



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PRONÓSTICO DE VARIABLES
MACROECONÓMICAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

(INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES)

P R E S E N T A:

SENDY RABYNDRANTH CERVANTES

ASTAIZA



**DIRECTOR DE TESIS:
TUTOR:**

**Dr. Arturo Berrones Santos
M. en I. Rubén Téllez Sánchez**

Ciudad Universitaria

OCTUBRE 2005



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a una amiga muy especial, como un sencillo presente y homenaje a su persona, la cual es mi madre una gran amiga que me ha impulsado en todo mi trayecto académico así como a mi persona y le doy gracias a "Diosito" por tener la dicha de tenerla como madre, pues es lo mejor que me ha pasado en la vida. Siempre, siempre tendré y existirá un bonito recuerdo de ti, siempre.

A mi mejor amiga, mi madre con gran respeto y cariño.



AGRADECIMIENTOS

A **Diosito**, Virgencita de la **merced** y al niño de **praga**, por permitirme llegar a este momento en mi vida, por cuidarme de todo mal, por darme salud y conseguir cada uno de mis sueños. Además por contar con las personas a las que más quiero y aprecio.

A mis **padres**, por estar siempre a mi lado, poder contar con ellos en las buenas y el malas, así como en los éxitos y en los momentos más duros.

A mis profesores de maestría, que gracias a sus conocimientos he aprendido un poco más de la vida profesional y tener presente que siempre hay mucho que aprender todo los días. Quiero expresar mis agradecimientos al: **Dra. Idalia Flores De La Mota, Dr. Aceves García Ricardo, Dr. Arturo Berrones Santos** que no me dejo sola, **Héctor D'Alba** por sus comentarios y por brindarme apoyo. Al **M. en I. Rubén Téllez Sánchez**, por darme la oportunidad de trabajar con él y enriquecer este trabajo con sus sugerencias, además de ser un gran profesor y un gran amigo.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la **Dirección General de Estudios de Posgrado (DGEP)** de la **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)** y al **CONACYT** que a través de su apoyo se realizo el desarrollo de la tesis y del término de mis estudios.

ÍNDICE

Introducción

Capítulo 1. Descripción General para el Desarrollo de Modelos

- 1.1 Introducción
- 1.2 Importancia de la Construcción del Modelo
- 1.3 Metodología para la Formulación del Modelo
- 1.4 Conclusiones

Capítulo II. El Arte del Pronóstico y el Análisis de Series de Tiempo

- 2.1 Introducción
- 2.2 Selección de Aplicaciones con el Desarrollo de Pronósticos
 - 2.2.1 Comportamiento de la Importaciones
 - 2.2.2 Obtención INPC
 - 2.2.3 Evolución de la Inflación Trimestral en Colombia
 - 2.2.4 Estimación del Primer Trimestre de 1992 del PIB de Estados Unidos
- 2.3 Conclusiones

Capítulo III. Métodos de Pronóstico de Corto Plazo

- 3.1 Introducción
- 3.2 Modelos Clásicos
 - 3.2.1 Método *Brown*
 - 3.2.2 Método *Holt*
 - 3.2.3 Método de Alisamiento
- 3.3 Modelo Estocástico
 - 3.3.1 Métodos para Analizar los Procesos Estocásticos
- 3.4 Implantación del Proceso de Orden 1
 - 3.4.1 Estimación de los Parámetros y de Orden del Modelo
- 3.5 Generación de Orden con Mayor Perspectiva de Proceso Autorregresivo
- 3.6 Conclusiones

Capítulo IV. Pronóstico a Mediano y Largo Plazo en el sector automotriz

- 4.1 Introducción
- 4.2 Modelos desarrollados para el Pronóstico
 - 4.2.1 Implementación de Métodos de Proyección

- 4.2.2 Implementación Métodos de Separación o Técnicas de Descomposición
- 4.3 Desarrollo del Proyecto de la Compañía Revestimientos Especiales de México
 - 4.3.1 Identificación del Problema
 - 4.3.2 Recolección de Datos
 - 4.3.3 Análisis Estadístico e Implementación del Modelo de Regresión Simple
 - 4.3.4 Modelo de Regresión Múltiple
 - 4.3.5 Experimentación
 - 4.3.6 Validación de la Experimentación
 - 4.3.6.1 Estimación Recursiva: Coeficientes Recursivos
 - 4.3.6.2 Estimación Recursiva: Residuos Recursivos
 - 4.3.6.3 Efectos Presentes en la Serie de Tiempo

4.4 Conclusiones

Conclusiones

Apéndice

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

El impacto de la Investigación de Operaciones está en la eficiencia operacional en diversas áreas para el desarrollo productivo empresarial y en la toma de decisiones óptimas. En la toma de decisiones se encuentra la modelación de pronósticos; incluida en la Investigación de Operaciones con la finalidad de buscar con anticipación el conocimiento del futuro; reducir así la incertidumbre acerca del mismo. Proporcionando información cercana a la realidad que permita elegir decisiones sobre los cursos de acción a tomar en el presente como en un futuro.

La problemática de una empresa se da en eventos externos sobre los cuales no tiene control y los internos que resultan por acciones que toma la empresa; para combatirlos se tiene la necesidad de estimar indicadores pertinentes que le sean útiles para sus fines ya sea el incremento de producción, ventas, etc. Con ello permite estructurar planes congruentes con los objetivos de cada empresa.

La importancia de la elaboración de la metodología para el análisis económico resulta un elemento imprescindible para conocer la situación actual y las perspectivas a corto plazo de la economía de un determinado espacio geográfico. Ahora bien, para poder efectuar un análisis económico adecuado, es necesario disponer, aparte del conjunto de conocimientos que engloba la Teoría económica, de dos elementos fundamentales: (i) la información estadística sobre las variables clave que configuran la realidad que se pretende analizar, (ii) el conjunto de métodos estadístico-económicos, métodos cuantitativos, que permitan tratar adecuadamente la información disponible.

Con lo mencionado anteriormente se pone en manifiesto como el pronóstico permite estimar a priori los cambios de las variables, para adoptar la mejor decisión de acuerdo a las necesidades que se requieran.

OBJETIVO

Es la construcción de modelos para pronósticos de corto y mediano-largo plazo en economía. Se toman ejemplos de indicadores macroeconómicos así como el sector automotriz. El interés sobre el tema es el adquirir un amplio conocimiento que sirva para mi desempeño profesional, esperando que sirva de aportación y pauta a nuevas inquietudes sobre el tema en cuestión; proporcionar al público usuario indicadores que les permitan contar con mayor información sobre la evolución de la actividad económica del país, ampliando la disponibilidad dentro de diversas áreas con la finalidad en la toma de decisión de acuerdo a las necesidades que requieran.

JUSTIFICACIÓN

Hoy en día se tiene un interés cada vez mayor en los riesgos y rendimientos que originan las variables macroeconómicas, con frecuencia se utilizan métodos de evaluación para analizar los retornos o ganancias que les permitan medir en un tiempo más amplio el cambio de dichas variables y planteen alternativas de solución, lo que se desea es ampliar la estrategia de las instituciones en el ámbito:

- ❖ En la prontitud de la resolución de las necesidades del cliente.
- ❖ Proveer productos financieros, capacitación y asistencia técnica. Para ello se requiere de nuevos métodos que conduzcan a ello.

Con esta dirección se pretende que las instituciones tengan más calidad en el servicio, Innovación y mejora continua y por supuesto, liderazgo institucional.

HIPÓTESIS

El método autorregresivo es pertinente para realizar predicciones de corto plazo de las variables económicas consideradas. Se propone además el método senoidal en las observaciones del sector automotriz, para realizar predicciones a mediano y largo plazo.

El presente trabajo de tesis contempla los siguientes temas:

- ❑ **Capítulo I.-** Descripción general para el desarrollo del modelo. Se da una breve introducción de todo lo relacionado con el desarrollo del modelo, su finalidad así como el papel del pronóstico en la Investigación de Operaciones.
- ❑ **Capítulo II.-** Entendimiento del arte del pronóstico y el análisis de tiempo. Se da la diversidad de campos en los cuales se usa el pronóstico, proporcionando la utilidad de cada área ayudándose del pronóstico futuro de una serie de tiempo, sus aplicaciones con la obtención de algunos indicadores económicos como es el caso de las importaciones (M), índice nacional de precios (INPC), inflación y el Producto interno bruto (PIB).
- ❑ **Capítulo III.** Pronóstico a corto plazo. Este capítulo muestra la aplicación de la metodología en caso práctico de un modelo clásico con los métodos de *Brown*, *Holt*, alisado usando el Indicador Global económico (IGAE) permitiendo la ilustración aplicable a los métodos descritos anteriormente; se realiza de la misma manera con el modelo estocástico abordando el proceso autorregresivo, primero de orden uno pasando a una mejora de la estimación del proceso con órdenes mayores aplicados al IGAE, Ventas de mayoreo y menudeo; con ayuda del software llamado Eviews 4, el cual permite obtener la información deseada ahorrando tiempo para poder ser analizada. En el orden uno se llevo a cabo en Excel con la finalidad de reproducir la teoría relacionada con el pronóstico.

- **Capítulo IV.** Pronóstico mediano y largo plazo. Este capítulo explica las diversas técnicas estadísticas que existen y cual de ellas se eligió, para la obtención del pronóstico de las ventas mensuales de automóviles subcompactos, para la compañía Revestimientos Especiales de México, S de R. L. de C. V. (REMSA) ubicada la planta de Ciénega de Flores en Nuevo León; abrió sus operaciones en México en el año de 1999, produce balatas para automóviles de tipo disco, y su principal mercado de operación son Europa y los Estados Unidos de América, y desde hace dos años tienen participación en el mercado nacional. Se presenta dos modelos uno es el modelo de regresión lineal simple para pronosticar las posibles ventas de autos subcompactos, un inconveniente que presenta este modelo, es la obtención de rango de error muy grande; el segundo es el modelo de regresión lineal múltiple con las variables independientes propuestas es decir se plantea un modelo senoidal de mínimos cuadrados con ello se podrá obtener un pronóstico que tratará ser lo más preciso posible; disminuyendo el rango de error.

Podemos concluir que el entorno no es determinístico; puesto que no hay plena certeza de la evolución de las principales variables que rigen la economía. El carácter aleatorio de la realidad ha dado lugar a la generación de modelos, con la finalidad de acercar con mayor precisión al proceso estocástico para generar la información que describa la existencia para dar respuesta a esa problemática; con el propósito de aportar a la mejor toma de decisiones y la correcta planeación. Se ilustran en esta tesis casos de modelación de corto, mediano y largo plazo; recomendando para elaborar pronósticos macroeconómicos que atiendan necesidades particulares con el fin de que empresas e instituciones compitan con mejores posibilidades de éxito.

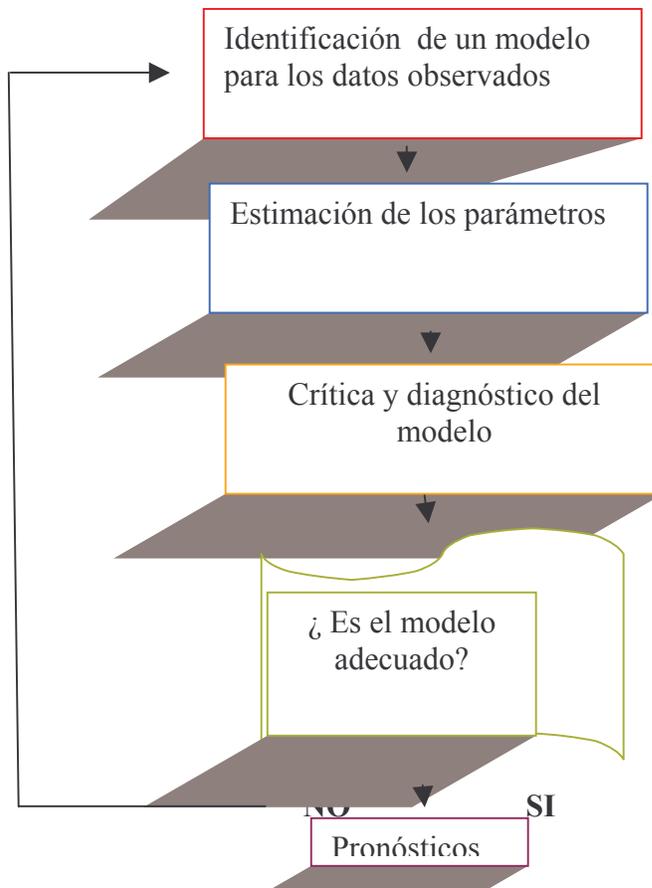
CAPÍTULO I

Descripción General para el Desarrollo de Modelos de Pronóstico

1.1 Introducción

El papel fundamental en un principio del pronóstico dentro de la Investigación de Operaciones se dio por mantener un inventario de la existencia de bienes para su venta o uso futuro; importante para un mundo que gira en torno a los negocios. Hay que recordar que la investigación de operaciones intenta encontrar una mejor solución, mejorando la eficiencia como el incremento de la productividad, dentro de este campo de estudio se encuentran los pronósticos; representan un papel importante en la comercialización, la planeación financiera y la planeación de la producción. Teniendo como meta la identificación del mejor curso de acción posible. Para ello se tiene que formular un modelo matemático que describa el comportamiento del sistema, contando con el modelo se deriva una política óptima es decir si es cuestión de bienes; se describe el mejor almacenamiento de los mismos. Se requiere un registro, si hablamos de un bien cuándo y cuánto reabastecer. Las etapas en la construcción de un modelo de series temporales, se ilustra en la figura 1.1

Figura 1.1 Etapas de Construcción de un Modelo.



Fuente: Pankratz Alan, Econometría

Mencionando anteriormente las etapas de construcción del modelo, existen consideraciones básicas para la determinación de una política para un bien que debe reflejarse en el modelo matemático; esto se puede ilustrar en el desarrollo y análisis de un modelo determinístico; donde se conoce la demanda futura del producto o se maneja un modelo estocástico para observar la demanda con aleatoriedad, es decir, contiene impactos que provoquen un cambio en ella por ejemplo; si determinado bien inicia en el mercado tiene bajo su precio hasta que capte consumidores, si ya tiene la aceptación del mercado por varios meses se puede obtener un registro; saber como es su demanda (modelo determinista), el problema está que al tener aceptación se incrementa su precio; al surgir otro bien en el mercado sustituto del primero más barato, nace la competencia por ende empiezan los impactos aleatorios ocasionados por los cambios del bien sustituto.

Con esto se muestra la importancia de llevar a cabo una representación lo más real posible que cubra las necesidades de un mundo en continuo crecimiento por estar sujeto a la competitividad empresarial.

1.2 Importancia de la Construcción del Modelo

¿Para qué construir un modelo?

Para prever la evolución de una variable que observamos a lo largo del tiempo, la variable de interés puede ser macroeconómica como el IPC, demanda y PNB; microeconomía como la existencia en un almacén, gastos en publicidad de un sector y nacimientos.

1.3 Metodología para la Formulación del Modelo

¿Qué datos se disponen?

En intervalos regulares de tiempo como son horas, días, meses y años.

Se desea usar la posible inercia en el comportamiento de la serie para prever su evolución futura univariante porque se usa como única información la propia historia de la serie, basándose que las condiciones futuras serán análogas a las pasadas son útiles para el corto plazo, mediano y largo plazo debe tener en cuenta la evolución de otras variables relacionadas con la que nos interesa prever¹. El desarrollo de metodología estadística para ajustar el modelo a una serie observada, se tiene que identificar el modelo y realizar la estimación de los parámetros; se emplean fundamentos de la teoría de predicción con procesos estocásticos².

¹ Se tiene como variable dependiente la variable que se va a pronosticar, se expresa como una función matemática de otras variables independientes.

² Es un modelo matemático para una serie temporal; donde el valor observado de la serie en el instante t es una extracción al azar de una variable aleatoria definida en dicho instante, serie n datos será una muestra de un vector de n variables aleatorias ordenadas en el tiempo $(Y_1, \dots, Y_t, \dots, Y_n)$. Se denomina proceso estocástico al conjunto de estas variables $(Y_t)_{t=1, \dots, n}$ y la serie observada se considera una realización o trayectoria del proceso.

Contando con los datos la idea central es trabajar basándonos en el método Box Jenkins³ por ello se realizan diferencias de la serie de tiempo porque esta si es estacionaria así se puede aplicar el método autorregresivo. Si a la primera diferencia no es estacionaria la serie se diferencia dos veces tomándose la diferencia de la primera diferencia hasta que las diferencias me den lo estacionaria. Se calcula la función de autocorrelación de la serie de tiempo estacionaria. El modelo tentativo es entonces estimado, si se obtiene el adecuado será usado para la predicción.

Cuando hablamos de una secuencia de valores observados a lo largo del tiempo, y por tanto ordenados cronológicamente, la denominamos, en un sentido amplio, serie temporal. Si, conocidos los valores pasados de la serie, no fuera posible predecir con total certeza el próximo valor de la variable, decimos que la serie es no determinista o aleatoria, es de esto que se ocupa el "análisis de series temporales. Los objetivos del análisis de series temporales son diversos, pudiendo destacar la predicción, el control de un proceso, la simulación de procesos.

En el análisis de series se denomina **predicción** a la estimación de valores futuros de la variable en función del comportamiento pasado de la serie. Este objetivo se emplea ampliamente en el campo de la ingeniería y de la economía; puede servir para una buena planificación de recursos sanitarios, en función de la demanda que se espera en el futuro, prevista por el modelo. **Control de procesos**, se trata de seguir la evolución de una variable determinada con el fin de regular su resultado, se utiliza en medicina en los Centros de Control de Enfermedades y la **simulación** se emplea en la investigación aplicada.

Evidentemente aunque el valor futuro de una serie temporal no sea predecible con total exactitud, para que tenga interés su estudio, el resultado tampoco puede ser completamente aleatorio, existiendo alguna regularidad en cuanto a su comportamiento en el tiempo, lo que hará posible su modelado y por ende, en su caso, la predicción. La búsqueda de regularidades y de patrones ha sido siempre una de las tareas básicas de la ciencia, y muchas veces se descubren simetrías que sirven de fundamento para la predicción del comportamiento de los fenómenos, incluso antes de que se entienda la razón o causa que justifica esa regularidad.

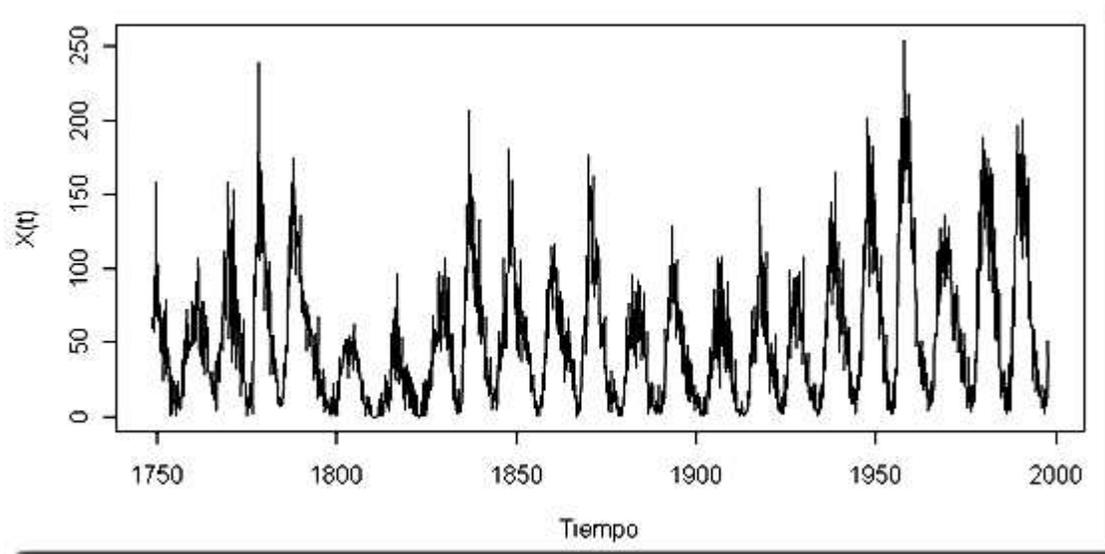
Un concepto importante que encontramos en este ámbito, es el de procesos estacionarios. Una serie es **estacionaria** cuando se encuentra en equilibrio estadístico, en el sentido de que sus propiedades no varían a lo largo del tiempo, y por lo tanto no pueden existir tendencias. Un proceso es **no-estacionario** si sus propiedades varían con el tiempo, como

³ A comienzo de los años 70, G.E.P. Box, profesor de Estadística de la Universidad de Wisconsin, y G.M. Jenkins, profesor de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Lancaster, introdujeron una pequeña revolución en el enfoque del análisis de series temporales, en sus trabajos sobre el comportamiento de la contaminación en la bahía de San Francisco, con el propósito de establecer mejores mecanismos de pronóstico y control. El libro (1976) en el que describen la metodología, se convirtió rápidamente en un clásico, y sus procedimientos se utilizan ampliamente desde entonces en diferentes ramas de la ciencia, conociéndose como modelos ARIMA y también como **modelos Box-Jenkins**.

el clima. Las series de tiempo son un conjunto de puntos en función del tiempo, donde la tendencia va estar descrita por la recta que se forme de esos puntos.

El primer paso obligatorio para analizar una serie es presentar un gráfico de la evolución de la variable a lo largo del tiempo, como puede ser el de la figura 1.2

Figura 1.2 Representación de una serie temporal



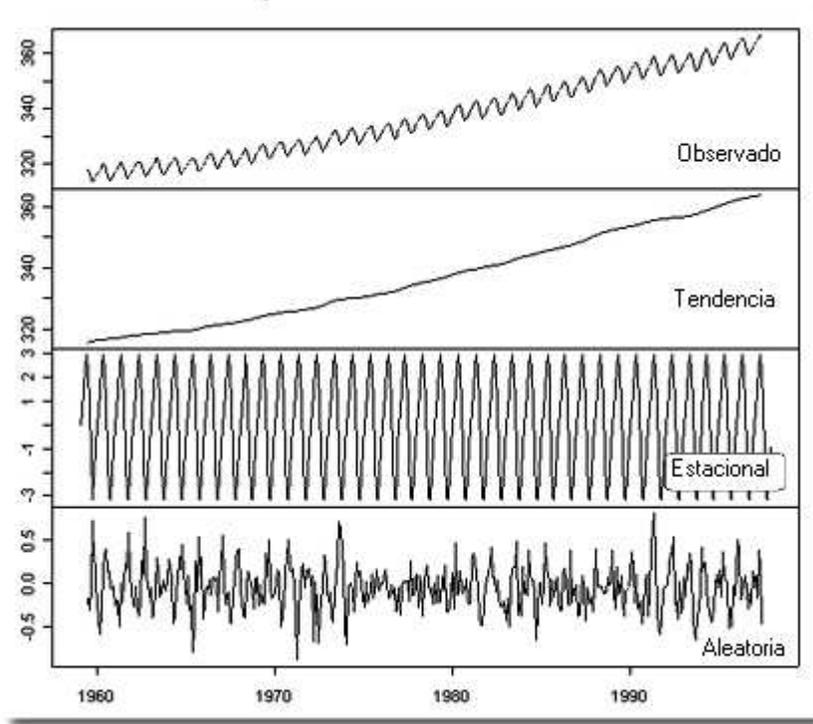
Fuente: <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/stat-data/Forecast.htm>

El siguiente paso consistirá en determinar si la secuencia de valores es completamente aleatoria o si, por el contrario, se puede encontrar algún patrón a lo largo del tiempo, pues sólo en este caso podremos seguir con el análisis.

La metodología tradicional para el estudio de series es bastante sencilla de comprender, y fundamentalmente se basa en descomponer las series en varias partes: tendencia, variación estacional o periódica, y otras fluctuaciones irregulares⁴. (Ver figura 1.3) Para analizar la **estacionalidad** de una serie introduciremos un concepto de gran interés en el análisis de series temporales: la **función de autocorrelación**.

Figura 1.3 Representación de una serie

⁴ **Tendencia.** Es la dirección general de la variable en el periodo de observación, es decir el cambio a largo plazo de la media de la serie. **Estacionalidad.** Corresponde a fluctuaciones periódicas de la variable, en periodos relativamente cortos de tiempo. **Otras fluctuaciones irregulares.** Después de extraer de la serie la tendencia y variaciones cíclicas, nos quedará una serie de valores residuales, que pueden ser o no totalmente aleatorios



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

La **función de autocorrelación** mide la correlación entre los valores de la serie distanciados un lapso de tiempo k .

Recordemos la fórmula del coeficiente de correlación simple, dados N pares de

$$r = \frac{\sum (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \sum (x_i - \bar{x})^2}} \quad (3)$$

observaciones y , x :

La **función de autocorrelación** es el conjunto de coeficientes de autocorrelación r_k desde 1 hasta un máximo que no puede exceder la mitad de los valores observados, y es de gran importancia para estudiar la estacionalidad de la serie, ya que si ésta existe, los valores separados entre sí por intervalos iguales al periodo estacional deben estar correlacionados de alguna forma.

El término autocorrelación es de gran utilidad para ver la influencia de una variable con respecto a otra; considerando el efecto sistemático, si este existe, de x sobre Y , sin preocuparse sobre otras influencias que podrían actuar sobre Y . ¿Por qué razón seda? Se debe a varias causas una de ellas es la inercia, característica relevante de la mayoría de las series de tiempo económicas que presentan ciclos el cual cuenta con una recesión, recuperación, con ello las series presentan movimiento hacia arriba donde el valor de una

serie es un punto del tiempo es mayor que su valor anterior, hay un momento construido en ellos y este continuara hasta que suceda algo para reducirlo. La siguiente causa es el fenómeno de la telaraña donde los datos que se observan están influenciados por el precio prevaleciente del año anterior.

La caminata aleatoria representa una serie de tiempo no estacionaria, para que quede más claro a que se refiere caminata aleatoria se hace la similitud de una persona ebria se mueve a una distancia aleatoria en tiempo t y si él o ella continúan caminando indefinidamente, se alejaran cada vez más del bar es decir, el precio de la acción hoy es igual al precio de la acción ayer más un shock o innovación aleatoria.

El procedimiento para estimar la señal cíclica de las series de tiempo es el método de *Box Jenkins* como se ha mencionado anteriormente el cual requiere una gran cantidad de datos históricos un mínimo de 50 periodos. Se elige un modelo, para hacerlo es necesario calcular autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales y examinar sus patrones. Una autocorrelación mide la correlación entre los valores de la serie de tiempo separados por un número fijo de periodos que se llama espacio. Entonces la autocorrelación para un espacio de dos periodos mide la correlación en cada tercera observación o sea es la correlación entre la serie de tiempo desplazada dos periodos hacia delante la auto- correlación parcial es una autocorrelación condicional entre la serie de tiempo original y la misma serie de tiempo trasladada hacia delante un número fijo de periodos, manteniendo fijo el efecto de los otros espacios de tiempo.

