tácticos como los operativos, por lo que un plan estratégico no se puede considerar como la suma de éstos.

Como todo planeamiento, la planeación estratégica es móvil y flexible, cada cierto tiempo se debe analizar y hacer los cambios que fueran necesarios. Asimismo, es un proceso interactivo que involucra a todos los miembros de la empresa, los cuales deben estar comprometidos con ella y motivados en alcanzar los objetivos.

### **2.1.2 Objetivo de la Administración estratégica.**

El objetivo central de la administración estratégica consiste en investigar por qué algunas organizaciones tienen éxito mientras otras fracasan. Los tres grandes factores que determinan el éxito de una compañía: la industria en la cual está ubicada, el país o países donde se localiza y sus propios recursos, capacidades y estrategias.

Algunas empresas por el hecho de ubicarse en un giro atractivo puede ayudar a que una compañía tenga éxito. Por ejemplo, durante las últimas décadas las compañías en la industria del transporte aéreo fueron menos rentables que aquellas ubicadas en la industria farmacéutica.

El contexto nacional de un país influye en la competitividad de compañías localizadas dentro de esa nación. El contexto nacional es importante debido a que en muchas industrias el mercado se ha convertido en un espacio global, donde empresas de diversos países compiten de igual a igual en todo el mundo. En tales mercados globales, para algunas firmas es muy fácil obtener el éxito debido a que están localizadas en países que poseen ventaja competitiva en ciertas industrias.

El tercer factor (recursos, capacidades y estrategias de una compañía) se constituye por un amplio margen, en el determinante más fuerte del éxito o del

fracaso. De esta manera, algunas empresas se las ingenian para prosperar aun en medios muy hostiles, en los cuales el nivel promedio de utilidad es bajo. Entender las raíces del éxito y el fracaso no es un vacuo ejercicio académico. Tal entendimiento proporciona una mejor apreciación de las estrategias que pueden aumentar la posibilidad de éxito y reducir la probabilidad de fracaso.

**Figura 1.1 Determinación del desempeño de una compañía.**



La viabilidad de las empresas de hoy (sin importar, tamaño, actividad, sector) está determinada por la habilidad que tengan las organizaciones para evaluar y reaccionar a sus resultados inmediatos, vistos en el contexto de objetivos estratégicos de mediano y largo plazo. En otras palabras, lo que hoy se cosecha es fruto de la labor de mucho tiempo atrás que pudo planear las condiciones en que se desarrollaría el cultivo que hoy podemos recoger.

Planear y medir son elementos fundamentales para lograr resultados (consolidarse y crecer), que en una economía de mercado se traduce en subsistir de manera competitiva, sostenible y sustentable (James, 2009).

### **2.1.3 Modelo del proceso de planeación estratégica**

El proceso formal de planeación estratégica tiene cinco pasos principales:

Selección de la misión corporativa y de las principales metas corporativas.

Analizar el ambiente competitivo externo de la organización para identificar oportunidades y amenazas.

Analizar el ambiente operativo interno de la organización para identificar fuerzas y debilidades.

Seleccionar estrategias que construyan sobre las fuerzas de la organización y corrijan sus debilidades para poder aprovechar las oportunidades externas y oponerse a las amenazas externas.

### **Poner la estrategia en práctica**

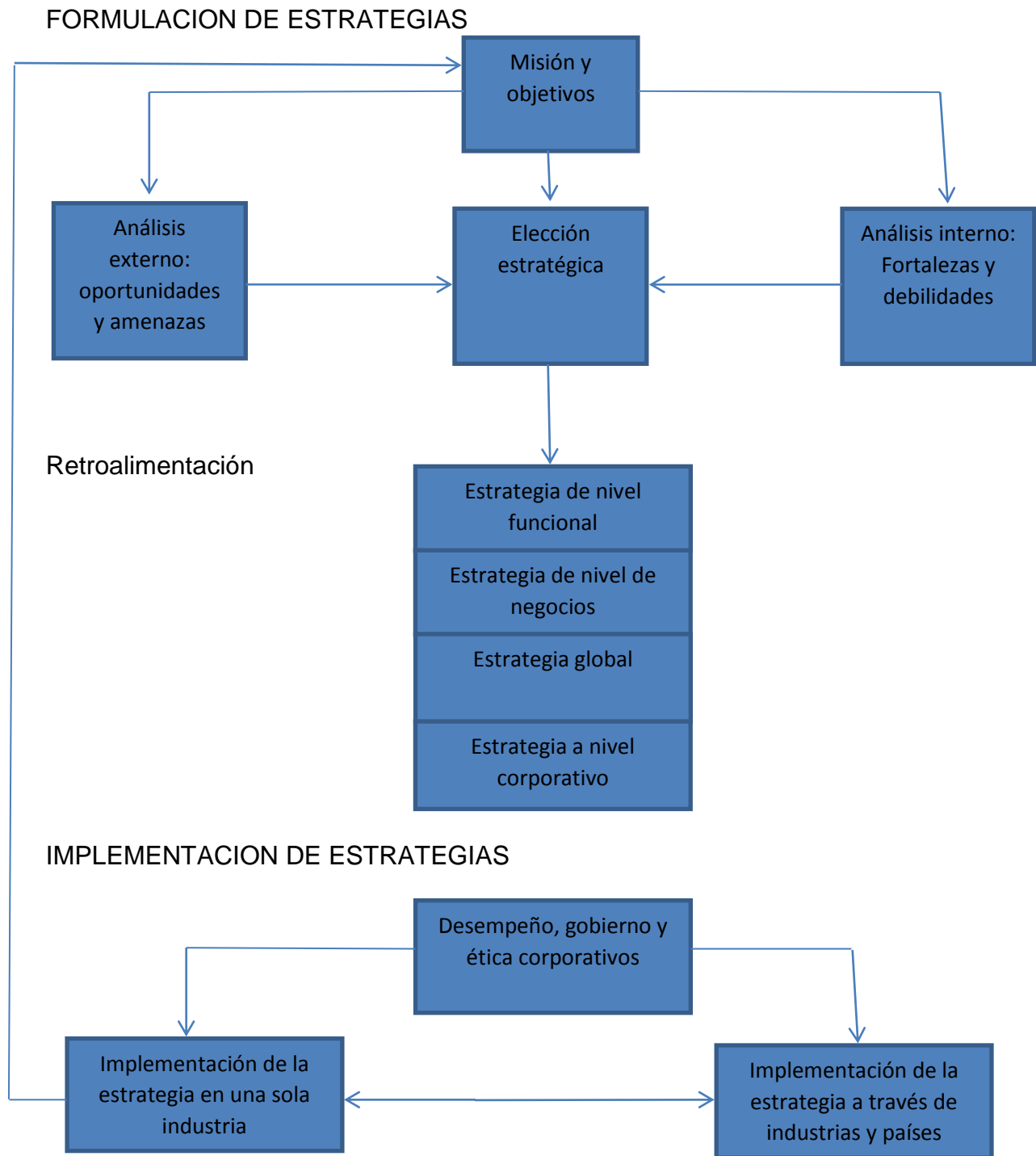
La tarea de analizar el ambiente externo e interno de la organización y luego seleccionar una estrategia adecuada generalmente recibe el nombre de formulación de estrategias. Por el contrario, en general, la implementación de estrategias generalmente implica diseñar estructuras organizacionales y sistemas de control adecuados que pongan en práctica la estrategia que se ha elegido para la organización.

Estos pasos se presentan en la figura 1.2. En el paso 1, cada vuelta o ciclo del proceso de planeación se inicia con la declaración de la misión y de las principales metas corporativas. A esto sigue el fundamento del pensamiento estratégico: análisis externo, análisis interno y opciones estratégicas, es decir, el análisis y la selección de las estrategias a perseguir. El proceso de elaboración de estrategias termina con el diseño de la estructura organizacional y de los sistemas de control necesarios para implantar la estrategia que se ha elegido para la organización.

En algunas organizaciones cada año se da un nuevo ciclo en el proceso de planeación estratégica. Esto no necesariamente significa que los gerentes seleccionan una nueva estrategia cada año. En muchos casos, el resultado es sencillamente la modificación y la confirmación de una estrategia que ya está en operación. Los planes estratégicos que se generan en el proceso de planeación generalmente contemplan un periodo que va de uno a cinco años, en el que el plan se actualiza, o se lleva hacia adelante, cada año. En muchas organizaciones, los resultados del proceso anual de planeación se utilizan como información de entrada para el proceso de elaboración del presupuesto para el año siguiente de tal manera que la planeación estratégica sirve para moldear la asignación de recursos dentro de la organización.



**Figura 1.2. Principales componentes del proceso de planeación estratégica.**



El proceso de administración estratégica, dinámico por naturaleza, está formado por un conjunto de compromisos, decisiones y actos que la empresa necesita llevar a cabo para alcanzar la competitividad estratégica y obtener utilidades superiores al promedio.

Para poder formular y aplicar correctamente su estrategia, la empresa necesita información relevante derivada del análisis del ambiente interno y el entorno externo, a su vez las medidas estratégicas eficaces son un requisito necesario para que la empresa obtenga resultados deseados de la competitividad estratégica y utilidades superiores al promedio. Así pues, se utiliza este proceso para vincular las condiciones de un mercado siempre cambiante y la estructura competitiva con los recursos, las capacidades y las competencias, siempre en evolución de la empresa (las fuentes de la información estratégica). Los actos estratégicos eficaces, que se llevan a cabo en el contexto de estrategias cuidadosamente formuladas e integradas a la medida que se necesitan para su aplicación, generan resultados deseados.

## **2.2 TÉCNICAS DE PRONÓSTICOS**

### **2.2.1 Definición de pronosticar**

Pronosticar, de acuerdo a (Everett & al., 2000), consiste en utilizar datos pasados para determinar acontecimientos futuros. Los pronósticos a menudo son utilizados para poder predecir la demanda del consumidor de productos o servicios, aunque se pueden predecir una amplia gama de sucesos futuros que pudieran de manera potencial influir en el éxito.

Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede involucrar el manejo de datos históricos para proyectarlos a futuro, mediante algún tipo de modelo matemático. Puede ser una predicción del futuro subjetiva o intuitiva, o bien una combinación de ambas, es decir, un modelo matemático ajustado por el buen juicio de un administrador.

Para Corres, G. et al (2009), pronosticar consiste en la estimación y el análisis de la demanda futura para un producto en particular, un componente o un servicio, a través de diferentes técnicas de previsión. El pronóstico de la demanda futura es central en cualquier actividad de planificación y de operaciones, en particular en actividades relacionadas a la logística y a la cadena de suministro.

A nivel organizacional. El pronóstico de las ventas es un insumo esencial para cualquier decisión en las distintas áreas funcionales: ventas, producción, compras,

finanzas y contabilidad. Los pronósticos también son necesarios en los planes de distribución y aprovisionamientos. La importancia de un pronóstico de ventas con escaso margen de error es fundamental para la eficiencia en el manejo de los inventarios. Esto ha sido en gran parte reconocido por diversos autores (Chu & Zhang, 2003).

### **2.2.2 Principios básicos de los pronósticos**

Para (Anderson, Sweeney, William, & Camm, 2011), los principios básicos son:

Los pronósticos no son perfectos, tienen un margen de error.

La mayor parte de las técnicas de pronósticos suponen la existencia de cierta estabilidad en el sistema.

Los pronósticos de los productos agregados son más estables.

Para Nahmias, S. (2007), las características de los pronósticos son:

- Casi siempre estarán equivocados.
- Un buen pronóstico también da una medida de error.
- Pronosticar unidades en conjunto es más fácil que pronosticar unidades individuales.
- Entre más a futuro se realizan los pronósticos, menos exactos son.

Una técnica de pronóstico no debe usarse para excluir información conocida.

### **2.2.3 Horizontes de tiempo del pronóstico**

Por lo general, un pronóstico se clasifica por el horizonte de tiempo futuro que cubre. El horizonte de tiempo se clasifica en tres categorías:

1. Pronóstico a corto plazo: Este pronóstico tiene una extensión de tiempo de hasta 1 año, pero casi siempre es menor a 3 meses. Se usa para planear la compras, programar el trabajo, determinar niveles de mano de obra, asignar el trabajo, y decidir los niveles de producción.

2. Pronóstico a mediano plazo: Por lo general, un pronóstico a mediano plazo, o a plazo intermedio, tiene una extensión de entre 3 meses y 3 años. Se utiliza para planear las ventas, la producción, el presupuesto y el flujo de efectivo, así como para analizar diferentes planes operativos.

3. Pronóstico a largo plazo. Casi siempre su extensión es de 3 años o más. Los pronósticos a largo plazo se emplean para planear la fabricación de nuevos productos, gastos de capital, ubicación o expansión de las instalaciones, y para investigación y desarrollo.

Los pronósticos a mediano y largo plazos se distinguen de los pronósticos a corto plazo por tres características:

Primero los pronósticos a mediano y largo plazos manejan aspectos más generales y apoyan decisiones administrativas relativas a la planeación y los productos, plantas y procesos. La implementación de algunas decisiones sobre instalaciones, puede tomar de 5 a 8 años desde su concepción hasta su terminación.

Segundo, el pronóstico a corto plazo usualmente emplea metodologías diferentes que el pronóstico a más largo plazo. Las técnicas matemáticas, como promedios móviles, suavizamiento exponencial y extrapolación de tendencias, son comunes en las proyecciones a corto plazo. Los métodos más amplios y menos cuantitativos resultan útiles para predecir asuntos tales como si un nuevo producto, debe introducirse en la línea de productos de una compañía.

Por último, los pronósticos a corto plazo tienden a ser más precisos que los de largo plazo. Los factores que influyen en la demanda cambian todos los días. Por lo tanto, a medida que el horizonte de tiempo se alarga, es probable que la exactitud del pronóstico disminuya. Entonces, es necesario afirmar que los pronósticos de ventas deben utilizarse regularmente para mantener su valor e integridad. Después de cada periodo de ventas, los pronósticos deben revisarse y corregirse.

#### **2.2.4.-Las Técnicas de predicción**

En la toma de decisiones, de acuerdo a (Taha, 2004), se elaboran planes para futuro. Entonces los datos que describen la situación de decisión deben representar lo que sucederá en el futuro. Por ejemplo, en el control de inventarios, las decisiones se basan en la naturaleza de la demanda del artículo controlado durante determinado horizonte de planeación. También en la planeación financiera se necesita pronosticar la pauta del flujo de efectivo a través del tiempo.

Las Técnicas de predicción, (Durbin & Koopman, 2001) son utilizadas ampliamente en la administración de producción y sistemas de inventarios y se han aplicado con frecuencia en una variedad de situaciones, incluyendo calidad y control de procesos, planeación financiera, mercadotecnia, análisis de inversión y planeación de la distribución.

Dos importantes métodos de predicción, de acuerdo a (Winston, 2005), son: los métodos de extrapolación y métodos de predicción causal. Los métodos de extrapolación se utilizan para pronosticar los valores futuros de series de tiempos a partir de valores anteriores de una serie temporal. En un método de pronóstico por extrapolación se supone que los patrones anteriores y las tendencias en las ventas continuarán en los meses futuros. Por lo tanto, la información anterior se utiliza para generar los pronósticos para las ventas de los meses futuros. Estos métodos no toman en cuenta que ocasionó los datos anteriores simplemente se asume que las tendencias y patrones anteriores continuarán en un futuro. Los métodos de predicción causales pretenden pronosticar los valores futuros de una variable (llamada variable dependiente) con ayuda de la información anterior, a fin de estimar la relación entre la variable dependiente y una o más variables independientes.

Las técnicas generalmente aceptadas, de acuerdo con (Henke & Reitch, 2001), para la elaboración de pronósticos se dividen en dos categorías: técnicas cualitativas y técnicas cuantitativas.

Dentro de las técnicas cualitativas tenemos jurado de opinión de expertos, Método Delphi, composición de fuerza de ventas y encuesta de mercado.

Las técnicas cuantitativas son: Técnicas de serie de tiempo y Técnicas causales. Dentro de las Técnicas de serie de tiempo tenemos: promedios móviles, suavizamiento exponencial, proyección de tendencia y descomposición de series. En las técnicas causales tenemos: Análisis de regresión lineal simple y regresión lineal múltiple.

La elección del método o métodos dependerá de los costos involucrados, del propósito del pronóstico, de la confiabilidad y consistencia de los datos históricos de ventas, del tiempo disponible para hacer el pronóstico, del tipo de producto, de las características del mercado, de la disponibilidad de la información necesaria y de la pericia de los encargados de hacer el pronóstico. Lo usual es que las empresas combinen varias técnicas de pronóstico.

### **2.2.4.1.-Técnicas cualitativas**

#### I.-Jurado de opinión de expertos

Se basa en la intuición de uno o más ejecutivos experimentados con relación a productos de demanda estable. Su inconveniente es que se basa solamente en el pasado y está influenciado por los hechos recientes.

#### II.-Método Delphi

Se contratan expertos que hacen pronósticos iniciales que la empresa promedia y les devuelve para refinar los estimados individuales. El procedimiento puede repetirse varias veces hasta cuando los expertos - trabajando por separado - lleguen a un consenso sobre los pronósticos. Es un método de alta precisión.

#### III.-Encuesta de Pronóstico de la Fuerza de Ventas

Los vendedores estiman las ventas esperadas en sus territorios para un determinado período. La sumatoria de los estimados individuales conforman el pronóstico de la Empresa o de la División. El inconveniente es la tendencia de los vendedores a hacer estimativos muy conservadores que les facilite la obtención futura de comisiones y bonos.

#### IV.-Encuesta de mercado

Útil para empresas que tengan pocos clientes. Se les pregunta que tipo y cantidades de productos se proponen comprar durante un determinado período. Los clientes industriales tienden a dar estimados más precisos. Estas encuestas reflejan las intenciones de compra, pero no las compras reales.

### **2.2.4.2Técnicas cuantitativas**

#### I. Técnicas para Series de Tiempo

Se utilizan los datos históricos de ventas de la empresa para descubrir tendencias de tipo estacional, cíclico y aleatorio o errático. Es un método efectivo para productos de demanda razonablemente estable. Por medio de los promedios móviles determinamos primero si hay presente un factor estacional.

Promedio móvil simple. Esta técnica consiste en calcular el promedio de los n valores más recientes y utilizar este valor como pronóstico para el siguiente periodo.

$$PMS = (\text{Suma de los } (n) \text{ valores previos})/n \quad (1)$$

Promedio móvil ponderado. Esta técnica consiste en calcular el promedio de los n valores más recientes dando un “peso” diferente en el pronóstico a cada uno de los valores que participan.

$$PMP = (\sum [\text{Valor} * \text{peso}]) / (\sum \text{Peso}) \quad (2)$$

Suavizamiento exponencial simple. Este es un tipo de promedio móvil, en el que el pronóstico del siguiente periodo se hace con base en todos los datos anteriores. Los datos más recientes tienen un peso mayor en el pronóstico. Los pesos van disminuyendo de manera exponencial.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (Y_{t-1} - F_{t-1}) \quad (3)$$

$\alpha$  = constante de suavizamiento (0, 1)

$F_{t-1}$  = el pronóstico previo

$F_t$  = el pronóstico

$Y_{t-1}$  = dato previo

Requiere inicializar, por ejemplo:  $F_1 = Y_1$

Proyección de la tendencia. Se utiliza para analizar las series de datos y proyectar una tendencia lineal en el futuro. Se emplea el método de mínimos cuadrados para encontrar la mejor línea de tendencia con el tiempo como variable independiente.

$$Y = b_0 + b_1 X \quad (4)$$

Donde:

Y = el valor pronosticado

$b_1$  = la pendiente de la línea de tendencia

$b_0$  = ordenada al origen

X = tiempo del pronóstico

II.-Técnicas causales

Método de regresión lineal simple. Este es un método causal que busca relacionar y explicar la variación en los datos de un indicador, como consecuencia de la variación en una causa determinada. Se aplica y se analiza junto con el coeficiente de correlación y el de determinación para interpretar la explicación.

El modelo es

$$Y = b_0 + b_1 X \quad (5)$$

Donde

$b_0$  es la ordenada al origen

$b_1$  es la pendiente de la relación lineal

$b_0$ ,  $b_1$  se encuentran con el método de los mínimos cuadrados para encontrar la recta que mejor se ajusta a un conjunto de puntos.

### 2.2.5.- Fuentes y tipo de error en el pronóstico

Tipos de errores.

Errores de juicio, errores en la alimentación del modelo (con datos no confiables), errores en los valores predichos debido a cambios en las condiciones entorno, errores asociados a la eficiencia de las técnicas aplicadas.

Medidas de desempeño de las técnicas de pronóstico.

$$\text{Error del pronóstico} = \text{valor real} - \text{valor pronosticado} \quad (6)$$

MSE - Error medio cuadrático (Mean Square Error)

MAPE - Error porcentual absoluto medio (Mean absolute porcentaje error)

MAD – Desviación absoluta media (Mean absolute deviation)

Medidas más comunes del error

$$\text{MSE} = \frac{\sum (\text{error del pronóstico})^2}{n} \quad (7)$$

$$\text{MAD} = \frac{\sum |\text{error del pronóstico}|}{n} \quad (8)$$

$$\text{MAPE} = \frac{[\sum |\text{error del pronóstico}| / \text{valor real}]}{n} \quad (9)$$

Señal de control (tracking)



$$\text{TRAKING} = \Sigma (\text{error del pronóstico}) / \text{MAD} \quad (10)$$

Raíz normalizada del error medio cuadrado

$$\text{NRMSE} = \frac{\sqrt{\text{PROMEDIO (SE)}}}{(\text{MAX(VENTAS REALES DEL PERIODO)} - \text{MIN(VENTAS REALES DEL PERIODO)})} \quad (11)$$

Error al cuadrado

$$SE = (\text{REAL} - \text{PRONÓSTICO})^2 \quad (12)$$

Error porcentual absoluto medio simétrico

$$\text{SMAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n |F_t - A_t|}{\sum_{t=1}^n (A_t + F_t)} \quad (13)$$

Donde

$A_t$  es el valor real

$F_t$  es el valor pronosticado

## 2.3 ADMINISTRACION DE LAS OPERACIONES

### 2.3.1 Definición de la Administración de operaciones

La administración de operaciones, según (Monks, 2004), es la actividad mediante la cual los recursos, fluyendo dentro de un sistema definido, son combinados y transformados en una forma controlada para agregarles valor en concordancia con los objetivos de la organización.