Puede identificar la forma funcional de uno o más modelos posibles, después deben estimarse los parámetros asociados con el modelo usando los datos históricos, se calcula los residuos y examina su comportamiento de los parámetros estimados. Si tanto los residuales como los parámetros estimados se comportan como se espera en el modelo; éste queda validado sino el modelo debe modificarse y el procedimiento se repite hasta que se valide el modelo.

Para el pronóstico de valores de una serie de tiempo, la estrategia básica de *Box Jenkins* es la siguiente:

- ❖ Primero se examina si la serie es estacionaria, esto se realiza calculando la función de autocorrelación y la función de autocorrelación parcial o mediante un análisis formal de raíz unitaria.
- ❖ Si la serie de tiempo es no estacionaria, está debe diferenciarse una o más veces para alcanzar lo estacionario.
- ❖ Se calcula la función de autocorrelación y la función de autocorrelación parcial de la serie de tiempo estacionaria para determinar si la serie es autorregresiva pura, del tiempo de media móvil puro o una mezcla de las dos.
- ❖ El modelo tentativo es entonces estimado.
- ❖ Los residuales de este modelo tentativo son examinados para establecer si son ruido blanco. Si lo son, el modelo tentativo es probablemente una buena aproximación al proceso estocástico subyacente. Si no lo son, el proceso se inicia de nuevo. Por consiguiente el método de *Box Jenkins* es iterativo.
- ❖ El modelo finalmente seleccionado puede ser utilizado para predicción.

El método considera cuatro pasos:

- ❖ Identificación de los valores de p denota el número de términos autorregresivos, d el número de veces que la serie debe ser diferenciada para hacerse estacionaria y q el número de términos de media móvil.
- ❖ Estimación, en esta etapa habiendo identificado los valores apropiados de p y q , se procede a estimar los parámetros de los términos autorregresivos y de media móvil incluidos en el modelo. Algunas veces se recurre hacer este cálculo mediante mínimos cuadrados.
- ❖ Verificación del diagnóstico
- ❖ Predicción unas de las razones

Para obtener las estimaciones correspondientes, este tipo de modelos, el primer paso consiste en convertir nuestra serie de observaciones en una **serie estacionaria**, una vez "estabilizada" la serie mediante las transformaciones adecuadas, se procede a estudiar la presencia de regularidades en la serie, para identificar un posible modelo matemático. Para ello se calcula la función de autocorrelación; antes de esto se obtienen las diferencias del mes $x_{(t)}$ menos el mes anterior $x_{(t-1)}$, su media y su varianza.

$$E_{(t)} = \underbrace{x_{(t)} - x_{(t-1)}}_{\substack{\text{índice} & \text{índice} \\ \text{al mes } t & \text{al mes anterior } t-1}} \quad (4)$$

Con el modelo autorregresivo de las diferencias generadas se forman números aleatorios que tengan la misma media y varianza con un rango de $+\sigma$ a $-\sigma$, estos datos componen la estimación y se observa que tan favorable es; si realmente los datos se adecuan o se ajustan al modelo de manera general. Se tiene:

$$x_t = \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \dots + \alpha_n x_{t-n} + \beta + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$x_t = x_{t-1} + \beta + \varepsilon_t \quad (6)$$

Donde:

x_{t-1} es el mes anterior

β es la media

ε_t son los datos aleatorios generados con la misma media y con $+\sigma$ a $-\sigma$, de las diferencias de los datos.

Se toma el dato de diciembre 2000 más la media y a la desviación estándar para ver si cae el dato generado dentro del rango x_{t+1} de enero 2001. Se obtiene el primer momento

como: la suma de las diferencias $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ el número total de ellas: $E(\varepsilon) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i$ segundo momento es el cuadrado de las diferencias $E(\varepsilon^2) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2$ con ellas se obtiene la varianza de las diferencias $\sigma^2 \varepsilon = E(\varepsilon^2) - [E(\varepsilon)]^2$ Se sustituyen los datos al modelo tomando un intervalo de aprendizaje llamado (o,T) y un intervalo de prueba (T,t) para observar que tan eficiente es el modelo.

1.5 Conclusiones

Hasta aquí se pretende dar un entendimiento de la dinámica esencial, cuando alguien tiene la responsabilidad de conducir un sistema dado, como por ejemplo: un banco, responsabilidad en determinada área de una empresa como logística; debe tomar continuamente decisiones acerca de las acciones que ejecutara de tal manera que satisfaga de la mejor manera posible los objetivos planteados; para responder a ello hace uso de herramientas, la cual se muestra al determinar un modelo diseñado con un proceso requerido.

CAPÍTULO II

El Arte del Pronóstico y el Análisis de Tiempo

2.1 Introducción

La palabra pronóstico se deriva del griego prognóstikon que significa conjetura acerca de lo que puede suceder; es por ello que son predicciones de lo que acontece o se espera sobre ellas se basa la planeación y la toma de decisiones con la finalidad de reducir la incertidumbre en el futuro.

Previamente a los trabajos que se mostraran con utilidad económica; hay que preguntarse ¿Cuál es el estudio del arte en pronósticos y análisis de series de tiempo?

El pronóstico tiene el fin de guiar las decisiones en una diversidad de campos como son¹:

- ❖ Planeación y control de operaciones. Se pronostica para decidir qué producir y cuándo hacerlo para definir decisiones de administración de inventarios, equipo de ventas y planeación de producción.
- ❖ Mercadotecnia. Se requiere el pronóstico para la toma de decisiones de fijación de precios, distribución y gastos de publicidad.
- ❖ Economía. Los gobiernos calculan las principales variables económicas como el PIB, Tasas de interés etc. para guiar su política y fiscal; las empresas las usan para planeación estratégica.
- ❖ Especulación Financiera. Pronostican los rendimientos de acciones, tasas de interés, tasas de cambio y precios en general.

- ❖ Planeación de la capacidad. Las empresas quieren satisfacer la demanda pero no en capacidad de exceso, el pronóstico se basa en relacionar la demanda y la oferta del producto.

- ❖ Demografía. Pronostican las poblaciones de los países y regiones en todo el mundo, por ejemplo por edad, sexo y raza. Necesarios para planear gastos gubernamentales en cuidado de la salud, infraestructura, seguridad social, asistencia social.

Una vez dado el esbozo del pronóstico, daré a continuación el de una serie de tiempo² es la representación del pasado, un procedimiento lógico para pronosticar el futuro es usar estos datos históricos.

El objetivo de saber un valor futuro es la regulación del negocio y la economía; dicha regulación se puede dar de tres clases: resultado del evento, tiempo del evento o series de tiempo.

- ❖ Los pronósticos de resultado del evento son importantes en casos en los que hay la certeza de que un evento ocurrirá, pero el resultado es incierto; es decir el

¹ Francis X. Diebold, Elementos de Pronósticos, Thomson Learning, pp. 1-3

² Frederick S. Hillier, Introducción a la investigación de operaciones, McGraw-Hill, p.808

interés de saber si se recontratara la misma persona que ocupa dicho cargo es decir si se va a renovar su contrato.

- ❖ El pronóstico de tiempo del evento tienen relevancia cuando se sabe que sucederá, se conoce su resultado pero se desconoce el momento en que ocurrirá. Si lo vemos de manera económica el evento se refiere a los puntos de cambio de dirección del ciclo económico, los picos (máximos) se presenta cuando la economía pasa de expansión a recesión y valles(mínimos), cuando pasa de recesión a expansión. Si la economía está en expansión, el siguiente cambio de dirección será un pico, pero hay bastante incertidumbre acerca del momento en que se dará.
- ❖ Los pronósticos de series de tiempo implican proyección a futuro de la serie de tiempo de interés; es decir si tengo los datos de las ventas de un producto se pronostica la cantidad que se venderán en cada uno de los meses del año próximo.

2.2 Selección de Aplicaciones con el Desarrollo de Pronósticos

Con más precisión, es necesario decidir si el *pronóstico será puntual*, el cual proporciona de una manera fácil de comprender el futuro de una serie temporal, sin embargo hay choques aleatorios que afectan toda la serie que se está pronosticando es por ello el deseo de conocer cuánta incertidumbre está asociado con el pronóstico; dicho pronóstico es un solo número por ejemplo el crecimiento del PIB durante el periodo 1997 a 1998 de EEUU es 1.3% *Un intervalo de pronóstico* no es un solo número, es un intervalo de valores calculado a partir de una muestra de datos históricos; se dice que (a, b) es un intervalo de pronóstico del $(100-\alpha)\%$, si la probabilidad de que el valor futuro sea menor es $\alpha/2$ y la probabilidad de que sea mayor que b también es $\alpha/2$. Ejemplo si el intervalo de pronóstico al 90% para la tasa de crecimiento del PIB sería (-2.3%, 4.3%. *Densidad de pronóstico* expresa la distribución de probabilidad, del valor futuro de la serie de interés, el PIB podría ser normal con media 1.3% y desviación estándar 1.83% ahora procederé a dar ejemplos de utilidad económica.

2.2.1 Comportamiento de las Importaciones.

Se implemento el método de *Box Jenkins*, con la finalidad de encontrar un modelo matemático y estadístico que explique el comportamiento de las importaciones en México realizada en 1974 como las estimaciones de la misma hasta febrero de 1988³. No contaron con un modelo teórico que les definiera el comportamiento de las importaciones; optaron por usar el modelo de *Box jenkins*. Analizaron los datos y adaptaron los mismos al modelo, los cuales en su modelo de estimación inicial no les dio necesariamente una representación de los datos, notaron que no-tenia retroalimentación el proceso puesto que para obtener las estimaciones también lo hicieron con mínimos cuadrados donde las importaciones dependían de las inversiones no actuales pero sí de años anteriores, (cambio de las importaciones en el año t se debe al cambio en las inversiones en los años t_1, t_2, t_3 y t_4 .

³ Gómez Shears Abelardo, Análisis de las Importaciones de mantenimiento, Colegio de México, 1974

Cualquier sistema económico avanzado requiere hoy en día de técnicas que permitan tomar decisiones de manera eficiente. El tener la relación de las fluctuaciones económicas “permite al inversionista diversificar su portafolio de acciones sea este nacional o extranjero y al mismo tiempo tener ganancias más grandes y seguras⁴.”

De acuerdo a Yoshida (1996)⁵, nos encontramos dentro de una economía sin fronteras, en donde los mercados mundiales se están transformando en uno sólo, y para las compañías ya no es suficiente sólo competir en el mercado local sino en el mercado internacional, en términos de calidad de producto, costo y tiempo de entrega. Es por ello que cualquier situación de índole económica afecta directamente a la industria.

2.2.2 Obtención INPC.

El siguiente trabajo se realizó en 1988⁶, sus pronósticos se basaron en la información histórica que no le resultaron adecuados por lo menos en el periodo en donde fue desarrollada por las condiciones políticas de México, en ese tiempo se desarrolló un control de precios y la estimación se realizó sin contemplar este cambio, desarrolló el modelo para el índice de producción industrial, INPC y el TCR. Dicha tesis contiene como objetivo la obtención de pronósticos a partir de un modelo ARIMA⁷.

El pronóstico del IPC con base 1978=100, siguen la tendencia especificada por el ajuste del modelo, logra una sobrestimación de la inflación; resultados que los considero inadecuados por la puesta en marcha del Pacto de Solidaridad Económica. Que en mi opinión si no hubiera salido este Pacto su pronóstico era válido pues lo realizó antes que se propusiera, de acuerdo a la tendencia fue los resultados que se arrojaron.(ver cuadro 2.1 y gráfico 2.1)

⁴ Kuhn, S.L (1996, Diciembre 23). Here come the good y cars in real estate fortune.

⁵ Yoshida, S.(1996, Noviembre.15).Japanese Corporations React to New Global.

⁶ Barrón Y Vaya Yolanda, Obtención de Pronósticos con y sin restricciones ARIMA, El colegio de México, 1988

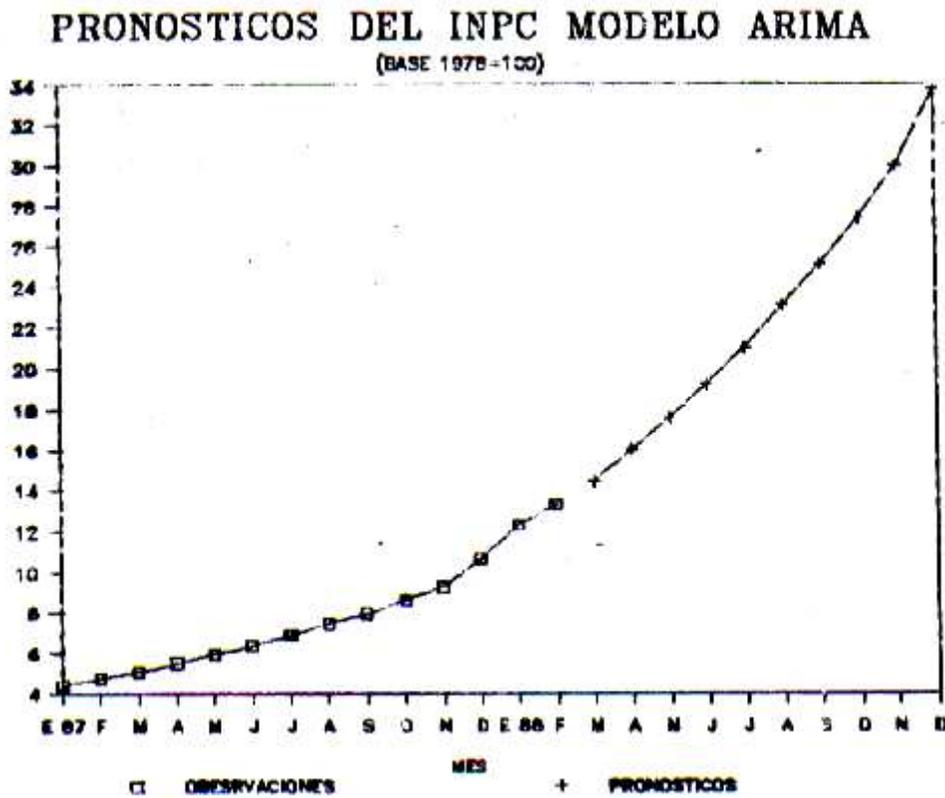
⁷ Los modelos ARIMA están constituidos por una combinación de p términos AR(proceso auto regresivo), y q términos MA (proceso de medias móviles). La parte AR modela la influencia de los valores anteriores de la serie, y la parte MA modela la influencia del ruido en valores anteriores de la serie. Una de las ventajas de este modelo es su gran simplicidad (sumas de términos).

Cuadro 2.1 Pronóstico del INPC

PRONÓSTICOS DEL INPC MODELO ARIMA		
	SIN CORRECCION	CORREGIDOS
MAR 1988	14472.2	14473.6
ABR	15989.1	15992.8
MAY	17574.4	17581.5
JUN	19192.2	19203.7
JUL	20956.3	20973.9
AGO	23082.8	23108.6
SEP	25097.7	25133.6
OCT	27393.0	27441.6
NOV	29951.0	30015.3
DIC	33728.3	33814.3

Fuente: Barrón Y Vaya Yolanda, Obtención de Pronósticos con y sin restricciones ARIMA,

Gráfica 2.1 Pronóstico del INPC

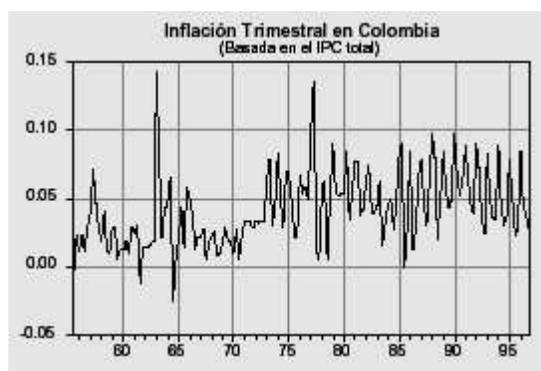


Fuente: Barrón y Vaya Yolanda, Obtención de Pronósticos con y sin restricciones ARIMA, El colegio de México, 1988

2.2.3 Evolución de la Inflación Trimestral en Colombia

Santafé de Bogotá, octubre 1997⁸ desarrolla un trabajo que tiene como propósitos estudiar la evolución de la inflación trimestral en Colombia, durante el período comprendido entre 1954 y 1996, con la metodología de series de tiempo propuesta por *Box-Jenkins* (1976) estima parámetros invariantes a través del tiempo, su aplicación es apropiada tan solo en la modelación de series de tiempo estacionarias en su período completo de estudio. presentan los resultados de las diferentes pruebas econométricas que permiten inferir la existencia de distintos comportamientos de la inflación trimestral de Colombia durante el período comprendido entre 1954 y 1996. El reconocimiento de los distintos patrones de comportamiento de la inflación trimestral se lleva a cabo mediante pruebas de estabilidad de los parámetros de un modelo autorregresivo de la inflación trimestral estimado para diferentes submuestras.

Gráfica 2.2 Inflación Trimestral

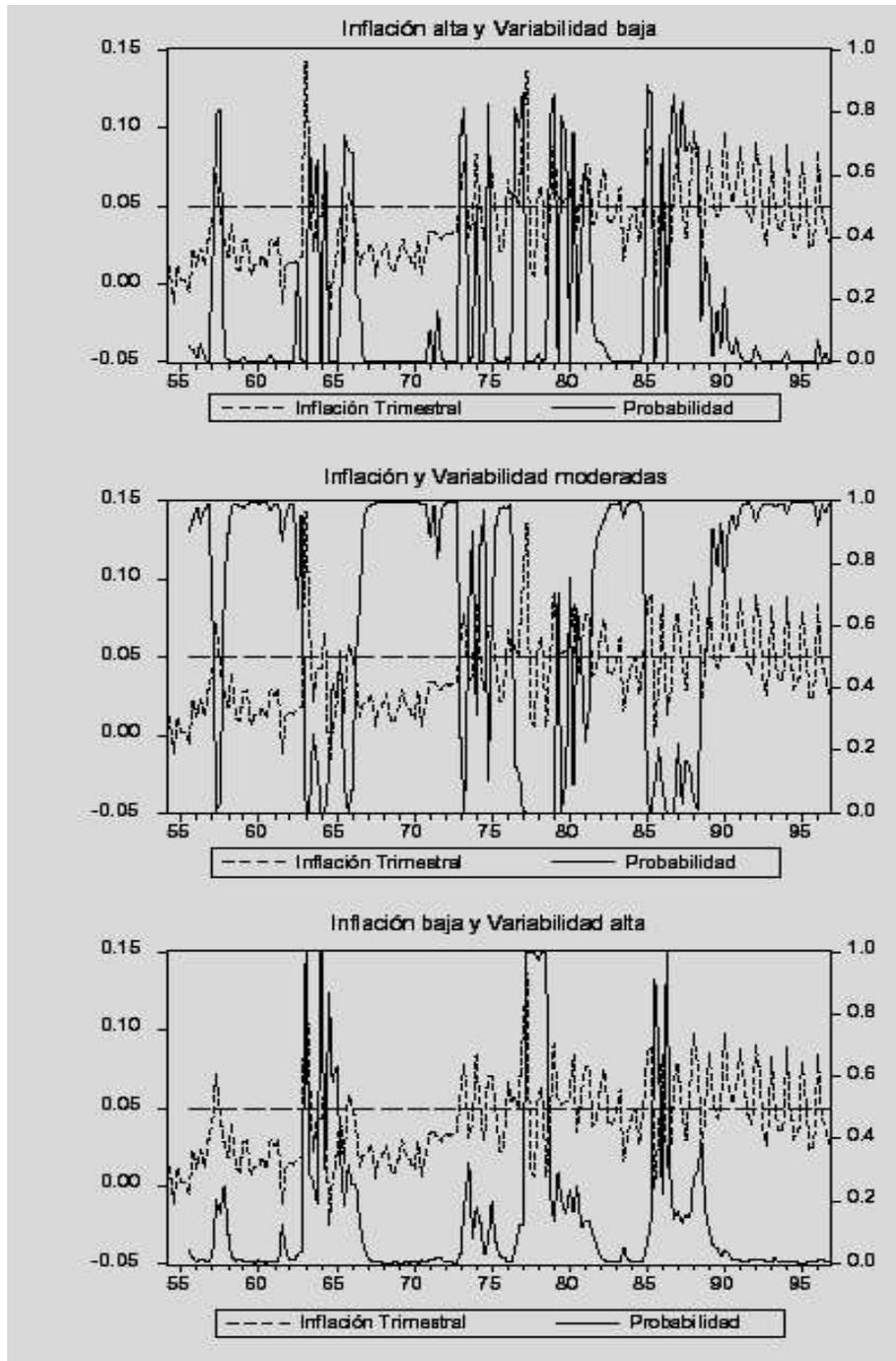


Fuente: <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra086.pdf> Banco

Un ejercicio adicional se lleva a cabo para el período comprendido entre 1971.I - 1996.IV, con el objetivo de determinar, de cierta forma, lo robusto de los resultados frente a cambios de muestra, es decir, revisar si éstos cambiaban o no al no considerar, en el conjunto de información, las décadas de los cincuenta y los sesenta. Como se aprecia en el gráfico 6 los resultados son similares a los obtenidos en el ejercicio inicial. Sin embargo, el cambio más notable se da en la transición del estado de inflación alta y variabilidad baja a los estados restantes durante el año 1987. Es de señalar que los resultados obtenidos para los años 1990 y 1991 se mantienen.

Gráfica 2.3 Transición del Estado de Inflación

⁸ <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra086.pdf> Banco de la republica, Luis Fernando Melo V.



Fuente: <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra086.pdf> Banco

2.2.4 Estimación del primer trimestre de 1992 del PIB de Estados Unidos.

Otro trabajo es el pronóstico del PIB de los Estados Unidos, dicha información esta en periodos trimestrales entre 1970 y 1991, con un total de 88 observaciones; se desea obtener

el primer trimestre de 1992. Se saca la primera diferencia para que sea estacionario, puesto que la serie de tiempo del PIB no es estacionaria se debe convertir en estacionaria antes de aplicar la metodología de Box Jenkins⁹; para identificar ARIMA del PIB de EEUU se considera el correlograma de la primera diferencia, se observan las autocorrelaciones más significativa es decir se observa que las autocorrelaciones decrecen hasta el rezago 4; con excepción de los rezagos 8 y 12, los restantes son significativamente no diferentes de cero por lo cual los rezagos 1, 8 y 12, parecen estadísticamente significativas pero el resto no; con esto se puede armar nuestro modelo; así que si solo el coeficiente de correlación parcial fuera significativo solamente en el rezago 1, se podría haber identificado esto como un modelo AR(1). Por consiguiente, que el proceso que generó el PIB en primera diferencia es como máximo un proceso AR(12), ya que el correlograma parcial, se sabe que solamente los términos AR para los rezagos 1, 8 y 12 son significativos.

Cuadro 2.1 Correlograma del PIB

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*** .	*** .	1	-0.395	-0.395	13.918	0.000
. .	** .	2	-0.010	-0.197	13.926	0.001
* .	** .	3	-0.086	-0.208	14.601	0.002
. .	* .	4	0.027	-0.132	14.668	0.005

⁹ Para sacar la primera diferencia, los correlogramas se utilizo el paquete Eviews 4, este ejemplo fue sacado Damodar N. Gujarati, Econometria, McGraw-Hill, 1997; con modificaciones puesto que en el libro usan otro paquete el Micro TSP versión 7.0; así que utilice la metodología, obteniendo los mismos resultados propuestos de dicho libro.

. .	.* .	5	-0.025	-0.123	14.727	0.012
. .	.* .	6	0.032	-0.066	14.823	0.022
. * .	. * .	7	0.130	0.135	16.443	0.021
*** .	** .	8	-0.326	-0.274	26.751	0.001
. * .	** .	9	0.098	-0.193	27.687	0.001
. .	.* .	10	0.054	-0.065	27.979	0.002
. ** .	. ** .	11	0.224	0.240	33.064	0.001
** .	.* .	12	-0.308	-0.153	42.735	0.000
. * .	. .	13	0.149	-0.020	45.032	0.000
. * .	.* .	14	-0.111	-0.081	46.334	0.000
. .	.* .	15	-0.028	-0.092	46.417	0.000
. * .	.* .	16	0.097	-0.092	47.431	0.000
* .	** .	17	-0.075	-0.219	48.043	0.000
. * .	. .	18	0.093	-0.006	49.007	0.000
* .	. .	19	-0.139	0.029	51.178	0.000
. * .	.* .	20	0.092	-0.163	52.147	0.000
. .	. .	21	0.054	0.009	52.482	0.000
. .	. .	22	0.038	0.064	52.654	0.000
* .	. .	23	-0.094	0.012	53.707	0.000
. .	.* .	24	-0.022	-0.151	53.769	0.000
. * .	. * .	25	0.094	0.092	54.861	0.001
* .	. .	26	-0.089	0.030	55.863	0.001
. .	. .	27	0.053	-0.026	56.221	0.001
. .	.* .	28	-0.045	-0.110	56.482	0.001
. * .	. * .	29	0.107	0.105	57.989	0.001
*** .	.* .	30	-0.256	-0.152	66.864	0.000
. ** .	. .	31	0.255	0.012	75.790	0.000

Fuente: Elaboración Propia con Datos PIB EEUU

Para estimar el modelo queda:

$$Y_t^* = \delta + \alpha_1 Y_{t-1}^* + \alpha_8 Y_{t-8}^* + \alpha_{12} Y_{t-12}^* \quad (7)$$

Usando el Eviews corriendo los rezagos significativos, se obtiene:

Estimation Command:

=====
LS DIFER AR(1) AR(8) AR(12) C

Estimation Equation:

=====
DIFER = C(1) + [AR(1)=C(2),AR(8)=C(3),AR(12)=C(4)] \quad (8)

Substituted Coefficients:

=====
DIFER = 23.08935796 + [AR(1)=0.3427683218,AR(8)=-0.2994663857,AR(12)=-0.2643712144]

Con esto se obtienen los coeficientes del modelo, se reescribe:

$$Y_{1992-I} = \delta + (1 + \alpha_1) Y_{1991-IV} - \alpha_1 Y_{1991-III} + \alpha_8 Y_{1989-IV} - \alpha_8 Y_{1989-III} + \alpha_{12} Y_{1988-IV} - \alpha_{12} Y_{1988-III} \quad (9)$$

La estimación numérica del pronóstico es:

$$\hat{Y}_{1992-I} = 23.0894 + (1 + .3428) Y_{1991-IV} - 0.3428 Y_{1991-III} + (-0.2994) Y_{1989-IV} - (-0.2994) Y_{1989-III} + (-0.2644) Y_{1988-IV} - (-0.2644) Y_{1988-III}$$

$$= 23.0894 + 1.3428(4868) - 0.3428(4862.7) - 0.2994(4859.7) + 0.2994(4845.6) - 0.2644(4779.7) + 0.2644(4734.5)$$

$$= 4876.7$$

El valor del pronóstico del PIB para 1992-I es 4,877 miles de millones dólares; el valor observado del PIB real para 1992-I fue 4,873.7 miles de millones; el error de pronóstico fue una sobreestimación de 3 (miles de millones).