Para (Chase, Aquilano, & Jacobs, Administración de producción y operaciones manufactura y servicios, 2004), la Administración o gerencia de operaciones

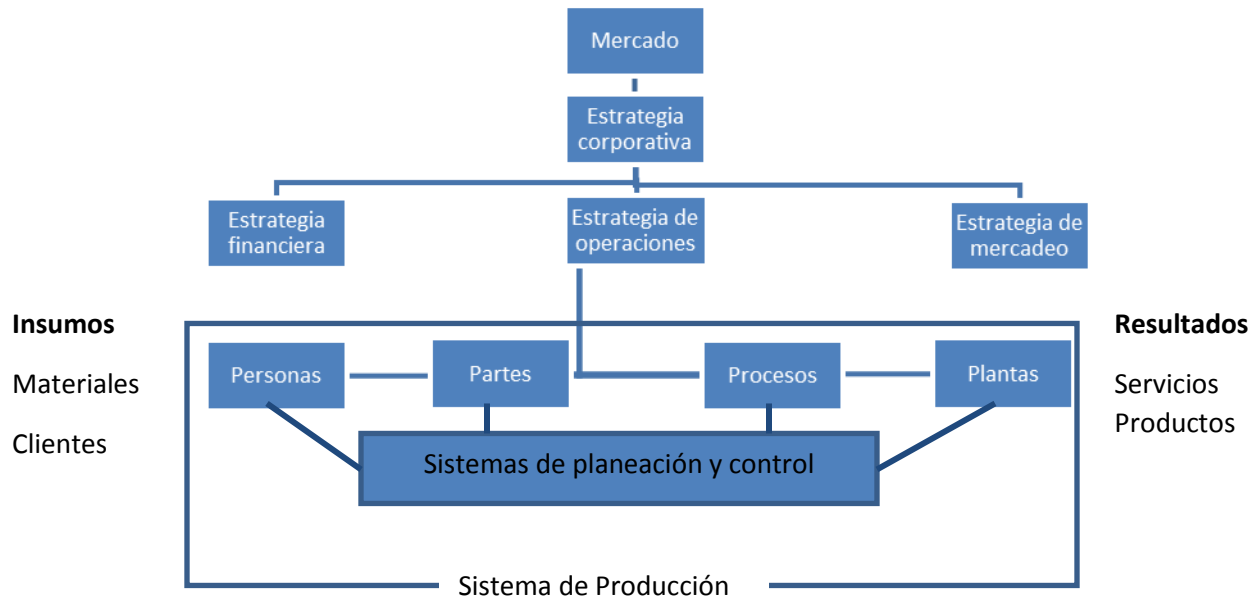
(Operations management, OM) se puede definir como el diseño, la operación y el mejoramiento de los sistemas de producción que crean los bienes y servicios primarios de la compañía.

El control y administración de inventarios es uno de los temas más apasionantes en Logística y una de las principales aplicaciones prácticas de la Investigación de Operaciones (IO), para (Vidal, Condoño, & Contreras, 2004). El problema típico es la existencia de excesos y de faltantes: Siempre se tiene demasiado de lo que no se vende, y muchos agotados de lo que sí tiene volumen de ventas. Lo interesante de este problema es que ocurre prácticamente en cualquier empresa del sector industrial o comercial, especialmente en las organizaciones locales.

Las causas fundamentales para la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son, inicialmente, el desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos y, principalmente, las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición en la cadena de suministro. Las estrategias más comunes para manejar estas fluctuaciones son el mejoramiento de la calidad de la información, el mantenimiento de inventarios de seguridad y la colaboración en la cadena de abastecimiento.

### 2.3.2 Modelo de la Administración de operaciones

Figura 2.1 Modelo sintetizado de la Administración de las operaciones



Las decisiones sobre operaciones se toman dentro del contexto de la firma en su totalidad. Comenzando por la parte superior del cuadro 2.1.- el mercado (los clientes de los productos o servicios de la compañía) configura la estrategia corporativa de la empresa. Esta estrategia se basa en la misión corporativa y, en esencia, refleja la manera en que la firma planea utilizar todos sus recursos y funciones (mercado, finanzas y operaciones) para obtener una ventaja competitiva. La estrategia de operaciones especifica la manera en que la compañía piensa utilizar sus capacidades de producción para brindar soporte a su estrategia corporativa. (De modo similar, la estrategia de mercado aborda la manera en que la firma piensa vender y distribuir sus bienes y servicios, y la estrategia financiera identifica la mejor forma de emplear los recursos financieros de la compañía).

En la función operacional, las decisiones gerenciales se pueden dividir en tres grandes áreas: Decisiones estratégicas (a largo plazo), decisiones tácticas (a mediano plazo) y decisiones operacionales de planeación y control (a corto plazo).

Las decisiones sobre gerencia de operaciones a nivel estratégico ejercen impacto sobre la efectividad de la compañía a largo plazo en términos de la manera en que puede abordar las necesidades de sus clientes. Por consiguiente. Para que la

empresa tenga éxito, estas decisiones deben ser acordes con la estrategia corporativa. Las decisiones tomadas a nivel estratégico se convierten en las condiciones fijas o las restricciones operacionales bajo las cuales operará la empresa tanto a mediano como a corto plazo.

En el siguiente nivel del proceso de toma de decisiones, la planeación táctica se refiere sobre todo a cómo programar eficientemente los materiales y la mano de obra dentro de las restricciones impuestas por las decisiones estratégicas anteriormente tomadas. A su vez, estas decisiones tácticas se convierten en las restricciones operacionales bajo las cuales se toman las decisiones sobre planeación y control operacional.

Un sistema de producción utiliza recursos operacionales para transformar insumos en algún tipo de resultado deseado. Un insumo puede ser una materia prima, un cliente o un producto terminado proveniente de otro sistema. Como se indica en la parte inferior del cuadro 1, los recursos operacionales consisten en lo que se denominan las cinco P de la administración o gerencia de operaciones: personas, plantas, partes, procesos y sistemas de planeación y control. Las personas son la fuerza laboral directa e indirecta. Las plantas incluyen las fábricas o sucursales de servicios en donde se desarrolla la producción. Las partes incluyen los materiales (o, en el caso de los servicios, los suministros) que pasan por el sistema. Los procesos incluyen los equipos y los pasos mediante los cuales se realiza la producción. Los sistemas de planeación y control son los procedimientos y la información que utiliza la gerencia para operar el sistema.

### **2.3.3 Naturaleza de la Administración de operaciones**

Por su parte (Collier & Evans, 2009) mencionan que: el paradigma tradicional de la Administración gira alrededor de cuatro funciones básicas: planeación, organización, dirección y control. La planeación proporciona la base para las actividades futuras mediante el desarrollo de estrategias, metas y objetivos y la formulación de directrices, acciones y programas para cumplirlos. Existe una cantidad significativa de planeación en la selección de bienes y servicios que ofrece una organización así como en el diseño de estos para satisfacer las necesidades de los clientes potenciales. La organización es el proceso de reunir los recursos –personas, materiales, equipos, tecnología, información y capital– necesarios para realizar las actividades planeadas. Esto incluye el diseño de los procesos y sistemas para elaborar y entregar bienes y servicios. La dirección es el proceso mediante el cual los planes se convierten en realidades, por medio de asignar tareas y responsabilidades específicas a los empleados, motivarlos y

coordinar sus esfuerzos. Por último, el control –evaluar el desempeño y aplica medidas correctivas- es necesario para garantizar que los planes se lleven a cabo. Esto también incluye aprender de los errores y las mejores prácticas, así como mejora las operaciones a largo plazo. Los principios de la Administración de las operaciones ayudan a ver una empresa como un sistema total, en el que todas estas actividades se coordinan no sólo de manera vertical en toda la organización, sino que también en forma horizontal mediante funciones múltiples.

Entre las actividades cruciales que abarca la administración de operaciones se entienden las siguientes:

Entender las necesidades de los clientes, medir su satisfacción y utilizar dicha información para desarrollar bienes y servicios nuevos y mejores, con lo que se apoya la estrategia a largo plazo de la organización.

Utilizar información acerca de los clientes, bienes y servicios, operaciones, proveedores, empleados y costos y finanzas para tomar mejores decisiones.

Aprovechar la tecnología para diseñar bienes, servicios, manufactura y procesos de suministro de servicios que respondan con rapidez y flexibilidad a los requerimientos del cliente y a la mejora de la productividad.

Agregar calidad a los bienes, servicios y procesos, así como mejorarlos de forma continua para reducir errores, defectos y desperdicios, además de mejorar la responsabilidad y el desempeño de la empresa.

Garantizar que los flujos de materiales y actividades operativas asociadas estén coordinadas a través de las fronteras jerárquicas, organizacionales y funcionales desde los proveedores hasta los clientes.

Crear un lugar de trabajo de alto desempeño desarrollando las aptitudes de los empleados y motivándolos por medio de educación, capacitación, recompensas, reconocimiento, trabajo en equipo, empoderamiento (atribuciones de facultades) y otras prácticas de recursos humanos eficaces.

Aprender de manera continua de los compañeros de trabajo competidores y clientes, así como adaptar la organización a los cambios globales y del entorno.

### 3 MÉTODO

#### 3.1 Hipótesis

Se utilizará prueba de hipótesis considerando:

3.1.1  $\mu$  = Promedio del error de técnicas de predicción de ventas, antes y después de aplicar el sistema que se propone.

$$H_{01}: \mu_{\text{antes}} \leq \mu_{\text{después}} \quad (14)$$

$$H_{a1}: \mu_{\text{antes}} > \mu_{\text{después}} \quad (15)$$

3.1.2  $\mu$  = Promedio del error de técnicas de predicción de ventas cuando haya estacionalidad.

$$H_{02}: \mu_6 \geq \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5 \quad (16)$$

$$H_{a2}: \mu_6 < \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5 \quad (17)$$

#### 3.2 Universo

De acuerdo con el censo Pochteca en el Directorio de la Asociación Nacional de la Industria Química existen 300 empresas distribuidoras de productos químicos en México.

El sistema propuesto se aplicará a las empresas que estén dispuestas a proporcionarnos los datos históricos de ventas de sus productos de los tres últimos años para poder aplicar el programa de computación que se desarrolló.

Actualmente se ha aplicado el sistema a dos empresas proveedoras de productos químicos y se está negociando aplicarlo en otras.

### **3.3 Procedimiento**

#### **PRIMERA ETAPA**

En la primera etapa se realizó un diagnóstico para identificar el problema e identificar como se comportaban las ventas en las empresas en estudio y se utilizaron los siete pasos propuestos por Heizer, J. (2009).

#### **Siete pasos en el sistema de pronóstico. (Primera etapa)**

Para iniciar, diseñar e implementar un sistema de pronósticos se realizó lo siguiente:

- I. Determinar el uso del pronóstico. Las empresas proveedoras de productos químicos utilizan los pronósticos para conocer sus ventas futuras con la finalidad de planear mejor sus operaciones.
- II. Seleccionar los aspectos que se deben pronosticar: Se pronosticaron las ventas futuras de los productos químicos de las empresas en estudio a partir de las ventas históricas.
- III. Determinar el horizonte de tiempo del pronóstico: Se pronóstica a corto y mediano plazo (se realizan pronósticos mensuales y anuales) y se usa también para planear las compras, programar el trabajo, determinar niveles de mano de obra, asignar el trabajo y decidir los niveles de producción (mensuales) y para planear las ventas, la producción, el presupuesto y el flujo de efectivo, así como para analizar diferentes planes operativos (anuales).
- IV. Seleccionar los modelos de pronóstico: Los métodos cuantitativos que se utilizaron de acuerdo a la guía propuesta por Chasé, R. (2014) con base en el horizonte (corto y mediano plazo): promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, proyección de la tendencia, suavizamiento exponencial y regresión lineal simple. También en algunos casos se requiere utilizar técnicas cualitativas dependiendo del valor del cálculo del error de las técnicas utilizadas.

Al mismo tiempo de la selección de las técnicas, se determinó un método de evaluación de las técnicas que permitiera establecer el grado de bondad de ellas,

en este caso se eligió el MAPE (error absoluto porcentual promedio). Que se calcula con la fórmula (9).

La finalidad de desarrollar el algoritmo es utilizarlo para el desarrollo del programa de computación (software).

V. Recopilar los datos necesarios para elaborar el pronóstico. Se recolectan datos de ventas históricos de 3 años y una vez colectados los datos se procedió a su preparación para adaptarlos a las técnicas de pronósticos a utilizar posteriormente. Se creó una base de datos independiente de acuerdo al software que se utilizó y para un fácil manejo de los mismos. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando software como es: Excel en una primera etapa. En la tabla siguiente se muestra un ejemplo de la base de datos de la empresa número 1 con datos históricos de ventas (2010-2012) de 50 productos. En el caso de la empresa número 2 se analizaron 24 productos.

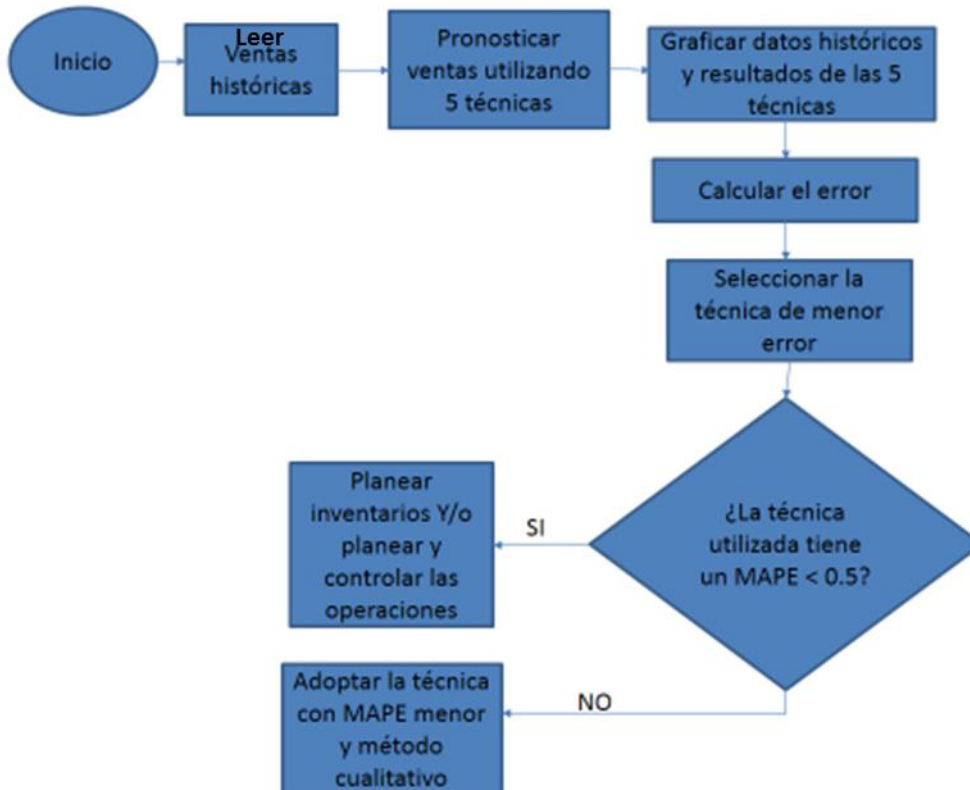
**Tabla No. 3.1 Datos del producto 1 y 2 de la primera empresa durante los 12 meses de tres años**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.1	85,999	109,149	161,386	158,400	145,908	133,005	252,688	474,882	374,347	222,749	309,505	356,227
II.1	375776.328	377311.784	514939.156	317637.977	236617.238	254699.476	405059.784	530239.028	258920.28	319859.776	360972.504	296114.38
III.1	310,167.04	388,850.60	359,335.59	277,029.57	293,032.09	315,182.73	362,608.44	348,899.86	246,059.14	304,941.33	296,499.82	202,061.98
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.2	337,032	299,402	381,836	387,605	457,823	525,706	572,672	449,388	525,816	374,428	522,622	310,347
II.2	503063.68	414015.338	450512.531	396477.384	412443.725	250992.838	250407.561	218011.621	303665.456	179865.324	11910.85	20337.2928
III.2	159,718.39	267,212.41	186,576.23	148,557.23	269,495.35	180,390.53	97,987.50	309,858.61	241,382.11	210,572.48	220,952.94	138,479.35

VI. Realizar el pronóstico.-Para realizar el cálculo del pronóstico, primero se elaboró un algoritmo Figura número 3.3.1. Con la finalidad de desarrollar un programa de computación que calculara las cinco técnicas cuantitativas: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavizamiento exponencial, proyección de la tendencia y regresión lineal simple, graficara los datos históricos y los resultados de los cálculos de las cinco técnicas, calcula el error MAPE (error porcentual absoluto medio) y selecciona la técnica con valor de menor error.



**Figura No.3. 3.1 Algoritmo para elaborar el programa de computación**



Una vez elaborado el algoritmo se desarrolló un programa de computación en los lenguajes HTML y PHP. HTML siglas de Hyper Text Markup Lenguaje, hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. PHP es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Se utiliza el software XAMPP, en el que se usa el módulo del servidor apache, el cual nos permite alojar nuestro programa y este medio ambiente cuenta con el lenguaje de PHP.

El programa tiene funciones que nos permiten leer archivos de datos, calcular cinco técnicas de predicción, calcular el error de cada técnica de predicción (MAPE), graficar los datos originales y los resultados de las técnicas de predicción y al final se seleccionó la técnica más precisa. Si el valor de la técnica de menor error es mayor a 0.5 se recomienda utilizar esta técnica y un método cualitativo

que en el caso de la empresa 1 utilizan opinión de expertos y en la empresa 2 utilizan Método Delphi.

## **SEGUNDA ETAPA**

Después de haber desarrollado el programa para el diagnóstico, la Segunda Etapa de este trabajo se enfocó en desarrollar un programa para el pronóstico del siguiente año de ventas posterior a los tres años de ventas cuyos datos sirvieron de base para el diagnóstico y el pronóstico mensual, buscando además seleccionar el método de pronóstico que presente el menor error.

Los tres primeros pasos son idénticos a los de la primera etapa.

IV. Seleccionar los modelos de pronóstico. Se utilizan las cinco técnicas utilizadas en la primera parte y se propone una nueva técnica que considera las variaciones de los últimos meses y el comportamiento estacional de las ventas de algunos productos de las empresas en estudio. Mencionada fórmula se denominó doble promedio móvil ponderado que se calcula de la siguiente forma:

$$DPMP = (PMP (3 \text{ últimos meses}) + PMP (3 \text{ últimos meses igual al pronosticado}))/2$$

(18)

Donde:

DPMP = Doble promedio móvil ponderado.

PMP = Promedio móvil ponderado.

Por otra parte, en la base de datos de ventas de las empresas en estudio se encontró meses en donde no había ventas por lo que se tuvo que cambiar la fórmula para calcular el error con la finalidad de eliminar el problema de la división por cero. Se probaron dos medidas de error adicionales: raíz normalizada del error medio cuadrado y error absoluto porcentual medio simétrico (SMAPE), siendo esta última la que resultó más adecuada. Dichas medidas se calculan con las fórmulas (11), (12) y (13).

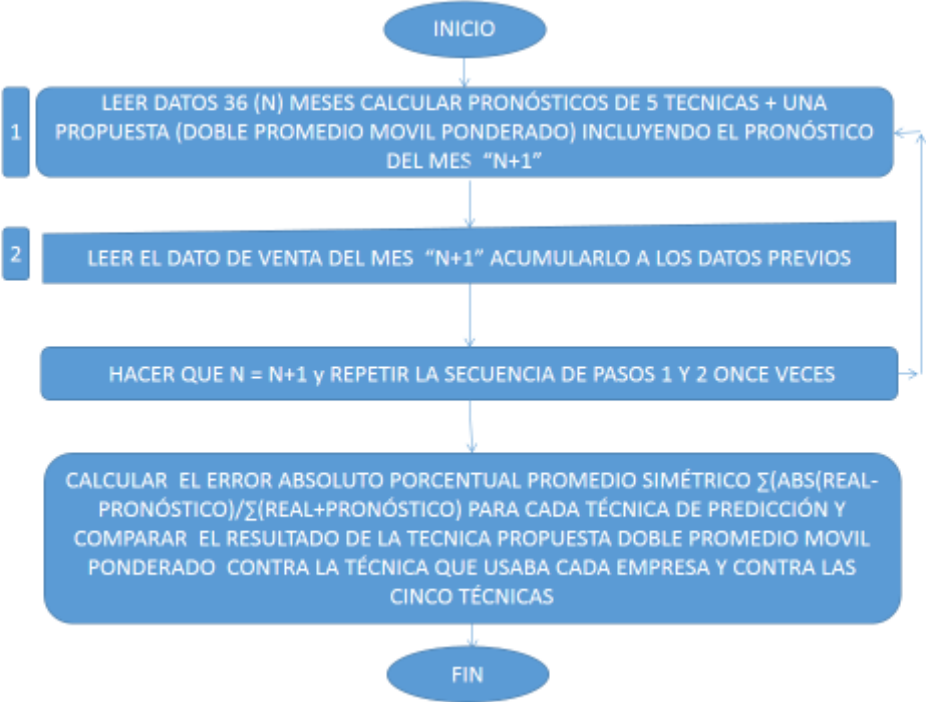
También en algunos casos como en la parte I se requiere utilizar técnicas cualitativas dependiendo del valor del cálculo del error, es decir, si el SMAPE es mayor a 0.33 hay que utilizar además una técnica cualitativa para realizar el pronóstico.

El paso V es idéntico a la primera parte.

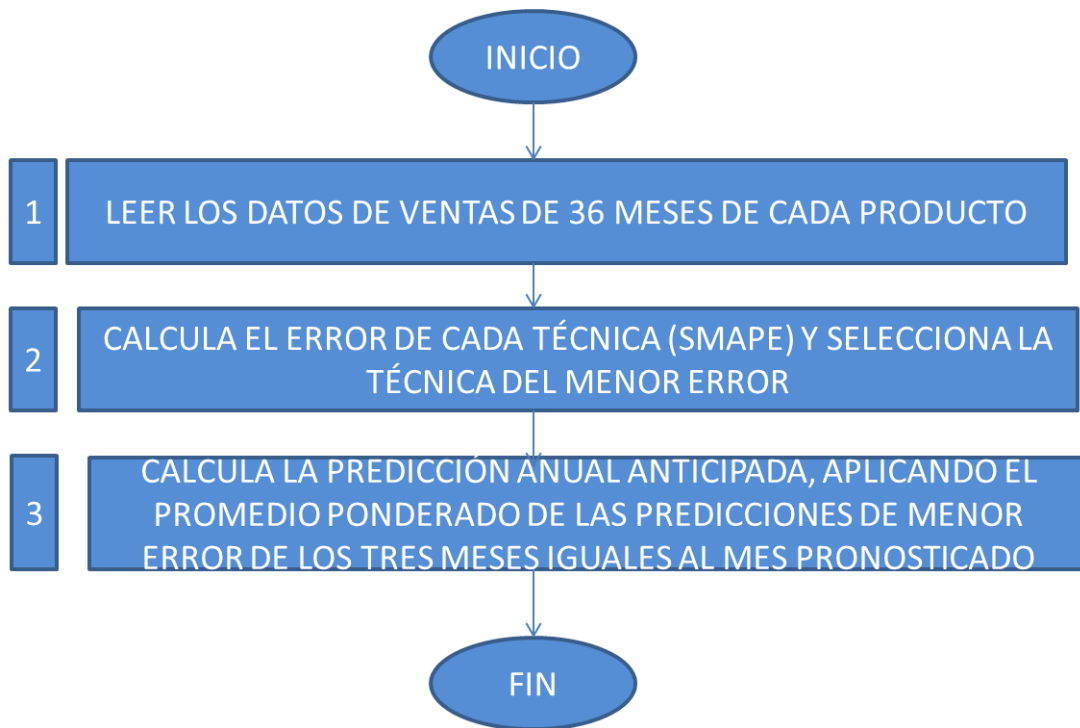
VI. Realizar el pronóstico.-Para realizar el cálculo del pronóstico, primero se elaboró un nuevo algoritmo Figura número 3.3.2. Con la finalidad de desarrollar un programa de computación que calculara las seis técnicas cuantitativas: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavizamiento exponencial, proyección de la tendencia, regresión lineal simple y doble promedio móvil ponderado, graficara los datos históricos y los resultados de los cálculos de las seis técnicas, calcula el error con la nueva fórmula error porcentual absoluto medio simétrico y selecciona la técnica con valor de menor error.

Figura No. 3.3.2 Algoritmo para elaborar el programa de computación.

Predicción mensual / anual



**Figura No. 3.3.3 Predicción anual anticipada.**



Como en la primera etapa, una vez elaborado el nuevo algoritmo se desarrolló el programa de computación con las mismas características que el anterior. En este caso el programa va a leer los datos, calcular las seis técnicas (incluye la propuesta), calcula el error porcentual absoluto medio simétrico, calcula el pronóstico del siguiente mes y selecciona el pronóstico de la técnica de menor error del mes anterior.

- VII. Validar e implementar los resultados.- Se comparan los resultados del programa con los obtenidos previamente en Excel para verificar el buen funcionamiento del programa desarrollado. Para llevar a cabo este paso se hizo una prueba con números aleatorios y habiendo tenido buenos resultados se probó con datos de las dos empresas en estudio. Para que el programa funcione adecuadamente se tienen que actualizar los datos mensualmente para que determine la técnica de menor error con datos actualizados.

## **Programas de computación para el desarrollo del software:**

I. Módulo menú principal.

Programa: Menú index.html

Menú principal que visualiza las opciones de predicción, error, resultados y gráficas.

II. Programa que lee un archive de datos para el cálculo de las técnicas de predicción, cálculo del error y generación de gráficas.

Módulo. Predicción y error.

Programa: SLD.php

III. Programa que visualiza las gráficas obtenidas de las técnicas de predicción.

Módulo: Gráficas.

Programa: Gráficas de líneas php.

IV. Programa que calcula el pronóstico anual.

Módulo pronóstico anual.

Programa: Pronóstico anual

V. Programa que calcula el pronóstico mensual.

Módulo pronóstico mensual.

Programa: Pronóstico mensual.

Los programas del sistema desarrollado se encuentran en el Anexo 9.1.

También se desarrolló un manual para el uso del programa de computación con el siguiente contenido:

## **1. Instalación del Sistema**

1.1 Fase de instalación de XAMPP

1.2 Fase de instalación del sistema de predicción

## **2. Ejecución del sistema**

## **3. Consideraciones para el archivo de base de datos**

## **4. Menú del Sistema**

4.1 PAA

4.2 SMAPE A/M

4.3 Resultados

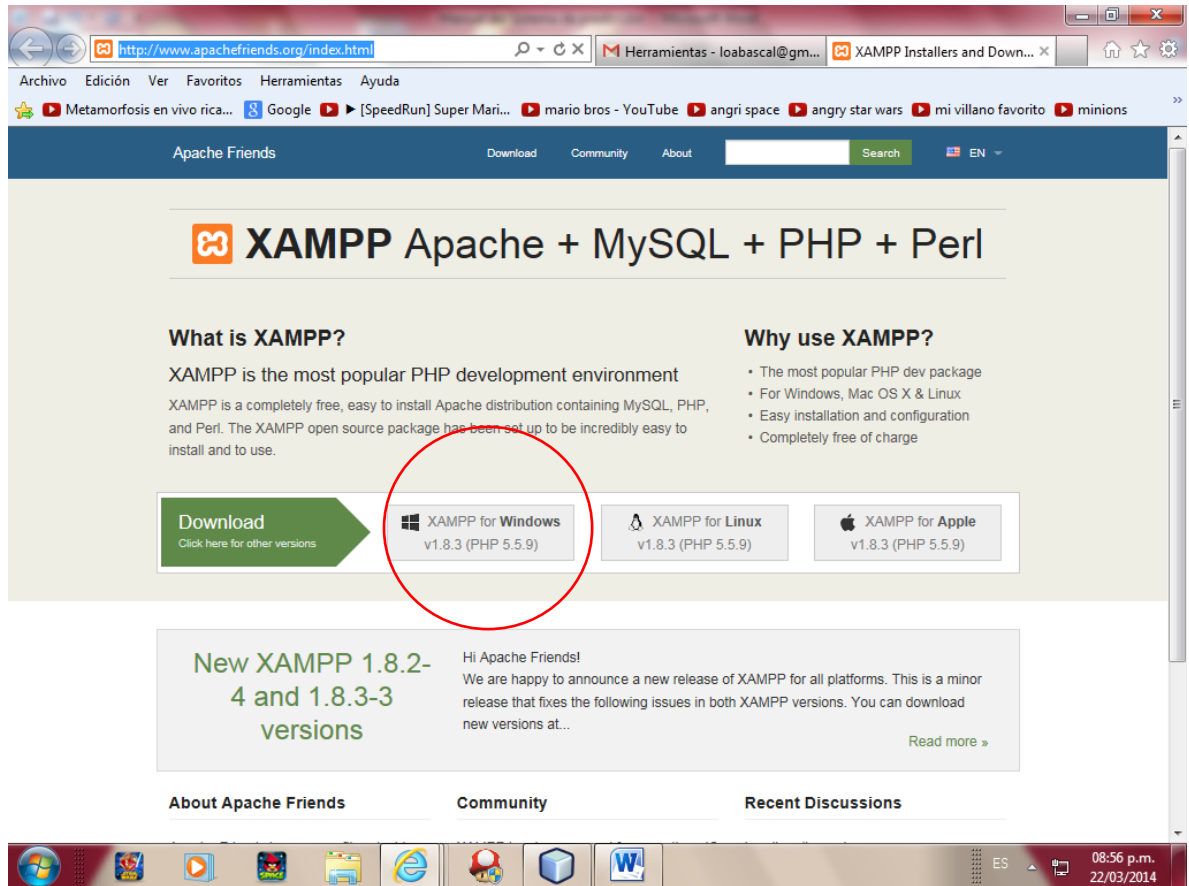
4.4 Gráficas

4.5 Lee BD

## **1. Instalación del Sistema**

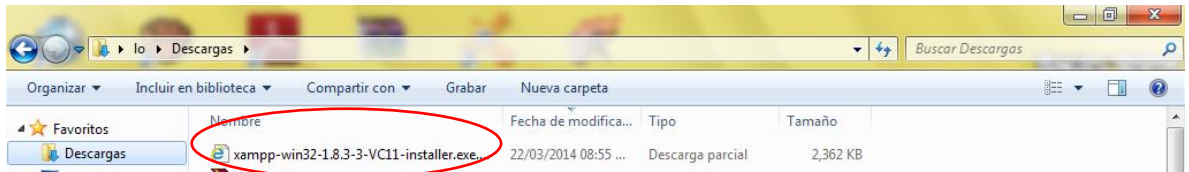
### **1.1 Fase de instalación de XAMPP**

1. En un explorador acceder a la siguiente ruta:  
<http://www.apachefriends.org/es/xampp.html>
2. Ubicar en que medio ambiente se va a trabajar (Windows, Mac o Linux) y elegir la descarga del paquete de instalación del medio ambiente de XAMPP.

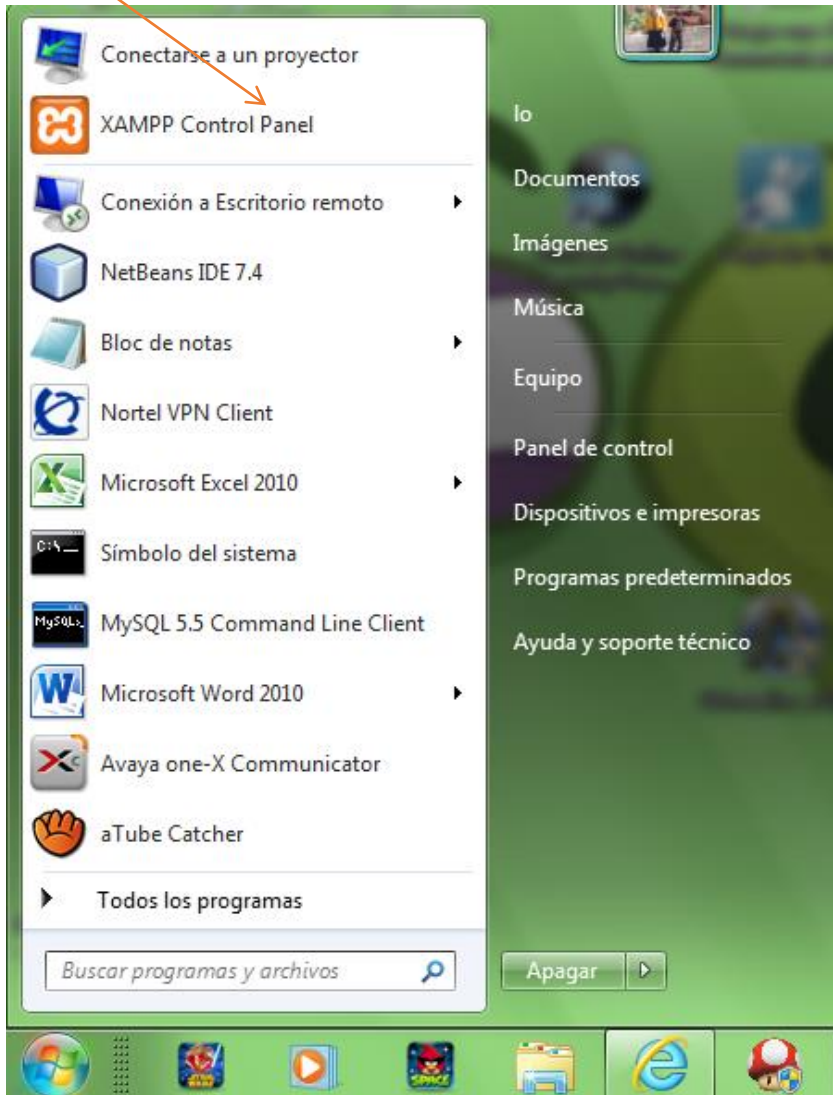


3. Una vez que el paquete de instalación de XAMPP bajo de internet. Se instala en el equipo en C: y se ejecuta al darle doble clic y se procede a su instalación.





4. En el menú de programas se busca el panel de control de XAMPP y con esto se tiene la certeza que ya se instaló.



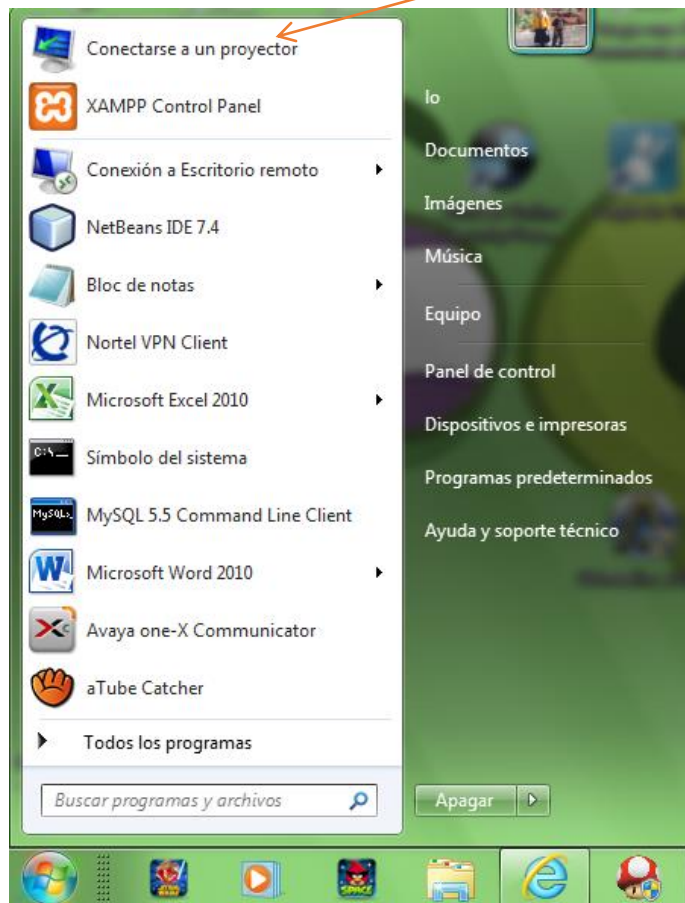
## 1.2 Fase de instalación del sistema de predicción

Para poder instalar el sistema es necesario que se haya realizado la fase de instalación de XAMPP que se describió anteriormente. El sistema de predicción se tiene en su versión de instalación a través de una USB.

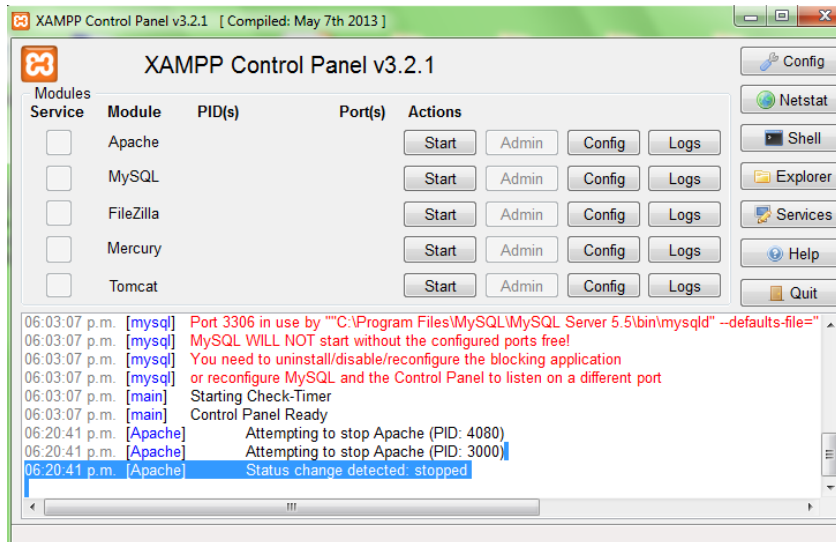
1. Insertar la USB en el equipo.
2. Ejecutar o darle doble clic al archivo **Sistema.bat**.

## 2. Ejecución del sistema

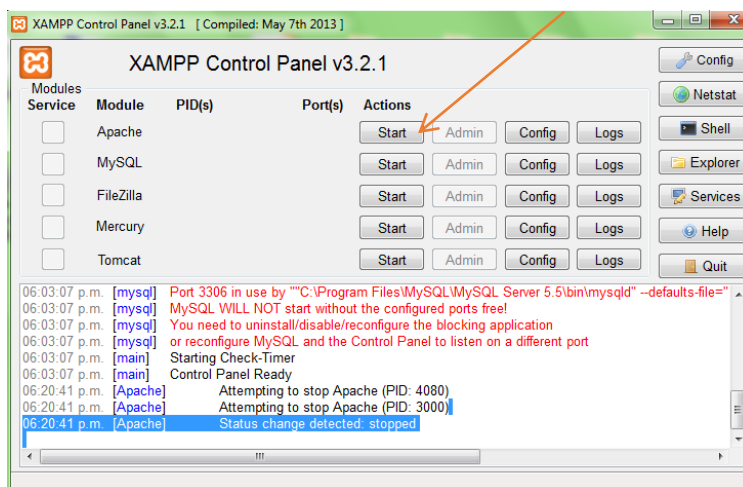
- 2.1 En el menú de programas se busca el panel de control de XAMPP y se selecciona dando doble clic a: XAMPP Control Panel.



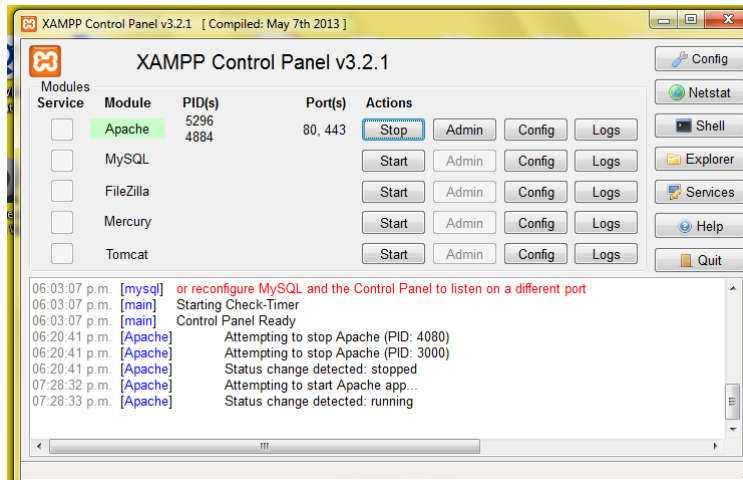
- 2.2 Aparece una ventana con el Panel de control de XAMPP



### 2.3 En la opción de Apache, se selecciona: Start



Con esto se obtiene el servidor Apache, que de manera local albergará al Sistema de Predicción y está listo para ejecutarlo.



### 3. Consideraciones para el archivo de base de datos

Los datos que se utilizan en el sistema de predicción, deberán estar en un archivo de tipo texto con las siguientes características:

1. Los datos están por renglones
2. Todos los datos deben estar separados por comas: ejemplo:

```
85999,109149,161386,158400,145908,133005,  
337032,299402,381836,387605,457823,525706,
```

3. El final de cada renglón debe terminar con una coma, ejemplo:

```
85999,109149,161386,158400,145908,133005,
```

4. El final del archivo debe terminar con un signo #, ejemplo:

```
85999,109149,161386,158400,145908,133005,  
337032,299402,381836,387605,457823,525706,  
#
```

### 4. Menú del Sistema

El Menú principal tiene 5 opciones que son:

- 4.1 PAA. Predicción anual anticipada.
- 4.2 SMAPE A/M. Predicción anual o mensual.
- 4.3 Resultados
- 4.4 Gráficas
- 4.5 Lee BD

#### 4.1. Predicción Anual Anticipada (PAA)

En la opción de Predicción Anual Anticipada, se ejecutan los 5 métodos de predicción (Promedio Móvil Simple (PMS), Promedio Móvil Ponderado (PMP), Proyección de la Tendencia (PT), Suavizamiento Exponencial (SE) y Regresión

Lineal (RL), se cuantifica el error en cada uno de los métodos de predicción por medio de método SMAPE y se realiza la predicción anual anticipada.

#### **4.2 Predicción Anual o Mensual (SMAPE A/M)**

Predicción Anual o Mensual (SMAPE A/M), realiza el cálculo de la predicción con los 6 métodos de predicción (Promedio Móvil Simple (PMS), Promedio Móvil Ponderado (PMP), Proyección de la Tendencia (PT), Suavizamiento Exponencial (SE), Regresión Lineal (RL) y Doble Promedio Móvil Ponderado (DPMP)), si los datos de entrada son mes a mes, se cuantifica el error en cada uno de los métodos de predicción por medio de método SMAPE, se aplica el procedimiento de elección del menor error y se realiza la predicción mensual. Si los datos de entrada son los 12 meses, se cuantifica el error en cada uno de los métodos de predicción, por medio de método SMAPE, se aplica el procedimiento de elección del menor error y se genera la predicción como un proceso de validación y obtenemos la predicción del siguiente mes.

#### **4.3 Resultados**

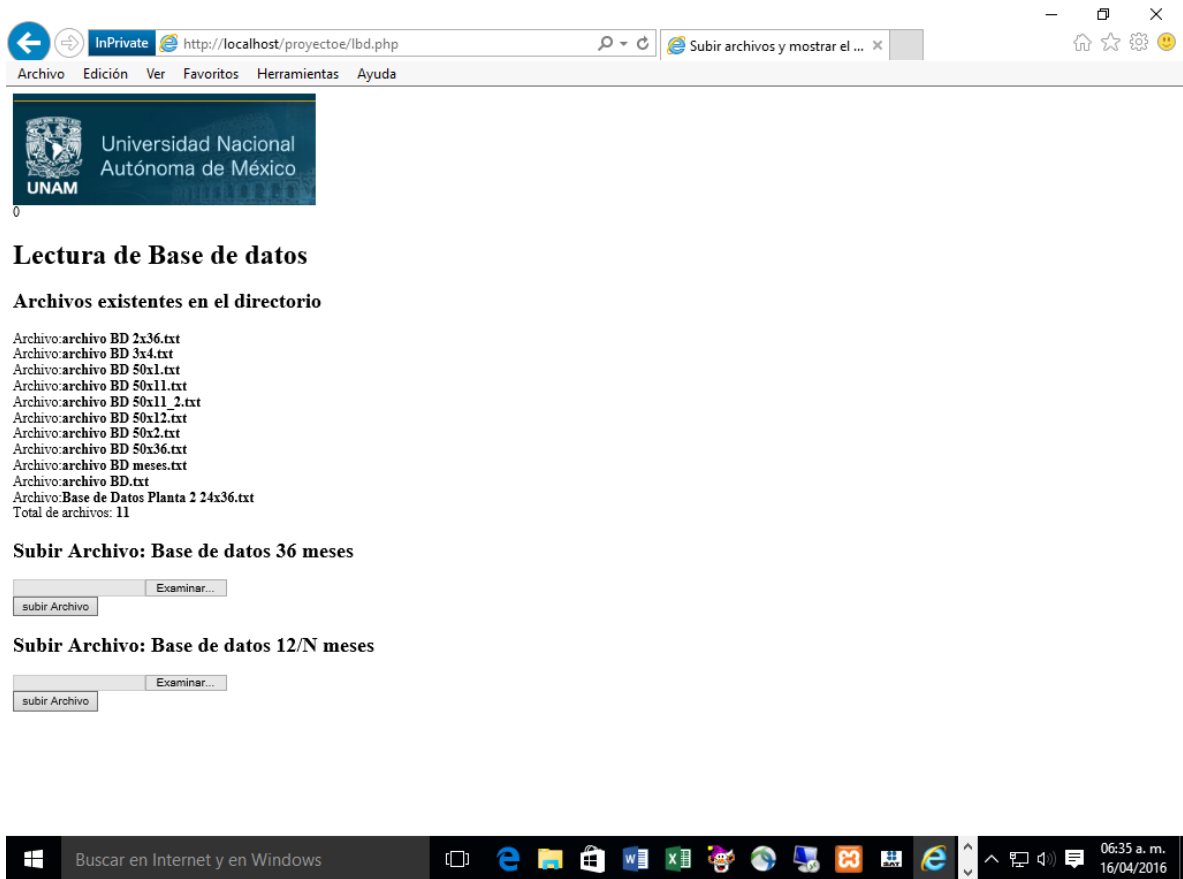
En Resultados, se visualiza la información que se calculó y se exporto a archivos de texto. Los cuales pueden ser consultados.