2.3 Conclusiones

Con estos ejemplos se da una idea clara de la utilidad económica de este tipo de métodos de pronóstico; dando una visión clara de estrategia para una empresa al crear un ambiente simulado del proceso; contando con la información para ser analizada con anticipación y desarrollar alternativas ante los cambios productivos ya sea en ciclo de producción, ahorro de tiempo y fuerza de trabajo.

CAPÍTULO III

Métodos de Pronóstico de Corto Plazo

3.1 Introducción

Para anticipar el futuro se cuentan con dos clases de predicción: condicional e incondicional.

Los primeros se realizan mediante modelos casuales por ejemplo: Un modelo de regresión que relaciona dos variables, una dependiente, Y, otra independiente, X. Las predicciones incondicionales se hacen mediante métodos auto proyectivos, porque tienen que ver con la continuidad; los cuales se basan en dos enfoques alternativos: El determinista o clásico y el estocástico o moderno.

Los datos son obtenidos en primera instancia del Banco de Información Económica(BIE), dentro de la cobertura temática en los Indicadores de Coyuntura en las series originales del índice consultando desde 1994/01 hasta 2004/07 ¹ para el caso del Indicador Global Económico (IGAE), se procedió a calcular la variación respecto al mismo mes del año anterior; esto se hace por que se tiene un índice que se usa como indicador relativo es más fácil manejarlo con una base igual a 100%:

$$\frac{\text{mes}_{\text{ actual}}}{\text{mismo}_{\text{ mes}_{\text{ del}_{\text{ año}_{\text{ anterior}}}}} * 100 - 100 \quad (1)$$

Otras series consultadas comprendiendo el mismo periodo son, las ventas de Mayoreo y Menudeo. Obteniendo los datos del BIE en el Establecimiento Comercial con el índice de ventas netas en términos reales; con ellos se calculan las variaciones de la misma manera que el indicador anterior.

Para que se tenga una comprensión precisa de lo que se quiere desarrollar se establecerá un esbozo de los pasos a seguir.

Para ordenar la información a utilizar en la tesis, se seleccionaron en un principio el indicador global económico y las ventas de mayoreo y menudeo como intervalos de aprendizaje y de prueba, cualquier cambio que arrojen los datos forzarán a modificar el modelo; hasta aquí se trata de plasmar un modelo de corto plazo, la intención para el capítulo cuatro es hacer un modelo de mediano y largo plazo.

La manipulación de datos referentes IGAE, ventas mayoreo y menudeo; en un lapso de tiempo nos permite identificar los cambios económicos que tenderán a presentarse.

¹ Los datos primeros consultados son hasta 2004/07, se actualizan hasta 2004/11 y posteriormente al 2004/12.

Para este tipo de modelos, el primer paso consiste en convertir nuestra serie de observaciones en una **serie estacionaria**², que es aquella en la que ni la media, ni la varianza, dependen del tiempo. Una vez "estabilizada" la serie mediante las transformaciones adecuadas, se procede a estudiar la presencia de regularidades en la serie, para identificar un posible modelo matemático. Para ello se calculan la función de autocorrelación simple y parcial, y se compara su forma con un catálogo de patrones gráficos, que son típicos de los diferentes modelos propuestos, seleccionando el modelo que más se adecue a la forma de las funciones de auto correlación que hemos obtenido con nuestros datos.

Una vez elegida la forma del modelo, se estiman los coeficientes del mismo, y finalmente se procede a efectuar un análisis de los residuos (diferencia entre el valor realmente observado y el valor previsto por el modelo), con el fin de comprobar si el ajuste del modelo a nuestros datos es adecuado. Si no lo fuera repetimos el proceso buscando otros modelos.

En el modelo, cada valor tomado por la variable en un instante dado, está influido por los valores de la variable en momentos anteriores, y se expresa como una relación lineal, función de:

$$X_t = a_1X_{t-1} + a_2X_{t-2} + \dots + a_pX_{t-p} + Z_t + b_1Z_{t-1} + \dots + b_qZ_{t-q} \quad (2)$$

Una vez determinado un modelo suficientemente válido, sobre la serie estacionaria, procedemos a deshacer la transformación inicialmente efectuada para estabilizar la serie, y ahora comprobamos si los pronósticos del modelo son adecuados con nuestros datos, volviendo a comenzar la búsqueda de otro modelo si no fuera el caso. Puede por tanto tratarse de un proceso iterativo de mejora del modelo.

3.2 Modelos clásicos

El modelo clásico de una serie de tiempo consiste en describir las pautas de regularidad que sigue cada uno de las componentes de la serie a fin de reproducir el comportamiento de esta, es decir se reproduce su evolución de acuerdo con una pauta de regularidad acorde con los datos bajo el supuesto que las regularidades observadas en el pasado se mantendrán en el futuro. Con el cual se ejemplificaran por tres métodos:

- a) Alisamiento
- b) *Brown*
- c) *Holt*

Los cuales se describen a continuación, pero antes hay que mencionar que una serie de tiempo, es una secuencia de datos numéricos cada uno de las cuales se asocia con un instante específico de tiempo. Ejemplo: El índice mensual de desempleo, medición semanal de oferta monetaria, los índices diarios de precios en la bolsa de valores, etc. El análisis de

² Si la serie es ya estacionaria, se procede con los puntos siguientes.

una secuencia de datos se conoce como análisis de series de tiempo de una variable. El propósito del análisis es estudiar la estructura o la dinámica temporal de la información.

Los métodos antes descritos son predicciones sencillas mediante las cuales se obtiene mecánicamente predicciones de una serie temporal en función de las observaciones pasadas.

Cada predicción se forma promediando los valores observados de la variable como sigue:

$$X_t = \delta X_t + \delta(1-\delta)X_{t-1} + \delta(1-\delta)^2 X_{t-2} \quad (10)$$

Siendo $0 < \delta < 1$

Las ponderaciones van creciendo, según una progresión geométrica de razón $1-\delta$, a medida que nos alejamos en el pasado, lo que significa que los valores de X más alejados del último período muestral ponderan menos en la fórmula de predicción. Se fija arbitrariamente δ , teniendo en cuenta que debe estar comprendido entre cero y la unidad, para tener mejor resultados el valor δ deben ser muy pequeños, para que se tenga el menor error posible.

3.2.1 Método *Brown*

Con el modelo Brown X_t son los datos de la serie, para obtener la predicción es preciso obtener los valores S'_t , S''_t , a_t y b_t . Para calcular S'_t habrá que aplicar recursivamente;

$$S'_t = \delta X_t + (1-\delta) S'_{t-1}, \quad (11)$$

es preciso fijar δ , dar un valor inicial S'_{t-1} , cuando $t=1$ se hace $S'_1 = X_1$
De manera análoga se genera la serie S''_t con

$$S''_t = \delta S'_t + (1-\delta) S''_{t-1}, \quad (12)$$

Queda $S''_1 = X_1$

Los valores de a_t y b_t se obtienen:

$$a_t = 2 S'_t - S''_t \quad (13)$$

$$b_t = (\delta/1-\delta)(S'_t - S''_t) \quad (14)$$

Para obtener la predicción se usa $X_t(l) = a_t + b_t(l)$ (15)

Los cálculos que se realizaron con este modelo se observa la incidencia del valor inicial sobre las predicciones obtenidas van desapareciendo a medida que se avanza en el tiempo; Entre más datos se le agreguen a la serie se aproxima más al valor real.(Ver anexo). Se realizaron cuatro corridas, en la primera para ver que tanto nos sirve este modelo se cuenta con una serie de 1994/01 hasta 2004/09 del IGAE; se partió primero hasta 2004/04 para que sirva de prueba, se obtiene del 2004/05 hasta 2005/01.

Cuadro 3.1 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Brown*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/05	3.2	3.06	.14
2004/06	5.2	3.14	2.06
2004/07	3.4	3.22	.18
2004/08	5.4	3.30	2.10
PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/09	4.4	3.39	1.01
2004/10		3.47	
2004/11		3.55	
2004/12		3.63	
2005/01		3.71	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

En la segunda corrida se tiene 1994/01 hasta 2004/05 se le agrego un periodo se observa que el error de los siguientes periodos bajo.

Cuadro 3.2 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Brown*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/06	5.2	3.17	2.03
2004/07	3.4	3.25	.15
2004/08	5.4	3.33	2.07
2004/09	4.4	3.42	.98
2004/10		3.50	-3.50
2004/11		3.58	
2004/12		3.67	
2005/01		3.75	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

En el tercero se agrego tres periodos baja el error de 2.10 a 1.69 del periodo 2004/08

Cuadro 3.3 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Brown*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/08	5.4	3.71	1.69
2004/09	4.4	3.81	.59
2004/10		3.91	
2004/11		4.01	
2004/12		4.11	
2005/01		4.22	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

En el cuarto se le agrega la serie hasta 2004/08 se aproxima bastante al real y disminuye su error a .25 que en la primera corrida era de 1.01.

Cuadro 3.4 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Brown*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/09	4.4	4.15	.25
2004/10		4.27	
2004/11		4.38	
2004/12		4.50	
2005/01		4.62	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

Se actualizo la serie del IGAE hasta el 2004/12, se vuelve a realizar los cálculos se observa la incidencia del valor inicial sobre las predicciones obtenidas van desapareciendo a medida que se avanza en el tiempo; entre más datos se le agreguen a la serie se aproxima más al valor real. (Ver anexo). Se realizaron cuatro corridas nuevamente; se partió primero hasta 2004/07 para que sirva de prueba, se obtiene del 2004/08 hasta 2005/01.

Cuadro 3.5 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Brown*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/08	5.4	3.85	1.55
2004/09	4.6	3.95	.65
2004/10	4	4.06	-.06
2004/11	6	4.16	1.84
2004/12	4.4	4.27	.13
2005/01		4.37	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

En la segunda corrida se tiene 1994/01 hasta 2004/08 se le agrego un periodo se observa que el error de los siguientes periodos bajo.

Cuadro 3.6 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Brown*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/09	4.6	4.26	.34
2004/10	4	4.38	-.38
2004/11	6	4.50	1.50
2004/12	4.4	4.62	-.22
2005/01		4.74	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

En el tercero se agrego tres periodos aumenta el error de 1.50 a 1.52 del periodo 2004/11, para el periodo 2004/12 baja el error de -.22 a -.20.

Cuadro 3.7 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Brown*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/11	6	4.48	1.52
2004/12	4.4	4.60	-.20
2005/01		4.72	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

En el cuarto se le agrega la serie hasta 2004/11 se aproxima el pronóstico para el 2004/12

Cuadro 3.8 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Brown*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	ERROR
2004/12	4.4	4.91	-.51
2005/01		5.04	

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

3.2.2 Método *Holt*

El método *Holt* difiere al anterior al utilizar dos parámetros que al cambiarlos se puede ponderar más la aleatoriedad de los datos. La obtención de las predicciones muestra que sirve para obtener con más exactitud el periodo más inmediato.

La fórmula de predicción es:

$$X_t(l) = S_t + lb_t \quad (16)$$

$$S_t = \delta X_t + (1-\delta) S_{t-1}, \quad (17)$$

$$S_t = \delta_1 X_t + (1-\delta_1) (S_{t-1} + b_{t-1}), \quad 0 < \delta_1 < 1 \quad (18)$$

$$b_t = \delta_2 (S_t - S_{t-1}) + (1-\delta_2) b_{t-1} \quad \text{donde } 0 < \delta_1 < 1 \quad 0 < \delta_2 < 1 \quad (19)$$

Según los experimentos realizados por diversos autores, los valores más adecuados para δ_1 y δ_2 oscilan .1 y .3 Para S_t se resuelve como el caso anterior $S_t = X_1$, En cuanto a b_t existen varias alternativas; $b_1 = X_2 - X_1$ y $b_1 = X_3 - X_1/2$.

Se realizaron cuatro corridas, en la primera y en la segunda se uso $b_1 = X_2 - X_1$ se obtienen con gran exactitud los periodos.

Cuadro 3.9 Datos obtenidos del IGAE con el Método *Holt*

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO	PRONOSTICADO
		1corrida	2corrida
2004/05	3.2	3.2	
2004/06	5.2	2.4	5.2
2004/07	3.4	1.6	7.2

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

Para los siguientes periodos el pronóstico no es bueno, solo para el más inmediato, en la tercera corrida se cálculo $b_1 = X_3 - X_1/2$ no se tiene tan exacto pero el margen de error no es tan grande, la corrida cuarta se uso $b_t = \delta_2 (S_t - S_{t-1}) + (1-\delta_2) b_{t-1}$ se obtienen muy parecidas las cifras a la corrida anterior.

Cuadro 3.10 Datos obtenidos del IGAE con el Método Holt

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO 3corrida	PRONOSTICADO 4corrida
2004/05	3.2	4.2	4.6
2004/06	5.2	4.8	4.8

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

Se actualiza la serie hasta el 2004/12, como el método es solo para el más inmediato se obtienen con gran exactitud el periodo de prueba que fue:

Cuadro 3.11 Datos obtenidos del IGAE con el Método Holt

PERIODO	DATO REAL	PRONOSTICADO 3corrida
2004/08	5.4	5.4

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

3.2.3 Método Alisamiento

Con el alisamiento exponencial se puede contemplar que si el parámetro δ es más próximo a cero, el valor inicial fijado influye en los resultados a un largo periodo de tiempo es decir entre menos error se tenga para los datos a pronosticar, se alcanzara a la obtención de datos reales (siempre y cuando no se cuenten en ese periodo cambios en la política económica o perturbaciones extranjeras que influyan en la economía mexicana.

Para iniciar el proceso se calcula $X_t(1) = \delta X_t + (1-\delta)X_0(1)$ donde $X_0(1) = X_1$, por lo que se tiene $X_1(1) = X_1$

$$X_2(1) = \delta X_2 + (1-\delta)X_1$$

$$X_3(1) = \delta X_3 + (1-\delta)X_2(1) \quad (20)$$

Etc.

Se realizo tres predicciones con δ : .1, .5 y .9 con la finalidad de observar un δ más cercano a la unidad tiene más incidencia en la predicción provocando un alejamiento de la predicción, comprobando un δ de .1 es más adecuado para tener un mejor pronóstico.

Cuadro 3.12 Datos obtenidos del IGAE con el Método Alisamiento

		0.1	0.5	0.9
2003/12	3.9			
2004/01	2.2	3.9	3.9	3.9
2004/02	3.4	3.7	3.1	2.4
2004/03	5.5	3.7	3.1	2.5
2004/04	4	3.9	3.3	2.8

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

Se realizo nuevamente tres predicciones con δ : .1, .5 y .9 con los últimos datos de la serie actualizada; comprobando que un δ de .1 es más adecuado para tener un mejor pronóstico; como se había obtenido anteriormente.

Cuadro 3.13 Datos obtenidos del IGAE con el Método Alisamiento

		0.1	0.5	0.9
2004/03	5.7			
2004/04	4	5.7	5.7	5.7
2004/05	3.4	5.5	4.9	4.2
2004/06	5.3	5.3	4.1	3.5
2004/07	3.3	5.3	4.7	5.1
2004/08	5.4	5.1	4.0	3.5
2004/09	4.6	5.1	4.7	5.2
2004/10	4	5.1	4.7	4.7
2004/11	6	5.0	4.3	4.1
2004/12	4.4	5.1	5.2	5.8

Fuente: Elaboración Propia, Datos Obtenidos del BIE

3.3 Modelo Estocástico.

Después de haber ilustrado el modelo clásico, seguiremos con el método estocástico o moderno, recordando desde un punto de vista teórico, una serie de tiempo es una colección de variables aleatorias ordenadas con respecto al tiempo y se conoce como proceso estocástico.

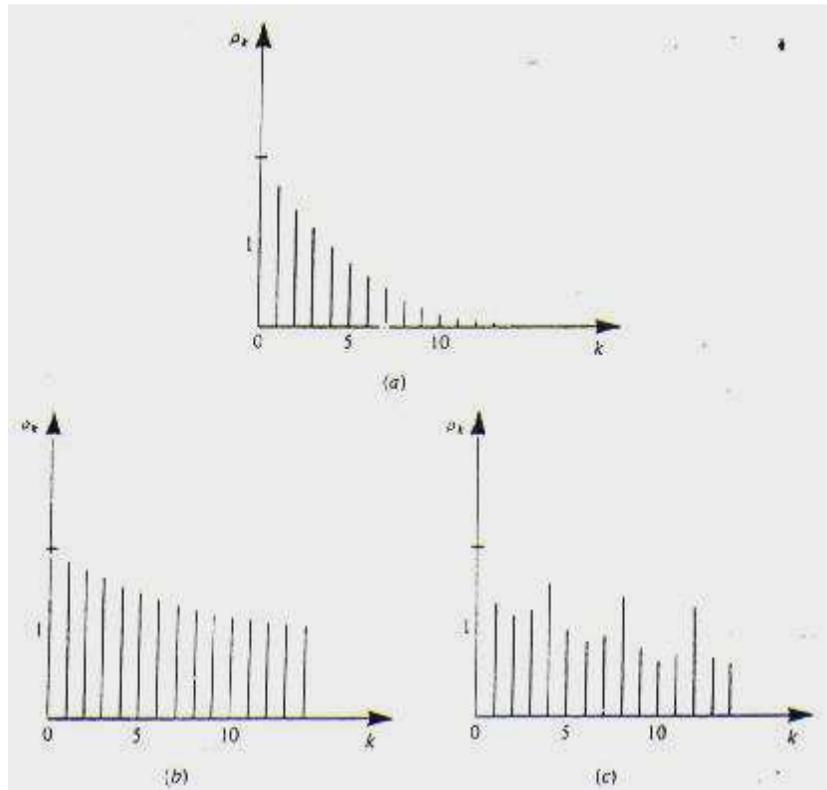
La palabra estocástico de origen griego, significa “relativo al azar” para entenderlo mejor se ilustra su concepción de este fenómeno con un símil ya clásico; Un péndulo que oscila con un ángulo pequeño describe un movimiento periódico, si un niño golpea el péndulo al azar es decir irregularmente el péndulo continuara oscilando, pero con amplitudes y periodos irregulares. Los golpes en lugar de considerarse una desviación momentánea se conciben como una asociación de impulsos que cuentan en el futuro movimiento del sistema. Un proceso estocástico es una colección de variables aleatorias por ejemplo; si se dice que la tasa de desempleo al final de esta semana es una variable aleatoria, se tendrá solo una observación sobre esta variable aleatoria específica; no hay forma de obtener otra observación de modo que se tiene lo que se llama una realización única la falta de replica obliga a especificar el tipo de modelos. Una forma de escribir el proceso estocástico es con su frecuencia definiendo los momentos de la variable, estos son:

- a) La media $\mu(t) = E(x_t)$
- b) Varianza $\sigma^2(t) = \text{var}(x_t)$
- c) La autocovarianza $\text{Cov}(x_t, x_{t_2})$ **(21)**

Puesto que los coeficientes de la autocovarianza dependen de las unidades de medición X_t . La diferencia (t_2-t_1) es el rezago entonces es posible escribir la autocovarianza $\gamma_{(t_2,t_1)}$ como $\gamma_{(k)}$, donde $k = t_2-t_1$ es el rezago por lo tanto $\gamma_{(k)} = \text{cov}[X_t, X_{(t+k)}]$ es el coeficiente de autocovarianza en el rezago k . $\gamma_{(k)}$ se conoce como función de autocovarianza que es la varianza σ^2 .

$\rho(k)$ se conoce como función de auto correlación su diagrama de $\rho(k)$ contra k se llama correlograma ; Es decir la representación gráfica $\rho(k)$ en ordenadas y k en abscisas nos dan el tipo de proceso estocástico que presentan las variables a estudiar es decir, la función de correlación de una serie estacionaria disminuye sensiblemente a medida que aumenta el desfase temporal k esto ocurre con las series no estacionarias también llamadas evolutivas.

Gráfica 3.1 Series Estacionarias y Evolutivas.



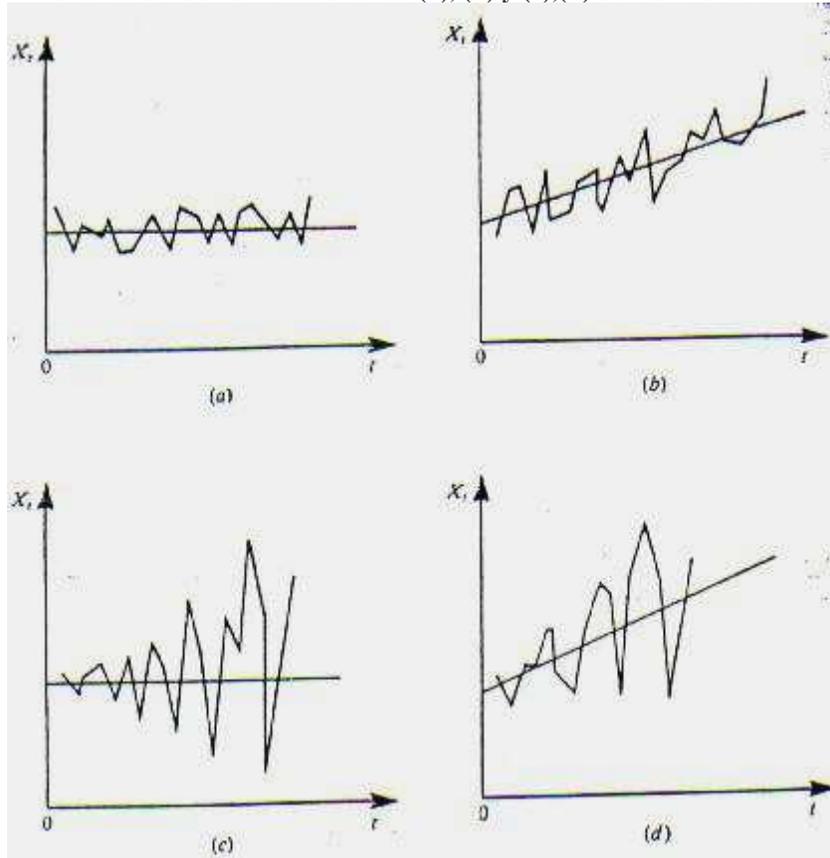
(a) ,(b)estacionario; (c)evolutivo

Fuente: José M.^a Otero, Econometría Series Temporales y Predicciones

Otra manera de verificar que tipo de proceso estocástico es (estacionario, evolutivo), se observa el primer y segundo momento. Si es estacionalidad estricta obtenemos $\mu_{(t)} = \mu$ una constante $\sigma^2_{(t)} = \sigma^2$ para toda t ; es estacionalidad débil si su media es constante y su función de autocovarianza depende solo del rezago $E[X_{(t)}] = \mu$ y $cov[x_{(t)},x_{(t+k)}] = \gamma(k)$.

Para una serie de tiempo estrictamente estacionaria la distribución X_t es independiente de t por lo tanto no solo la media y la varianza son constantes en cambio una evolutiva (no estacionaria) su media esta en función del tiempo además que gráficamente se presenta una tendencia lineal y los picos últimos dominan los movimientos en la serie.

Gráfica 3.2 Series Estacionarias (a), (b) y (c),(d) Series Evolutivas.



Fuente: José M.^a Otero, Econometría Series Temporales y Predicciones

3.3.1 Métodos para Analizar los Procesos Estocásticos.

Algunos modelos que se usan para analizar los procesos estocásticos son:

- a) Proceso puramente aleatorio que consiste, en una secuencia variable aleatoria distribuidas en forma idéntica mutuamente independientes que tienen media y varianzas constantes y la función de autocovarianza son $\gamma(k) = \text{cov}(X_t, X_{t+k}) = 0$ para $k \neq 0$ a este proceso también se le conoce como ruido blanco.

¿Cómo los genere?

Se tiene ϵ_t ruido blanco es un número al azar con su primer momento $E(\epsilon_t) = 0$, el segundo momento $E(\epsilon_t^2) = \sigma^2$ con rand se genera los números aleatorios en (0,1)



$P(x) dx = q(y) dy$; $P(x) = 1$ cuando $x \in (0, 1)$
 0 en otro caso

$$q(y) = c, y \in (-\sigma, +\sigma)$$

Es constante: c

$P(x) dx = q(y) dy$ se integra

$$\int_0^1 dx = \int_{-\sigma}^{\sigma} q(y) dy$$

$$1 = c \int_{-\sigma}^{\sigma} dy \Rightarrow 1 = 2\sigma c \Rightarrow c = \frac{1}{2\sigma}$$

$$\Rightarrow q(y) = \frac{1}{2\sigma}$$

$$\Rightarrow \int_0^x dx' = \int_{-\sigma}^y q(y') dy' \Rightarrow x = \frac{1}{2\sigma} y' \int_{-\sigma}^y \Rightarrow x = \frac{1}{2\sigma} (y + \sigma) \Rightarrow x = \frac{y}{2\sigma} + \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow y + \sigma = 2\sigma x \Rightarrow y = 2\sigma x - \sigma \Rightarrow y = \sigma(2x - 1) \Rightarrow y = \sigma(2 * RAND - 1)$$

Si $RAND = 1 \Rightarrow y = \sigma$

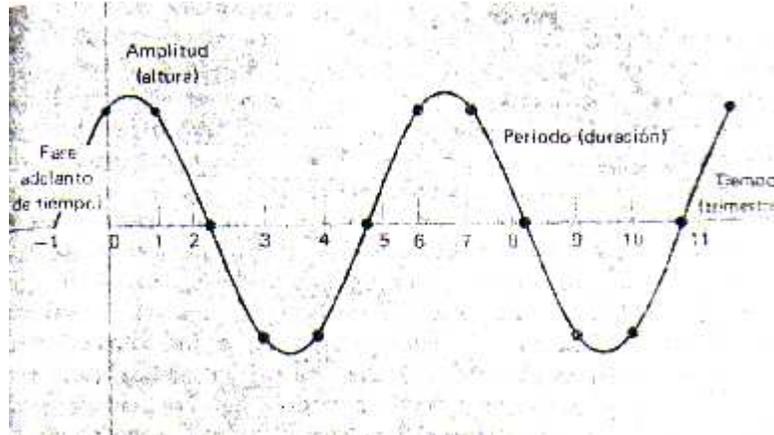
Si $RAND = 0 \Rightarrow y = -\sigma$

b) Caminata aleatoria tiene la media del proceso es cero y la varianza no es constante es decir aumenta indefinidamente con el lapso de k . La particularidad que tiene el proceso es que la media y la varianza cambia con t , el proceso no es estacionario pero su primera diferencia si lo es estabilizando la media y la varianza, de ahí sale el modelo más sencillo autorregresivo de orden uno $Y_t = aY_{t-1} + \epsilon_t$ donde el estado de mañana es igual al estado de hoy más la parte aleatoria que es el error o ruido blanco.

c) Otros modelos son el proceso de promedio móvil MA el cual es un proceso puramente aleatorio, con media cero y varianza constante; la diferenciación sucesiva de X_t eliminara la tendencia con la cual mostrará un ciclo aunque este no exista en la serie original. El ciclo es una fluctuación a mediano plazo cuyo periodo y amplitud presentan cierta regularidad. Hay que recordar que la serie temporal es una sucesión de valores observados de una variable referidos a periodos de tiempo diferentes es decir los datos aparecen ordenados

cronológicamente es por ello que también se le llama serie cronológica. El tiempo en la aplicación empírica se toma como variable discreta por que la serie puede referirse a un tiempo de días, semanas, meses, años o un instante.