#### **4.4 Gráficas**

Se muestra en pantalla la gráfica para cada conjunto de datos con los resultados de la predicción por los 5 métodos.

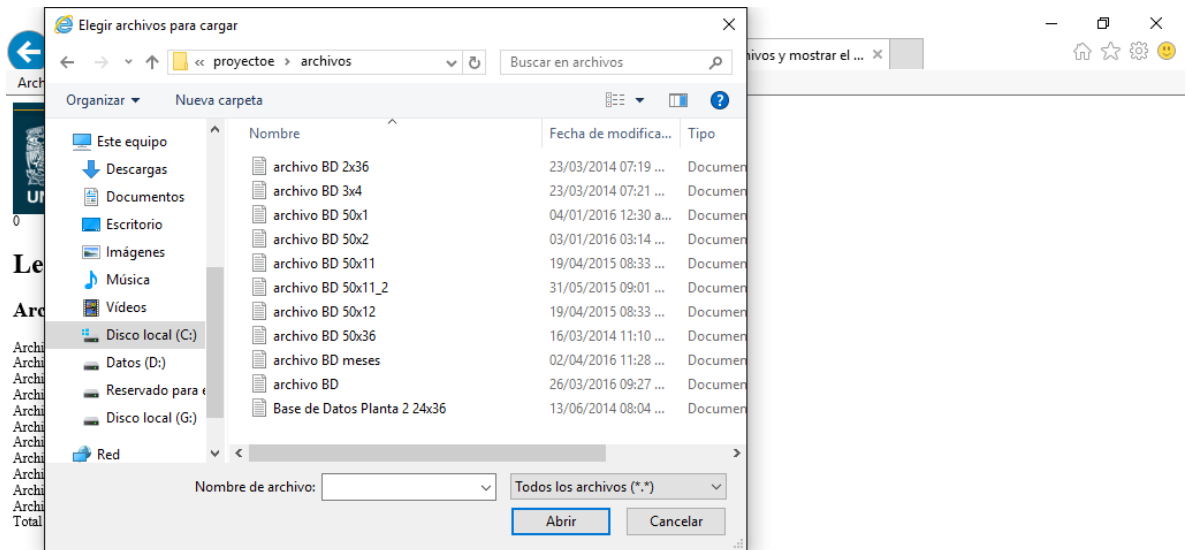
#### **4.5 Lee BD**

Para que el sistema funcione, es necesario alimentar los datos de la empresa con la información base de los 36 meses y los datos del proceso de predicción que queremos realizar, ya sea mensual o validación anual.



Para subir los archivos (Base de datos de 36 y Base de datos 12/N), se realiza lo siguiente:

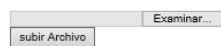
1. Se debe presionar con un clic el botón **examinar**, para elegir la ubicación y el archivo de base de datos que se quiere incorporar al sistema y después presionar el botón **Abrir**, como lo muestra la imagen siguiente:



Subir Archivo: Base de datos 36 meses



Subir Archivo: Base de datos 12/N meses



- Una vez seleccionado el archivo de base de datos, se debe presionar el botón **subir Archivo**. Si el archivo cumple con las especificaciones del apartado 3 que describe las “**Consideraciones para el archivo de base de datos**”, se visualizará en pantalla un mensaje “**Felicitaciones, archivo subido exitosamente**”.

#### 4. Análisis de resultados

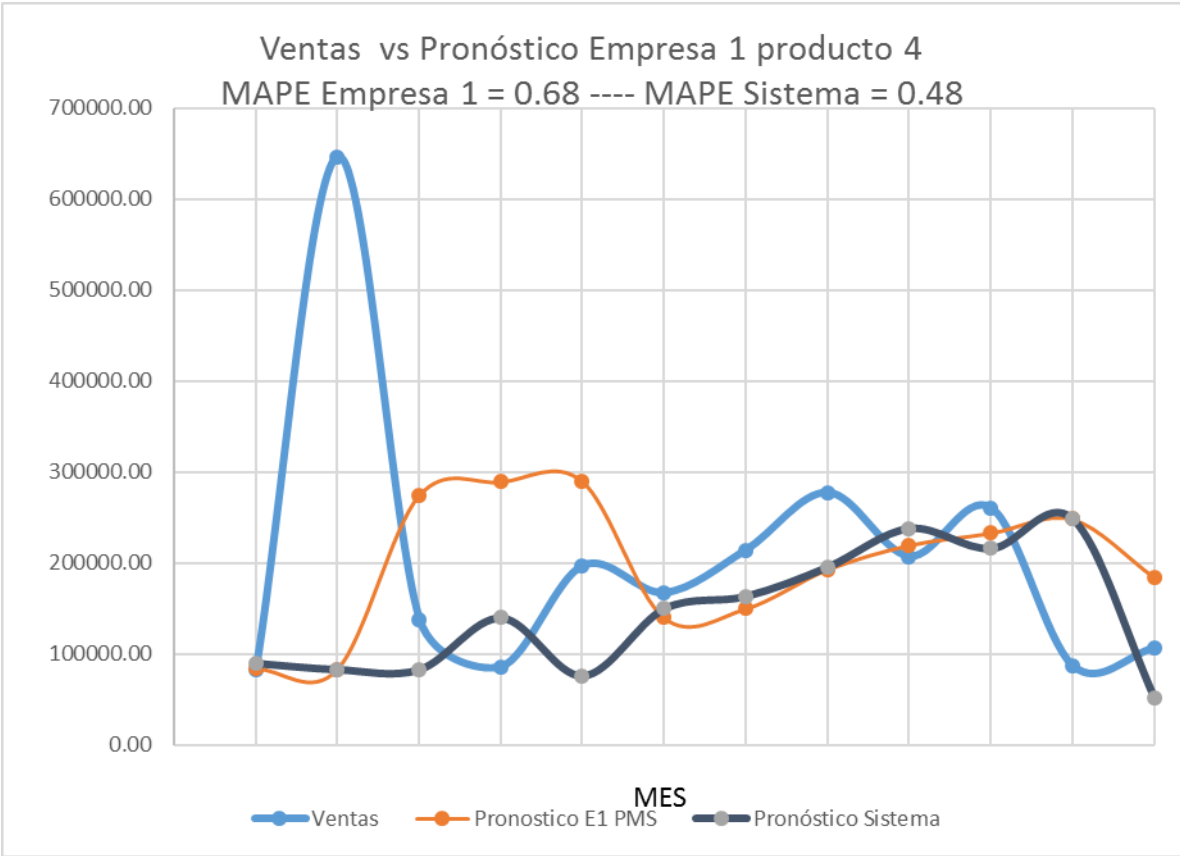
##### PRIMERA ETAPA.

En la figura número 4.1 se representa en la línea roja el pronóstico de empresa 1 con la técnica que utilizaba (promedio móvil simple), en la línea azul se representa la venta real y en la línea azul marino es el pronóstico que calcula el sistema desarrollado. Se puede observar que los pronósticos del sistema se acercan más a los valores de las ventas reales que los valores de la técnica que utilizaba la empresa.

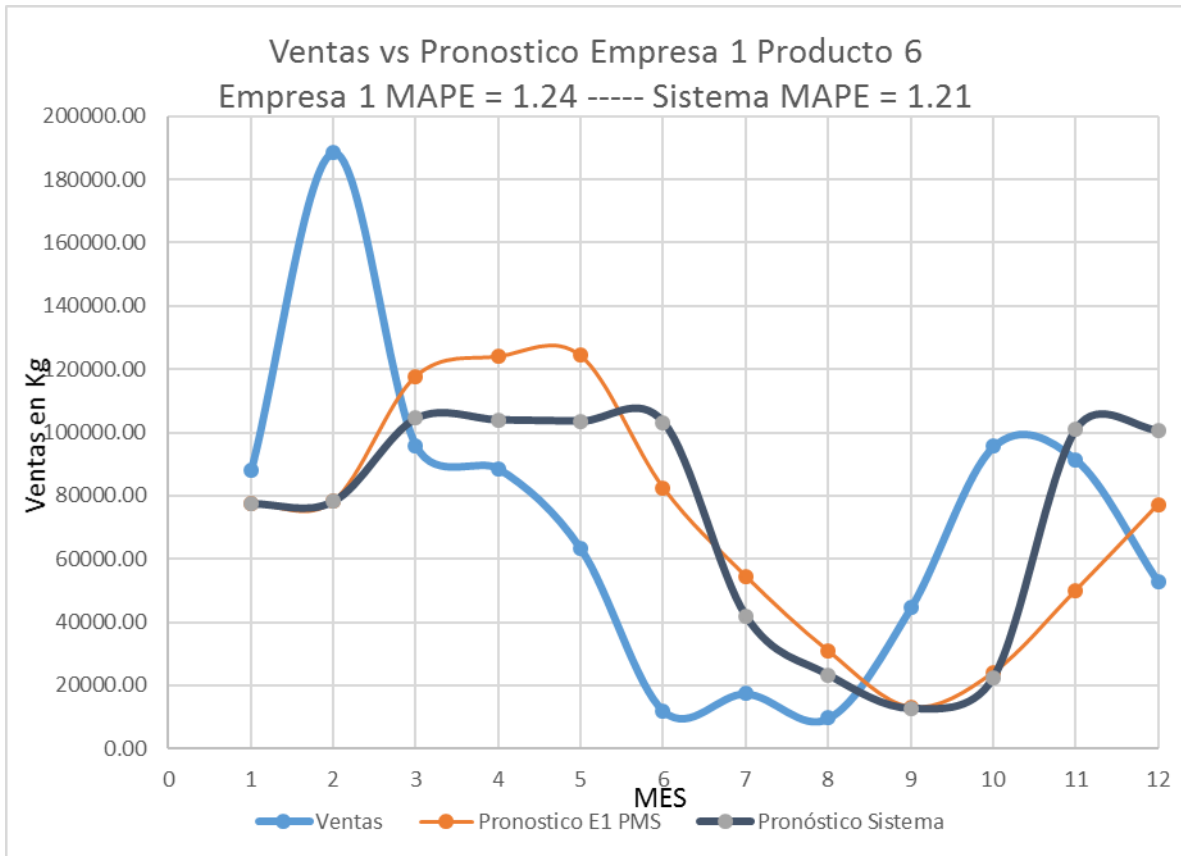


La figura número 4.2 representa el caso en el que el MAPE fue mayor a 0.5, aún en este caso los valores pronosticados por el sistema se acercan más a los valores de ventas reales que los valores pronosticados por la empresa utilizando la técnica de la empresa número 1.

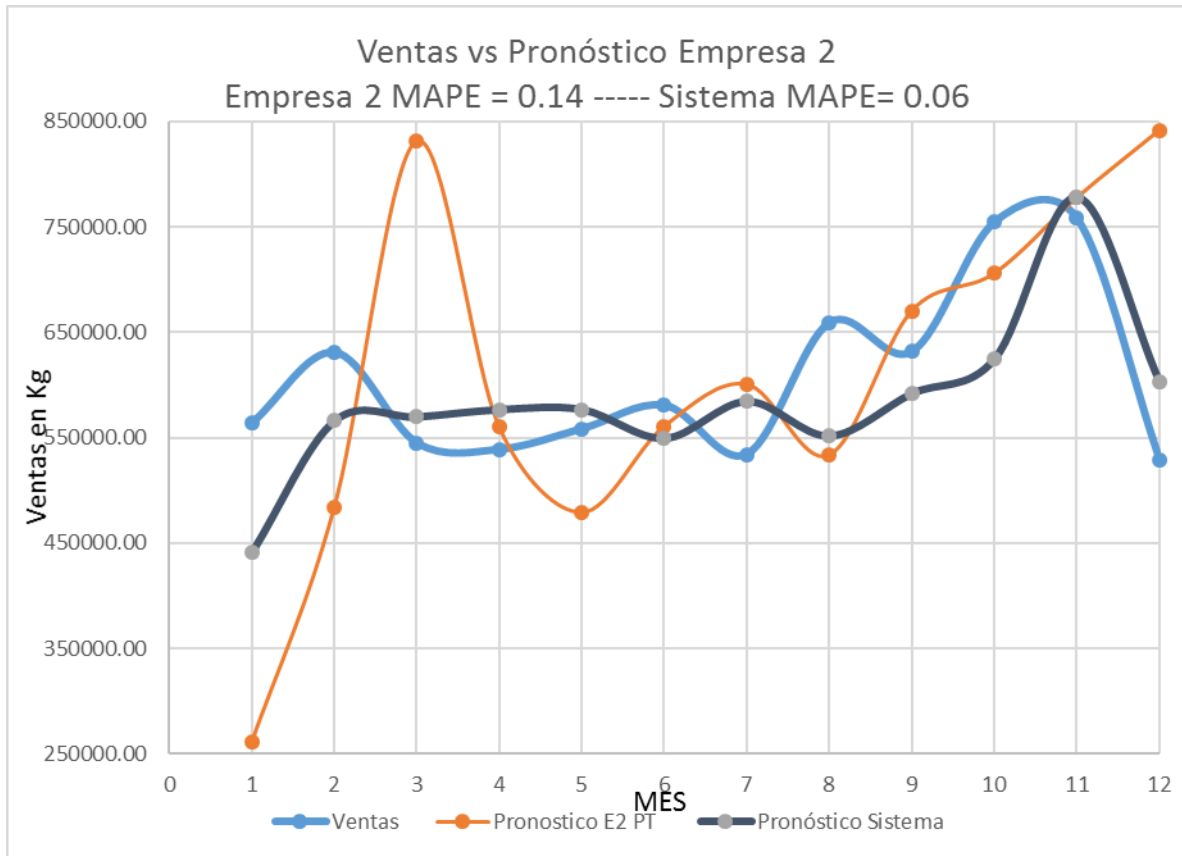
La figura número 4.3 corresponde a un caso de la empresa 2 con un MAPE menor a 0.5, también este caso los valores pronosticados por el sistema se acercan más a los valores de venta real que los valores pronosticados por la técnica utilizada la empresa 2 que era proyección de la tendencia.



**Figura No. 4.1 Gráfica comparativa de las ventas, pronóstico por la técnica de promedio móvil simple y pronóstico del sistema. (Empresa 1).**



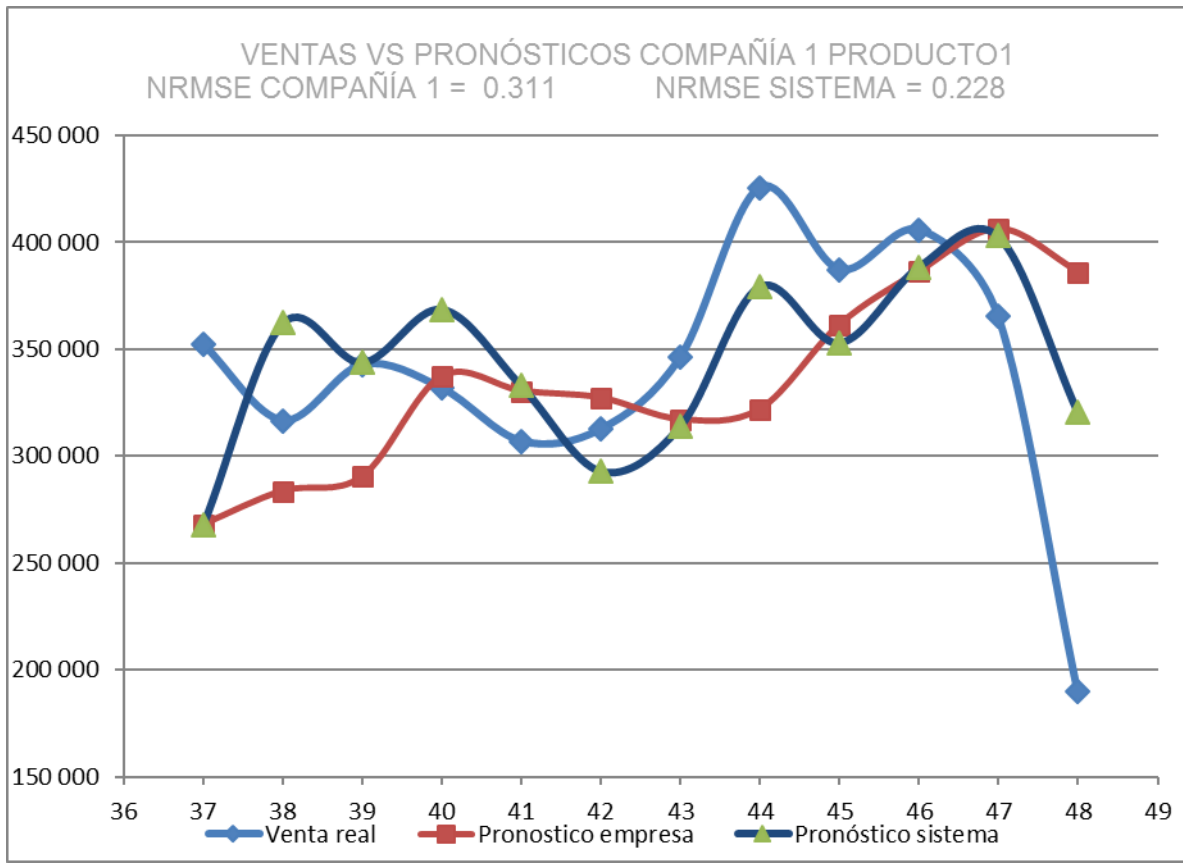
**Figura No. 4.2 Gráfica comparativa de las ventas, pronóstico por la técnica de promedio móvil simple y pronóstico del sistema con MAPE>0.5. (Empresa no. 1)**



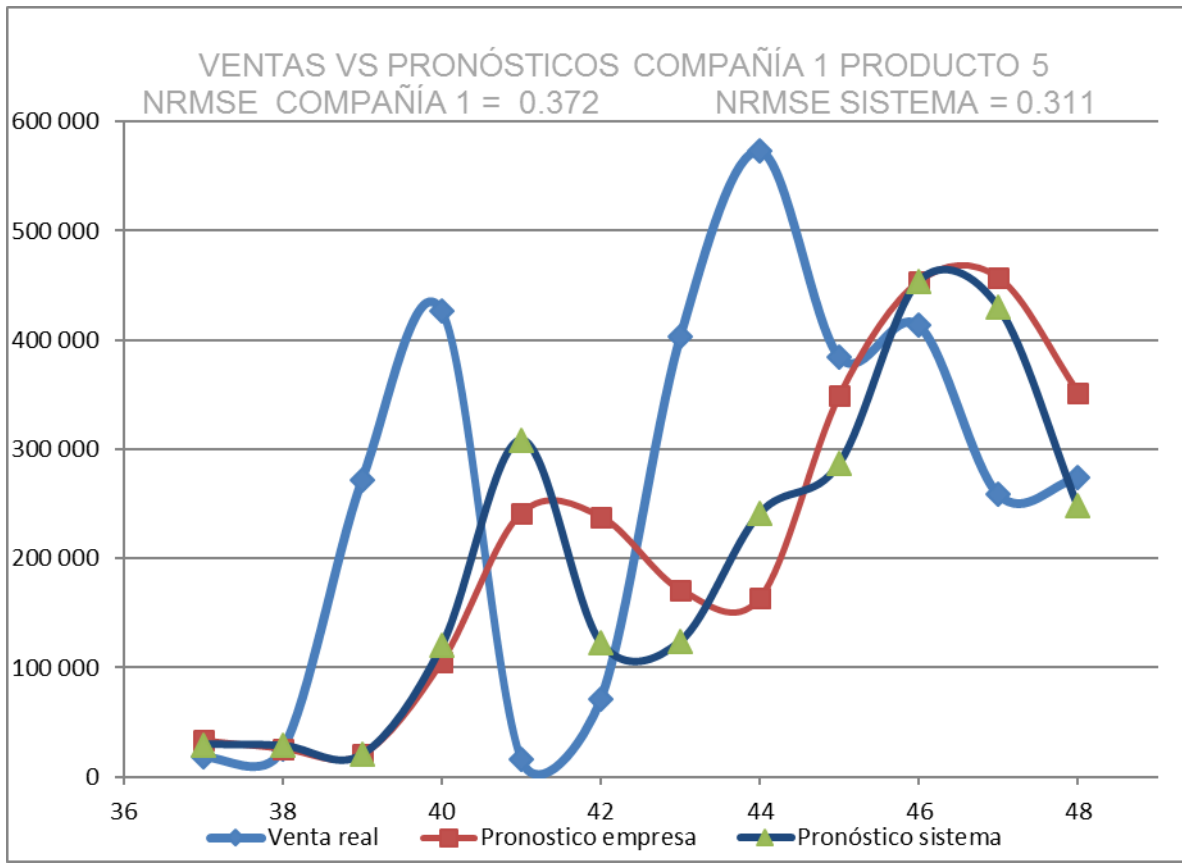
**Figura No. 4.3 Gráfica comparativa de las ventas, pronóstico por la técnica de proyección de la tendencia y pronóstico del sistema. (Empresa 2).**