Gráfica 3.3 Características de un Ciclo.



Fuente: John E. Freund / Ronald E. Walpole, Estadística Matemática con Aplicaciones

- d) Proceso autorregresivo (AR) este modelo es un proceso aleatorio con varianza constante sus pasos básicos son:
- 1) Diferenciar la serie de modo que alcance la estacionalidad.
 - 2) Identificar un modelo tentativo.
 - 3) Estimar el modelo
 - 4) Verificar el diagnóstico (sí se descubre que el modelo es inadecuado se regresa al paso 2)
 - 5) Usar el modelo para pronosticar y controlar

A continuación analizaremos cada punto por separado.

- 1) Diferenciar para alcanzar la estacionalidad. ¿Cómo se concluye si una serie de tiempo es estacionaria o no? Al estudiar la gráfica del correlograma baja a medida que aumenta k, el número de rezagos.
- 2) Una vez utilizado el procedimiento de diferenciación para obtener la serie de tiempo estacionaria, se examina el correlograma para decidir los órdenes apropiados de los componentes AR.
- 3) Estimar el modelo.
- 4) Verificar el modelo tentativo
- 5) El pronóstico

La idea básica del modelo es encontrar la generación apropiada que genere el patrón histórico de la serie de tiempo, con la identificación del orden más adecuado para este fin. Al encontrar la fórmula oportuna de forma tal que los residuos son los más pequeños, dentro del proceso de construcción del modelo en vuelve pasos que son repetidos tantas

veces sea necesario de manera de finalizar con una fórmula específica que reproduce los patrones de la serie de tiempo tan cerca como sea posible y que finalmente representa un pronóstico preciso.

3.4 Implantación del Proceso Autorregresivo de Orden 1.

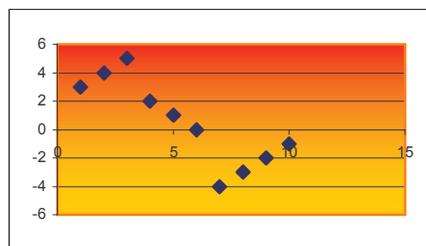
Para determinar el modelo apropiado se inicia con la identificación de un modelo preliminar. Los datos de entrada deben estar ajustados para formar una serie estacionaria para poder llevar a cabo el cálculo preliminar, en el cual sus valores varíen de manera uniforme en cuanto a los valores fijos con respecto al tiempo. La obtención de la serie estacionaria se da con la diferenciación regular, el cual es un proceso para calcular la diferencia entre dos valores sucesivos, se repite cuantas veces sea necesaria. Con la serie estacionaria, un modelo básico puede ser identificado; este primer modelo consiste simplemente en un término autorregresivo de orden AR(1), donde Y_t sigue un proceso estocástico puesto que el valor de Y en el tiempo t depende de su valor en el periodo de tiempo anterior y de un término aleatorio; también incluye no solamente los valores actuales sino valores rezagados (pasados). Los procesos autorregresivos tienen la observación hecha a un tiempo t , de orden p , matemáticamente dicho proceso queda:

$$Y_t = a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} + \dots + a_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (22)$$

Donde ε_t es una serie de ruido blanco, llamada de igual forma perturbación estocástica o el término de error que es un sustituto para todas aquellas variables que son omitidas del modelo pero que colectivamente afectan a Y .

En los modelos autorregresivos, Y_t son explicados por valores pasados más el error. Se tiene T observaciones donde $t \in (1, \dots, T)$.

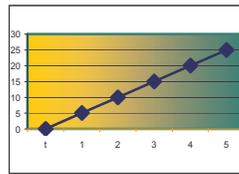
Gráfica 3.4 Representación T Observaciones.



Fuente: Elaboración propia con datos hipotéticos.

La diferencia del modelo se hace hasta que se cumpla el criterio de que los errores estén poco correlacionados entonces se toma el modelo resultante: $Y_t = aY_{t-1} + \varepsilon_t$ donde ε es la distancia de un punto a una recta que pasa por el origen, ε varía con t donde t es el parámetro de la variable aleatoria ε , gráficamente se tienen una relación lineal, cuando pongo $t-1$ la línea recta que me relaciona esos dos puntos es la diferencia entre las líneas rectas, es decir que tan relacionado está con el pasado, una pendiente no pega de manera exacta pero se ve la línea recta que pega a todos y minimiza la distancia sobre todo el conjunto; la pendiente en un punto al pasado pasa al punto más cerca que minimice la suma de las diferencias ε es la distancia entre los puntos.

Gráfica 3.5 Representación de la Relación Lineal



Fuente: Elaboración propia con datos hipotéticos.

¿Cómo queda el valor actual? El valor actual de la serie es una combinación de los más recientes valores pasados de p más un término de error, el cual incorpora todas las novedades en las series de tiempo en el momento t los cuales no son explicados en los valores pasados. La varianza de los errores deben ser invariantes, es decir, constantes; significa que la varianza de los datos es la misma y no dependen del nivel o del punto en el tiempo. El correlograma nos indica el criterio de modelación por ejemplo:

- 1) Si ninguna de las autocorrelaciones es significativamente diferente de cero, la serie es esencialmente un número aleatorio, la cual no es un modelo autorregresivo.
- 2) Si la autocorrelación decrece linealmente, pasando por cero hasta convertirse en negativa o tiene un patrón cíclico pasando por cero varias veces, la serie es no estacionaria y debe ser diferenciada una o más veces antes de ser modelada con un proceso autorregresivo.
- 3) Si la autocorrelación decrece de manera exponencial pero se acerca a cero de manera gradual, y mientras las autocorrelaciones son significativamente diferentes de cero a través de números pequeños de rezago mas allá de aquellos que son significativamente diferentes de cero, la serie debe ser modelada con un proceso autorregresivo.

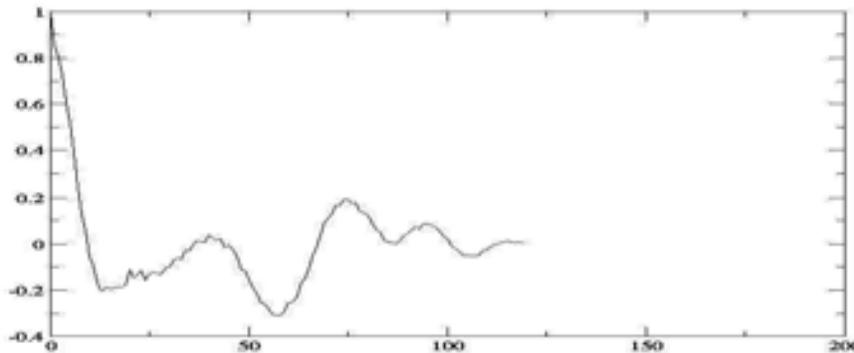
Además el correlograma es una herramienta útil para obtener una comprensión general de nuestras series de tiempo en los siguientes aspectos:

- 1) Una serie aleatoria implica que un número grande (N) será aproximadamente cero para todos los valores de (k) que son los rezagos, diferentes de cero.
- 2) La series estacionarias con frecuencia muestran correlación a corto plazo, las cuales están caracterizadas por valores grandes de más de 2 ó 3 coeficientes de correlación que, mientras son significativamente más grandes que cero, tienden a ser exitosamente mas pequeños.
- 3) Si una serie de tiempo presenta tendencia, los valores de ella no serán cero excepto para los valores muy grandes de retraso.

No solo nos indica que tipo de modelo se puede aplicar sino que tipo de datos son los que se tienen; con los datos del IGAE al sacar la función de autocorrelación se observa que en el orden 1 el error ya es ruido blanco que es muy bueno estadísticamente equivalente a los datos no dependen de los puntos anteriores del tiempo ya están des correlacionados. Al graficar la autocorrelación se ve que decae indicando que estamos bien en el sentido que

tenemos la serie estacionaria, se puede aplicar un modelo autorregresivo, además nos dice que el IGAE está acotado -10 y 10.

Gráfica 3.6 Correlograma Del IGAE



Fuente: Elaboración Propia, datos del IGAE; obtenidos del BIE.

Con el correlograma ayuda a buscar el orden para construir el modelo, si el correlograma se mantuviera en cero no vale la pena predecir no hay correlación, ni dependencia lineal. La función de autocorrelación que se muestra gráficamente con el correlograma nos da por lo tanto los tiempos a observar en el grado estadístico, así el gráfico 3.6 nos muestra que se puede mejorar el pronóstico con ordenes mayores.

3.4.1 Estimaciones de los Parámetros y del Orden del Modelo.

Sabiendo que se tiene que hacer un modelo autorregresivo, debe resolverse ahora dos preguntas:

- a) ¿Cómo podemos estimar los parámetros?

Son importantes los parámetros para calcular los nuevos valores de la serie, pueden ser calculados mediante la minimización de la suma de los residuos al cuadrado o error cuadrático.

El coeficiente “a” minimiza el error cuadrático, tenemos:

$$Y_t = a Y_{t-1} + e_t \quad (23)$$

$$e_t = Y_t - a Y_{t-1} \quad (24)$$

La suma de $E(e_t^2)$ sobre las T observaciones:

$$E(e_t^2) = E(Y_t^2) - 2aE(Y_t Y_{t-1}) + a^2 E(Y_t Y_{t-1}) \quad (25)$$

La función a minimizar $E(e_t^2)$, obtener “a”. Se toma la derivada con respecto a “a”.

$$a = \frac{\sum_{t=0}^T t Y_t}{\sum_{t=0}^T t^2} \quad (26)$$

“a” es la razón de proporcionalidad promedio entre Y y t; esa razón es el coeficiente de correlación lineal entre Y y t.

$$\frac{\sum t Y_t}{\sum t^2} \quad (27)$$

Retomando la ecuación 24 está se deriva se obtiene la ecuación 28, de ella se iguala a cero, se procede a despejar obteniendo así el valor de “a”.

$$e_t = Y_t - a Y_{t-1} \quad (24)$$

$$\delta E(e_t^2) / \delta a = -\delta E(Y_t Y_{t-1}) + \delta a E(Y_{t-1}^2) = 0 \quad (\text{se iguala a cero}) \quad (28)$$

Para definir los coeficientes de “a” un criterio usual es minimizar el error cuadrático con respecto a las observaciones, dando la ecuación 29

$$a = \frac{E(Y_t Y_{t-1})}{E(Y_{t-1}^2)} = \frac{1}{N} \sum_{t=2}^N Y_t Y_{t-1} / \frac{1}{N+1} \sum_{t=2}^N Y_{t-1}^2 \quad (29)$$

El modelo queda:

$$Y_t = a_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (30)$$

Para un modelo autorregresivo de orden dos el modelo queda :

$$Y_t = a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t \quad (31)$$

Para obtener los coeficientes de “a” primero se despeja de las ecuación 31 el error (dando la ecuación 32), se eleva al cuadrado por que se esta minimizando el error cuadrático (ecuación 33).

$$\varepsilon_t = Y_t - a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} \quad (32)$$

$$\varepsilon_t^2 = Y_t^2 - 2Y_t(a_1Y_{t-1} + a_2Y_{t-2}) + a_1^2Y_{t-1}^2 + 2a_1a_2Y_{t-1}Y_{t-2} + a_2^2Y_{t-2}^2 \quad (32)$$

$$E(\varepsilon_t^2) = E(Y_t^2) - 2a_1E(Y_tY_{t-1}) - 2a_2E(Y_tY_{t-2}) + a_1^2E(Y_{t-1}^2) + 2a_1a_2E(Y_{t-1}Y_{t-2}) + a_2^2E(Y_{t-2}^2) \quad (32.1)$$

Se obtienen las derivadas parciales con respecto a a_1, a_2

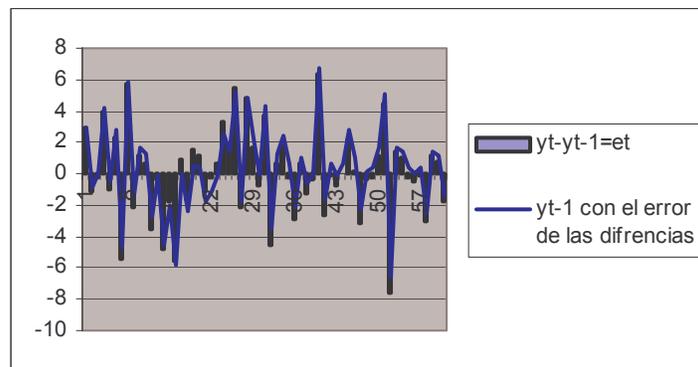
$$\frac{\partial E(\varepsilon_t^2)}{\partial a_1} = -2E(Y_tY_{t-1}) + 2a_1E(Y_{t-1}^2) + 2a_2E(Y_{t-1}Y_{t-2}) \quad (33)$$

$$\frac{\partial E(\varepsilon_t^2)}{\partial a_2} = -2E(Y_tY_{t-2}) + 2a_2E(Y_{t-2}^2) + 2a_1E(Y_{t-1}Y_{t-2}) \quad (34)$$

b) ¿Cuál es el orden del modelo?

Al sacar el correlograma confirma que se tiene una serie estacionaria por lo tanto un modelo de primer orden es un buen candidato; teniendo el coeficiente “a” se puede llevar a la realidad la construcción del modelo, tenemos que el indicador global económico se cuenta con una serie de 1994/01 hasta 2004/09, la cual será dividida en dos partes; la primera tendrá que ver con la construcción del modelo, obteniendo el error de región de aprendizaje con la siguiente fórmula $e_t = Y_t - a \cdot Y_{t-1}$ se obtiene su media 0.2905, su desviación estándar 2.689144; a partir de 1992/02 se obtendrán las estimaciones del modelo $a \cdot Y_{t-1} + \varepsilon$ es decir $(=0.9 \cdot V63 + 2.69 \cdot (2 \cdot \text{ALEATORIO}() - 1) + 0.29)$, los datos obtenidos muestran que cuando se tiene el dato del pasado es mayor el error es menor por eso es más cercano, porque tenemos que el margen de error es de 2.69 con un dato mayor absorbe ese error, por eso da la predicción muy cerca de la real, es normal que no a todos los datos se acerquen a la predicción y más si no absorbe ese margen de error, pero se obtiene un buen modelo puesto que el margen de error no están grande para demostrarlo se realiza la diferencia del pronosticado con el real al sacar su desviación debe ser menor 2.503284 que la anterior si es así es un buen modelo.

Gráfica 3.7 Obtención de las Primeras Diferencias, Errores del IGAE



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del BIE.

Los resultados obtenidos son de orden uno:

Cuadro 3.14 Estimaciones y errores del IGAE con orden 1

	Estimado	Error de estimación
1999/02	1.51.268681997	-0.231318003
1999/03	2.41.232835866	-1.167164134
1999/04	2.72.167976763	-0.532023237
1999/05	3.45.153153624	1.753153624
1999/06	3.95.436731789	1.536731789
1999/07	4.56.309837105	1.809837105
1999/08	4.73.427144296	-1.272855704
1999/09	43.581070903	-0.418929097
1999/10	4.15.124272754	1.024272754
1999/11	6.1 5.7696552	-0.3303448
1999/12	5.46.660654949	1.260654949
2000/01	7.54.159197733	-3.340802267
2000/02	8.64.547871122	-4.052128878
2000/03	5.87.589223782	1.789223782
2000/04	6.23.303699811	-2.896300189
2000/05	8.74.192783734	-4.507216266
2000/06	7.2 5.49598679	-1.70401321
2000/07	5.97.673201848	1.773201848
2000/08	8.3 5.46229217	-2.83770783
2000/09	7.3 6.848341	-0.451659
2000/10	6.36.913899049	0.613899049
2000/11	5 3.81950315	-1.18049685
2000/12	2.53.767376689	1.267376689
2001/01	3.74.953401121	1.253401121
2001/02	-0.1 2.48935215	2.58935215
2001/03	2.21.564400576	-0.635599424
2001/04	1.91.604997553	-0.295002447

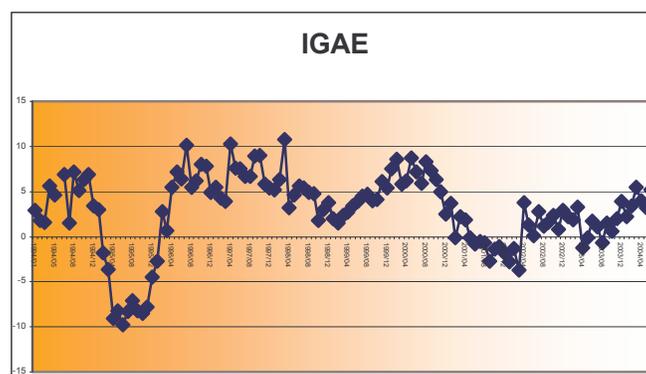
	Estimado	Error de estimación
2001/05	-0.1 3.467904405	3.567904405
2001/06	-0.8-0.773894955	0.026105045
2001/07	-0.5 1.724585942	2.224585942
2001/08	-0.7 1.62547898	2.32547898
2001/09	-2.7-2.814001798	-0.114001798
2001/10	-1.4-2.094720111	-0.694720111
2001/11	-1.1-1.679270086	-0.579270086
2001/12	-1.8 1.795427609	3.595427609
2002/01	-2.8-3.878513212	-1.078513212
2002/02	-1.3-2.281319061	-0.981319061
2002/03	-3.7-3.407560993	0.292439007
2002/04	3.8-1.759576867	-5.559576867
2002/05	1.3 1.442524553	0.142524553
2002/06	0.1 1.54057501	1.44057501
2002/07	2.8 1.984111999	-0.815888001
2002/08	1.2 5.290877432	4.090877432
2002/09	1.6 1.184201816	-0.415798184
2002/10	2.4 1.962975874	-0.437024126
2002/11	0.8-0.236998107	-1.036998107
2002/12	2.9 2.038531374	-0.861468626

Cuadro 3.14 Estimaciones y errores del IGAE con orden 1

	Estimado	Error de estimación
2003/01	2.2 1.603558725	-0.596441275
2003/02	1.9 0.137177778	-1.762822222
2003/03	3.3 1.029899901	-2.270100099
2003/04	-1.2 5.023871311	6.223871311
2003/05	-0.1 -0.272920127	-0.172920127
2003/06	1.7 0.858375293	-0.841624707
2003/07	1.1 2.100696156	1.000696156
2003/08	-0.7 -0.806114937	-0.106114937
2003/09	1.5 0.102144102	-1.397855898
2003/10	0.6 3.414165655	2.814165655
2003/11	2 0.227837138	-1.772162862
2003/12	3.9 2.005475181	-1.894524819
2004/01	2.2 3.338692558	1.138692558
2004/02	3.4 2.866555566	-0.533444434
2004/03	5.5 4.439153041	-1.060846959
2004/04	4 7.508952686	3.508952686
2004/05	3.2 4.451271021	1.251271021
2004/06	5.2 2.049632011	-3.150367989
2004/07	3.4 5.072922397	1.672922397
2004/08	5.4 3.847801346	-1.552198654
2004/09	4.4 4.773962588	0.373962588

La estimación de los datos al momento no es satisfactoria, es natural este resultado puesto que para ello se tiene que realizar varias pruebas hasta encontrar el apropiado para dicha serie, sacando la correlación de los datos nos da un orden 9, sin embargo es posible que no baje más el error puesto que los datos del IGAE se ven estacionarios lo cual su varianza no crece con el tiempo ni la correlación, sólo se puede confirmar este supuesto al obtener mayores ordenes.

Gráfica 3.8 Estimación del IGAE 1999/02-2004/09



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del BIE.

¿Porqué las predicciones a veces quedan muy lejos del punto observado? Es por que sólo se ha hecho hasta el momento un modelo autorregresivo (AR) con memoria 1 y 2 períodos; la aproximación puede mejorar utilizando órdenes mayores.

3.5 Generación de Orden de mayor perspectiva del Proceso Autorregresivo.

Un acercamiento para ajustar los modelo AR de orden progresivamente mayor, es como se refirió anteriormente mediante la suma de los residuos al cuadrado. Donde se mostró la obtención de orden uno su parámetro en la ecuación 29, mostrando la ecuación del modelo en la ecuación 30; de forma similar para el orden AR 2 se obtienen los parámetros en la ecuación 33 y 34 la especificación del modelo en la ecuación 31. Para este orden dos se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 3.15 Estimación y errores del IGAE con orden 2

	Estimado	Error de estimación
1999/02 1.5	1.960675	0.460675
1999/03 2.4	-0.53274	-2.93274
1999/04 2.7	1.805474	-0.89453
1999/05 3.4	4.795239	1.395239
1999/06 3.9	0.632614	-3.26739
1999/07 4.5	4.662369	0.162369
1999/08 4.7	4.422645	-0.27735
1999/09 4	4.590553	0.590553
1999/10 4.1	6.351614	2.251614
1999/11 6.1	5.982211	-0.11779
1999/12 5.4	7.710988	2.310988
2000/01 7.5	6.707082	-0.79292
2000/02 8.6	4.487042	-4.11296
2000/03 5.8	6.071108	0.271108
2000/04 6.2	7.756102	1.556102
2000/05 8.7	5.91647	-2.78353
2000/06 7.2	6.45785	-0.74215
2000/07 5.9	5.575757	-0.32424
2000/08 8.3	4.111166	-4.18883
2000/09 7.3	7.016394	-0.28361
2000/10 6.3	9.241933	2.941933
2000/11 5	5.093229	0.093229
2000/12 2.5	7.350641	4.850641
2001/01 3.7	5.052177	1.352177
2001/02-0.1	3.172326	3.272326
2001/03 2.2	2.119553	-0.08045
2001/04 1.9	-0.49529	-2.39529
2001/05-0.1	2.442195	2.542195
2001/06-0.8	-1.16711	-0.36711
2001/07-0.5	-0.30504	0.194961
2001/08-0.7	-0.9967	-0.2967
2001/09-2.7	-1.36951	1.330486
2001/10-1.4	-3.63878	-2.23878
2001/11-1.1	-2.97534	-1.87534

Nuevamente los resultados obtenidos no son satisfactorios, lo que conduce a ver ordenes mayores. Hasta aquí el proceso de la elaboración de los resultados fue con el desarrollo de las fórmulas antes planteadas y se uso Excel; se compararon los resultados de los coeficientes obtenidos con el paquete Eviews 4, salieron similares. El primer coeficiente de AR1 en Excel es de $a_1 = .90$ con el paquete de $a_1 = .85$; en orden AR2 se obtuvo en Excel para $a_1 = .67$, para $a_2 = .25$ en el paquete $a_1 = .61$, para $a_2 = .28$.

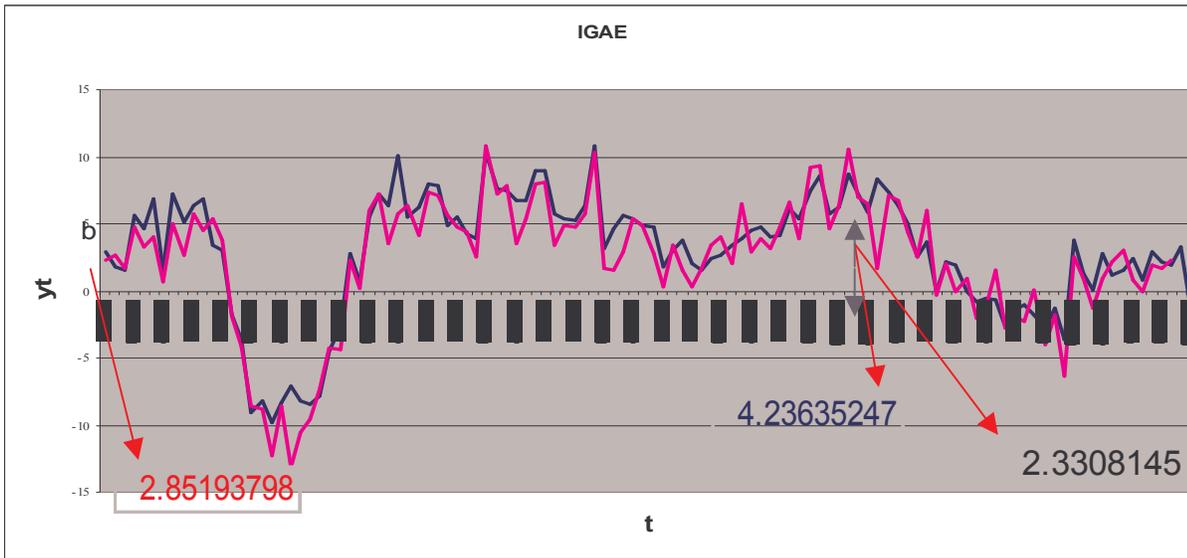
La obtención de los coeficientes de ordenes mayores para ahorrar tiempo se determinaron con el Eviews sabiendo de antemano que los cálculos del paquete con los que se realizaron manualmente con ayuda de Excel son similares dando pauta a confiar en dichos resultados.

Por el continuo recomodamiento de los datos las operaciones fueron modificadas varias veces esto sirvió para probar el modelo que tan bien suministraba los datos de predicción a corto plazo, como es natural en las variables macroeconómicas por varios periodos se obtienen datos preliminares hasta que el BIE hace un ajuste por tal motivo en el último cambio se modificaron varios datos de varios meses, teniendo que recalcular nuevamente los datos y llevando la verificación del modelo como se realizo esto varias veces llegando a resultados ya satisfactorios se quedo el cálculo hasta el 2004/12, teniendo el pronóstico al 2005/01; como se menciona anteriormente los datos primeros consultados son hasta 2004/07, se actualizan hasta 2004/11 y posteriormente al 2004/12.

En esta parte del proceso se tienen los datos de la serie se obtienen su media (2.83 del IGAE), varianza y desviación estándar; es decir se calcula el primer momento y el segundo momento, que son importantes. El primer momento se quiere que en el modelo generado conserve la misma media y varianza y la desviación nos dice que tanta variabilidad de error tiene el modelo (4.23 del IGAE).

Se desarrolla en primer instancia el de caminata aleatoria es un proceso no estacionario pero su primera diferencia si lo es; de ahí sale el modelo más sencillo autorregresivo de orden uno $Y_t = aY_{t-1} + \epsilon_t$, donde el estado de mañana es igual al estado de hoy más la parte aleatoria que es el error o ruido blanco. Se compara el resultado del primer modelo sencillo con la variabilidad de los datos de la serie se tiene que el IGAE tiene 4.23 y con el modelo sencillo baja a 2.33 lo que da una buena mejoría.

Gráfica 3.9 Estimación del IGAE 1999/02-2004/11



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del BIE.