## SEGUNDA ETAPA

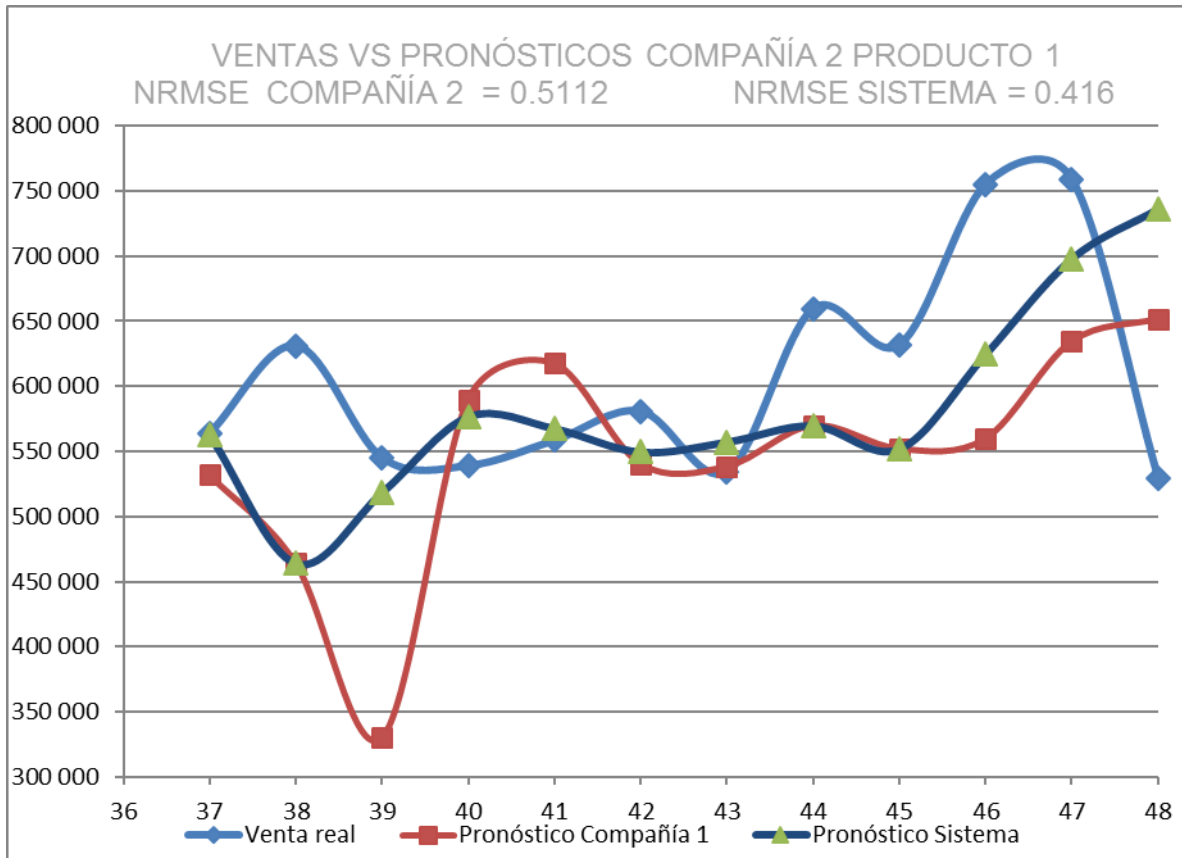
En la segunda etapa, se tienen gráficos con el mismo comportamiento, los pronósticos del sistema se acercan más a las ventas reales con un menor error, en este caso medido como NRMSE. Como se puede ver en las figuras 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7



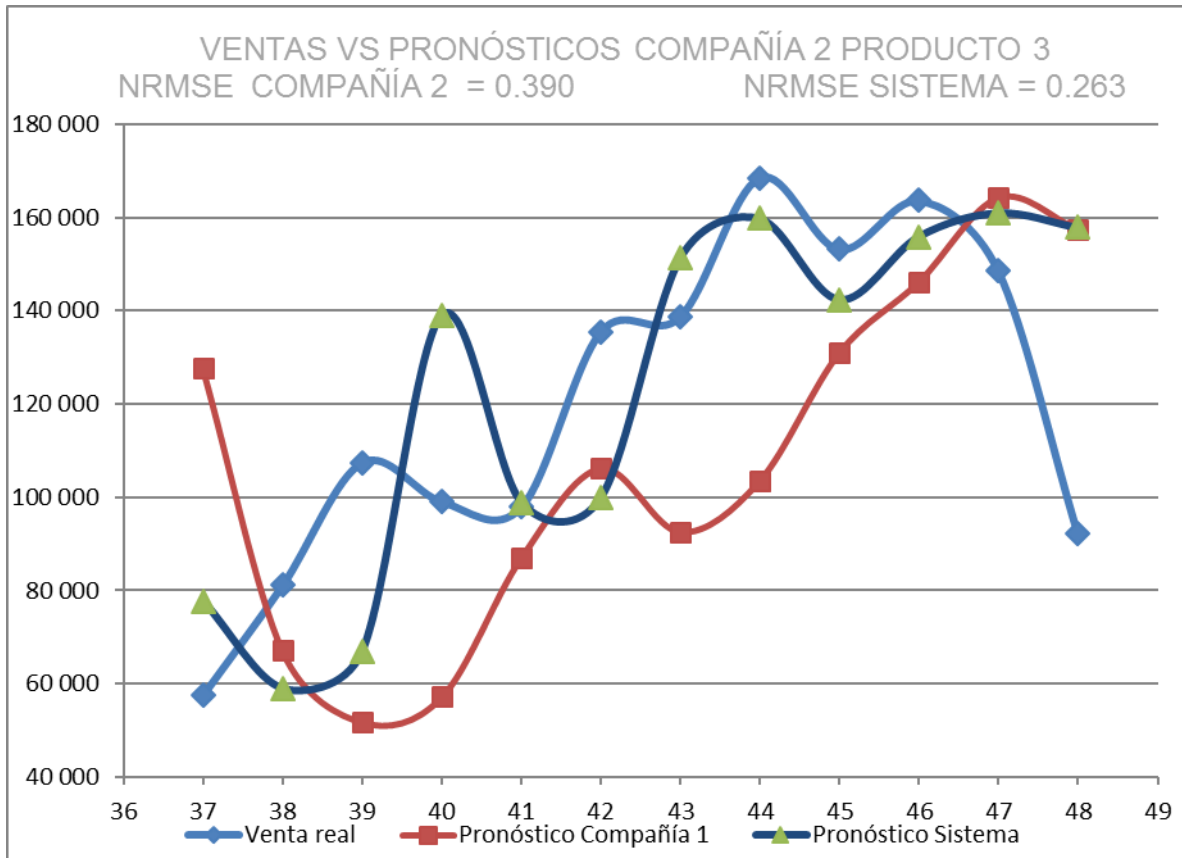
**Figura No. 4.4 Gráfica comparativa de las ventas, pronóstico por la técnica de promedio móvil simple y pronóstico del sistema con NRMSE menor que 0.3. (Empresa 1).**



**Figura No. 4.5** Gráfica comparativa de las ventas, pronóstico por la técnica de promedio móvil simple y pronóstico del sistema con NRMSE mayor que 0.3. (Empresa 1).



**Figura No. 4.6** Gráfica comparativa de las ventas, pronóstico por la técnica de proyección de la tendencia y pronóstico del sistema con NRMSE mayor que 0.3. (Empresa 2).



**Figura No. 4.7 Gráfica comparativa de las ventas, pronóstico por la técnica de proyección de la tendencia y pronóstico del sistema con NRMSE menor que 0.3. (Empresa 2).**

En las gráficas 4.8 y 4.9 se representan los valores de venta reales y los pronosticados por la técnica que se propone doble promedio móvil ponderado y la que utilizaba la empresa promedio móvil simple, en ambos casos la técnica propuesta tiene menor error. Estos gráficos son un ejemplo de que en la empresa uno el 56% de los productos tiene error más bajo con la técnica propuesta que la que utilizaba la empresa de promedio móvil simple.

En las gráficas 4.10 y 4.11 se representan de la misma manera los valores de venta reales y los pronosticados por la técnica que se propone denominada doble promedio móvil ponderado y la que utilizaba la empresa proyección de la tendencia, en ambos casos la mejor técnica resulto ser el doble promedio móvil ponderado. Estos gráficos son un ejemplo de que en la empresa dos el 81.81% de los productos tiene error más bajo con la técnica propuesta que la que utilizaba la empresa

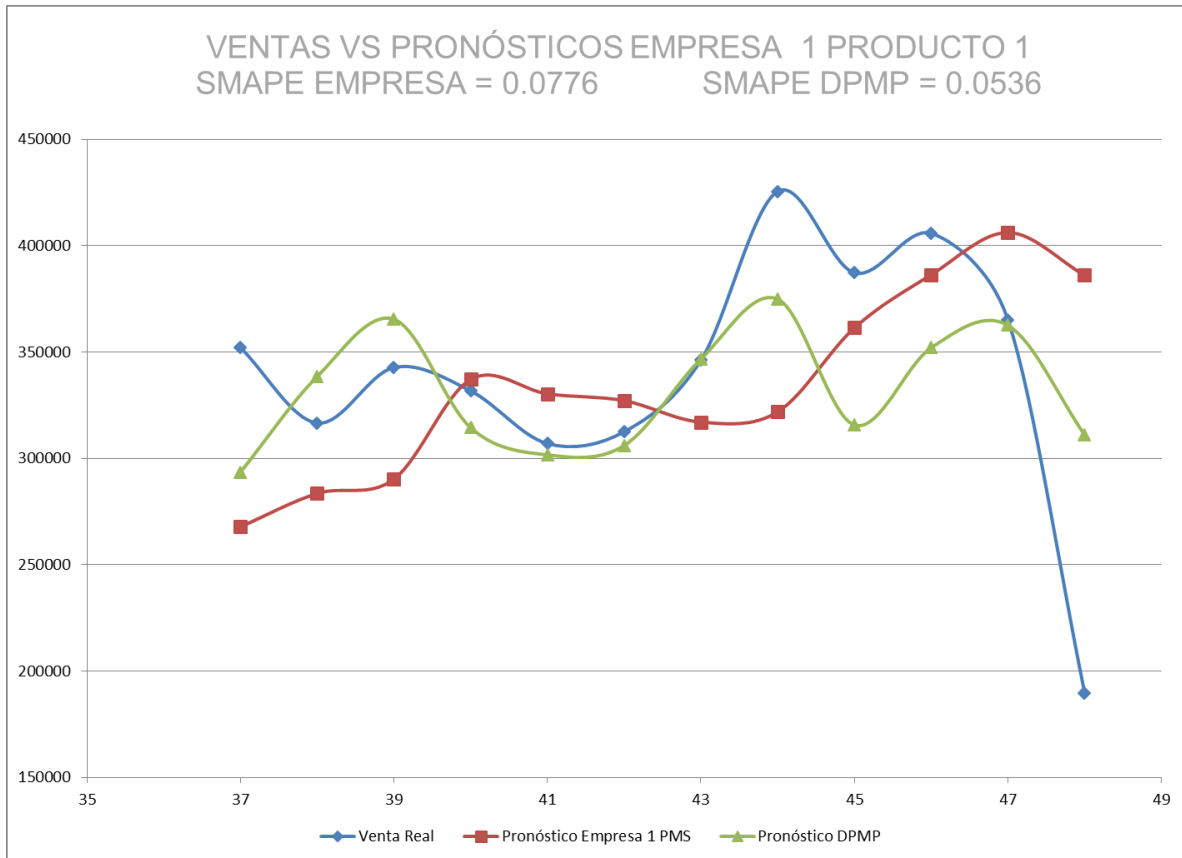


Figura 4.8 Comparación de las ventas reales (línea azul) con el pronóstico de la empresa 1 por la técnica promedio móvil simple (línea roja) y la técnica propuesta doble promedio móvil ponderado (línea verde) con un SMAPE < 0.33.



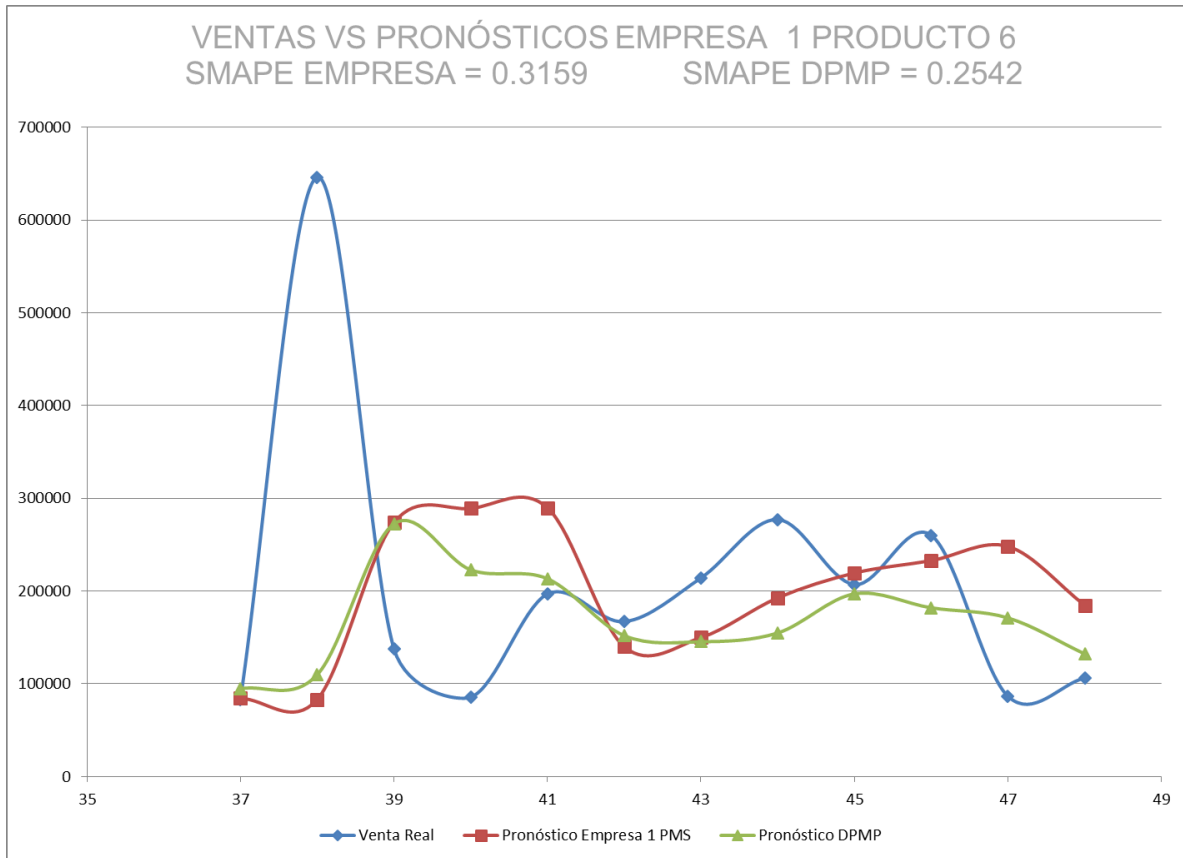


Figura 4.9 Comparación de las ventas reales (línea azul) con el pronóstico de la empresa 1 por la técnica promedio móvil simple (línea roja) y la técnica propuesta doble promedio móvil ponderado (línea verde) con un SMAPE < 0.33.

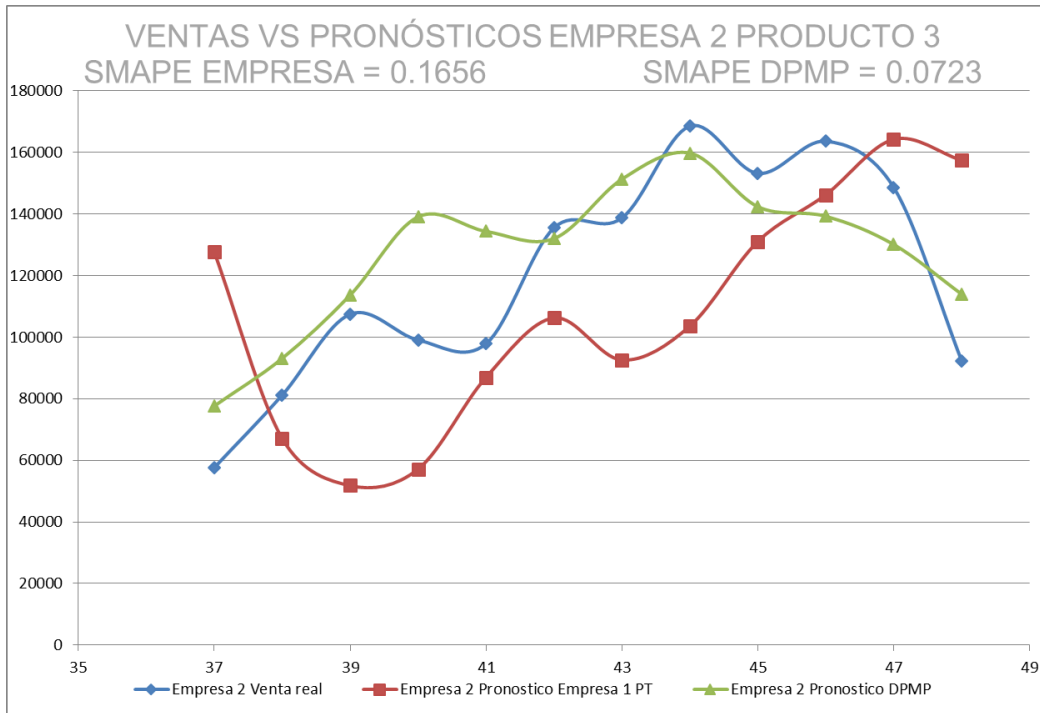


Figura 4.10 Comparación de las ventas reales (línea azul) con el pronóstico de la empresa 2 por la técnica proyección de la tendencia (línea roja) y la técnica propuesta doble promedio móvil ponderado (línea verde) con un SMAPE < 0.33.

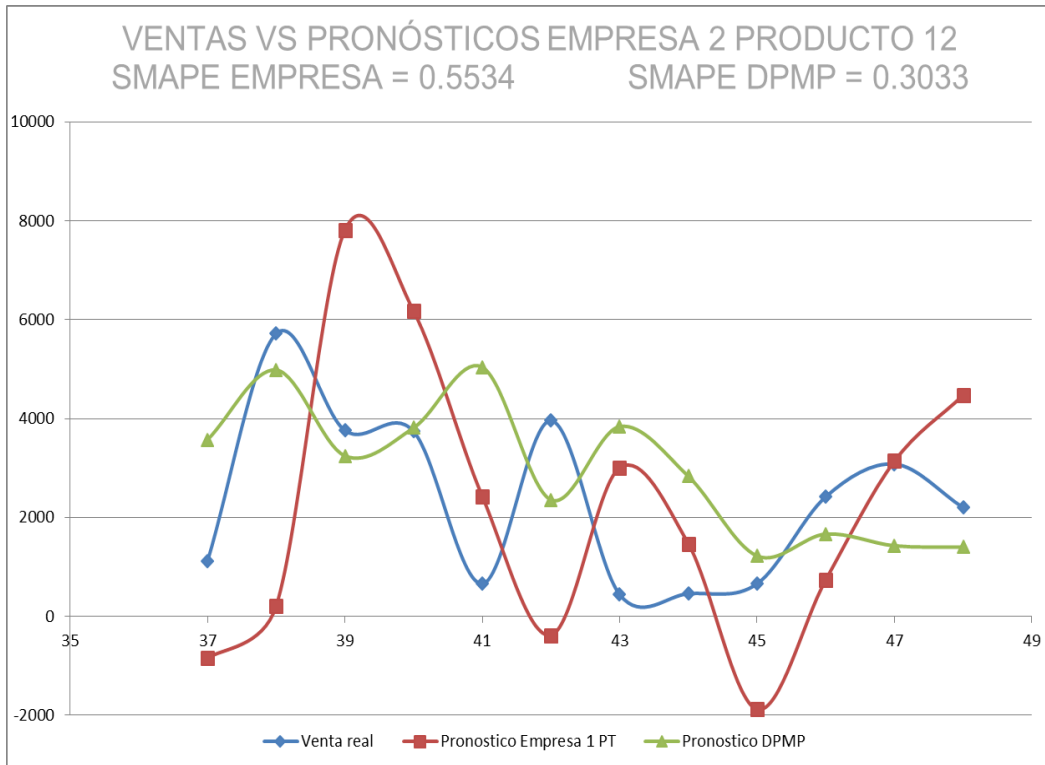


Figura 4.11 Comparación de las ventas reales (línea azul) con el pronóstico de la empresa 2 por la técnica proyección de la tendencia (línea roja) y la técnica propuesta doble promedio móvil ponderado (línea verde) con un SMAPE < 0.33.

Tabla no. 2 Tabla comparativa del valor del error más bajo de las cinco técnicas de pronósticos y la que se propone Doble Promedio Móvil Ponderado en porcentaje de productos analizados.

	EMPRESA 1	EMPRESA 2
Doble promedio móvil ponderado	32.00	13.04
Promedio móvil ponderado	26.00	0
Regresión lineal	16.00	47.82
Suavizamiento exponencial	12.00	4.34
Promedio móvil simple	10.00	26.08

Proyección de la tendencia	4.00	8.69
TOTAL	100	99.97

## 5.-Conclusiones.

Los pronósticos de corto y mediano plazos como los que se requieren para planear las ventas y operaciones pueden ser satisfactorios con modelos simples afirmación que coincide con Adya y Collopy, (1998) y con Chasé, R. (2014).

El sistema que se desarrolló se puede aplicar a otras empresas del mismo giro solo cambiando el tamaño de la matriz del sistema de acuerdo al número de productos y al número de meses a considerar para obtener la técnica de menor error para realizar el pronóstico de ventas.

Las gráficas de los pronósticos de ventas presentan diferentes patrones para cada material (patrón de tendencia, patrón de estacionalidad, patrón de ciclicidad, patrón aleatorio o varios patrones); por lo que es necesario que en cada caso se determine el método de pronóstico más adecuado, este planteamiento coincide con una de las conclusiones de Pérez, et al (2012). Se requiere alimentar el sistema con datos reales mensuales para obtener mediante el programa de computación desarrollado la técnica de pronóstico de menor error mensualmente.

En la primera parte del trabajo se utilizó MAPE (error porcentual absoluto medio) y la técnica más adecuada es la que tenga menor valor de error y se encuentre entre 0 y 0.5. Para patrones con errores mayores que 0.5 se seleccionó la técnica de pronóstico con valor de MAPE más bajo sujeto a corrección por una técnica cualitativa.

De la primera empresa el 34 % y de la segunda el 29.16% de sus productos se obtiene un MAPE menor de 0.5, es decir, se puede utilizar la técnica de valor menor de MAPE para predecir las ventas que representan el 51% de las ventas en el caso de la empresa uno y el 88.56% de las ventas en el caso de la empresa dos.

En las empresas en estudio se determinó que la mejor técnica de predicción es diferente para cada producto, por otro lado, también se determinó que la mejor técnica para un producto varía con el tiempo de acuerdo a las condiciones del mercado por lo que es necesario estar evaluando continuamente la mejor técnica para cada producto en cada momento.

En la segunda parte del trabajo se utilizó para calcular el error: NRMSE (raíz normalizada del error medio cuadrado) y SMAPE (error porcentual absoluto medio simétrico) resultando ésta última medida la más adecuada para cuando se presentan datos de ventas con valor cero.

Del análisis de los datos y de los errores de la empresa dos se encontró que cuando el valor del error es mayor de 0.33 en las ventas reales existen por lo menos dos o más datos de ventas cero (es decir, no hubo venta en esos meses) o hay variaciones de ventas de casi cero comparadas con el resto de los valores de las demás ventas en esos casos se recomienda considerar además una técnica cualitativa para elaborar el pronóstico.

En el caso de la empresa dos el 45.83% de los datos de ventas de sus productos presentan ventas cero o casi cero en dos o más datos por lo que la técnica propuesta resultó ser la tercera de menor error comparada con las otras cinco que se utilizaron, es decir, en casi la mitad de sus productos presentan comportamiento aleatorio y para realizar la predicción de ventas de estos productos se requiere además de la técnica cualitativa, en este caso, método Dephi.