Para que se entienda más, se tomaron los datos originales de los cuales se obtuvo su media; después será usada para la construcción del modelo. La obtención del primer modelo sencillo es a un paso, consiste en explicar una variable por su valor en uno o varios periodos anteriores; en este caso solamente considero un periodo de desfase, se estimo solamente un coeficiente³. Con desfase se expresa el valor de una variable en función de sus valores en periodos anteriores; tomando en cuenta solamente el periodo inmediato anterior, si el desfase es 2 se toman 2 periodos anteriores así sucesivamente va aumentando; hasta que encontramos el adecuado para el fin deseado y proceder a la construcción del modelo. Al sacar la desviación del modelo tanto de los datos originales como del modelo sencillo nos va a servir de referencia; si del modelo sencillo es menor que los datos originales nos proporciona una menor variabilidad. Da pauta a la búsqueda de ir mejorando el modelo incrementando más desfases para ir reduciendo el margen de error; realizando pruebas hasta encontrar el más pertinente. A continuación se muestran los datos del IGAE con una media de 2.87421875, una desviación de 4.23635293; el primer modelo baja el margen de error a 2.3308145.(ver cuadro 3.16)

Se sacan diferentes desfases, el que se usara es el de menor margen de error, en este caso para el indicador económico global (IGAE) es de orden 22; se presentan algunos de ordenes en el cuadro 3.17 para que se tenga una representación gráfica que conforme va aumentando el orden va disminuyendo el margen de error hasta llegar al adecuado en este caso de 22.

³ La manera de obtención de los coeficientes fue descrita anteriormente.

Cuadro 3.17 Representación de los ordenes AR del IGAE 1994/01-2004/08

	ar1	ar2	ar3	AR12	AR18	AR21	AR22
1994/01	0.045355	-0.3298928	4.1495835	-1.0671309	0.513387	-0.5884223	0.107993
1994/02	0.51091	4.1100424	0.7297198	-4.3447443	2.4455054	0.068326	0.6567603
1994/03	4.63192	0.7478288	2.401459	-3.4156027	0.8196621	0.7170528	1.4246791
1994/04	1.21172	2.4931508	-3.9810479	-4.1581117	-0.683074	1.4398113	3.1423035
1994/05	4.11677	-4.0085322	4.2863275	-0.5144157	-0.5285057	3.0010638	1.1041086
1994/06	-2.674845	4.2918942	0.4302645	1.0984191	1.0680597	0.9810959	2.1155954
1994/07	6.292425	0.308742	0.99846	1.4913382	1.2345732	1.9328232	2.2233508
1994/08	0.74364	1.1267346	1.6788933	1.6743674	4.1193548	2.4627972	0.5039726
1994/09	3.214245	1.6095318	-2.6204636	-0.322459	-0.0254419	0.3403478	2.3181634
1994/10	3.088185	-2.6014166	-1.0273159	-2.6111016	2.8712194	2.4175292	-1.5365506
1994/11	-0.774845	-1.0577008	-4.4843983	-0.7216261	2.3238698	-1.8176435	-0.3775991
1994/12	0.94283	-4.6009188	-3.324224	1.088699	0.4978378	0.5834802	0.966655
1995/01	-3.61515	-3.380706	-6.2520334	2.2033988	2.9481014	0.597328	1.1680067
1995/02	-2.51091	-6.3999424	-1.5691473	4.5306047	-2.1718096	0.7588333	-0.0746286
1995/03	-6.92182	-1.6502898	-2.0752212	-0.3516826	-0.2354829	-0.3218715	0.5911382
1995/04	-2.694045	-2.2002088	-0.0344343	2.8108813	0.5074381	0.4920591	2.2517659
1995/05	-4.83859	0.0069324	0.7673179	0.7904488	1.0024126	2.3637437	0.0691793
1995/06	-2.37051	0.7632486	-1.5774011	-1.0853855	-0.6058725	0.0821141	5.9279419
1995/07	-2.078085	-1.4977094	-1.5302985	1.5793808	0.6367731	6.1599899	2.4614277
1995/08	-3.904145	-1.4800728	-0.2718822	-3.0336263	2.0393884	2.2002717	1.0110947
1995/09	-3.53859	-0.2796326	2.6598546	0.1527602	0.5996441	1.2298553	-0.1496413
1995/10	-2.657075	2.683812	2.2142528	1.9256382	5.8768686	-0.3059437	-0.1710613
1995/11	0.21939	2.2841946	5.6138809	1.1646218	2.7320258	-0.3193807	1.7403196
1995/12	0.022725	5.738329	-0.3129537	-1.0640815	1.5871974	1.6658097	0.5166294
1996/01	4.433635	-0.2113236	4.1279318	-0.1333692	-0.3273379	0.2443895	0.4920224
1996/02	-0.99414	4.2646554	3.6980705	1.2062065	0.3966915	0.5520907	-0.6679763
1996/03	5.076465	3.6692726	0.3138667	0.3365527	1.4097651	-0.917987	-0.1358768
1996/04	3.872225	0.449014	4.1196101	5.6807643	1.5011962	0.0118315	3.0755916
1996/05	2.04364	4.1401696	-2.4493019	2.1291854	-0.1026402	2.8427614	4.2825349
1996/06	6.22768	-2.4665698	-0.0981015	0.4304359	-0.2293494	4.2439573	-0.6925634
1996/07	-0.611005	-0.0560882	2.8016203	-0.27888	-0.0299437	-0.6683363	2.2042798
1996/08	2.872225	2.654064	1.1485473	0.9471558	2.392344	2.0676644	0.7701281
1996/09	4.24869	1.1620216	-2.1641096	2.2793283	5.1926616	0.7220318	1.243094
1996/10	2.9596	-2.138846	0.3261605	1.3715066	-1.1117065	1.1042549	-0.0675476
1996/11	0.18061	0.2737854	-0.3519157	-0.3535707	1.800074	-0.3729493	1.312039
1996/12	2.535255	-0.4484418	-0.2872828	0.7184184	0.9228834	0.9519025	0.075383
1997/01	0.972225	-0.296341	6.745657	0.1617807	1.4716341	-0.0474919	1.5425791
1997/02	1.298285	6.6935974	0.2149774	2.9622448	-0.6772366	1.3975833	-0.5880085
1997/03	7.940305	0.2372502	-0.2190065	4.6124273	1.0597854	-0.6999823	0.5326439
1997/04	1.367985	-0.0846796	0.0631936	-3.5186595	0.2684993	0.5684074	-0.0920497
1997/05	2.90162	-0.0413582	0.5048293	1.2289179	0.9611698	-0.1838825	3.3735833
1997/06	2.162125	0.471675	2.9488482	1.3922964	-0.4943471	3.2817627	1.4716455
1997/07	2.646165	2.9036206	1.6782544	1.8171015	0.6561475	1.373748	0.9807669
1997/08	4.846165	1.6725106	-2.2620891	-0.6822316	-0.5482535	0.9407595	1.2928777
1997/09	3.615055	-2.2258448	-0.6690023	1.2165135	3.6865935	1.1845149	2.7009982
1997/10	0.35455	-0.718678	0.36666	-0.0950076	1.139278	2.6788921	1.0629226
1997/11	1.89071	0.2511244	1.6188462	1.3067068	0.8794122	0.9035369	0.7673353
1997/12	1.93273	1.5881072	5.4952865	0.2203138	0.9491428	0.5416797	0.6799451
1998/01	3.15374	5.4805386	-5.2056714	0.842139	3.1334273	0.433669	0.4823344
1998/02	6.988185	-5.1611116	-0.5087227	-1.3282887	1.0981411	0.4490781	2.3095277
1998/03	-3.33454	-0.4674256	2.1118562	2.8963369	0.6288935	2.3063133	3.4922329
1998/04	2.66384	1.8889876	0.6446804	1.416795	-0.727469	2.9482406	2.7195936
1998/05	2.81677	0.6780328	-0.0005184	0.8487038	2.2324119	2.683154	0.0780056
1998/06	2.01172	0.0091108	0.2966893	0.8216869	1.5142351	0.0229735	0.2411023
1998/07	1.63273	0.2696222	-2.4935932	2.1566009	3.2718559	0.237113	2.5293836
1998/08	1.835255	-2.5249068	0.5596549	0.5868027	2.6463423	2.3569899	1.9904606
1998/09	-1.10424	0.5192364	1.5479714	-0.2105002	0.0946064	1.706441	-0.1175538
1998/10	1.91091	1.4629724	-1.2002232	0.1258327	0.1261029	-0.4523825	2.4701488
1998/11	1.98485	-1.168986	-0.8097958	2.4287319	3.0614845	2.3953175	2.0098476
1998/12	-0.29919	-0.8118416	0.9754497	0.9371814	1.4004539	1.8101793	0.1218858
1999/01	0.2899	0.912561	0.8259458	2.9241683	-0.360387	-0.0126944	-0.7775028
1999/02	1.492425	0.812982	1.049776	2.3417678	2.4444112	-0.9459408	-1.1252354
1999/03	1.24788	1.0705282	1.0548992	-1.1110573	2.1569116	-1.2408444	1.4428238
1999/04	1.766365	1.0600136	1.1414372	-0.2639882	0.0275536	1.3849489	-2.3349146
1999/05	1.84283	1.1545362	0.8401977	2.9771806	-0.9968784	-2.5105515	1.7464131
1999/06	2.140305	0.8465402	-0.152833	0.7854121	-1.2509228	1.7089085	0.9759512
1999/07	1.977275	-0.148429	0.3316493	-0.6476595	1.4873968	0.7809323	0.9048963
1999/08	1.156265	0.3171196	2.492355	3.0735846	-2.4533327	0.9302709	-0.6805459
1999/09	1.6798	2.459567	0.5162911	2.1823141	1.5628979	-0.6265125	-0.4177797
1999/10	3.619295	0.5204738	2.4304891	-0.5717065	0.7303343	-0.3395529	1.6688378
1999/11	1.709195	2.4641448	2.519247	-1.2098743	0.8208804	1.6332629	-1.7545332

Cuadro 3.17 Representación de los ordenes AR del IGAE 1994/01-2004/08

	ar1	ar2	ar3	AR12	AR18	AR21	AR22
1999/12	4.23273	2.4964922	-1.6230802	-0.9747074	-0.7093032	-1.8919051	-0.6598764
2000/01	4.062125	-1.57792	0.2134535	1.5640419	0.0155876	-0.4325528	1.7004925
2000/02	0.59657	0.1972948	3.365066	-2.3827902	0.7820945	1.430799	0.0177259
2000/03	2.69071	3.2670844	0.1286969	2.9637037	-1.4716545	-0.1764429	-1.9387539
2000/04	4.94869	0.1384866	-1.012784	1.3872614	-0.3614484	-1.9004127	0.3859821
2000/05	1.936065	-0.9787684	2.7195384	-0.1907143	1.4148395	0.5191971	-0.4670167
2000/06	1.54364	2.6426946	0.6072585	-0.810934	-0.8377434	-0.5970875	6.4854475
2000/07	4.730205	0.5674862	-0.5593336	0.1284078	-1.4348203	6.4561503	0.069194
2000/08	2.278085	-0.5233006	-0.867987	0.4340799	0.485067	0.15462	-0.3014313
2000/09	1.883135	-0.9283186	-2.2925541	-1.7187779	-1.2369375	-0.2150124	1.0582968
2000/10	1.188185	-2.3518216	0.8102962	0.4939301	6.7122778	0.9340144	0.4304432
2000/11	-0.52525	0.737715	-2.9908891	2.2015956	0.3053506	0.2538592	-1.9413276
2000/12	2.187375	-3.063515	1.1923436	-0.9358719	-0.4041848	-2.0213806	0.7641814
2001/01	-2.338685	1.1877566	0.6921203	-1.2450177	0.7770327	0.53857	0.2255319
2001/02	2.260505	0.5978832	-1.9454908	0.8391522	0.1772168	-0.1575243	1.6573217
2001/03	0.56889	-1.8874454	-1.2608113	-2.0152696	-1.1337527	1.789549	-0.6909449
2001/04	-1.249595	-1.2903658	0.0764111	6.521413	-0.1067844	-0.6246493	1.4283746
2001/05	-0.739495	0.0130332	-0.1498096	-0.7911998	-0.7242591	1.2116037	0.60081
2001/06	-0.01596	-0.1655294	-2.1404561	-0.839446	2.9861284	0.6194789	-2.3561202
2001/07	-0.397475	-2.131499	0.4547568	0.5345674	-1.2422355	-2.2192215	0.2953897
2001/08	-2.276465	0.4365874	0.5702231	-0.2321364	1.234099	0.3036316	0.6039308
2001/09	0.233635	0.5298864	-0.7733696	-0.9886293	0.3958461	0.4640941	1.2492095
2001/10	-0.25293	-0.7285402	-1.3992466	-0.0303271	-1.8486564	1.1395579	-1.8750269
2001/11	-1.134445	-1.3919848	0.9379663	-0.3770766	0.0560528	-1.9107056	1.4183634
2001/12	-1.71091	0.9160176	-2.0923715	3.2382738	0.6815573	1.5383716	0.3949494
2002/01	0.39414	-2.1016254	6.3849237	-1.471549	0.7205997	0.2450581	2.5675561
2002/02	-2.913435	6.4155966	0.0771461	1.1606764	-1.3184429	2.7084452	0.734362
2002/03	6.038685	0.0735584	-1.977459	0.2482995	0.9057899	0.6791779	0.2814539
2002/04	-0.99919	-1.7883066	2.4488101	-3.5589164	1.256758	0.6034445	1.6606836
2002/05	-0.686655	2.3625834	-0.5073403	0.5331044	1.5838979	1.5675259	1.9836021
2002/06	2.739495	-0.5231332	0.0037975	1.3343255	1.4099329	1.7838643	-0.661325
2002/07	-0.49414	0.0621304	1.1318652	1.2700828	1.0041735	-0.6342489	-1.1912895
2002/08	0.87394	1.0840016	-1.128362	-1.4772027	0.8601365	-1.4011207	1.7615142
2002/09	1.43192	-1.1160112	1.7161576	1.5869576	2.6478799	1.5937177	0.8651999
2002/10	-0.65212	1.7201232	0.2475741	0.8752257	-0.666859	0.7702421	1.0036095
2002/11	2.41596	0.2134094	-0.3189048	0.8470718	-1.4363581	0.9808096	0.6221255
2002/12	0.445355	-0.2719128	1.5424062	1.1521117	1.6290011	0.5271824	2.23746046
2003/01	0.56889	1.5125546	-3.7427775	0.4352521	0.9510886	2.25600843	1.49581431
2003/02	2.150405	-3.7475358	-0.3281841	0.4401793	1.3800808	1.50200148	
2003/03	-3.196665	-0.3307156	2.2283442	2.6213816	0.1816808		
2003/04	0.62606	2.1084234	0.0547267	-0.5197564	2.47596766		
2003/05	1.760505	0.1004082	-1.9012734	-1.251179	1.57352078		
2003/06	0.071415	-1.8584394	1.6388938	1.6309619			
2003/07	-1.365555	1.6046098	-0.0702054	0.5318624			
2003/08	1.923535	-0.1046226	1.1490559	1.5890979			
2003/09	-0.307575	1.202072	2.5340509	-0.238313			
2003/10	1.63697	2.5159408	-0.7879303	3.34885813			
2003/11	2.6899	-0.739559	0.907568	1.82998856			
2003/12	-0.159695	0.9381552	2.8531907				
2004/01	2.06889	2.8049796	-0.3529611				
2004/02	3.44283	-0.3135438	-0.8475284				
2004/03	0.672225	-0.814826	2.1669029				
2004/04	0.7798	2.104112	-0.6547828				
2004/05	3.26384	-0.6740424	1.8066234				
2004/06	0.25374	1.8351836	0.1961702				
2004/07	3.34283	0.1469612	4.66544846				
2004/08	1.13273	4.63581157	2.15996492				
Variación	6.13509776	2.15309349					
Desviación	2.47691295						

El modelo autorregresivo se abrevia con la palabra AR tras la que se indica el orden del modelo: AR(1), AR(2),...etc. El orden del modelo expresa el número de observaciones retrasadas de la serie; normalmente se suele trabajar con modelos autorregresivos de órdenes bajos: AR(1), AR(2) o bien con órdenes coincidentes con la periodicidad de los datos de la serie analizada si es trimestral se usa AR(4), si es mensual AR(12); pero en este caso se está tomando el que tenga menor margen de error, construyendo así un vector de diferencias; el modelo tiene la siguiente ecuación:

$$Y_t = f(Y_{t-1}, \dots, Y_{t-R}) = (a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} \dots + a_{20} Y_{t-20}) \quad (35)$$

Hasta aquí ya teniendo el orden de menor margen de error, se efectúa la estimación con la diferencia de los datos originales menos el error es decir mi vector de diferencias; verificando en la región de prueba que es correcto se procede a hacer la estimación de un periodo a corto plazo con un margen de error pequeño, puesto que se escogió el de menor variabilidad.(cuadro 3.18)

Cuadro 3.18 Representación de los ordenes AR del IGAE 1994/01-2002/11

	IGAE	ESTIMACIÓN		IGAE	ESTIMACIÓN		IGAE	ESTIMACIÓN
1994/01	2.9	2.8	1996/09	6.2	4.956906	1999/10	4.1	2.4
1994/02	1.8	1.1	1996/10	8.0	8.0675476	1999/11	6.1	7.9
1994/03	1.6	0.2	1996/11	7.8	6.487961	1999/12	5.4	6.1
1994/04	5.6	2.5	1996/12	4.9	4.824617	2000/01	7.5	5.8
1994/05	4.6	3.5	1997/01	5.5	3.9574209	2000/02	8.6	8.6
1994/06	6.9	4.8	1997/02	4.3	4.8880085	2000/03	5.8	7.7
1994/07	1.5	-0.7	1997/03	3.9	3.3673561	2000/04	6.2	5.8
1994/08	7.2	6.7	1997/04	10.3	10.3920497	2000/05	8.7	9.2
1994/09	5.1	2.8	1997/05	7.6	4.2264167	2000/06	7.2	0.7
1994/10	6.3	7.8	1997/06	7.5	6.0283545	2000/07	5.9	5.8
1994/11	6.9	7.3	1997/07	6.7	5.7192331	2000/08	8.3	8.6
1994/12	3.4	2.4	1997/08	6.7	5.4071223	2000/09	7.3	6.2
1995/01	3	1.8	1997/09	8.9	6.1990018	2000/10	6.3	5.9
1995/02	-1.8	-1.7	1997/10	9.0	7.9370774	2000/11	5	6.9
1995/03	-3.6	-4.2	1997/11	5.8	5.0326647	2000/12	2.5	1.7
1995/04	-9.1	-11.4	1997/12	5.4	4.7200549	2001/01	3.7	3.5
1995/05	-8.2	-8.3	1998/01	5.2	4.7176656	2001/02	-0.1	-1.8
1995/06	-9.8	-15.7	1998/02	6.3	3.9904723	2001/03	2.2	2.9
1995/07	-8.3	-10.8	1998/03	10.8	7.3077671	2001/04	1.9	0.5
1995/08	-7.1	-8.1	1998/04	3.2	0.4804064	2001/05	-0.1	-0.7
1995/09	-8.2	-8.1	1998/05	4.6	4.5219944	2001/06	-0.8	1.6
1995/10	-8.5	-8.3	1998/06	5.6	5.3588977	2001/07	-0.5	-0.8
1995/11	-7.8	-9.5	1998/07	5.4	2.8706164	2001/08	-0.7	-1.3
1995/12	-4.5	-5.0	1998/08	4.9	2.9095394	2001/09	-2.7	-3.9
1996/01	-2.7	-3.2	1998/09	4.8	4.9175538	2001/10	-1.4	0.5
1996/02	2.8	3.5	1998/10	1.8	-0.6701488	2001/11	-1.1	-2.5
1996/03	0.7	0.8	1998/11	3.0	0.9901524	2001/12	-1.8	-2.2
1996/04	5.5	2.4	1998/12	3.8	3.6781142	2002/01	-2.8	-5.4
1996/05	7.2	2.9	1999/01	2.0	2.7775028	2002/02	-1.3	-2.0
1996/06	6.4	7.1	1999/02	1.5	2.6252354	2002/03	-3.7	-4.0
1996/07	10.1	7.9	1999/03	2.4	0.9571762	2002/04	3.8	2.1
1996/08	5.5	4.7	1999/04	2.7	5.0349146	2002/05	1.3	-0.7
			1999/05	3.4	1.6535869	2002/06	0.1	0.8
			1999/06	3.9	2.9240488	2002/07	2.8	4.0
			1999/07	4.5	3.5951037	2002/08	1.2	-0.6
			1999/08	4.7	5.3805459	2002/09	1.6	0.7
			1999/09	4.0	4.4177797	2002/10	2.4	1.4
						2002/11	0.8	0.2

Se rehace el modelo ya no para el periodo de prueba sino para tomar el pronóstico del periodo que no se tiene, como se esta tomado datos anteriores, estaré tomando nuevamente una región de prueba pero el último periodo al no tener el dato real será el que se este estimando, no puedo tomar una estimación más grande porque estaría afectado el pronóstico aumentando el error si tomo un valor estimado, es por ello que tomo el último valor real que se tenga.

Nuevamente se realizan los cálculos correspondientes para sacar el nuevo vector de diferencia, se resta este vector con los datos originales se tiene la estimación, pero se le esta agregando una constante, la cual se saca restando la media de los datos originales con la del vector con la finalidad de aproximar más la estimación; la constante en este caso es de .8 y la ecuación 35 se le agrega dicha constante.

$$Y_t = f(Y_{t-1}, \dots, Y_{t-R}) = (a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} \dots + a_{20} Y_{t-20}) + b \quad (36)$$

Aquí el periodo de prueba va de 2002/12 – 2004/09 obteniendo pequeños margen de error con respecto del real con el observado como se muestra en el cuadro 3.19 el periodo estimado es 2004/10 se obtuvo 4.57 al compararlo con los datos del BIE se tiene el valor de este periodo es 4.1 con un error de pronostico de -0.477 , la variabilidad del modelo se reduce de 4.23 a 1.96

Cuadro 3.19 Representación de los ordenes AR del IGAE 2002/12-2004/10

	REAL	ESTIMADO	ERROR
2002/12	2.9	3.4744681	-0.5744681
2003/01	2.2	1.3426783	0.8573217
2003/02	1.9	3.3909449	-1.4909449
2003/03	3.3	2.6716254	0.6283746
2003/04	-1.2	-1.00081	-0.19919
2003/05	-0.1	3.0561202	-3.1561202
2003/06	1.7	2.2046103	-0.5046103
2003/07	1.1	1.2960692	-0.1960692
2003/08	-0.7	-1.1492095	0.4492095
2003/09	1.5	4.1750269	-2.6750269
2003/10	0.6	-0.0183634	0.6183634
2003/11	2	2.4050506	-0.4050506
2003/12	3.9	2.1324439	1.7675561
2004/01	2.2	2.265638	-0.065638
2004/02	3.4	3.9185461	-0.5185461
2004/03	5.5	4.6393164	0.8606836
2004/04	4	2.8163979	1.1836021
2004/05	3.2	4.661325	-1.461325
2004/06	5.2	7.1912895	-1.9912895
2004/07	3.4	2.4384858	0.9615142
2004/08	5.4	5.3348001	0.0651999
2004/09	4.4	4.1963905	0.2036095
2004/10	4.1	4.5778745	-0.4778745
		3.87839193	
	desviación	1.96936333	
	media	3.14384375	

El indicador IGAE se continua actualizando para ver si funciona bien el modelo, se cuenta ya con datos reales de la serie desde 1994/01-2004/11 estimando el periodo 2004/12 teniendo una estimación de este periodo de 4.0 siendo el real de 4.4 contando un error de estimación de .39, conservando su media de 2.93 bajando más el margen de error de 4.23 a 1.86

Cuadro 3.20 Representación de los ordenes AR del IGAE 2002/12-2004/12

	REAL	ESTIMADO	ERROR
2002/12	3	3.4446186	-0.4446186
2003/01	2.3	0.8408164	1.4591836
2003/02	1.8	3.1671366	-1.3671366
2003/03	2.9	2.0868302	0.8131698
2003/04	-1.2	-0.6485802	-0.5514198
2003/05	-0.2	2.6898286	-2.8898286
2003/06	1.7	2.0685513	-0.3685513
2003/07	1.5	1.6418345	-0.1418345
2003/08	-0.5	-1.3291275	0.8291275
2003/09	1.8	3.9363073	-2.1363073
2003/10	0.9	0.2149613	0.6850387
2003/11	1.7	2.0490649	-0.3490649
2003/12	4.2	2.4689558	1.7310442
2004/01	2.4	2.264668	0.135332
2004/02	4	4.062288	-0.062288
2004/03	5.7	4.244422	1.455578
2004/04	4	3.0819632	0.9180368
2004/05	3.4	4.797285	-1.397285
2004/06	5.3	7.0314	-1.7314
2004/07	3.3	2.199836	1.100164
2004/08	5.4	5.4031692	-0.0031692
2004/09	4.6	4.1771775	0.4228225
2004/10	4	3.7729443	0.2270557
2004/11	6	5.0014665	0.9985335
2004/12	4.4	4.0003869	0.3996131
media	2.93257576	2.93988467	
desviación	4.22465494	1.86560625	

Se realiza otra estimación para el 2005/01 el se obtiene 3.79 y el real es de 4.03 teniendo un depreciación de .24% bajando el margen de error de 4.23 a 1.94(cuadro3.21), teniendo el dato del periodo 2005/01 real obteniéndolo del BIE se hace otra estimación para el periodo 2005/02⁴ el cual se espera que este alrededor de 4.2 teniendo un margen de variabilidad de ± 1.92 (cuadro 3.22)

⁴Última actualización 22 de abril del 2005.

Cuadro 3.21 Representación de los Ordenes AR del IGAE 2003/03-2005/01

	REAL	ESTIMADO	ERROR
2003/03	2.9	2.0381802	0.8618198
2003/04	-1.2	-0.4880065	-0.7119935
2003/05	-0.2	2.6685525	-2.8685525
2003/06	1.7	2.1572227	-0.4572227
2003/07	1.5	1.5113975	-0.0113975
2003/08	-0.5	-1.4069662	0.9069662
2003/09	1.8	4.0163541	-2.2163541
2003/10	0.9	0.2143564	0.6856436
2003/11	1.7	2.1261748	-0.4261748
2003/12	4.2	2.656944	1.543056
2004/01	2.4	2.1012922	0.2987078
2004/02	4	4.3705702	-0.3705702
2004/03	5.7	4.1313492	1.5686508
2004/04	4	3.0106426	0.9893574
2004/05	3.4	4.8663172	-1.4663172
2004/06	5.3	7.0457057	-1.7457057
2004/07	3.3	2.300726	0.999274
2004/08	5.4	5.3413008	0.0586992
2004/09	4.6	4.2003535	0.3996465
2004/10	4	3.7855318	0.2144682
2004/11	6	5.0107158	0.9892842
2004/12	4.4	4.0411144	0.3588856
2005/01	4.03	3.7944086	0.2355914
2005/02			
media	2.94082707	3.02148859	
desviación	4.22465494	1.94019412	

Cuadro 3.22 Representación de los Ordenes AR Ordenes AR del IGAE 2003/04-2005/02

	REAL	ESTIMADO	ERROR
2003/04	-1.2	-0.424373	-0.775627
2003/05	-0.2	2.5663724	-2.7663724
2003/06	1.7	2.1517672	-0.4517672
2003/07	1.5	1.6026666	-0.1026666
2003/08	-0.5	-1.5367819	1.0367819
2003/09	1.8	3.9418096	-2.1418096
2003/10	0.9	0.2365365	0.6634635
2003/11	1.7	2.1069015	-0.4069015
2003/12	4.2	2.5202194	1.6797806
2004/01	2.4	2.2547414	0.1452586
2004/02	4	3.7847671	0.2152329
2004/03	5.7	4.2847984	1.4152016
2004/04	4	3.0604583	0.9395417
2004/05	3.4	4.6466858	-1.2466858
2004/06	5.3	7.1162481	-1.8162481
2004/07	3.3	2.2469082	1.0530918
2004/08	5.4	5.2322118	0.1677882
2004/09	4.6	4.263987	0.336013
2004/10	4	3.593536	0.406464
2004/11	6	5.0190781	0.9809219
2004/12	4.4	4.0356589	0.3643411
2005/01	4.03	3.3084107	0.7215893
2005/02		4.2298836	
media	2.94082707	3.05402138	
desviación	4.22465494	1.92342956	

Hasta aquí se ha obtenido el pronóstico usando la ecuación 32, la cual teniendo el vector de diferencias se obtiene el pronóstico, a la ecuación 32 se le agrega la constante se resta con el dato real. Rescribiendo la fórmula 32 queda de la siguiente manera:

$$\varepsilon_t = Y_t - a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} + b \quad (32.1)$$

Otra manera de escribirlo es empelando la fórmula 31 más la constante:

$$Y_t = a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} + b + \varepsilon_t \quad (31.1)$$

Se puede escribir análogamente como la fórmula 35:

$$Y_t = f(Y_{t-1}, \dots, Y_{t-R}) = (a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-2} \dots + a_{20} Y_{t-20}) + b + \varepsilon_t$$

El cuadro que se presenta a continuación es comparativo; mostrando el pronóstico con la ecuación 32 sin la constante, luego con la constante (32.1) por último con la ecuación 31; mostrando que cuando no se pone la constante se aleja un poco de la distribución de los datos es por ello que se le agrega para que la estimación se mantenga dentro de la distribución de los datos reales, en los tres casos disminuye el margen de error, así que los datos tendrán una variabilidad de ± 1.9 y ± 1.13

Cuadro 3.23 Representación de los ordenes AR del IGAE 2003/04-2005/02

	Sin constante	Con la constante	De manera directa
2003/04	-1.054373	-0.424373	1.0066394
2003/05	1.9363724	2.5663724	4.2050568
2003/06	1.5217672	2.1517672	1.4600552
2003/07	0.9726666	1.6026666	0.8993038
2003/08	-2.1667819	-1.5367819	4.1200335
2003/09	3.3118096	3.9418096	2.7434124
2003/10	-0.3934635	0.2365365	1.2683895
2003/11	1.4769015	2.1069015	3.3753649
2003/12	1.8902194	2.5202194	3.7709138
2004/01	1.6247414	2.2547414	0.5285102
2004/02	3.1547671	3.7847671	4.8738545
2004/03	3.6547984	4.2847984	2.6915568
2004/04	2.4304583	3.0604583	2.1001337
2004/05	4.0166858	4.6466858	3.2971578
2004/06	6.4862481	7.1162481	1.6443439
2004/07	1.6169082	2.2469082	2.019595
2004/08	4.6022118	5.2322118	5.0155726
2004/09	3.633987	4.263987	1.1035014
2004/10	2.963536	3.593536	4.0532632
2004/11	4.3890781	5.0190781	4.4356027
2004/12	3.4056589	4.0356589	1.2249331
2005/01	2.6784107	3.3084107	5.1624773
2005/02	3.5998836	4.2298836	2.7001164
media	2.424021378	3.054021378	2.769555996
desviación	1.923429558	1.923429558	1.480187998

Si comparamos el periodo 2005/01 que se tiene la certeza que es 4.03 sin constante se estima de 2.6 teniendo un error de 1.35 con una variabilidad de ± 1.923 ; 2.6 esta en el rango de 4.6 y .075; con la constante se tiene de 3.3 el error es de .72 con una variabilidad de ± 1.923 ; 3.3 esta en el rango de 5.23 y 1.38; en forma directa se tiene 5.1 el error es de 1.1 con una variabilidad de 1.4 estando 5.1 en el rango de 6.2 y 4.0 para el 2005/02 sin constante se estima de 3.5, con constante de 4.2 de forma directa de 2.7 de acuerdo a los datos presentados en el BIE con los estimados se deduce que usan la fórmula 32.1 con la constante.

El análisis correspondiente del periodo 2005/01 es el siguiente de acuerdo al IGAE, aproximación mensual del PIB, la economía mexicana avanzó 4% con relación a enero de un año antes. El avance de la economía es resultado del incremento anual de 5.2% registrado en el sector servicios seguido del crecimiento de 3.1% del sector industrial, y de la caída de 2% del volátil sector agropecuario. Se espera que en febrero el IGAE aumente 3.95% es decir 4.15 de acuerdo al pronóstico del BIE y en el que se ha pronosticado en el trabajo se espera que sea de 4.22 no difiere tanto de acuerdo a lo que se espera en el BIE.

Además del IGAE se realizó el mismo procedimiento para el establecimiento comercial, para estimar las ventas de mayoreo y menudeo; el primer caso que se verá es el de mayoreo, primero se realizó la estimación para el periodo 2004/08, se cuentan datos desde 1995/01 ha 2004/07 hay que recordar que se realizó nuevamente varias autorregresiones para ver cual es la mejor que es la que tenga menor margen de variabilidad (ver cuadro 3.24) en este caso fue con orden 22 y también se realizó el modelo sencillo. Al ver que bajo el margen de error se estimaron más ordenes.

Cuadro 3.24 Representación de los ordenes AR de Mayoreo 1995-2004/07

PERIODO	Mayoreo	Modelo sencillo	ar1	ar2	ar10	ar16	ar21	ar22
1995/01	4.7		-7.69605163	7.49016779	-12.4792744	6.86582035	1.57807831	-2.45182107
1995/02	-5.6	-10.3	9.47852212	-21.4341423	-10.8144907	-0.31908691	-1.43556015	-0.08934408
1995/03	7.1	12.7	-23.7916189	-14.0391481	-6.64895022	4.04933653	1.38383644	-5.94665351
1995/04	-20.7	-27.8	-11.0964744	-3.06813358	-6.14501779	-5.43777943	-6.58400957	-1.3649602
1995/05	-20	0.7	-11.7297885	-3.46562011	-22.2646626	-1.02449112	-0.10262291	-8.58177048
1995/06	-20.3	-0.3	-11.8074601	-3.44939019	8.10860929	0.70005357	-7.43259175	3.9598869
1995/07	-20.5	-0.2	-11.9182633	-2.17960809	7.8309133	-0.77128791	5.31520259	0.70778352
1995/08	-20.7	-0.2	-10.7353414	-1.18548763	-5.74684269	1.30379033	1.97056157	4.60478217
1995/09	-19.7	1	-9.82467645	-1.25431985	6.68364811	-6.26734495	7.10517037	-4.51202327
1995/10	-18.2	1.5	-9.43590206	-0.02745725	-4.16158079	0.57642489	-3.20280136	-0.67244923
1995/11	-17.3	0.9	-7.63301457	2.31780922	-0.97113427	-6.57580263	0.90299309	0.11855248
1995/12	-15	2.3	-4.87862908	3.98071101	2.64709572	6.06591505	1.85203776	-2.85912291
1996/01	-11.3	3.7	-2.28835206	-13.8959429	-1.25633392	3.23435544	-1.70985606	-3.98661916
1996/02	-7.1	4.2	-18.6185719	17.3822428	3.22289201	8.4203931	-2.30648748	-3.19381907
1996/03	-21.8	-14.7	14.4030143	13.3252541	-3.43303061	-3.12565849	-1.46745962	-5.02615542
1996/04	5.1	26.9	4.28228525	-2.86692567	-0.07372426	1.53167396	-0.77542177	3.5605961
1996/05	6.4	1.3	-0.73661707	7.00732893	-1.74636339	-0.88829108	4.50723239	7.34910694
1996/06	2	-4.4	9.70678223	-4.04988554	9.4253163	0.46341728	8.50714269	-4.1940594
1996/07	10.6	8.6	-3.19976171	-1.08677257	1.3439713	-3.35395087	-2.76625137	0.93105016
1996/08	1.3	-9.3	3.32632988	7.37925435	6.19912002	-0.24483263	1.88542285	-2.03511551
1996/09	3.9	2.6	7.93672847	-2.68918415	2.26792085	-0.65193485	-0.66619834	2.12953188
1996/10	9.6	5.7	-1.06278767	2.24826072	1.09699747	3.30117665	3.35844503	1.05112734
1996/11	3.1	-6.5	6.25590627	-2.13235629	3.84807494	8.28979035	1.49197922	-1.68188597
1996/12	7.5	4.4	-0.85740258	-2.93845949	0.95509529	-3.40125128	-0.38529434	-5.16750266
1997/01	2.4	-5.1	0.21745135	-1.8932342	-3.34835019	3.63047051	-4.11174566	-3.66206327
1997/02	1.2	-1.2	-0.8977879	9.48591918	1.10021056	-0.57151724	-2.44251849	-0.18266525
1997/03	-0.3	-1.5	10.003403	-2.04278252	0.24832436	4.95410869	1.09748283	-3.81517999
1997/04	9.8	10.1	-2.19537716	4.76219134	3.81817519	-0.4062691	-2.30203499	-5.27359306
1997/05	2.1	-7.7	8.86910745	-1.05277949	12.0490764	-0.08388258	-3.92390477	3.92821196
1997/06	9.8	7.7	-0.20765863	-1.68577962	-1.87317764	-4.59386078	5.35551592	1.88215363
1997/07	3.9	-5.9	2.37579042	2.77173658	4.03884137	-1.81688989	2.84395941	-4.01651102

Cuadro 3.24 Representación de los ordenes AR de Mayooreo 1995-2004/07

PERIODO	Mayoreo	Modelo sencillo	ar1	ar2	ar10	ar16	ar21	ar22
1997/08	4.1	0.2	4.42647731	-0.01854858	3.2445555	0.84354347	-3.01818991	1.81465162
1997/09	6.2	2.1	1.68182648	-5.80839701	4.31948361	-2.32468682	2.54192636	-0.75714004
1997/10	4.3	-1.9	-3.23313163	1.73159946	2.75453306	-3.57742484	0.25840085	-1.82599624
1997/11	-1.3	-5.6	3.53719253	-0.80555934	1.37669058	6.53953124	-0.77272454	0.73039008
1997/12	3	4.3	-1.37994451	2.6199158	-3.40084342	3.2743231	1.72231	0.40597037
1998/01	-0.1	-3.1	3.84898919	11.1493224	-0.1221417	-3.64133736	1.89882131	2.21215199
1998/02	3.8	3.9	11.1007103	-6.11085752	3.65725269	2.58579785	4.5272331	-0.18651862
1998/03	12.7	8.9	-4.52631683	1.30068268	-1.64727588	-0.68529093	1.07497193	3.06978915
1998/04	0.9	-11.8	6.61005453	2.52218928	-1.50068291	0.74931609	3.58677421	1.56458028
1998/05	7	6.1	2.91063352	1.61082508	6.24343968	0.97556966	3.24733394	-3.47694604
1998/06	5.9	-1.1	4.53436714	1.41351606	2.29546649	1.35172378	-2.27163733	-5.19177705
1998/07	7.1	1.2	3.88095452	0.24458562	-1.66380851	4.09948397	-4.05092481	5.11105029
1998/08	6.9	-0.2	3.19372098	-6.56036688	4.3596258	0.28708005	6.10505393	0.33174973
1998/09	6.2	-0.7	-3.67724246	0.66926267	-0.73495331	3.80331936	1.09488689	-3.24623621
1998/10	-1	-7.2	3.23744603	3.02111059	0.30491818	3.49148235	-2.36230987	-0.70702229
1998/11	2.8	3.8	2.58844254	-3.83809783	1.19622268	-1.93201445	0.7401911	-1.30631103
1998/12	3.8	1	-2.67328666	-2.19134145	1.5336757	-3.87873551	-0.12104405	-0.07597418
1999/01	-1.1	-4.9	-0.6123228	5.45384701	6.58410658	6.9540415	0.98520324	-5.49981513
1999/02	-1.1	0	5.01582741	0.21813327	0.87279625	0.76340208	-4.62261277	-7.41381998
1999/03	4.6	5.7	-0.22505776	-2.64381118	4.03376175	-2.3676625	-5.73159672	0.26043876
1999/04	1.7	-2.9	-0.74176298	3.14519743	7.90397414	-0.2073521	1.45817725	-8.45340571
1999/05	0	-1.7	3.86680988	-2.49642663	-0.27626278	1.10837611	-7.39340266	-1.33415775
1999/06	3.9	3.9	-2.49642663	0.3630934	-3.41118983	1.24700854	-0.29992278	-1.4036938
1999/07	-0.8	-4.7	1.97590887	1.26792862	9.09341922	-4.40588328	-0.51670932	-3.64169768
1999/08	1.6	2.4	0.91816593	0.10255461	2.76501217	-4.65167971	-1.80062189	-3.83605064
1999/09	1.6	0	0.77673349	6.2223278	-1.83722837	2.01268836	-2.61846873	-3.85881131
1999/10	1.5	-0.1	6.89433424	-0.27898841	4.30507109	-7.0201323	-2.51311875	-0.26155328
1999/11	7.5	6	0.33309629	1.46831767	2.84181783	-0.4612607	1.31443932	-6.17006065
1999/12	3.6	-3.9	4.60631391	6.74581547	3.29583579	-1.38657104	-5.08428529	-2.08103559
2000/01	6.1	2.5	8.23012864	-2.74818438	-2.11205233	-1.30435789	-0.41527409	-1.95208305
2000/02	10.9	4.8	-0.19054476	-5.42328341	-4.46712553	-3.15386526	-0.98301703	0.17885702
2000/03	4.5	-6.4	-0.89400274	9.70884028	3.96549492	-2.20512166	1.32839914	-2.18918503
2000/04	1	-3.5	11.5712448	0.42371522	-7.13760336	1.69660359	-0.99636159	1.13149819
2000/05	12	11	0.8493193	-3.98621365	-3.61225339	-5.7376181	2.99287779	-7.07022282
2000/06	6	-6	1.02253308	2.9563278	1.65913737	-0.87237715	-6.08555966	5.87482634
2000/07	3.6	-2.4	5.45801714	0.15138229	-2.46097261	-1.1515447	7.0902349	1.71578727
2000/08	7	3.4	1.65044444	1.59492788	-7.40867746	0.7395131	3.0902271	-8.14588157
2000/09	4.7	-2.3	4.51412958	-3.17540191	-3.81170981	-2.53074967	-6.87708251	-2.78524124
2000/10	6.5	1.8	-1.23543912	-7.41899529	0.09355892	2.73635248	-1.64820488	-3.10460806
2000/11	1.6	-4.9	-4.70445025	4.3048453	-10.564097	-7.37194585	-2.49698324	-1.23998834
2000/12	-4	-5.6	4.95338485	-7.01705657	-6.43375791	8.66177034	0.24509893	-2.0621499
2001/01	3.2	7.2	-8.70119093	-4.36874472	-5.42497765	0.82760308	-1.29139517	-0.72830993
2001/02	-7.3	-10.5	-3.02478161	2.88947942	-4.39300764	-6.12553953	0.27221646	-1.58913751
2001/03	-6.2	1.1	-0.16350831	-2.85416181	-7.14754187	-2.27771477	0.53075565	0.54675977
2001/04	-2.8	3.4	-5.42470893	-6.32962658	-4.51959396	-2.66880853	2.04000171	2.83850312
2001/05	-6.6	-3.8	-7.49991839	-0.96512419	-10.1679061	0.68581712	3.26984671	1.85590763
2001/06	-10.3	-3.7	-3.72947662	1.07390598	3.31658016	-2.37957257	3.17618538	-8.07168733
2001/07	-8.2	2.1	-3.23943568	-7.03908026	-3.87993434	0.13189954	-6.27209986	-4.2958777
2001/08	-6.7	1.5	-10.4439129	-1.65683985	-11.8075838	0.07262931	-3.16793425	-2.88762961
2001/09	-13.3	-6.6	-4.4677671	-2.12978853	-2.09751844	2.77864302	-1.82027195	-1.21278714
2001/10	-10.2	3.1	-7.6910152	0.64376882	-6.8149867	2.58464419	0.20641026	0.90700806
2001/11	-12.1	-1.9	-3.60401585	-1.32781321	-4.82162894	3.66922319	2.41035797	1.56197028

Cuadro 3.24 Representación de los ordenes AR de Mayoreo 1995-2004/07

PERIODO	Mayoreo	Modelo sencillc	ar1	ar2	ar10	ar16	ar21	ar22
2001/12	-8.8	3.3	-6.35686508	0.09971924	-4.33873577	-6.89024023	3.55620917	1.90774678
2002/01	-10.1	-1.3	-3.55963761	-6.05885569	-3.97531562	-1.58665362	3.67874048	-0.04834484
2002/02	-7.9	2.2	-10.2791623	9.38388071	-2.99196231	-2.21946723	1.420704	-1.39984677
2002/03	-13.7	-5.8	6.08977432	-0.34924333	-0.19882056	0.66858716	-0.0272468	-5.08053222
2002/04	0.2	13.9	-6.04891155	-8.20913876	-0.19105634	0.93992551	-3.19970458	-2.14828631
2002/05	-5.9	-6.1	-8.11281267	1.83140357	2.838313	2.66685688	-1.31263919	8.52653964
2002/06	-10.7	-4.8	-0.6502503	-3.30263162	-6.87314677	4.60908557	9.5977491	1.2425954
2002/07	-5.2	5.5	-7.75040267	-0.41547597	-5.95729532	1.16336738	2.90164567	-0.46127459
2002/08	-10	-4.8	-2.59362308	1.39115069	-1.96928417	0.54126991	0.93206905	0.82891297
2002/09	-6.9	3.1	-2.77533687	-1.64207053	-0.31588686	-2.59430914	2.44689535	-1.42711022
2002/10	-5.7	1.2	-4.51018568	0.5643853	-1.52301111	-0.38475392	0.22380966	
2002/11	-7	-1.3	-1.82285833	3.88847226	1.81696017	9.97767402		
2002/12	-4.8	2.2	0.98380544	0.7023098	4.74016496	2.14604506		
2003/01	-1.1	3.7	-1.30333377	5.01015749	1.22662657	-0.32334262		
2003/02	-1.8	-0.7	4.56059725	-6.07876408	2.28864987	1.90009677		
2003/03	3.8	5.6	-6.81511818	-4.91314924	-1.55932755	0.69026761		
2003/04	-5.2	-9	-3.32666434	1.13110802	-0.86505928			
2003/05	-5.5	-0.3	-1.0312353	1.90107694	9.57169631			
2003/06	-3.4	2.1	-0.41352905	0.33766155	2.08345122			
2003/07	-1.9	1.5	-1.08482031	3.59475281	2.4742204			
2003/08	-1.9	0	2.81239971	3.93850777	7.42985809			
2003/09	2	3.9	3.15061261	0.72074089	2.08847927			
2003/10	4	2	1.55596892	1.66602035				
2003/11	3.3	-0.7	3.3382105	-2.7937837				
2003/12	4.7	1.4	-1.42786838	-0.69705284				
2004/01/P	0.6	-4.1	1.28090922	10.5527989				
2004/02	1.5	0.9	10.8052759	0.39552196				
2004/03	11.5	10	1.03802569	0.06815668				
2004/04	6	-5.5	4.8504172	5.69203413				
2004/05	7.4	1.4	8.17532794	-0.78518662				
2004/06	11.4	4	2.30256849					
2004/07	7.2	-4.2						
desviación	8.3273861	6.282828949	6.3010942	5.25904473	5.34850908	3.60114489	3.44108224	3.41689518
media	-0.93217391	0.021929825						

Los datos presentan una media de -.93217391 una desviación de 8.3273861, variación que con el primer modelo baja 6.28 así hasta llegar al orden 22 con un margen de variabilidad de 3.41 se procede a calcular las estimaciones par el periodo 2004/08 con la ecuación 32.1 (cuadro 3.25) El resultado de agosto es de 12.6 estuvo por arriba del pronóstico planteado de 9.01 teniendo una diferencia de 3.59%

Cuadro 3.25 Representación de los ordenes AR de Mayoreo 2002/10-2004/08

	Mayoreo	Estimación
2002/10	-5.7	-4.0592864
2002/11	-7	-4.5904237
2002/12	-4.8	-3.632832
2003/01	-1.1	0.8673901
2003/02	-1.8	-1.9225044
2003/03	3.8	1.3720638
2003/04	-5.2	-6.6800173
2003/05	-5.5	2.9851022
2003/06	-3.4	1.2120752
2003/07	-1.9	1.3753472
2003/08	-1.9	-0.2547915
2003/09	2	1.5050661
2003/10	4	2.8323345
2003/11	3.3	1.7859967
2003/12	4.7	5.1076439
2004/01 ^P	0.6	2.4327578
2004/02	1.5	6.9883204
2004/03	11.5	14.073812
2004/04	6	-2.1917355
2004/05	7.4	6.5063187
2004/06	11.4	12.2717247
2004/07	7.2	6.7276999
2004/08	12.6	9.0197454

Teniendo los datos hasta 2005/02 se espera que se mantenga igual de 8.3 sin cambio como el periodo anterior 2005/01 disminuyendo el margen de variabilidad de 8.39 a 5.13 (cuadro 3.26) lo que provoca modificaciones es la variación de consumo de las siguientes actividades como son :Tiendas de Ropa y Calzado; Materiales Metálicos para la Industria; para Construcción; eléctrico para la Industria y el Hogar; Tiendas de Discos, Juguetes y Regalos; Maquinaria Industrial, Comercio, Agricultura y Servicios; Papelerías y Librerías; Vehículos; Refacciones para Vehículos. Son importantes las ventas minoristas y mayoristas por ser clave dentro del sector servicios de México, que incluye comercios, restaurantes y servicios financieros, entre otros, y que contribuye con casi la mitad del Producto Interno Bruto (PIB).

Cuadro 3.26 Representación de los ordenes AR de Mayoreo 2002/10-2004/08

	Mayoreo	Estimación
2003/05	-5.5	2.0551022
2003/06	-3.4	0.2820752
2003/07	-1.9	0.4453472
2003/08	-1.9	-1.1847915
2003/09	2	0.5750661
2003/10	4	1.9023345
2003/11	3.3	0.8559967
2003/12	4.7	4.1776439
2004/01 ^P	0.6	1.5027578
2004/02	1.5	6.0583204
2004/03	11.5	13.143812
2004/04	6	-3.1217355
2004/05	7.4	5.5763187
2004/06	11.4	11.3417247
2004/07	7.2	5.7976999
2004/08	12.6	13.4897454
2004/09	11.1	8.847449
2004/10	5.1	5.8504835
2004/11	10.8	15.1144715
2004/12	4.9	4.3626431
2005/01	4.3	7.36174
2005/02	8.3	8.9192588
2005/03		8.3471673

Ahora analizaremos el menudeo en donde mejoro con el orden 23 el margen de variabilidad de 9.4 a 2.69

Cuadro 3.27 Representación de los ordenes AR de Menudeo

		ar1	ar2	ar11	ar15	ar23
2003/02	4.22993492	0.36266329	-2.71739147	-0.68473306	0.04785322	-0.77633085
2003/03	3.24873096	-1.70482542	-0.93871683	0.40535638	-0.02534141	-0.7191625
2003/04	0.51177073	-0.16103237	3.43805323	1.06118862	3.14634709	4.68458217
2003/05	0.18814675	3.56056142	1.28787251	0.70686418		
2003/06	3.6889332	1.33291126	-0.43583428	0.53538071		
2003/07	3.84985563	0.44722624	0.61553769	-0.52462753		
2003/08	3.07396734	1.53711998	1.32532989	2.67373632		
2003/09	3.6344756	2.06117926	1.52302117			
2003/10	4.54096742	2.39304557	-0.72976629			
2003/11	5.49132948	0.35725503	-1.08720419			
2003/12	4.10396717	0.22731576	1.11431157			
2004/01	3.02743614	2.09672334	0.17182742			
2004/02	4.16233091	0.89653812	-0.38894537			
2004/03	3.73647984	0.60743756	0.61364197			
2004/04	3.15682281	1.50808425	-0.75423213			
2004/05	3.66197183	0.00145127	2.23693063			
2004/06	2.5	3.11353711				
2004/07	4.81927711					
	1.51961603					
	9.43857045	4.68726936	4.00733832	3.14884612	3.00680639	2.69693706

En cuanto al menudeo se cuenta con información de 1995/01 a 2004/07 con una media de 1.51961603 una desviación de 9.42857045 el valor a estimar es el periodo 2004/07 el cual se obtiene de 4.1 el margen del pronóstico es de 6 a 2 (por el margen de variabilidad) siendo realmente de 4.8 teniendo un error de .7 Se disminuye bastante la variabilidad de los datos originales de 9.4 a 2 (cuadro 3.28)

Cuadro 3.28 Representación de los ordenes AR de Menudeo 2002/08-2004/07

ESTIMACIÓN	REAL
2003/01	2.0
2003/02	5.6
2003/03	5.6
2003/04 /p	3.8
2003/05	2.5
2003/06	4.9
2003/07	5.6
2003/08	2.8
2003/09	3.1
2003/10	5.4
2003/11	4.4
2003/12	6.8
2004/01	0.6
2004/02	7.1
2004/03	3.9
2004/04	7.4
2004/05	5.1
2004/06	6.5
2004/07	4.1
MEDIA	4.2
DESVIACIÓN	2.0

La siguiente estimación es para el periodo 2005/01 es de 5.3 donde el real es de 6.2 las ventas al menudeo ascendieron en relación a igual mes del año pasado, tasa ligeramente mayor a nuestra proyección de 6.8% pero superior al consenso de 5.3% a causa de que el consumo privado mantuvo un fuerte crecimiento. Mantenemos sin cambio nuestra proyección sobre el crecimiento de las ventas al menudeo en 5.6% para febrero, esperamos que avancen después de la tasa de crecimiento de 4.8% experimentada el año pasado. (cuadro 3.29)

Cuadro 3.29 Representación de los ordenes AR de Menudeo 2003/01-2005/01

	REAL	ESTIMACIÓN
2003/01	3.32355816	
2003/02	4.22993492	-0.577296447
2003/03	3.24873096	-0.247676077
2003/04 /p	0.51177073	1.039092233
2003/05	0.18814675	2.283946767
2003/06	3.6889332	4.024789693
2003/07	3.84985563	0.931355824
2003/08	3.07396734	0.793528142
2003/09	3.6344756	4.459963488
2003/10	4.54096742	4.391387352
2003/11	5.49132948	2.605680629
2003/12	4.10396717	1.374788843
2004/01	3.02743614	3.740840377
2004/02	4.16233091	4.421669811
2004/03	3.73647984	1.661726687
2004/04	3.1	1.922765332
2004/05	3.6	4.252242444
2004/06	2.4	3.216193718
2004/07	4.81927711	5.604683378
2004/08	4.2	-0.559044411
2004/09	8.2	5.90059676
2004/10	6.6	2.765771522
2004/11	6.7	6.2362448
2004/12	7	3.936348632
2005/01	6.2	5.301823164
2005/02	5.6	2.895059278
desviación	9.30581588	2.045190099

3.6 Conclusiones

Un conocimiento del pasado permite hacer un pronóstico o predicción más exacto de la actividad futura; aumenta la efectividad de comparar diferentes grupos de datos o diferentes períodos de los mismos datos. El resultado del análisis ayuda a la eficiencia en la toma de decisiones. El procedimiento en general es tratar diferentes combinaciones autorregresivas que servirá como mejor predictor aquel que produzca mejores pronósticos, medido esto por la pequeñez de la suma de los cuadrados de los errores.