La técnica propuesta doble promedio móvil ponderado para la empresa uno mostro mejor desempeño que las otras cinco técnicas debido a que la mayoría de los productos presentan comportamiento de ventas con varios patrones combinados con estacionalidad y en el caso de la empresa dos la técnica doble promedio móvil ponderado resulto ser la tercera de las seis técnicas utilizadas con error más bajo debido a que el comportamiento de la mayoría de sus productos presenta datos de ventas con comportamiento aleatorio. Por otro lado, la Técnica doble promedio ponderado móvil resulto ser mejor que la técnica empleada en cada empresa, en la primera empresa en el 56% de los productos y en el 81.81% de los productos en la segunda empresa. Para aplicar la técnica doble promedio móvil ponderado se requiere los datos de ventas históricas de tres años para cada producto.

## **6.-BIBLIOGRAFIA**

- Adya, M. and Collopy, F. How effective are neural networks at forecasting and prediction? A review and evaluation, *Journal of Forecasting*, vol. 17, no. 5-6, pp. 481–495, 1998
- Anderson, D., Sweeney, D., William, T., & Camm, J. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México, D. F.: CENGAGE Learning.
- Chase, B. R. y Jacobs F. R. (2014). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministro*. México, D. F.: Mc Graw Hill Education.

Corres, G. A., Esteban, A., Garcia, J. C. y Zarate, C. (2009). Análisis de Series Temporales definición de pronósticos. Revista Ingeniería Industrial. Vol. 8 Issue1, p 21-33.

Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, R. (2004). Administración de producción y operaciones manufactura y servicios. México, D. F.: McGraw-Hill.

Chopra, S., & Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro. México, D. F.: Prentice Hall.

Chu, CH. & Zhang, G. (2003). A comparative study of linear and nonlinear models for aggregate retail sales forecasting, international Journal of Production Economics, 86. 217-231

Collier, D., & Evans, J. (2009). Administración de operaciones servicios y cadena de valor. México, D. F.: CENGAGE Learning.

Durbin, J., & Koopman, S. (2001). Times Series Analysis by space methods. Londres: Oxford University Press.

Everett, E. A., & Ronald, J. E. (2000). Administración de la producción y las operaciones. México, D. F.: Prentice Hall Hispanoamericana.

Hanmias, S. (2007). Production and Operations Analysis. Mexico, DF: McGraw Hill.

Heizer, J. y Render B. (2009). Principios de Administración de Operaciones. México, D. F.: Pearson Prentice Hall.

Henke, J., & Reitch, A. (2001). Business forecasting. New Jersey: Prentice-Hall.

Hill, C. & Jones, G. (2009). Administración Estratégica. México, D. F. Mc.Graw Hill.

Monks, J. (2004). Administración de Operaciones. México, D. F.: McGraw-Hill.

Pérez, R. A., Mosquera, S. A., y Bravo, J. J. (2012). Aplicación de Modelos de Pronósticos en productos de consumo masivo. Biotecnología en el Sector Agropecuario y agroindustrial. Vol. 10 Issue 2, p 117-125.

Taha, H. (2004). Investigación de operaciones, México, D. F.: PEARSON Educación.

Thompson E. (2014) Striking a Balance between Sales and Operations in the Forecasting Process, Journal of Business Forecasting Winter 2013-2014.

Vidal, C., Londoño, J., & Contreras, F. (Septiembre de 2004). Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de

consumo masivo con una bodega y N puntos de ventas. Recuperado el 3 de abril de 2012, de <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&hid=19&sid=dd78005c-4cac-4fec-935b-a02f8fff832a%40sessionmgr10>

Winston, W. (2005). Investigación de Operaciones Aplicaciones y Algoritmos. México, D. F.: THOMSON.

## 7.-APÉNDICES

### 7.1. Registro del software.



CONSULTA EN LÍNEA DE ESTADO DE TRÁMITES DEL INDAUTOR

Para realizar la consulta del estado del trámite, es necesario completar la siguiente información.

Los campos marcados con asterisco (\*) son obligatorios

Forma de presentación del trámite \*

Área de servicio \*

Tipo de trámite \*

Entidad federativa de envío del trámite

¿Cuenta con el número de folio? \*

Número de folio \*

A disposición del usuario en ventanilla del INDAUTOR (14 días hábiles a partir de la fecha de recepción).

RESULTADO DE LA BÚSQUEDA

FOLIO	FECHA DE RECEPCIÓN	FECHA DE RESOLUCIÓN	TÍTULO	ESTADO
03-2016-042510554500-01	2016-04-25	2016-05-16	SISTEMA PARA LA PREDICCIÓN DE VENTAS DE EMPRESAS PROVEEDORAS DE PRODUCTOS QUÍMICOS	TRÁMITE CONCLUIDO

INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR, MÉXICO - ALGUNOS DERECHOS RESERVADOS © 2016



Puebla #143, Col. Roma Norte, Deleg. Cuauhtémoc,  
Ciudad de México, C.P. 06700, Tel. (55)3601 8210 y 16, 01800 2283 400



7.2. La primera parte del trabajo se publicó en: International Journal of Business Administration. Sales Forecasting System for Chemicals Supplying Enterprises. (Received: March 12, 2015, accepted: March 30, 2015. Online Published: XX, 2015  
doi:10.5430/ijba.v6n3p ([URL:http://dx.doi.org/10.5430/ijba.v6n3p](http://dx.doi.org/10.5430/ijba.v6n3p))

## Sales Forecasting System for Chemicals Supplying Enterprises

Ma. Del Rocio Castillo E.<sup>1</sup>, Ma. Magdalena Chain Palavicini<sup>1</sup>, Roberto Del Rio Soto<sup>1</sup> & M. Javier Cruz Gómez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Coyoacán, México

<sup>2</sup> Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Coyoacán, México

Correspondence: M. Javier Cruz Gómez, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Coyoacán 04510, México. Tel: 52-55-5622-5359. E-mail: mjcg@unam.mx

Received: March 12, 2015

Accepted: March 30, 2015

Online Published: April 21, 2015

doi:10.5430/ijba.v6n3p39

URL: <http://dx.doi.org/10.5430/ijba.v6n3p39>

### Abstract

In Mexico, the chemicals supplying enterprises have a hard job trying to make its operations planning. The difficulty is created by a combination of handling a large number of products and changeable consumption patterns of each customer. To simplify the operation planning task of those enterprises, a simplified system was envisaged and programmed. This free access and friendly software gives more accurate sales forecasts than the currently obtained by the chemicals suppliers. The developed software is written in PHP language (for web development dynamic content) and HTML (for making Web pages) and by the use of XAMPP software (Apache server module), runs on different operating systems. This program applies five quantitative sales forecasting techniques for each marketable product, with continuous error assessment, in order to select case by case, the monthly more accurate prediction method. The proposed system has been already applied in two companies; the first one used simple moving average, as a quantitative technique to predict its sales, and expert opinion as qualitative technique; the second company used trend projection as quantitative, and Delphi Method as qualitative techniques. Both companies consider that a suitable sales prediction is the starting point for good operations planning. For each product it is required to use a different technique, because the behavior of historical sales in each case is different. The proposed system allows identifying the lowest mistake technique to apply in the following sales monthly forecast, which is necessary to properly plan the operations in the companies under study. Based on the sales data of the last three years it is possible to make a yearly sales forecast, but each month, the monthly forecast should be updated with the last month data.

**Keywords:** sales forecast, sales software, forecasting techniques, prediction algorithm, minimum error

### 1. Introduction and Background

Effective planning, in short and long term, depends on demand forecasts for the company products (Heizer, J. (2009)). Good forecasts are crucial to all business aspects: Demand forecast is the only useful data until the actual demand is known. Therefore, demand forecasts guide decisions in many areas: human resources, capacity management and supply chain.

Forecasting is fundamental in any planning effort (Chase, R. (2014)). In the short term, forecast is needed to predict the material, products, services or other resources to respond to changes in demand. Forecasts allows to adjust schedules and vary labor and materials. In the long run, it is required to predict the basis for strategic changes, such as the development of new markets, new products or services and expand or build new facilities.

Sales and operations planning is a process that helps to provide better customer service, handling of lower inventories, offer shorter delivery time to customers, stabilize production rates and facilitate management business. It does not matter that, owing to changing markets, the chemicals supplying enterprises have troubles with operations scheduling and inventories management; they are a fundamental component in the national economy.

The chemicals supplying enterprises demands are highly variable in volume and presentation; their customers vary from a small hardware store, up to an auto assembler factory, passing through: pharmaceutical, chemical, petrochemical and polymer companies, paints and varnishes manufacturers, etc. In some companies, they handled up to 500 different materials and have up to 1000 clients; all of this complicates their operations planning.

Because of the above chemicals supplying enterprises problems, a system to forecast their sales with the best possible accuracy is proposed. The system, (algorithm and software) for the yearly or monthly sales prediction, calculates a

possible sales number for each product using five techniques, evaluates the error of each of them and selects the lowest error technique; from which the sales forecast for each product is proposed. The goal is to make effective plans in order to properly satisfy the customer demands.

According to Thompson, (2014) the key to a most efficient Supply Chain is forecast, which very much depends on people, process, and technology. In order to gain participation from Sales, we need to

- 1) Educate Sales people so that they understand why forecasting is essential.
- 2) Developing a well-structured forecasting process.
- 3) Clearly define roles and responsibilities, and
- 4) Make access to systems easy to use to facilitate their participation.

## **2. Forecasting Techniques**

### *2.1 Forecasting Definition*

Forecasting, according to Everett et al. (2000), is to use past data to determine future events. Forecasts are often used to predict consumer demand for products or services, although they can predict a wide range of future events that could potentially influence the success way. Forecasting is the art and science of predicting future events. It may involve the management of historical data to project future, through some kind of mathematical model. It can be a subjective or intuitive prediction of future, or a combination of both, i.e., a mathematical model adjusted for the judgment of an administrator.

Forecasting, according to Corres, G. (2009), involves the estimation and analysis of future demand for a particular product, component or service, through different forecasting techniques. The forecast of future demand is central to any operations planning.

At the organizational level, the sales forecast is an essential input for any decision in many functional areas: sales, production, purchasing, finance and accounting. The forecasts are also needed in the distribution and supplying plans. The importance of a sales forecast with a manageable error margin is critical to the efficient management of inventories. This was in large part recognized by several authors (Chu & Zhang, 2003).

### *2.2 Basic Principles of Forecasting*

Anderson et al. (2011), give the next three basic principles for forecasting:

- Forecasts are not perfect, have an error margin.
- Most of the forecast techniques assume the existence of some stability in the system.
- Forecasts on aggregate products are more stable.

### *2.3 Horizons of the Forecast*

Usually, a forecast is classified by the covered future time horizon. The time horizon is classified into three categories:

1. Short-Term Forecast: It has an extension of time up to one year, but usually less than three months. It is used to plan purchasing, scheduling work, determining levels of labor, assign work, and decide production levels.
2. Medium-term Forecast: Frequently a medium-term forecast, or intermediate term, has an area of between three months and three years. It is used to plan sales, production, budget and cash flow as well as to analyze different operating plans.
3. Long-term Forecast. Usually its extension is 3 years or more. These forecasts are used to plan the manufacture of new products, capital expenditures, location or expansion of facilities, and research and development.

The medium and long term forecasts are distinguished from short-term ones by three characteristics:

First, medium and long-term forecasts handle general aspects and support to administrative decisions concerning the products, plants and processes planning. The implementation of some decisions about facilities, may take 5-8 years since its conception until its termination.

Second, the short-term forecast usually employs different methodologies, than the longer ones. The mathematical techniques commonly used in short-term forecasts are: moving averages, exponential smoothing and trend extrapolation. The less quantitative methods are useful for taking decisions such as those related with the introduction of new products in the near future.

Finally, short-term forecasts tend to be more accurate than long-term ones. Factors influencing demand change daily. Therefore, as the time horizon lengthens, the forecast accuracy decreases. So it is necessary to state that sales forecasts should be used regularly to maintain its value and integrity. After each period of sales, forecasts should be reviewed and updated.

#### 2.4 Forecasting

By taking decisions, according to Taha, (2004), future plans are developed. Then the data describing the decision situation should represent what will happen in the future. For example, within inventory control, decisions are based on the nature of article demand for a determined planning horizon. Also, in financial planning, it is needed to predict the pattern of cash flow over time.

Prediction Techniques (Durbin & Koopman, 2001) are widely used in the production management and inventory systems. They are frequently applied in a variety of situations, such as quality and process control, financial planning, marketing, investment analysis and distribution planning.

Two important prediction methods are extrapolation and causal prediction (Winston, (2005)). Extrapolation methods are used to predict future values of time series from past values of a time series. In a forecasting method by extrapolation, it is assumed that the sales patterns and trends will continue in future months. These methods do not take into account what caused the previous data, they simply assume that past trends and patterns will continue in the future. Causal prediction methods are intended to predict future values of a variable (called the dependent variable) using the above information, to estimate the relationship between the dependent variable and one or more independent variables.

The generally accepted techniques, according to Henke & Reitch, (2001), for preparing forecasts are divided into two categories: qualitative and quantitative techniques.

The qualitative techniques are expert opinion panel, Delphi method, sales force composition and market survey.

The quantitative techniques are time-series and causal techniques. The time-series techniques are simple weighted, exponential moving average, double exponential smoothing with adjustable trend, trend projection and series decomposition; while the causal techniques are simple linear regression and multiple linear regression.

The choice of method or methods depends on the costs involved, the forecasting purpose, the reliability and consistency of historical sales data, the time available to make the forecast, the type of product, the market characteristics and the availability of the necessary information and expertise of those responding to the forecast. The enterprises usual practice is to combine several forecasting techniques.

##### 2.4.1 Qualitative Techniques

###### 2.4.1.1 Expert Opinion Panel

It is based on the intuition of one or more experienced executives regarding products stable demand. Its disadvantage is that it is influenced by recent events.

###### 2.4.1.2 Delphi Method

Experts make the global and/or product by product sales predictions. A facilitator provides the experts with the average of the sales forecast and the reasons for their judgments. The experts revise their previous estimates and make new ones. The procedure is repeated until the achievement of a reasonable consensus. It is a highly accurate forecasting method.

###### 2.4.1.3 Sales Force Composition

A technique used to project the future demand for a good or service based on the total amount that each salesperson anticipates being able to sell in their region.

###### 2.4.1.4 Market Survey

The study of the spending characteristics and purchasing power of the consumer

##### 2.4.2 Quantitative Techniques

###### 2.4.2.1 Techniques for Time Series

Historical data from company sales is used to discover trends in seasonal, cyclical and random or erratic type. It is an effective method to produce reasonably stable demand.

**Simple moving average (SMA).** This technique involves calculating the average of the  $n$  most recent values and uses it as a forecast for the next period. By moving averages it is possible to determine if there is a seasonal factor within the time interval under consideration.

$$SMA = \frac{\text{Sum of (n) previous values}}{n}$$

**Weighted moving average (WMA).** This technique involves calculating the average of the  $n$  most recent values giving a different "weight" in the forecast for each of the values involved.

$$WMA = \frac{\sum \text{Value} * \text{Weighth}}{\sum \text{Weighth}}$$

**Exponential moving average (EMA).** This is a type of moving average, where the forecast for the next period is based on all previous data. The most recent data has a greater weight in the forecast. The weighting for each older datum decreases exponentially, never reaching zero.

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

Smoothing constant  $\alpha = (0, 1)$

$F_{t-1}$  = the previous forecast

$F_t$  = forecast

$Y_{t-1}$  = previous data

Requires initialized, for example:  $F_1 = Y_1$

**Double Exponential smoothing with adjustable trend.** This is a type of smoothing that includes a special coefficient to detect a trend behavior and a coefficient for the overall behavior of the series.

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

$$T_t = (1 - \beta) T_{t-1} + \beta (F_t - F_{t-1})$$

$$FIT_t = F_t + T_t$$

$T_t$  = smoothed trend for the period  $t$

$\beta$  = smoothing constant for trend (0.1)

$\alpha$  = overall smoothing constant (0.1)

$F_t$  = simple exponential smoothing for the period  $t$

$FIT_t$  = forecast including the tendency for the period  $t$

Requires initialized, for example:  $F_1 = Y_1$  and  $T_1 = 0$

**Trend Projection** is used to analyze the data sets and project a linear trend in the future. The least squares method is used to find the best trend line with time as the independent variable.

$$Y = b0 + b1 X$$

Where:

$Y$  = the predicted value

$b1$  = the slope of the trend line

$b0$  = intercept

$X$  = time of the forecast

**Series decomposition** is used to analyze the data series based on the behavior of its components. There are two basic models to describe the data of a time series: Multiplicative and additive model.

Multiplicative model

$$Y_i = (T_i) (S_i) (I_i)$$

Additive model

$$Y_i = T_i + S_i + I_i$$

Where:

$T_i$  is the linear trend rate

$S_i$  is the index of the component seasonal

$I_i$  is the index of the irregular component

#### 2.4.2.2 Causal Techniques

**Simple linear regression.** This is a casual approach that seeks to relate and explain the variation in the data of an indicator, as a result of a variation in a particular cause. Applied and analyzed along with the correlation coefficient and determination coefficient to interpret the explanation.

The model is:

$$Y = b_0 + b_1X$$

Where:

$b_0$  is the intercept

$b_1$  is the slope of the linear relationship

$b_0, b_1$  are obtained by the minimum squares method.

**Multiple Linear Regression.** Multiple linear regression attempts to model the relationship between two or more explanatory variables and a response variable by fitting a linear equation to observed data.

#### 2.4.3 Sources and Type of Error in the Forecast

The present system assumes that a proper screening and correction of the data and the data errors was already made.

The software determines the forecast techniques behavior and their errors, by the following calculations:

$$\text{Forecast error} = \text{actual value} - \text{predicted value}$$

QME: Quadratic mean error

MAPE: Medium absolute percentage error

MAD: mean absolute deviation

#### Most common error measurements

$$QME = \sqrt{\frac{\sum (\text{forecast error})^2}{n}}$$

$$MAD = \frac{\sum |\text{forecast error}|}{n}$$

$$MAPE = \left[ \frac{\sum |\text{forecast error}|}{\text{actual value}} \right] / n$$

Control signal (tracking)

$$\text{Tracking} = \frac{\sum (\text{forecast error})}{MAD}$$

### 3. Seven Steps in the Forecasting System

For the present development, the seven steps proposed by Heizer, J. (2009) in order to initiate, design and implement a forecasting system, were taken on account, as follows:

I. Determine the usage of Forecast: Chemicals sales forecasts will be used by the chemicals suppliers in order to better plan their operations.

II. Select the aspects to predict: Chemicals sales forecast based on each company historical sales data.

III. Determine the time horizon of the forecast: The system will be handling the short-term forecast, with an extension of time up to one year.

IV. Select forecasting models: The models used by the present system are: Simple moving average, weighted moving average, trend projection, exponential smoothing and simple linear regression. In some cases, it is also required the use of qualitative techniques.

Besides the selection of the forecasting models, it was also selected the MAPE (mean absolute percentage error), as a programmable assessment technique for the goodness degree of the forecasting models.

V. Compile the necessary data for the Forecast: Chemicals sales historical data for three years were collected and properly grouped in order to be used by the forecasting software. A database example for company 1 historical sales data (2010-2012) is shown in the following table. In the case of the company 2, 21 products were analyzed.

Table 1. Data product 1 and 2 of the first company during 12 months of three years

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.1	85,999	109,149	161,386	158,400	145,908	133,005	252,688	474,882	374,347	222,749	309,505	356,227
II.1	375776.328	377311.784	514939.156	317637.977	236617.238	254699.476	405069.784	530239.028	258920.28	319859.776	360972.504	296114.38
III.1	310,167.04	388,850.60	359,335.59	277,029.57	293,032.09	315,182.73	362,608.44	348,899.86	246,059.14	304,941.33	296,499.82	202,061.98
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.2	337,032	299,402	381,836	387,605	457,823	525,706	572,672	449,388	525,816	374,428	522,622	310,347
II.2	503063.68	414015.338	450512.531	396477.384	412443.725	250992.838	250407.561	218011.621	303665.456	179865.324	11910.85	20337.2928
III.2	159,718.39	267,212.41	186,576.23	148,557.23	269,495.35	180,390.53	97,987.50	309,858.61	241,382.11	210,572.48	220,952.94	138,479.35

VI. Perform Forecast: An algorithm was made (See Figure 1.) in order to: a) Calculate the sales forecast by the five chosen quantitative techniques: simple moving average, weighted moving average, exponential smoothing, trend projection and simple linear regression, b) Draw graphics of the historical data and the five techniques calculations results, c). Calculate the MAPE error and d) Select the lowest error forecast technique.

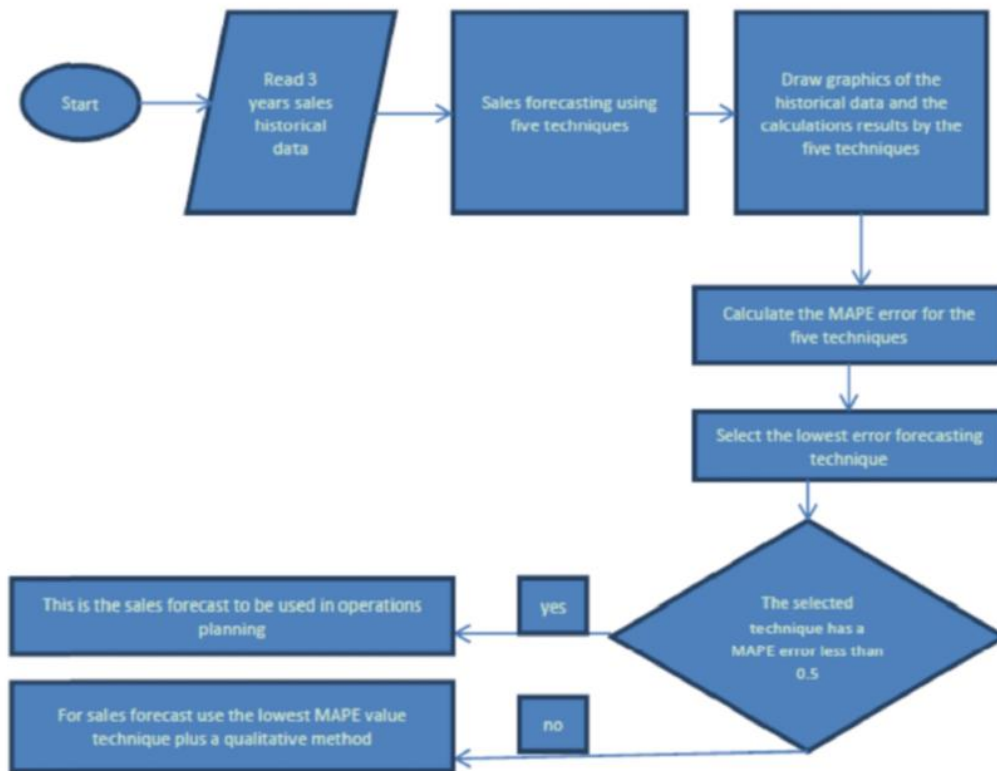


Figure 1. Algorithm used by the computer program

Once the algorithm was developed, a computer program in HTML (*Hyper Text Markup Language*) and PHP language (*Personal Home Page Tools*) was written. The apache server module of XAMPP free software is used; this module allows accommodate the program.

The program has features that allow making the calculations enumerated in the algorithm. The sales forecast is obtained from the technique with the minor error, if this has a MAPE value less than 0.5. But when the minor error technique has a MAPE value greater than 0.5, the forecast values obtained from this technique require a correction made by a qualitative method. As an example, it is mentioned that for this study, company 1 uses expert opinion and company 2 uses Delphi Method as the qualitative methods.

A manual for the use of the computer program was also written with the following contents: system installation, system implementation considerations for archiving database and system menu. The manual and the software can be obtained from any of the authors.

VII. Validate and implement results. Program results are compared with those obtained previously in Excel to verify the proper functioning of the program developed. The test was performed both with random numbers and the data from two companies. Whoever wants to use the program should make monthly sales updates to produce the new sales forecasts.

**4. Analysis of Results**

In Figures 2, 3 and 4 are made representations, for different products, of the actual sales by the light blue lines, company sales forecast by the orange line, and the sales forecast obtained by the present system by the dark blue line. Company 1 obtained its forecasts of Figures 2 and 3 by simple moving average, and company 2 obtained its forecast of Figure 4 by trend projection. It can be seen that the system forecasts are closer to the actual sales values that the technique used by the companies.

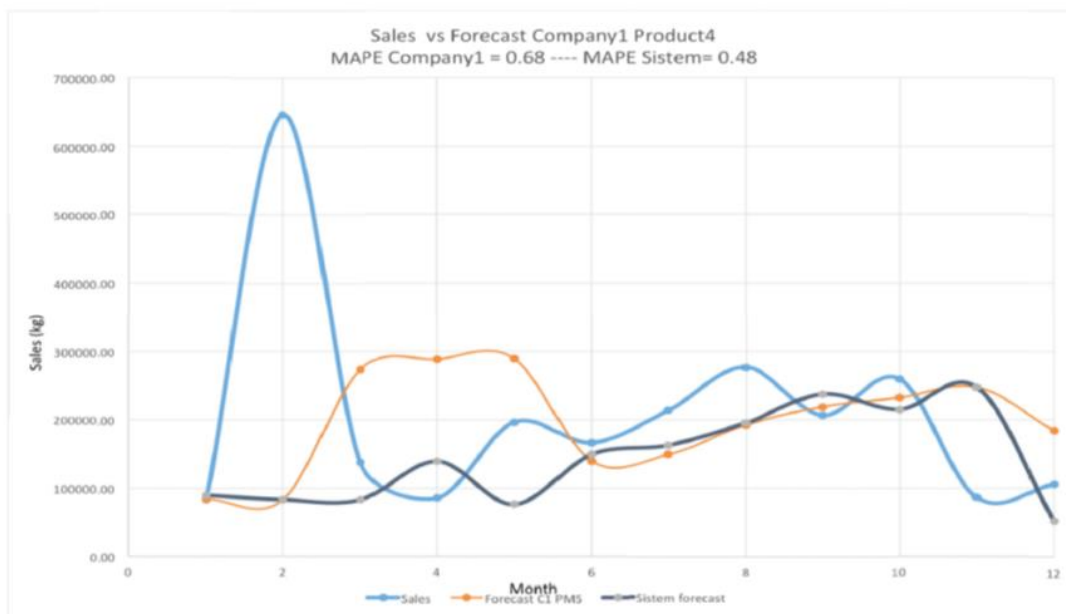


Figure 2. Comparison of the actual sales (Light blue line), with the sales forecast obtained by the simple moving technique in Company 1 (Orange line), and the values obtained by the present forecast system (Dark blue), with a MAPE < 0.5



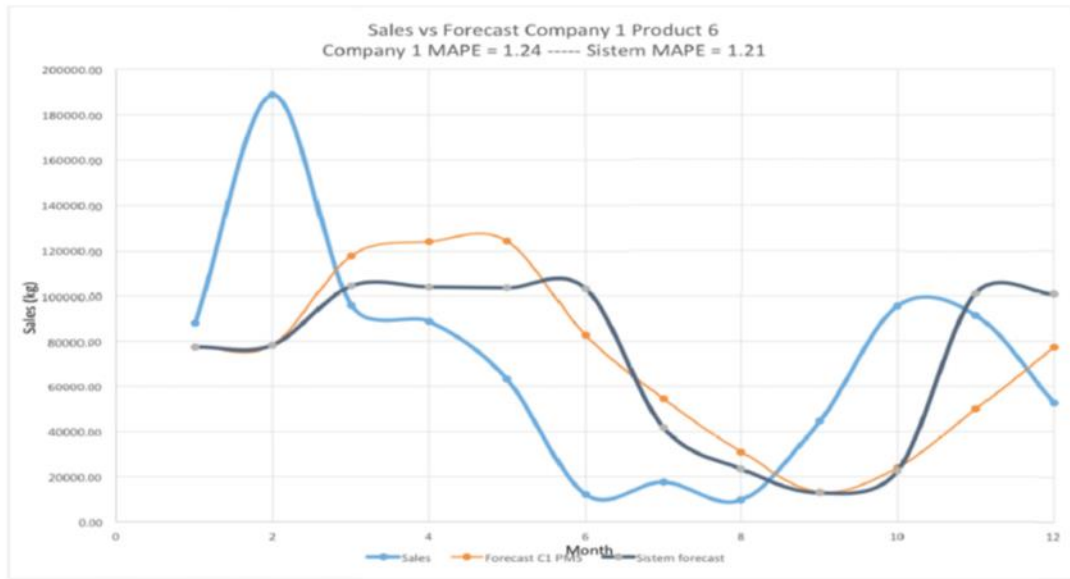


Figure 3. Comparison of the actual sales (Light blue line), with the sales forecast obtained by the simple moving technique in Company 1 (Orange line), and the values obtained by the present forecast system (Dark blue), with a MAPE > 0.5



Figure 4. Comparison of the actual sales (Light blue line), with the sales forecast obtained by the trend projection technique in Company 2 (Orange line), and the values obtained by the present forecast system (Dark blue), with a MAPE << 0.5

## 5. Application of Results

The system developed can be applied to other companies in the same business by just changing the system matrix size in accordance to the number of products and months to be considered for the minor error technique in the sales forecasting system.

## 6. Conclusions and Future Research

The graphs of sales forecasts show different patterns for each material (trend, seasonal, cyclical, random, etc.); so it is necessary that in each case the most appropriate method of forecasting is determined. This approach is consistent with the findings of Perez, et al. (2012). It is required to feed the system with real monthly data for using in the developed computer program.

The best technique is the one with the lowest MAPE error value and it should be between 0 and 0.5. For cases with MAPE error greater than 0.5, the values obtained by the selected forecasting technique should be subjected to a correction by a qualitative technique.

In the present work, in 34% of the company 1 products and 29.2 % of the company 2 products, a MAPE error less than 0.5 were obtained. This products or chemicals represent 51% and 89% of the respectively total sales for companies 1 and 2.

The best prediction technique is different for each product. It was also determined that the best technique for a product varies with time according to market conditions, so it is necessary to be continually evaluating the best technique for each product at all times. We are currently working, on determining the number of periods to consider for each sales forecast in order to determine a significant MAPE value, and also in testing other error calculation methods to improve the forecasting system.

## References

- Anderson, D., Sweeney, D., William, T., & Camm, J. (2011). *Quantitative methods for business*. Mexico, DF: Leaning CENGAGE.
- Chase, B. R., & Jacobs, F. R. (2014). *Operations Management. Production and supply chain*. Mexico, DF: Mc Graw Hill Education.
- Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, R. (2004). *Production and Operations Management manufacturing and services*. Mexico, DF: McGRAW-HILL.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Supply chain management*. Mexico, DF: Prentice Hall.
- Chu, C. H., & Zhang, G. (2003). A comparative study of linear and nonlinear models for aggregate retail sales forecasting. *International Journal of Production Economics*, 86, 217-231.
- Collier, D., & Evans, J. (2009). *Operations management services and value chain*. Mexico, DF: CENGAGE Learning.
- Corres, G., Esteban, A., García, J. C., & Zarate, C. (2009). Time Series Analysis forecasts definition. *Industrial Engineering Magazine*, 8(1), 21-33.
- Durbin, J., & Koopman, S. (2001). *Times Series Analysis by space methods*. London: Oxford University Press.
- Everet, A., & Ronald, J. E. (2000). *Administration production and operations*. Mexico, DF: Prentice Hall Hispano American.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principles of Operations Management*. Mexico, DF: Pearson Prentice Hall.
- Henke, J., & Reitch, A. (2001). *Business forecasting*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Hill, C., & Jones, G. (2009). *Strategic Management*. Mexico, DF: Mc.Graw Hill.
- Monks, J. (2004). *Operations Management*. Mexico, DF: McGRAW-HILL.
- Perez, R. A., Mosquera, S. A., & Bravo, J. J. (2012). Application of Forecasting Models in consumer products. *Biotechnology in the Agricultural Sector and Agroindustrial*, 10(2), 117-125.
- Taha, H. (2004). *Operations Research*. Mexico, DF: Pearson Education.
- Thompson, E. (2014). Striking a Banlance between Sales and Operations in the Forecasting Process. *Journal of Business Forecasting*, Winter, 2013-2014.
- Vidal, C., Condoned, J., & Contreras. (2004, September). Application of inventory models in a supply chain consumer products with a Bogeda and N outlets. Retrieved April 3, 2012, from <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&hid=19&sid=dd78005c-4cac-4fec-935b-a02f8fff832a%40sessionmgr10>
- Winston, W. (2005). *Operations Research Applications and Algorithms*. Mexico, DF: THOMSON.

7.3. Se elaboró un segundo artículo denominado: “ Double Weighted Moving Average: alternative technique for chemicals supplier’s sales forecast”, se envió a publicar a la Revista International Journal of Business Administration y ya fué aceptado, será publicado en el Volumen 6, No. 4 en julio de 2016.

**Double Weighted Moving Average: alternative technique for chemicals supplier’s sales forecast.**

Ma. Del Rocio Castillo E.<sup>2</sup> [rociocastilloe@yahoo.com.mx](mailto:rociocastilloe@yahoo.com.mx), Ma. Magdalena Chain Palavicini [magalichainpalavicini@gmail.com](mailto:magalichainpalavicini@gmail.com), Roberto Del Rio Soto<sup>2</sup> [rdelriosoto@yahoo.com.mx](mailto:rdelriosoto@yahoo.com.mx), M. Javier Cruz Gomez<sup>1</sup>, [mjcg@unam.mx](mailto:mjcg@unam.mx)

1 Faculty of Chemistry, 2 Faculty of Accounting and Administration  
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)  
Coyoacán, México (04510).

**Summary**

The proposed technique which has been called Double Weighted Moving Average (DWMA) was compared in performance with five already analyzed, Castillo et al. (2015), quantitative techniques: simple moving average, weighted moving average, exponential smoothing, trend projection and lineal regression; in order to improve the accuracy of chemicals supplier’s sales forecasts used to plan operations in Mexican industry. These forecasts are complex because; some Mexican companies handle up to 500 different materials and have up to 1000 customers with changing consumption patterns.

The present DWMA forecasting technique was added to the system (algorithms and software) developed in the first part of the work, Castillo et al. (2016). Errors obtained with the five originally proposed techniques were compared versus the error obtained with the new technique.

The system was applied to two Mexican chemicals suppliers. The new DWMA proposed technique showed, for the company one, better performance than the other five techniques, because most of its products have sales behavior with various patterns combined with seasonality. In the case of the company two, DWMA technique turned out to be the third of the six techniques used with lower error, because the behavior of most of its products presents random behavior sales data. The symmetric medium absolute percentage error, SMAPE, measurement is used on the system to measure each technique error. On the other hand, DWMA technique was better than the forecasting technique used in each company, in 56% for the first company products, who uses simple moving average, and in 81.8% of the second company products, who uses trend projection.

Keywords: Sales forecasting techniques, double weighted moving average (DWMA), and symmetrical medium absolute percentage error (SMAPE).

**1. Introduction and Background**

The forecasting plays a central role in the function of a company's operations, Hahmias, S. (2007). Any business planning is based on forecasts. The two company functional areas that make greater use of the forecasts are marketing and production. Marketing usually forecasts sales of new and existing lines product. The production department uses sales forecasts for planning operations.

Effective planning, Heizer, J. (2009), in short and long-term prognosis depends on the demand for the company's products. Good forecasts are crucial to all aspects of the business: The prognosis is the only

estimate of the demand until the actual demand is known. Therefore, forecasts of demand guide decisions in the areas of human resources, capacity and supply chain management.

Sales forecast model makers developed the initial models in the 1950s and 1960s, have been accumulating experience in sharpening their models, Crawford, M. (2011), and are now a mature, large and profitable industry. Their models are readily available to consumer packaged goods innovators and quite inexpensive compared to test markets and rollouts. The models allow diagnostic output as well as sensitivity testing. Unfortunately, the models: require massive amounts of data to work well, are built on assumptions no longer valid (For example, reliance on mass advertising and easy-to-get distribution) and become so complex that managers are wary of them.

It is interesting to note that, the most successful firms by far use the simplest methodology and require the least data.

For Chase, R. (2014), forecasts are vital for any business organization, as well as any major management decision. Forecasts are the bases of the long-term corporate planning. In the functional areas of finance and accounting, forecasts represent the basis for budgeting and controlling costs. Marketing depends on sales forecast to plan new products, estimate compensations to the sales staff and make other key decisions. With forecasts, production and/or operations staff makes regular decisions like the process selection, capacity and production planning, distribution scheduling, and proper raw materials and final product inventories.

Forecasting is fundamental in any planning effort. In the short term, and in order to respond to changes in demand, forecast allows adjusting the needs of: materials, spare parts, services, schedules and varying labor. In the long term, it is required as a basis for predicting strategic changes, such as the development of new markets, create new products or services and expand or build up new facilities.

Otherwise, the sales and operations planning is a process that helps to provide better customer service, to low inventory handling, to offer customers shorter delivery times, to stabilize production rates and to make easier the business handling for the management staff.

Moreover, in order to have sales forecasts more accurate, or with a minor mistake, it is proposed a new quantitative technique for sales forecasting, called Double Weighted Moving Average (DWMA). A system (algorithm and software) was developed for calculating the forecasted sales for each product by applying five established and the new proposed techniques. The system evaluates the error of each technique and selects the lowest error one.

## **2. Forecasting Techniques**

Forecasting is the art and science of predicting future events, Heizer, J. (2009). It may involve the management of historical data to project future through some kind of mathematical model. It can be a subjective or intuitive prediction of future, or a combination of both, i.e., a mathematical model adjusted for the judgment of an administrator.

Demand forecasts are projections of demand for products or services of a company. These forecasts, also called sales forecasts, orienting production, capacity and scheduling company systems, and serve as inputs in financial planning, marketing and personnel.

To Nahmias, S. (2007), the characteristics of the forecasts are:

- Usually they will be wrong.
- A good forecast also gives a measure of error.

- Forecasting several units together is easier than with individual units.
- The more a long future forecast is made; the less accurate it will be.
- A forecasting technique should not be used to exclude known information.

The forecasting model, Chaser. (2014), which a company should choose depends on:

1. The time horizon they will be forecasted.
2. The data availability.
3. The required accuracy.
4. The size of the budget for forecasting.
5. The availability of qualified personnel.

Guide to select an appropriate method of forecasting:

Forecasting Method	Number of historical data	Pattern data	Forecast horizon
Linear regression	10-20 observations for temporality.	Stationary season, trends and seasonality	Short to medium
Simple Moving Average	6-12 months, often weekly data	Data must be stationary (i.e., They will be without trend and seasonality)	Short
Weighted moving average and simple exponential smoothing	For starting will be needed 5 to 10 observations	The data must be stationary	Short

A company, Chopra, S. (2010), may find it difficult to decide which method is most appropriate for forecasting. In fact, several studies have indicated that using multiple forecasting methods to create a combined forecast is more effective than using any one method alone.

Basic approach to demand forecasting.

The following basic, six-step approach helps an organization perform effective forecasting.

1. Understand the objective of forecasting.  
Every forecast supports decisions, so an important first step is to identify these decisions clearly.
2. Integrate demand planning and forecasting throughout the supply chain.

A company should link its forecast to all planning activities throughout the supply chain. These include capacity planning, production planning, promotion planning, and purchasing, among others. This link should exist at both the information system and the human resources management level. As a variety of functions is affected by the outcomes of the planning process, it is important that all of them be integrated into the forecasting process.

3. Understand and identify customer segments.

A firm must identify the customer segments, the supply chain serves. Customers may be grouped by similarities in service requirements, demand volumes, order frequency, demand volatility, seasonality, and so forth. In general, companies may use different forecasting methods for different segments. A clear understanding of the customer segments facilitates an accurate and simplified approach to forecasting.

4. Identify the major factors that influence the demand forecast.

Next, a firm must identify demand, supply and product-related phenomena that influence the demand forecast. On the demand side, a company must ascertain whether demand is growing, declining, or has a seasonal pattern.

5. Determine the appropriate forecasting technique.

In selecting an appropriate forecasting technique, a company should first understand the dimensions that are relevant to the forecast. These dimensions include geographic area, product groups, and customer groups. The company should understand the differences in demand along each dimension and will likely want different forecast and techniques for each dimension.

6. Establish performance and errors measures for the forecast.

Companies should establish clear performance measures to evaluate the accuracy and timeliness of the forecast. These measures should be highly correlated with the objectives of the business decisions based on these forecast.

**3. Method**

**3.1.-Hypothesis**

Considering hypothesis test used:

$\mu$  = Average error of prediction techniques Sales (1-Simple Moving Average, 2-Weighted Moving Average, 3-proyección trend, 4-Exponential Smoothing, 5-Linear Regression and 6-Double Weighted Moving Average.

1) 
$$H_0 : \mu_6 \geq \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5$$
  

$$H_a : \mu_6 < \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5$$

2) 
$$H_0 : \mu_6 \geq \mu_1, \mu_3$$
  

$$H_a : \mu_6 < \mu_1, \mu_3$$

**3.2.-Universe**

According to the Pochteca census from the National Association of the Chemical Industry, there are 300 chemicals distributors in México.

### 3.3.-Procedure

Heizer, J. (2009) proposed seven steps in order to initiate the design and implementation of a forecasting system. All of them were followed for the present development. They are:

I. Determine the forecast use: The chemicals suppliers use forecasts to meet its future sales, in order to better plan their operations.

II.-Select the aspects to predict: Chemicals future sales of a company are forecasted based on its historical sales data.

III.-Determine the time horizon of the forecast: The forecast is usually made for the short and medium term (extension of time up to one year). It is also used to plan purchasing, scheduling work, determining levels of labor, assigning work and decide production levels.

IV.-Select forecasting models: It was used simple moving average, weighted moving average, the trend projection, exponential smoothing and simple linear regression. These five techniques plus the Double Weighted Moving Average (DWMA) technique are used to predict the short and medium term. DWMA is calculated twice as follows:

$$DPMP = \frac{(PMP (LAST THREE MONTHS) + PMP (LAST THREE MONTHS SAME AS THE MONTH FORECASTED))}{2}$$

Where

DPMP is double weighted moving average

PMP is the weighted moving average.

The SMAPE (symmetric average absolute percentage error) technique was used in the computer program as an assessment method of the forecast accuracy.

V. Collect the necessary data for the forecasts. A 3 years period of monthly historical sales data (2010-2012) was collected in order to make the sales forecast for the next twelve months. Excel software was used for the database and the preliminary analysis. Table 1 shows the historical sales data (2010-2012) for two of the fifty chemicals analyzed for company 1. In the case of the company 2, twenty-four products were analyzed.

Table 1. Three years (36 months) sales data for company 1, products 1 and 2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.1	85 999	109 148	161 386	158 400	145 908	133 005	252 688	474 882	374 347	222 749	309 505	356 227
II.1	375 776	377 311	514 939	317 637	236 617	254 699	405 059	530 239	258 920	319 859	360 972	296 114
III.1	310 167	388 850	359 335	277 029	293 082	315 182	362 608	348 899	246 059	304 941	296 499	202 061
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.2	337 032	299 403	381 836	387 605	457 823	525 706	572 672	449 388	525 816	374 428	522 622	310 347
II.2	503 063	414 015	450 512	396 477	412 443	250 992	250 407	218 011	303 665	179 865	11 910	20 337
II.2	159 718	267 212	186 576	148 557	269 495	180 390	97 987	309 858	241 382	210 572	220 952	138 479

VI.-Perform the forecast: The algorithm of Figure 1 was used to develop the computer program that calculates the six quantitative techniques (Simple moving average, weighted moving average, projection of the trend, exponential smoothing, simple linear regression and the proposed technique called double-weighted moving average) and the SMAPE error. It also generates a graphic with the historical data and the forecasted values, and selects the least error technique.

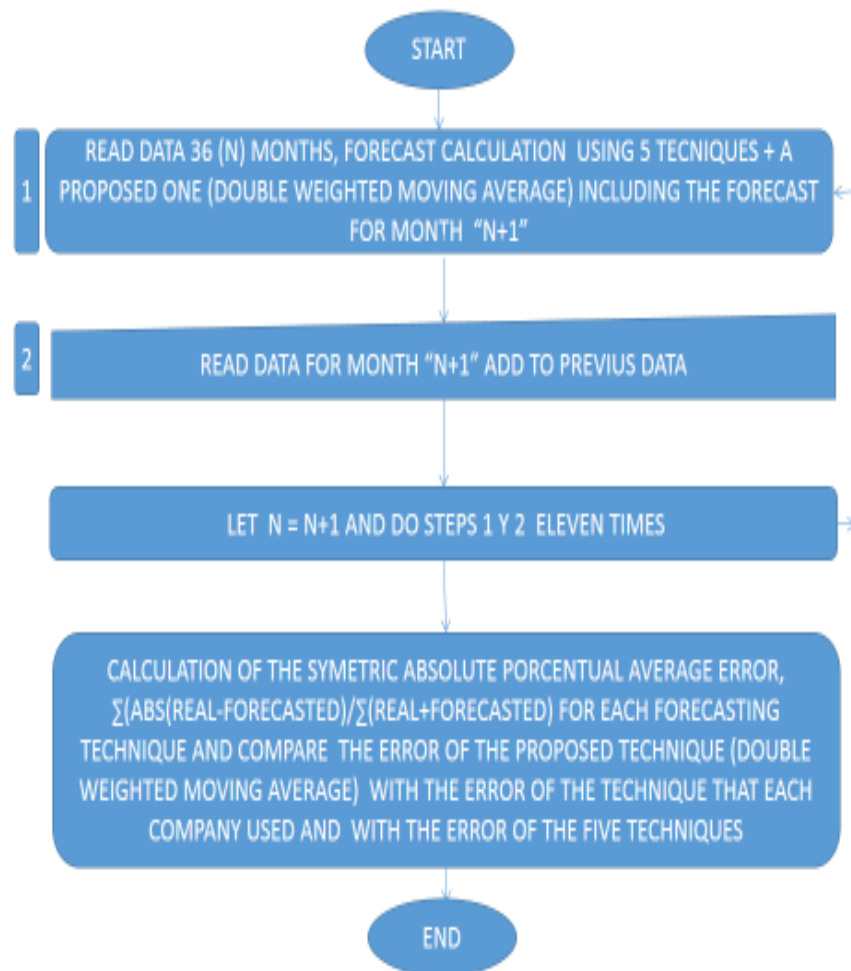


Figure 1- Algorithm used to develop the computer program that makes a twelve months sales forecast.