CAPÍTULO IV

Pronóstico a mediano y largo Plazo en el sector automotriz

4.1 Introducción

El presupuesto de ventas es el punto de todo el proceso presupuestario y permite establecer el nivel de actividad para el negocio. La pregunta está en responder ¿Qué es el pronóstico de ventas? Así como su importancia de la misma; para mayor exactitud es el proceder al cálculo de las cantidades a vender y la proyección del posible consumo. Su pronóstico refleja la situación competitiva y ambiental que enfrenta la empresa, mientras que el presupuesto de ventas muestra como intenta reaccionar la administración a dicha situación ambiental y competitiva. Una vez que la empresa tiene su pronóstico puede proceder a realizar su presupuesto; la cual tiene en cuenta los objetivos, el plan de mercadeo y los gastos que permitirán llevar a cabo todo el plan de ventas.

La importancia del pronóstico para la compañía reside en:

- Las ventas constituyen la fuente principal de ingresos.
- Sirve para planificar la producción.
- Permite determinar las necesidades del personal.
- Permite calcular las inversiones en activos fijos.
- Por él se planean gastos y costos de producción.
- Si no hay un plan de ventas realistas todos los demás componentes del sistema presupuestario serán erróneos y no se podrá elegir las mejores decisiones.

El plan de ventas tienen las siguientes componentes:

- Objetivos particulares de cada empresa como el tener un territorio de distribución.
- Ver la tendencia que tienen las ventas, tomando los datos históricos.
- Realizar el pronóstico¹⁸, para tener la proyección posible de la demanda de los clientes par un período determinado.
- La empresa al tener el pronóstico desarrolla su plan de mercadeo.
- Con el plan de mercadeo inicia el presupuesto de publicidad y promoción.
- Presupuesto de gastos de ventas.
- Planifica las devoluciones, rebajas y descuentos en ventas.

Estos componentes deben estar interrelacionados puesto que los objetivos sirven de referentes de la capacidad que se tiene para colocar los productos en el mercado; el

¹⁸ Un pronóstico de ventas se convierte en plan de ventas cuando la administración incorpora en él juicios, estrategias planeadas, compromiso de recursos y la dedicación administrativa a las acciones agresivas para lograr las metas de ventas.

pronóstico expresa la “Demanda” con ella se permite la apertura de la planeación adecuada de mercado. Para ello es indispensable considerar:

- El precio del producto.
- El grado de participación de la empresa en el mercado.
- El tamaño de las fuerzas de ventas.
- La habilidad para encontrar los costos de producción.

Cabe aclarar que los indicadores económicos influyen directa o indirectamente en el volumen de las ventas, por ejemplo el establecimiento de nuevas empresas, precios de mayoreo y menudeo, variación estacional y claro está los ciclos económicos; se les puede explicar propiamente mediante shocks aleatorios o impulsos que impactan el sistema económico y desencadenan un patrón cíclico de respuesta económica, este es el llamado *enfoque de impulso-propagación*.

Hay tres tipos principales de impactos que generan ciclos: *shocks de oferta*, son avances en el conocimiento tecnológico, cambios climáticos y desastres naturales; *shocks de política*, originados en decisiones de las autoridades macroeconómicas; y *shocks de demanda*, originados por el cambio del consumo.

Con la explicación dada anteriormente se detallo la importancia que tiene una proyección de ventas para una compañía; se procederá a la mención de modelos así como el desarrollo del mismo para la obtención de proyección de ventas para los autos subcompactos.

4.2 Modelos desarrollados para el pronóstico

Como se menciona en el apartado anterior se tienen varias alternativas metodológicas para proyectar el mercado y la selección dependerá del fin que se quiere obtener. Una forma de clasificar las técnicas de proyección consiste en hacerlo en función de su carácter, esto es, aplicando métodos de carácter cualitativo, modelos causales y modelos de series de tiempo. A continuación se describirán las características principales de ellos.

Métodos de *carácter cualitativo*.- Se basan principalmente en opiniones de expertos. Su uso es frecuente cuando el tiempo para elaborar el pronóstico es escaso, cuando no se dispone de todos los antecedentes mínimos necesarios o cuando los datos disponibles no son confiables para predecir algún comportamiento futuro. Aun cuando la gama de métodos predictivos cualitativos es bastante amplia, resulta prácticamente imposible emitir algún juicio sobre la eficacia de sus estimaciones finales.

A continuación se presenta una idea general sobre los métodos de carácter cualitativo:

- a) **Investigación de mercados.**- Se usa principalmente para evaluar y probar hipótesis acerca de mercados reales, a través de encuestas a clientes, experimentos.
- b) **Método Delphi.**- Consiste en reunir a un grupo de expertos en calidad de panel, a quienes se les somete a una serie de cuestionarios de forma independiente, con un proceso de retroalimentación controlada después de cada serie de respuestas, para tratar de obtener un consenso confiable entre diversos especialistas para usarlo como base para pronosticar. Los tomadores de decisiones evalúan los datos para desarrollar el pronóstico. El problema de este método es que al reunir varias personas especializadas en el tema de interés, para que emitan sus opiniones, con lleva a tener factores psicológicos que afectan al consenso, para que realmente este método funcione se evita que los expertos se reúnan, toda la comunicación se hace mediante un coordinador.
- c) **Pronósticos Visionarios.**- Usando la intuición personal se estima el futuro, la ventaja es que no requiere un costo pero contiene falta de unidades de medida que den exactitud a la estimación.
- d) **Analogía Histórica.**- Se basa en el análisis comparativo de la introducción y crecimiento de productos similares.
- e) **Consenso de un panel.**- Es parecido al método delphi la diferencia radica en que no hay secretos sobre la identidad del emisor de las opiniones.

Métodos de **carácter cuantitativos.**- Se basan en datos históricos; esta información pasada encuentra en forma numérica, donde las fuentes usuales son los registros de la propia empresa o se obtienen por otra vía. Este método se divide en dos; en series de tiempo y método causal.

1. **Métodos de series de tiempo.**- Se usa información de la misma variable que se va a pronosticar. Se utiliza cuando el comportamiento que asuma el mercado a futuro puede determinarse en gran medida por lo sucedido en el pasado y siempre que esté disponible la información histórica en forma confiable y completa. Cualquier cambio en las variables que caracterizaron a un determinado contexto en el pasado, como una recesión económica, una nueva tecnología o un nuevo producto sustituto de las materias primas, entre otros, hace que pierdan validez los modelos de este tipo. Sin embargo es posible ajustar subjetivamente una serie cronológica para incluir aquellos hechos no reflejados en datos históricos. Estos métodos a su vez se dividen en : **métodos de proyección** los cuales tratan de encontrar el patrón total de los datos para proyectarlos al futuro por ejemplo *promedios móviles, suavización exponencial y Box Jenkins*; los **métodos de separación o técnicas de descomposición de series de tiempo** consiste en separar la serie en sus elementos,

para identificar el patrón de cada componente, para posteriormente preparar un pronóstico para un cierto período, el cual se desagrega en *estacional * tendencia * cíclico * componente irregular*.

2. **Métodos causales.**- Parten del supuesto de que el grado de influencia de las variables que afectan al comportamiento del mercado permanece estable, para luego construir un modelo que relacione ese comportamiento con las variables que se estima son las causantes de los cambios que se observan en el mercado. Dervitsiotis¹ señala tres etapas para el diseño de un modelo de proyección causal:

- *La identificación de una o más variables respecto a las que se pueda presumir que influyen sobre la demanda, como, por ejemplo, el producto nacional bruto, tasa de natalidad.*
- *La selección de la forma de la relación que vincule a las variables causales con el comportamiento del mercado, normalmente en la forma de una ecuación matemática de primer grado.*
- *La validación del modelo de pronósticos, de manera que satisfaga tanto el sentido común como las pruebas estadísticas, mediante la representación adecuada del proceso que describa.*

2. El método causal identifica y determina cuales son las relaciones existentes entre la variable dependiente de interés a pronosticar y las independientes que la determinan al ejercer su influencia sobre ella. Dentro de ellas se encuentran los **métodos de regresión, el modelo econométrico y el modelo insumo producto, llamado también método de los coeficientes técnicos**. A continuación se analiza cada una por separado. Las causales explicativas se definen como variables independientes y la cantidad demandada, u otro elemento del mercado que se desea proyectar, se define como variable dependiente. La variable dependiente, en consecuencia, se explica por la variable independiente. El **análisis de regresión**² permite elaborar un modelo de pronóstico basado en estas variables, el cual puede tener n variables independientes. **Modelo econométrico**, algunos lo consideran un sistema de ecuaciones estadísticas que interrelacionan a las actividades de diferentes sectores de la economía y ayudan a evaluar la repercusión sobre la demanda de un producto o servicio. Por otra parte, también se puede definir como un modelo para estimar la demanda de un producto, que parte de la base de que el precio se determina por la interacción de la oferta y la demanda.

¹ Dervitsiotis, Kotas N, Operations Management, N.York, McGraw- Hill, 1981, pp447-452.

² Existen dos modelos básicos de regresión: El modelo de regresión simple o de dos variables; es decir que la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente. Mientras que en la regresión múltiple la medición se basa en dos o más variables independientes.

2. **Modelo de insumo- producto**³, permite identificar las relaciones interindustriales que se producen entre los sectores de la economía, mediante una matriz que implica suponer el uso de coeficientes técnicos⁴ fijos por parte de las distintas industrias.

4.2.1 Implementación de Métodos de proyección

En el mundo de los negocios se encuentran constantemente con variables que presentan una variación aleatoria en el tiempo; dentro de los métodos tradicionales del análisis de tiempo están en gran parte basados en las técnicas de suavizamiento que intentan cancelar el efecto de la variación aleatoria. La serie suavizada es una serie de promedios cada uno calculado de los datos anteriores disponibles; es decir las series suavizadas exponencialmente todos los datos pasados disponibles se emplean para calcular cada valor suavizado. El primer modelo a introducir es el modelo de pronóstico de suavizamiento exponencial múltiple, desarrollado por R. G. *Brown* suponiendo que se tienen observaciones y_1, y_2, \dots, y_t de una serie de tiempo, el objetivo es obtener un pronóstico para el valor del proceso y_{t+T} el cual se encuentra T períodos más allá del intervalo en el cual los datos disponibles fueron observados.

El método de *Brown* proporciona una manera conveniente de expresar el pronóstico para y_{t+T} en términos de las estadísticas suavizadas exponencialmente; si la serie aparenta un comportamiento lineal en el tiempo se usa el suavizamiento exponencial de primer orden discutidas en la sección 3.2.1 la ecuación queda de la siguiente manera, está ecuación se llama la **ecuación básica del suavizamiento** exponencial y la constante α es llamada **constante de suavizamiento**:

$$\hat{y}_{t+T} = S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad (37)$$

Los valores del proceso original y_t (Ventas de autos subcompactos por mes durante 10 años); la observación suavizada exponencialmente en el tiempo t se denota por S_t , suavizadas exponencialmente para un $\alpha = .1$ $\alpha = .5$. Se comienza el esquema de suavizamiento asignado $S_1 = y_1$ en el primer periodo para calcular los periodos subsecuentes se usa la fórmula(37)

³ El objetivo que tiene es registrar las transacciones efectuadas entre dichas entidades para cuantificar algunos indicadores macroeconómicos que sirvan de base para conocer la situación de la actividad económica; con ello saber las transacciones de los distintos sectores.

⁴ Los coeficientes técnicos se usan para conocer las relaciones directas de producción entre cada uno de los sectores, se determinan los coeficientes técnicos de producción que representan el monto de los insumos intermedios que necesita un sector de otro para producir una unidad de valor bruto de producción. Esta relación se le conoce con la literal a_{ij} y significa lo que tiene que comprar el sector j al sector i para producir una unidad de valor bruto de producción obteniéndose a través de la división del insumo entre el total del valor bruto de la producción del sector de compra. Por lo tanto la magnitud de insumo que necesita al sector j del sector i (X_{ij}) para alcanzar un cierto nivel de producción bruta se determina multiplicando el coeficiente técnico respectivo (a_{ij}) por el valor bruto de la producción del sector j (X_j); quedando de la siguiente manera $X_{ij} = a_{ij} * X_j$

Cuadro 4.1 Venta de autos subcompactos (originales y suavizados)

	xt	s't=0.1	s't=0.5
1994/01	18944	18944	18944
1994/02	19717	19021.3	19330.5
1994/03	18339	18953.07	18834.75
1994/04	16122	18669.963	17478.375
1994/05	17407	18543.6667	17442.6875
1994/06	20646	18753.9	19044.3438
1994/07	15702	18448.71	17373.1719
1994/08	20064	18610.239	18718.5859
1994/09	14874	18236.6151	16796.293
1994/10	16411	18054.0536	16603.6465
1994/11	15499	17798.5482	16051.3232
1994/12	20569	18075.5934	18310.1616
1995/01	6810	16949.0341	12560.0808
1995/02	2060	15460.1307	7310.04041
1995/03	3342	14248.3176	5326.0202
1995/04	2354	13058.8858	3840.0101
1995/05	2217	11974.6973	3028.50505
1995/06	2435	11020.7275	2731.75253
1995/07	2100	10128.6548	2415.87626
1995/08	3346	9450.3893	2880.93813
1995/09	3448	8850.1503	73164.46907
1995/10	3663	8331.4353	43413.73453
1995/11	7245	8222.7918	5329.36727
1995/12	8766	8277.1126	27047.68363
1996/01	4433	7892.7013	65740.34182
1996/02	4450	7548.4312	25095.17091
1996/03	5721	7365.6881	5408.08545
1996/04	4325	7061.6192	94866.54273

La serie de tiempo suavizada exponencialmente usando una constante de suavizamiento $\alpha = .1$ se cálculo primero igualando

$$S_1 = 18944$$

Y luego calculando

$$S_2 = (.1)(19717) + (1-.1)(18944) = 19021.30$$

$$S_3 = (.1)(18339) + (1-.1)(19021.30) = 18953.07$$

Y así sucesivamente.

Cada uno de los valores para la serie de tiempo exponencialmente suavizado usando $\alpha = .5$, se encontraron igualando primero

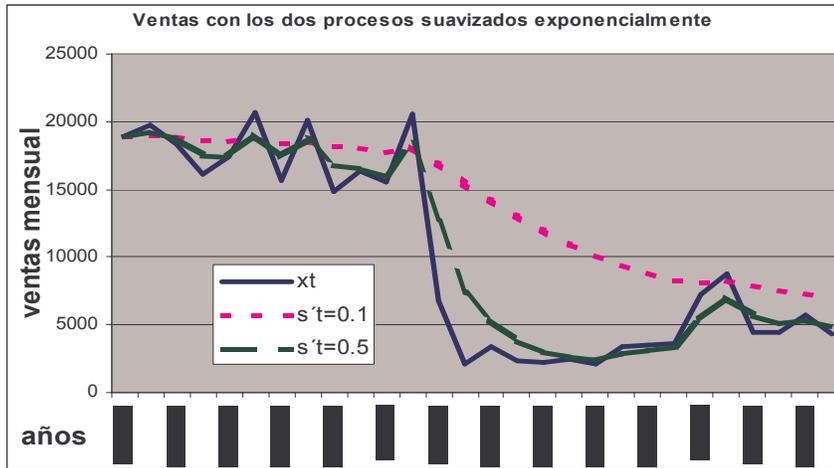
$$S_1 = 18944$$

Y luego calculando

$$S_t = (.5)(y_t) + (1-.5)(S_{t-1})$$

Para cada uno de los períodos. La serie original se gráfica junto con las series suavizadas exponencialmente en la figura 4.1

Figura 4.1 Ventas con los dos procesos suavizados exponencialmente



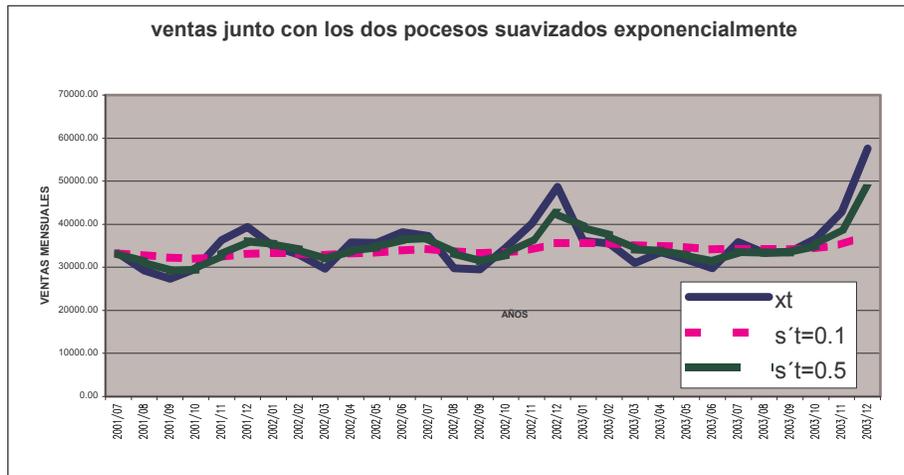
Fuente: Elaboración Propia.

La series suavizadas parecen más estables que la serie original; sin embargo en este rango de prueba de este período la serie suavizada con un $\alpha = .5$ se muestra mas estable que la de un $\alpha = .1$

Usando otro tramo de prueba con el mismo procedimiento descrito se obtiene el siguiente gráfico 4.2 y cuadro 4.2

Las series observadas suavizadas parecen más estables que la serie original, sin embargo la serie con un $\alpha = .5$ se muestran menos estables que la serie suavizada con $\alpha = .1$. Esta última serie, aunque la mayor parte del tiempo se encuentra por debajo de la serie original, parece sugerir la presencia de una tendencia lineal con un efecto cíclico. Así las verdaderas componentes de la serie original (si es que las verdaderas componentes fueron una tendencia lineal y un efecto cíclico) se hacen más aparentes al suavizar la serie usando una técnica de suavización exponencial con una constante de suavizamiento pequeña. Esto no es por supuesto una generalización aunque resulta que para los datos usados aquí las constantes de suavizamiento pequeñas tienden a producir mejores resultados.(figura 4.2)

Figura 4.2 Ventas con los dos procesos suavizados exponencialmente



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 4.2 Venta de autos subcompactos(originales y suavizados)

	xt	s't=0.1	s't=0.5
2001/07	33289.00	33289.00	33289.00
2001/08	29219.00	32882	31254
2001/09	27310.00	32324.8	29282
2001/10	29683.00	32060.62	29482.5
2001/11	36312.00	32485.758	32897.25
2001/12	39331.00	33170.2822	36114.125
2002/01	34784.00	33331.654	35449.0625
2002/02	32867.00	33285.1886	34158.0313
2002/03	29700.00	32926.6697	31929.0156
2002/04	35781.00	33212.1028	33855.0078
2002/05	35687.00	33459.5925	34771.0039
2002/06	38123.00	33925.9332	36447.002
2002/07	37268.00	34260.1399	36857.501
2002/08	29806.00	33814.7259	33331.7505
2002/09	29464.00	33379.6533	31397.8752
2002/10	34527.00	33494.388	32962.4376
2002/11	40116.00	34156.5492	36539.2188
2002/12	48724.00	35613.2943	42631.6094
2003/01	36154.00	35667.3648	39392.8047
2003/02	35529.00	35653.5284	37460.9024
2003/03	31020.00	35190.1755	34240.4512
2003/04	33502.00	35021.358	33871.2256
2003/05	31804.00	34699.6222	32837.6128
2003/06	29802.00	34209.86	31319.8064
2003/07	35877.00	34376.574	33598.4032
2003/08	33314.00	34270.3166	33456.2016
2003/09	33638.00	34207.0849	33547.1008
2003/10	36624.00	34448.7764	35085.5504
2003/11	42874.00	35291.2988	38979.7752
2003/12	57599.00	37522.0689	48289.3876

Para obtener la predicción para el 2004/01 se realiza el mismo procedimiento explicado anteriormente obteniendo para ese periodo con un $\alpha = .1$ (39251.8629) con un $\alpha = .5$ (52944.1938), enfocándonos más al primer valor este nos describe un aumento con respecto al mismo mes del año anterior un incremento del 8.5% incrementándose la venta y presentando una disminución con respecto al mes de diciembre del 2003/12 del 32% acusa de que entran autos extranjeros disminuyendo la venta de autos nacionales de ese ramo.

Los modelos de predicción de suavizamiento exponencial de segundo orden, se llaman también *estadística doblemente suavizada* y es un suavizamiento de los valores suavizados; es decir, la serie de los valores $S_t(2)$ es un suavizamiento de la serie de los valores S_t , en donde las observaciones, los valores y_t , en la serie S_t son la contraparte de los valores S_t en la serie $S_t(2)$ esta proporciona una indicación de la tendencia de los promedios S_t en el tiempo. Se incluye en el modelo, para tomar en cuenta la tendencia lineal de la serie y_t en el tiempo; la ecuación queda de la siguiente manera:

$$\hat{y}_{t+T} = \left(2 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) S_t - \left(1 + \frac{\alpha T}{1-\alpha}\right) S_t(2) \quad (38)$$

De manera análoga se tiene $S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1}$ para generar $S_t(2)$ que se puede expresar también como S''_t en donde $S_t(2) = \alpha S_t + (1-\alpha) S_{t-1}(2)$
o bien $S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1}$ (39)

Para obtener predicciones se utiliza la siguiente ecuación :

$$\hat{y}_t(l) = a_t + b_t l \quad (40)$$

Para sacar los coeficientes se usan las siguientes fórmulas:

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (41)$$

$$b_t = (\alpha/1-\alpha) (S'_t - S''_t) \quad (42)$$

Para ilustrar los cálculos se detalla a continuación la obtención de los valores correspondientes a la segunda fila:

$$\begin{aligned} S'_2 &= (.1*19717) + (.9*18944) = 19021.3 \\ S''_2 &= (.1*19021.3) + (.9*18944) = 18951.73 \\ a_2 &= (2*19021.3) - 18951.73 = 19090.87 \\ b_2 &= .11(19021.3 - 18951.73) = 7.6527 \end{aligned}$$

La predicción realizada en el período 3, a 1 período de horizonte temporal, es:

$$\hat{y}_2(1) = 19090.87 - (7.6527*1) = 19098.5227$$

Este valor figura en la cuarta fila.

Las predicciones son:

$$\hat{y}_{29}(1) = 3269.63315 + (-396.497664*1) = 2873.13548$$

$$\hat{y}_{29}(2) = 3269.63315 + (-396.497664*2) = 2476.63782$$

$$\hat{y}_{29}(3) = 3269.63315 + (-396.497664*3) = 2080.14015$$

Estos resultados se muestran en el siguiente cuadro 4.3

Cuadro 4.3 Predicciones con el modelo de *Brown* con un $\alpha = .1$

Después de realizar un rango de prueba se desarrolla lo mismo para la obtención de los tres

	xt	s't	s'tt	at	bt	xt-1
1994/01	18944	18944	18944	-	-	-
1994/02	19717	19021.3	18951.73	19090.87	7.6527	-
1994/03	18339	18953.07	18951.864	18954.276	0.13266	19098.5227
1994/04	16122	18669.963	18923.6739	18416.2521	-27.908199	18954.4087
1994/05	17407	18543.6667	18885.6732	18201.6602	-37.6207128	18388.3439
1994/06	20646	18753.9	18872.4959	18635.3042	-13.0455419	18164.0395
1994/07	15702	18448.71	18830.1173	18067.3028	-41.954798	18622.2587
1994/08	20064	18610.239	18808.1295	18412.3486	-21.7679474	18025.348
1994/09	14874	18236.6151	18750.978	17722.2522	-56.579919	18390.5806
1994/10	16411	18054.0536	18681.2856	17426.8216	-68.9955168	17665.6723
1994/11	15499	17798.5482	18593.0118	17004.0846	-87.3909959	17357.8261
1994/12	20569	18075.5934	18541.27	17609.9168	-51.224424	16916.6937
1995/01	6810	16949.0341	18382.0464	15516.0218	-157.631356	17558.6924
1995/02	2060	15460.1307	18089.8548	12830.4065	-289.269658	15358.3904
1995/03	3342	14248.3176	17705.7011	10790.9341	-380.312186	12541.1368
1995/04	2354	13058.8858	17241.0196	8876.7521	-460.034712	10410.6219
1995/05	2217	11974.6973	16714.3874	7235.00717	-521.36591	8416.71739
1995/06	2435	11020.7275	16145.0214	5896.4337	-563.672322	6713.64126
1995/07	2100	10128.6548	15543.3847	4713.92485	-595.620293	5332.76137
1995/08	3346	9450.3893	14934.0852	3966.69343	-603.206546	4118.30456
1995/09	3448	8850.15037	14325.6917	3374.60905	-602.309545	3363.48689
1995/10	3663	8331.43534	13726.2661	2936.60461	-593.431379	2772.29951
1995/11	7245	8222.7918	13175.9186	3269.66497	-544.843951	2343.17323
1995/12	8766	8277.11262	12686.038	3868.18721	-484.981795	2724.82102
1996/01	4433	7892.70136	12206.7044	3578.69836	-474.54033	3383.20542
1996/02	4450	7548.43122	11740.877	3355.9854	-461.169041	3104.15802
1996/03	5721	7365.6881	11303.3582	3428.01805	-433.143706	2894.81636
1996/04	4325	7061.61929	10879.1843	3244.05431	-419.932148	2994.87434
1996/05	5187	6874.15736	10478.6816	3269.63315	-396.497664	2824.12217
1996/06						2873.13548
1996/07						2476.63782
1996/08						2080.14015

primeros periodos del 2004.