The computer program was developed in Hyper Text Markup Language, HTML, the programming language PHP and the Apache server module of the XAMPP software; actually, program is in registration process in National Institute of Author Rights, under number SEP-INDAUTOR 03-2016-042510554500-01.

The program has features that allows us to read the data files, calculate six forecasting techniques (including the new proposed technique, DWMA), calculate the error of each prediction technique (SMAPE), plot the original data and the forecasting techniques results and select the most accurate technique. If the error value, of the minor error technique, is greater than 0.33 we recommend using this technique and a qualitative method. As a reference, in the case of company 1, they use experts' opinion, and company 2 uses Delphi Method, as qualitative techniques.

A user's manual of the computer program is available from the authors. It contains the following chapters: System installation, system implementation considerations for archiving and database system menu.

VII. Validation of the results. The program results were compared with those obtained previously in Excel in order to verify the agreement of the two sets of values. To perform this step it was made a test with random numbers and later on with the data from two companies. Each month, the program is run with the newer data generated by de sales department, it determines the minor error technique with updated data and generates a new sales forecast.

#### 4. Results

Some characteristic results, after running the sales forecast program, with the data of two Mexican chemicals suppliers are shown in Table No. 2 and Figures 2 to 5.

Table No. 2. Techniques used and the percentage of products with lower error for the company 1 and 2.

	Company 1	Company 2
Double weighted moving average	32.00	13.04
Weighted moving average	26.00	0
Linear regression	16.00	47.82
Exponential Smoothing	12.00	4.34
Simple moving average	10.00	26.08
Projecting the trend	4.00	8.69
TOTAL	100	99.97

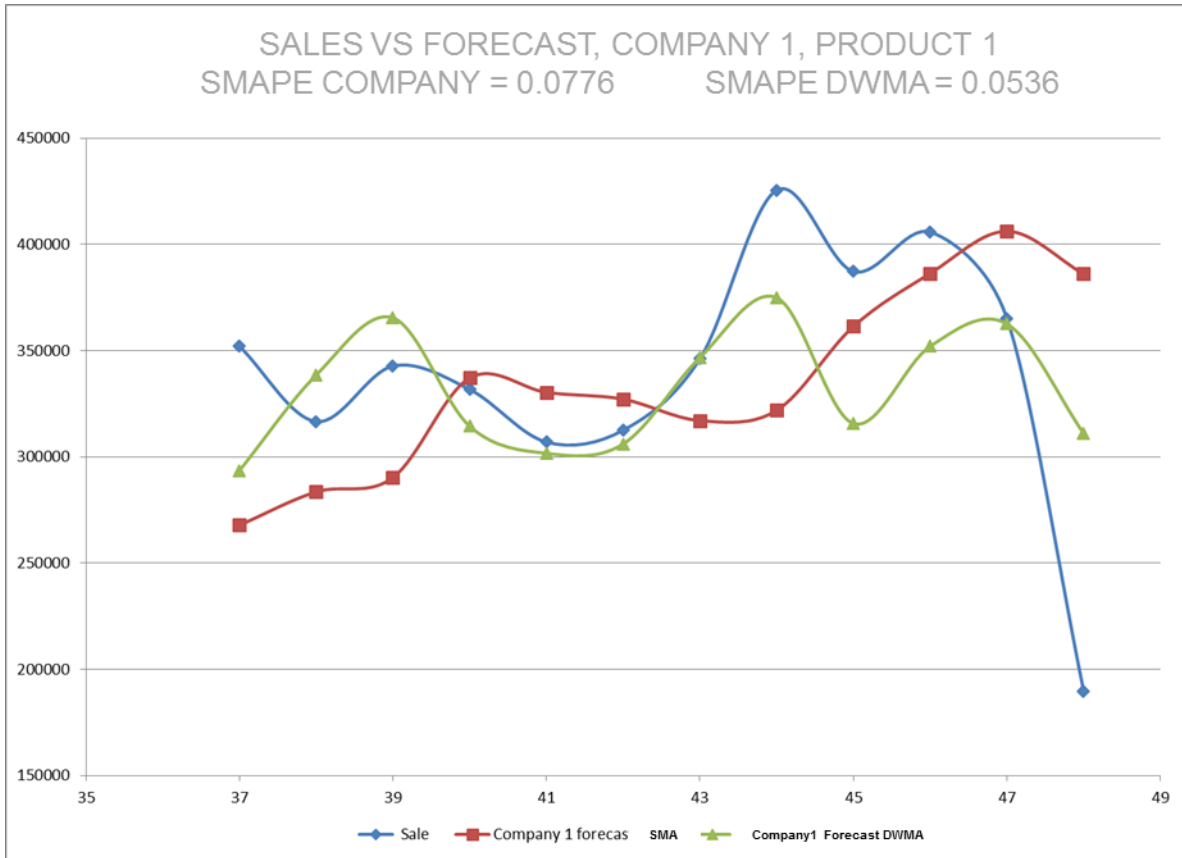


Figure 2. Comparison of actual sales (blue line) to the forecast of the company 1 technique simple moving average (red line) and the proposed technique double weighted moving average (green line) with a SMAPE <0.33.

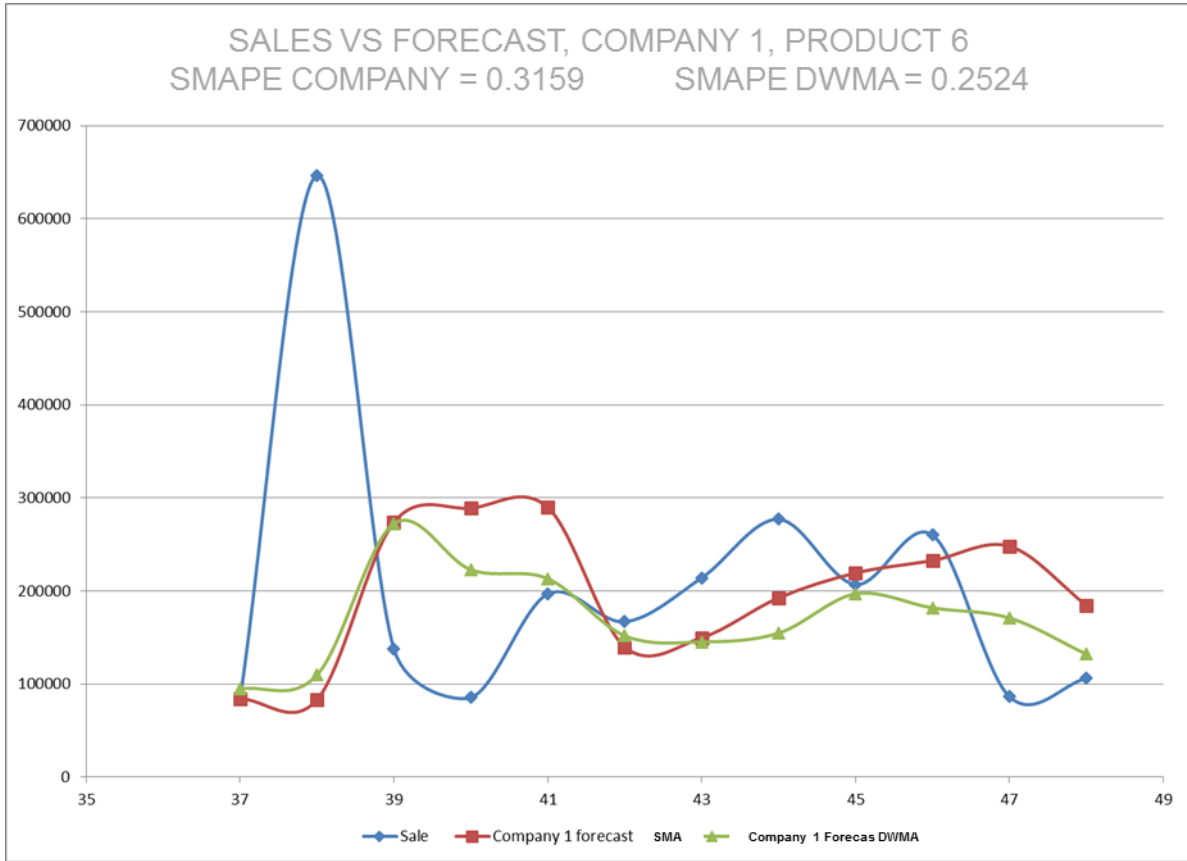


Figure 3. Comparison of actual sales (blue line) to the forecast of the company 1 simple technique moving average (red line) and the proposed technique double weighted moving average (green line) with a SMAPE <0.33.

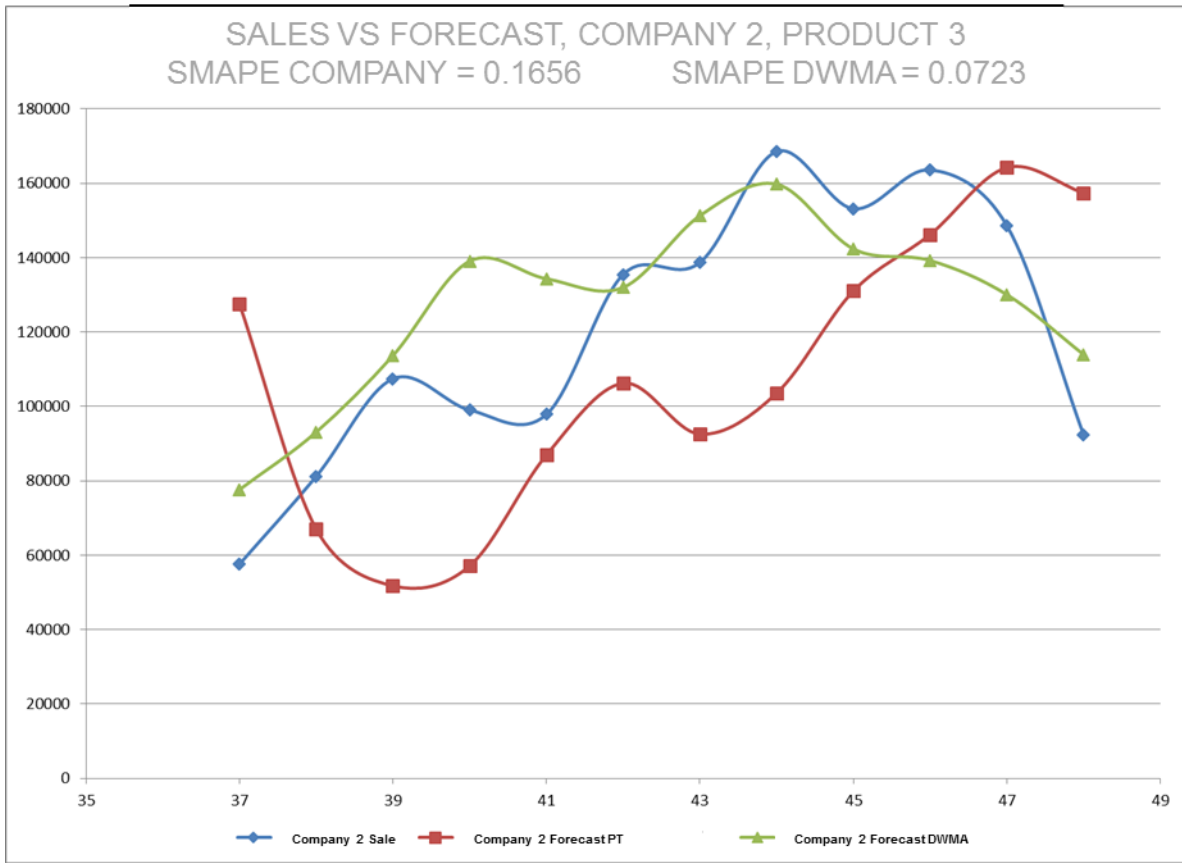


Figure 4. Comparison of actual sales (blue line) to the forecast of the company 2 technical projection of the trend (red line) and the proposed technique double weighted moving average (green line) with a SMAPE <0.33.

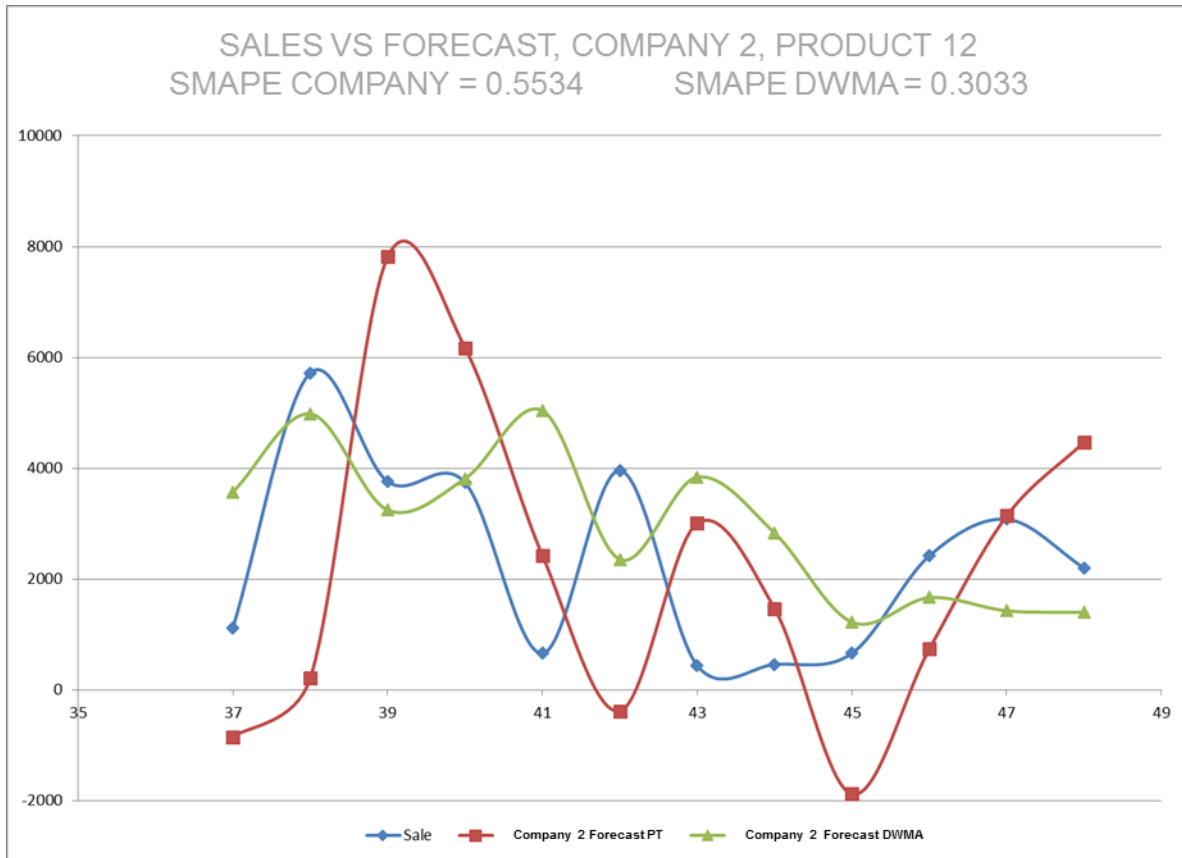


Figure 5. Comparison of actual sales (blue line) to the forecast of the company 2 technical projection of the trend (red line) and the proposed technique double weighted moving average (green line) with a SMAPE <0.33.

## 5. Discussion

The analysis of the company two sales data shows that in 45.8% of the products, the sales have zero or near zero values, in two or more monthly data per year. By using the SMAPE technique to measure the error of the sales forecast, based on these zero sales data, its value was always greater than 0.33 (SMAPE > 0.33). This company uses the Delphi method, a qualitative forecasting technique, more successfully than any other quantitative technique, when forecasting with zero monthly sales values. With several data of zero monthly sales, it is recommended to change from quantitative techniques to a qualitative one, in order to produce a useful forecast.

## 6. Conclusion

From the analysis of two sets of sales data, we conclude that, it is possible to make short and medium term forecasts by using simple forecast models, as required for sales and operations planning. Assertion that matches with the results of Adya and Collopy (1998) and Chase, R. (2014).

For both companies most of the products forecasted by the Double Weighted Moving Average (DWMA) technique had lower SMAPE error than those forecasted by the preferred technique used by each company; in the case of company 1, in 56% of products, in the case of company 2, in 81.8% of products.

Analysis of data and errors of the company two, showed that when the error value is greater than 0.33 in real sales there are at least two or more zero values in monthly sales, i.e., no sales or marginal sales during those months, as compared with the rest of values of other monthly sales. In such cases it is recommended to use a qualitative technique to reinforce or correct the forecasted values.

## 6. References

- Adya, M. and Collopy, F. How neural networks are effective at forecasting and prediction? A review and evaluation, *Journal of Forecasting*, Vol. 17, no. 5-6, pp. 481-495, 1998, DOI: 10.1002/(SICI)1099-131X(199809)17:5/6<481::AID-FOR709>3.0.CO;2-Q.
- Anderson, D. Sweeney, D., William, T., & Camm, J. (2011). Quantitative methods for business. Mexico, D. F: Cengage Learning.
- Chase, BR & Jacobs, FR (2014). Operations Management. Production and supply chain. Mexico City: McGraw Hill Education.
- Castillo, M. del R., Chain, M. M., Del Río, R., Cruz, M. J. (2015). Sales Forecasting System for Chemicals Supplying Enterprises. *International Journal of Business Administration*, 6, 39-47. DOI: 10.5430/ijba.v6n3p39.
- Castillo, M. del R., Cruz, M. J. and Abascal, L. O. (2016). Sistema para la predicción de ventas de empresas proveedoras de productos químicos. Public Registration 03-2016-04251055450001. Instituto Nacional del Derecho de Autor. México.
- Corres, G. et al (2009). Time Series Analysis Forecasts definition. *Industrial Engineering Magazine*. Vol. 8 Issue1, p 21-33.
- Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, R. (2004). Production and Operations Management manufacturing and services. México, DF: McGraw-Hill.
- Chase, R. & Jacobs, R. (2014). Operations Management. Production and Supply Chain. México, D. F: McGraw Hill.
- Chopra, S. & Meindl, P. (2010). Supply chain management. Mexico, DF: Prentice Hall.
- Chu, CH. & Zhang, G. (2003). A comparative study of linear and nonlinear models for forecasting aggregate retail sales, *International Journal of Production Economics*, 86. 217-231, DOI: 10.1016/S0925-5273(03)00068-9.
- Collier, D., & Evans, J. (2009). Operations and value chain management services. México, D. F: Cengage Learning.
- Durbin, J., & Koopman, S. (2001). Times Series Analysis by space methods. London: Oxford University Press.
- Everett & Ronald (2000). Production and Operations Administration. México, DF: Prentice Hall Hispano American.
- Heizer, J. and Render B. (2009). Principles of Operations Management. México City: Pearson Prentice Hall.
- Henke, J., & Reitch, A. (2001). Business forecasting. New Jersey: Prentice-Hall.
- Hill, C. & Jones G. (2009). Strategic Management. México, DF: McGraw Hill.
- Monks, J. (2004). Operations Management. México, DF: McGraw-Hill.

- Hanmias, S. (2007). *Production and Operations Analysis*. México, DF: McGraw Hill.
- Grawford, M. & Di Benedetto, A. (2011). *New Products Management*. New York: McGraw-Hill.
- Pérez, R. A, Mosquera, S. A. Bravo, J.J. (2012). Application of Forecasting Models in products of massive consumption. *Biotechnology in the Agricultural and Agribusiness Sector*. Vol. 10 Issue 2, p 117-125. ISSN: 1692-3561.
- Taha, H. (2004). *Operations Research*. México City: Pearson Education.
- Thompson, E. (2014). Striking a balance Between Sales and Operations in the Forecasting Process, *Journal of Business Forecasting*. Winter 2013-2014.
- Vidal, C., Condoned, J., & Contreras, F. (September 2004). Application of inventory to supply chain models in consumer products with a Storage and N outlets. Retrieved April 3, 2012, <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&hid=19&sid=dd78005c-4cac-4fec-935b-a02f8fff832a%40sessionmgr10>.
- Winston, W. (2005). *Operations Research Applications and Algorithms*. México, DF: Thomson.

# Result of Review

**Title:** Double Weighted Moving Average: Alternative Technique for Chemicals Supplier's Sales Forecast

**Author(s):** Ma. Del Rocio Castillo E., Ma. Magdalena Chain Palavicini, Roberto Del Rio Soto & M. Javier Cruz Gomez

## Decision of Paper Selection

- Accept submission, no revisions required
- Accept submission, revisions required; please revise the paper according to comments
- Revise and resubmit for review
- Decline submission

## What should you do next? (For accepted papers)

- ✓ Revise the paper according to the comments (if applicable).
- ✓ All authors must agree on the publication; please inform us of agreement by e-mail.
- ✓ Pay a publication fee of 300.00USD for the paper.
  - ✧ Please find payment information at: [www.sciedu.ca/payment](http://www.sciedu.ca/payment)
  - ✧ Please notify the editorial assistant when payment has been made

## Proposed Schedule for Publication (For accepted papers)

- ✓ Vol. 7, No. 4, July 2016, if you meet above requirements within 2 weeks.
- ✓ e-Version First: the online version may be published soon after the final draft is completed.
- ✓ You may also ask to publish the paper later, if you need more time for revision or payment.

## Additional Information (For accepted papers)

- ✓ You will receive two copies (per paper) of the printed journal, *free of charge*



- ✓ If you want to buy more printed journals, please contact the editorial assistant
- ✓ You may download the e-journal in PDF free of charge at: <http://ijba.sciedupress.com>
- ✓ Other questions please contact the editorial assistant at: [ijba@sciedupress.com](mailto:ijba@sciedupress.com)

## **8. Anexos. (CD).**

8.1 Programas del sistema.

8.2 Base de datos empresa 1, cálculos de las 5 técnicas, resultados, gráficas desarrollados en Excel y cálculo de los errores.

8.3 Base de datos empresa 2, cálculos de las 5 técnicas, resultados, gráficas desarrollados en Excel y cálculo de los errores

8.4 Base de datos, cálculos, resultados y gráficas del programa de computación desarrollado de la empresa 1.

8.5 Base de datos, cálculos, resultados y gráficas del programa de computación desarrollado de la empresa 2.