Para ilustrar los cálculos se detalla a continuación la obtención de los valores correspondientes a la segunda fila:

$$\begin{aligned}S'_2 &= (.1*28135) + (.9*26347) = 26525.8 \\S''_2 &= (.1*26525.8) + (.9*26347) = 26364.88 \\a_2 &= (2*26525.8) - 26347 = 26686.72 \\b_2 &= .11(26525.8 - 26364.88) = 17.7012\end{aligned}$$

La predicción realizada en el período 3, a 1 período de horizonte temporal, es:

$$\hat{y}_2(1) = 26686.72 - (17.7012*1) = 26704.4212$$

Este valor figura en la cuarta fila.

Las predicciones son:

$$\hat{y}_{36}(1) = 4094.0725 + (410.055841*1) = 41351.1284$$

$$\hat{y}_{36}(2) = 4094.0725 + (410.055841*2) = 41761.1842$$

$$\hat{y}_{36}(3) = 4094.0725 + (410.055841*3) = 42171.24$$

Cuadro 4.4 Predicciones con el modelo de *Brown*

	xt	s't	s''t	at	bt	xt-1	error	comprobación
2001/01	26347.00	26347.00	26347.00	-	-	-		
2001/02	28135.00	26525.8	26364.88	26686.72	17.7012	-		
2001/03	26411.00	26514.32	26379.824	26648.816	14.79456	26704.4212	-293.42	26704.4212
2001/04	22841.00	26146.988	26356.5404	25937.4356	-23.050764	26663.6106	-3822.61	26663.61056
2001/05	24005.00	25932.7892	26314.1653	25551.4131	-41.9513688	25914.3848	-1909.38	25914.38484
2001/06	26655.00	26005.0103	26283.2498	25726.7708	-30.606345	25509.4618	1145.54	25509.46175
2001/07	33289.00	26733.4093	26328.2657	27138.5528	44.5657877	25696.1644	7592.84	25696.16444
2001/08	29219.00	26981.9683	26393.636	27570.3007	64.7165574	27183.1186	2035.88	27183.11856
2001/09	27310.00	27014.7715	26455.7495	27573.7935	61.4924152	27635.0172	-325.02	27635.01722
2001/10	29683.00	27281.5943	26538.334	28024.8547	81.7586359	27635.2859	2047.71	27635.28587
2001/11	36312.00	28184.6349	26702.9641	29666.3057	162.983788	28106.6133	8205.39	28106.61331
2001/12	39331.00	29299.2714	26962.5948	31635.948	257.034424	29829.2895	9501.71	29829.2895
2002/01	34784.00	29847.7443	27251.1098	32444.3788	285.629794	31892.9824	2891.02	31892.98242
2002/02	32867.00	30149.6698	27540.9658	32758.3739	286.957447	32730.0086	136.99	32730.00857
2002/03	29700.00	30104.7029	27797.3395	32412.0662	253.80997	33045.3314	-3345.33	33045.33136
2002/04	35781.00	30672.3326	28084.8388	33259.8264	284.624315	32665.8762	3115.12	32665.8762
2002/05	35687.00	31173.7993	28393.7349	33953.8638	305.807091	33544.4507	2142.55	33544.45067
2002/06	38123.00	31868.7194	28741.2333	34996.2055	344.023469	34259.6709	3863.33	34259.67088
2002/07	37268.00	32408.6474	29107.9747	35709.3202	363.074	35340.2289	1927.77	35340.22894
2002/08	29806.00	32148.3827	29412.0155	34884.7499	301.00039	36072.3942	-6266.39	36072.39418
2002/09	29464.00	31879.9444	29658.8084	34101.0805	244.324962	35185.7503	-5721.75	35185.75028
2002/10	34527.00	32144.65	29907.3926	34381.9074	246.098316	34345.4054	181.59	34345.40542
2002/11	40116.00	32941.785	30210.8318	35672.7382	300.40485	34628.0057	5487.99	34628.00573
2002/12	48724.00	34520.0065	30641.7493	38398.2637	426.608293	35973.143	12750.86	35973.14302
2003/01	36154.00	34683.4058	31045.9149	38320.8967	400.124	38824.872	-2670.87	38824.872
2003/02	35529.00	34767.9653	31418.12	38117.8105	368.482982	38721.0207	-3192.02	38721.02075
2003/03	31020.00	34393.1687	31715.6248	37070.7126	294.529828	38486.2935	-7466.29	38486.29353
2003/04	33502.00	34304.0519	31974.4675	36633.6362	256.254274	37365.2424	-3863.24	37365.24245
2003/05	31804.00	34054.0467	32182.4255	35925.6679	205.878334	36889.8904	-5085.89	36889.89045
2003/06	29802.00	33628.842	32327.0671	34930.6169	143.195238	36131.5462	-6329.55	36131.54622
2003/07	35877.00	33853.6578	32479.7262	35227.5894	151.132478	35073.8121	803.19	35073.81214
2003/08	33314.00	33799.692	32611.7228	34987.6613	130.676618	35378.7219	-2064.72	35378.72191
2003/09	33638.00	33783.5228	32728.9028	34838.1429	116.008205	35118.3379	-1480.34	35118.3379
2003/10	36624.00	34067.5705	32862.7695	35272.3715	132.528109	34954.1511	1669.85	34954.15108
2003/11	42874.00	34948.2135	33071.3139	36825.113	206.45895	35404.8996	7469.10	35404.89964
2003/12	57599.00	37213.2921	33485.5118	40941.0725	410.055841	37031.572	20567.43	37031.57198
2004/01						41351.1284	-41351.13	41351.12835
2004/02						41761.1842		
2004/03						42171.24		
media	33725.6111						1167.6183847404500	
varianza	45105553.5						35056700.44	
desviación	6716.06682						5920.869906	

En el cuadro 4.4 se muestra el error del pronóstico en la séptima fila obtenida con la diferencia de los observados con los estimados; se comprueba la estimación con la ecuación presentada 40, se puede decir que el pronóstico esta bien puesto que al sacar la variación de los datos reales con los estimados disminuye de 6716.06682 a 5920.869906, al analizar el mes de enero con respecto al mismo mes del año anterior se obtiene que se incrementan las ventas el 14% se obtiene la misma conclusión que en la predicción de primer orden con diferentes resultados esto es porque el modelo adecuado es el de pronóstico de suavizamiento exponencial de tercer orden.

Los modelos de suavizamiento exponencial de orden mayor existen, pero las dificultades para encontrar los coeficientes; sin embargo funcionan bastante bien se usan cuando la serie no es constante en el tiempo.

El propósito de usar un modelo de suavizamiento con S'_t , S''_t , S'''_t es para desarrollar estimadores para un modelo que describa adecuadamente la relación del valor de y_t con el tiempo. Esto se lleva a cabo recursivamente por medio de una continua actualización de los coeficientes en el modelo a medida que se va disponiendo de más datos. Esto es, se obtiene una nueva ecuación de pronóstico en cada período de tiempo, basada en todas las observaciones, presentes y pasadas. Se inicia esta recursión suponiendo algunos valores para S'_t y S''_t al primer período de tiempo $t=1$. Una buena selección para estos valores iniciales es la primera observación y_1 , aunque los valores seleccionados en un principio no resultan críticos puesto que su contribución en la ecuación de predicción decrecerá a medida que más datos sean incorporados al modelo.

Si el proceso es volátil, se selecciona un α pequeño; si el proceso es estable un α grande proporciona una predicción más precisa. La ventaja de este método es que es recursivo; desarrolla un nuevo modelo de predicción y de regresión con cada observación pero las dificultades computacionales son mayores, con los modelos de mínimos cuadrados no se actualiza cada vez que se tiene una nueva observación. Se debe tener cuidado cuando se desea pronosticar más allá de un período de tiempo en el futuro; por los eventos imprevistos pueden ocasionar que la serie se comporte de manera distinta a como se ha comportado en el pasado y entonces no importa cuantas observaciones anteriores se tengan es posible que no pueda predecirse el futuro con suficiente precisión.

Suponiendo que el proceso no es constante de los autos subcompactos, se usa el método de suavizamiento triple para predecir las ventas en el período inmediatamente posterior a los datos, se realizó primero con un $\alpha=.2$ pero se descarta puesto que la variabilidad aumento demasiado así que se optó por trabajar con un $\alpha=.1$, el periodo de prueba se presenta a continuación.

Para obtener las predicciones se obtienen mediante:

$$\hat{y}_t(l) = a_t + b_t l + \frac{1}{2} c_t l^2 \quad (43)$$

En donde los parámetros a_t , b_t y c_t se estiman mediante las siguientes fórmulas:

$$a_t = 3s'_t - 3s''_t + s'''_t \quad (44)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6-5\alpha)s'_t - (10-8\alpha)s''_t + (4-3\alpha)s'''_t] \quad (45)$$

$$c_t = \alpha^2 / (1-\alpha)^2 * (S'_t - S''_t + S'''_t) \quad (46)$$

Para llevar acabo los cálculos se utilizarán las ecuaciones siguientes:

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1-\alpha)S'''_{t-1} \quad (47)$$

La inicialización puede llevarse a cabo, como en los casos anteriores haciendo:

$$S'_t = S''_t = S'''_t = y_t \quad (48)$$

Sustituyendo se tiene:

$$S'_2 = .1 * 19717 + (1-.1) * 18944 = 19021.30$$

$$S''_2 = .1 * 19021.30 + (1-.1) * 18944 = 18951.73$$

$$S'''_2 = .1 * 18951.73 + (1-.1) * 18944 = 18944.77$$

$$a_2 = 3 * 19021.30 - 3 * 18951.73 + 18944.77 = 19153.48$$

$$b_2 = 0.06 * ((5.5 * 19021.30) - (9.2 * 18951.73) + (3.7 * 18944.77)) = 21.41365$$

$$c_2 = 0.012345679 * (19021.30 - (2 * 18951.73) + 18944.77) = .773$$

A partir de estos datos se obtienen la predicción para el período siguiente encontrados en la décima fila:

$$\hat{y}_2(1) = 19153.48 + (21.41365 * 1) + 0.5 * (.773 * 1) = 19175.2831$$

Los resultados de los cálculos se observan en el cuadro; los siguientes cálculos tienen la finalidad de obtener las predicciones a un horizonte de cuatro meses de una variable, y_t , de la que se posee información referida a un período de 36 meses; Sustituyendo se tiene:

$$S'_2 = .1 * 28135 + (1-.1) * 26347 = 26525.8$$

$$S''_2 = .1 * 26525.8 + (1-.1) * 26347 = 26364.88$$

$$S'''_2 = .1 * 26364.88 + (1-.1) * 26347 = 26348.788$$

$$a_2 = 3 * 26525.8 - 3 * 26364.88 + 26348.788 = 26831.548$$

$$b_2 = 0.06 * ((5.5 * 26525.8) - (9.2 * 26364.88) + (3.7 * 26348.788)) = 49.531176$$

$$c_2 = 0.012345679 * (26525.8 - (2 * 26364.88) + 26348.788) = 1.788$$

A partir de estos datos se obtienen la predicción para el período siguiente encontrados en la décima fila:

$$\hat{y}_2(1) = 26831.548 + (49.531176 * 1) + 0.5*(1.788*1) = 26881.9732$$

Las predicciones para los siguientes cuatro meses son:

2004/01	43367.1231
2004/02	44165.9845
2004/03	44985.1859
2004/04	45824.7271

Cuadro 4.5 Predicciones con el modelo de Brown

	xt	s't	s''t	s'''t	at	bt	ct	xt-1
1994/01	18944	18944	18944	18944	-	-	-	-
1994/02	19717	19021.30	18951.73	18944.77	19153.48	21.41365	0.773	-
1994/03	18339	18953.07	18951.86	18945.48	18949.10	-1.01880	-0.0639	19175.2831
1994/04	16122	18669.96	18923.67	18943.30	18182.17	-79.36732	-2.88992	18948.0493
1994/05	17407	18543.67	18885.67	18937.54	17911.52	-101.34804	-3.58199	18101.3563
1994/06	20646	18753.90	18872.50	18931.03	18575.25	-26.14111	-0.7414505	17808.38
1994/07	15702	18448.71	18830.12	18920.94	17776.72	-105.70119	-3.58743233	18548.7349
1994/08	20064	18610.24	18808.13	18909.66	18315.99	-42.76379	-1.18961328	17669.2258
1994/09	14874	18236.62	18750.98	18893.79	17350.70	-138.03486	-4.58701272	18272.6313
1994/10	16411	18054.05	18681.29	18872.54	16990.85	-164.52759	-5.38241224	17210.3758
1994/11	15499	17798.55	18593.01	18844.59	16461.20	-206.32283	-6.70230021	16823.6275
1994/12	20569	18075.59	18541.27	18814.26	17417.23	-93.07011	-2.37888111	16251.5244
1995/01	6810	16949.03	18382.05	18771.04	14472.00	-386.53835	-12.889168	17322.9679
1995/02	2060	15460.13	18089.85	18702.92	10813.75	-731.70895	-24.8970493	14079.0162
1995/03	3342	14248.32	17705.70	18603.20	8231.05	-941.69262	-31.6035593	10069.588
1995/04	2354	13058.89	17241.02	18466.98	5920.58	-1107.94122	-36.4959838	7273.55139
1995/05	2217	11974.70	16714.39	18291.72	4072.65	-1213.92999	-39.0414559	4794.3882
1995/06	2435	11020.73	16145.02	18077.05	2704.17	-1262.10668	-39.4106853	2839.19851
1995/07	2100	10128.65	15543.38	17823.68	1579.49	-1280.63461	-38.6966845	1422.35616
1995/08	3346	9450.39	14934.09	17534.72	1083.64	-1232.27795	-35.5933042	279.510448
1995/09	3448	8850.15	14325.69	17213.82	787.20	-1165.76410	-31.9433677	-166.438814
1995/10	3663	8331.44	13726.27	16865.06	680.57	-1083.48081	-27.8522465	-394.539517
1995/11	7245	8222.79	13175.92	16496.15	1636.77	-897.44045	-20.1592008	-416.834292
1995/12	8766	8277.11	12686.04	16115.14	2888.36	-693.68497	-12.0965983	729.249657
1996/01	4433	7892.70	12206.70	15724.30	2782.29	-642.71576	-9.83224507	2188.62948
1996/02	4450	7548.43	11740.88	15325.95	2748.62	-587.62011	-7.49838525	2134.65463
1996/03	5721	7365.69	11303.36	14923.69	3110.68	-495.71653	-3.91770482	2157.24689
1996/04	4325	7061.62	10879.18	14519.24	3066.55	-451.70337	-2.19143349	2613.00857
1996/05	5187	6874.16	10478.68	14115.19	3301.61	-382.18879	0.39482943	2613.74911
1996/06								2919.62295
1996/07								2538.0264
1996/08								2156.82469
1996/09								1776.0178

Los resultados explicados anteriormente se muestran en el siguiente cuadro 4.5, en la última fila se muestra el margen de error, en este modelo se reduce la variabilidad de 6716 a 6084; al analizar la variación del mismo mes con respecto al año anterior del mes de enero se obtiene nuevamente un incremento en las ventas de 19.95%

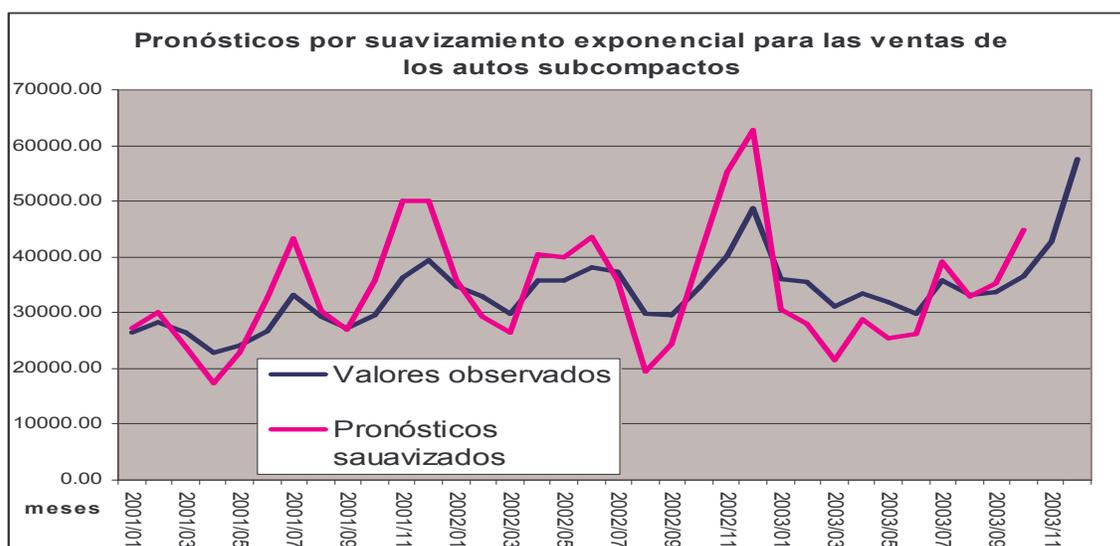
Cuadro 4.6 Predicciones con el modelo de *Brown*

	xt	xt	s't	s''t	s'''t	at	bt	ct	xt-1	error
2001/01	26347.00	26347.00	26347.00	26347.00	26347.00	-	-	-	-	
2001/02	28135.00	28135.00	26525.8	26364.88	26348.788	26831.548	49.531176	1.788	-	
2001/03	26411.00	26411.00	26514.32	26379.824	26351.8916	26755.3796	38.1826872	1.3156	26881.9732	-470.97
2001/04	22841.00	22841.00	26146.988	26356.5404	26352.3565	25723.6993	-70.0811222	-2.63872	26794.2201	-3953.22
2001/05	24005.00	24005.00	25932.7892	26314.1653	26348.5374	25204.4091	-118.223505	-4.284	25652.2988	-1647.30
2001/06	26655.00	26655.00	26005.0103	26283.2498	26342.0086	25507.2901	-78.7745765	-2.709638	25084.0436	1570.96
2001/07	33289.00	33289.00	26733.4093	26328.2657	26340.6343	27556.0649	136.44319	5.15447051	25427.1607	7861.84
2001/08	29219.00	29219.00	26981.9683	26393.636	26345.9345	28110.9315	183.559938	6.67445474	27695.0853	1523.91
2001/09	27310.00	27310.00	27014.7715	26455.7495	26356.916	28033.9819	162.536197	5.68133834	28297.8287	-987.83
2001/10	29683.00	29683.00	27281.5943	26538.334	26375.0578	28604.8388	209.028585	7.1602975	28199.3587	1483.64
2001/11	36312.00	36312.00	28184.6349	26702.9641	26407.8484	30852.8608	423.435683	14.6488286	28817.4475	7494.55
2001/12	39331.00	39331.00	29299.2714	26962.5948	26463.3231	33473.3528	660.264937	22.6840099	31283.6209	8047.38
2002/01	34784.00	34784.00	29847.7443	27251.1098	26542.1017	34332.0052	699.489597	23.3040302	34144.9597	639.04
2002/02	32867.00	32867.00	30149.6698	27540.9658	26641.9881	34468.1003	661.299302	21.1077335	35043.1468	-2176.15
2002/03	29700.00	29700.00	30104.7029	27797.3395	26757.5233	33679.6134	530.59071	15.6487302	35139.9535	-5439.95
2002/04	35781.00	35781.00	30672.3326	28084.8388	26890.2548	34652.7361	588.675303	17.1964172	34218.0285	1562.97
2002/05	35687.00	35687.00	31173.7993	28393.7349	27040.6028	35380.7962	617.025964	17.6164499	35250.0097	436.99
2002/06	38123.00	38123.00	31868.7194	28741.2333	27210.6659	36593.1241	692.284437	19.715045	36006.6304	2116.37
2002/07	37268.00	37268.00	32408.6474	29107.9747	27400.3968	37302.4149	710.139693	19.6678366	37295.2661	-27.27
2002/08	29806.00	29806.00	32148.3827	29412.0155	27601.5586	35810.6602	501.079743	11.4309914	38022.3886	-8216.39
2002/09	29464.00	29464.00	31879.9444	29658.8084	27807.2836	34470.6917	321.936382	4.56310154	36317.4554	-6853.46
2002/10	34527.00	34527.00	32144.65	29907.3926	28017.2945	34729.0668	318.69318	4.28591804	34794.9096	-267.91
2002/11	40116.00	40116.00	32941.785	30210.8318	28236.6482	36429.5078	462.945796	9.34283466	35049.9029	5066.10
2002/12	48724.00	48724.00	34520.0065	30641.7493	28477.1583	40111.93	799.285692	21.1563738	36897.125	11826.88
2003/01	36154.00	36154.00	34683.4058	31045.9149	28734.034	39646.5067	687.134432	16.3655552	40921.7939	-4767.79
2003/02	35529.00	35529.00	34767.9653	31418.12	29002.4426	39051.9785	569.16857	11.5329373	40341.8239	-4812.82
2003/03	31020.00	31020.00	34393.1687	31715.6248	29273.7608	37306.3925	341.495671	2.909628	39626.9135	-8606.91
2003/04	33502.00	33502.00	34304.0519	31974.4675	29543.8315	36532.5844	229.16162	-1.24755229	37649.343	-4147.34
2003/05	31804.00	31804.00	34054.0467	32182.4255	29807.6909	35422.5545	90.4439272	-6.21127593	36761.1223	-4957.12
2003/06	29802.00	29802.00	33628.842	32327.0671	30059.6285	33964.9532	-73.7856544	-11.9217741	35509.8928	-5707.89
2003/07	35877.00	35877.00	33853.6578	32479.7262	30301.6383	34423.4331	-30.1380785	-9.92785527	33885.2067	1991.79
2003/08	33314.00	33314.00	33799.692	32611.7228	30532.6467	34096.5545	-69.525025	-11.0013182	34388.3311	-1074.33
2003/09	33638.00	33638.00	33783.5228	32728.9028	30752.2723	33916.1325	-90.7873408	-11.3828443	34021.5288	-383.53
2003/10	36624.00	36624.00	34067.5705	32862.7695	30963.3221	34577.725	-24.0930165	-8.57588273	33819.6537	2804.35
2003/11	42874.00	42874.00	34948.2135	33071.3139	31174.1212	36804.8199	198.20007	-0.25053278	34549.3441	8324.66
2003/12	57599.00	57599.00	37213.2921	33485.5118	31405.2603	42588.6014	768.351698	20.3398631	37002.8947	20596.11
2004/01									43367.1231	-9641.51
2004/02									44165.9845	
2004/03									44985.1859	
2004/04									45824.7271	
media	33725.61									263.08
varianza	45105553.5									37021801.11
desviación	6716.06682									6084.554307

El modelo de suavizamiento exponencial múltiple se usa a menudo cuando se quiere un modelo que detecte los puntos de cambio de dirección en una serie de tiempo. La identificación de estos puntos es de gran utilidad cuando se estudian series de tiempo tales como movimientos de precios, hábitos de los consumidores etc. El modelo de

suavizamiento exponencial múltiple se interpreta generalmente como detector de que la serie ha empezado a subir cuando la serie original corta hacia arriba a la serie de pronósticos, y de que la serie ha empezado a bajar cuando la serie original corta hacia abajo a la serie de pronósticos, en el siguiente gráfico 4.3 se muestra que la serie ha alcanzado un punto bajo (comenzando a subir) en los períodos 2001/04, 2001/09, 2002/03, 2003/03, 2003/06, 2003/09. Cuando las ventas han alcanzado un punto alto, se dirigen hacia abajo en los períodos 2001/02, 2001/07, 2001/12, 2002/12, 2003/04, 2003/07 La empresa debe de producir mas balatas cuando se muestran los puntos bajos porque se van a incrementar las ventas y disminuir la producción de balatas cuando los puntos están altos.

Gráfico 4.3 Pronósticos por suavizamiento



Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Implementación Métodos de separación o técnicas de descomposición de series de tiempo

El método de separación consiste como lo indica su nombre en separar la serie en sus elementos, para identificar el patrón de cada componente, para posteriormente preparar un pronóstico para un cierto período, el cual se desagrega en *estacional * tendencia * cíclico * componente irregular*.

El primer componente que se vera es la tendencia, la cual es la dirección general que exhiben los datos a través de un largo período de tiempo. Es el patrón general que trazan los datos a través del tiempo. Se puede utilizar una línea recta o una curva para representar el crecimiento o declive de la serie cronológica. La tendencia se presenta debido al crecimiento constante de la variable, que a pesar de tener un efecto de la competencia y otros factores que llegan a producir cambios violentos en la variable observada pero producen un cambio gradual y estable sobre el tiempo.

La siguiente componente es el ciclo, representa las variaciones recurrentes que producen grandes oscilaciones a través del tiempo. Está aparece cuando la serie sube y baja suavemente, a manera de ondas siguiendo la curva de la tendencia a largo plazo. Por lo general los efectos cíclicos en una serie de tiempo pueden ser causados por cambios de demanda de un producto, acumulación de bienes y particularmente incapacidad de la oferta para satisfacer la demanda; la más común del efecto cíclico son las decisiones gubernamentales ya sean éstas políticas o económicas.

La componente estacional son aquellas altas y bajas que ocurren en un tiempo particular del año. Por ejemplo, las ventas de los autos tienden a disminuir durante agosto y septiembre debido al advenimiento de los nuevos modelos. La diferencia principal entre los efectos cíclicos y los estacionales es que estos últimos pueden predecirse y ocurren a un intervalo de tiempo fijo de la última ocurrencia mientras que los efectos cíclicos son completamente impredecibles; de una manera más sencilla se tiene que la componente estacional intenta identificar los cambios regulares que sucedan dentro del periodo de un año, entonces se considera ciclo como los cambios bastante regulares que ocurren dentro de períodos mayores de un año.

La última componente es la irregular son esencialmente todos los cambios que no se clasifican como uno de los otros componentes; representa los movimientos ascendentes y descendentes de la serie después de haber ajustado la tendencia a largo plazo, el efecto cíclico y el efecto estacional; es decir está componente da los cambios y sacudidas de la serie sobre un período corto de tiempo, como eventos políticos, el clima, desastres naturales, irregularidades inducidas por el hombre como huelgas.

Una manera de integrar los cuatro componentes de una serie cronológica consiste simplemente en sumar todos los cuatro componentes para cada punto en el tiempo. Si se toma Y_t como el valor observado de la variable dependiente en el período de tiempo t , entonces se tiene un modelo aditivo:

$$Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t \quad (49)$$

Hay varias características del modelo aditivo; primero las unidades de Y tienen que ser las unidades de T , S , C e I . Es decir si se van a sumar los valores de cada uno de los componentes tienen que ser medidos en las mismas unidades. Segundo para poder sumar los valores de la componente deben ser independientes entre sí.

Otra manera de integrar los cuatro componentes es multiplicarlos para cada período de tiempo, t , queda:

$$Y_t = T_t * C_t * S_t * I_t \quad (50)$$

Aquí las cuatro componentes se afectan entre sí, no obstante se supone que las cuatro componentes surgen de causas distintas.

La estrategia del modelo aditivo para separar las componentes es la estrategia de sustracción ; en el multiplicativo es de división. A continuación se presenta el modelo multiplicativo para el pronóstico de la venta de autos subcompactos; contando con una base

mensual desde enero de 1994 hasta diciembre del 2003. Para series de tiempo mensuales como esta, el modelo multiplicativo clásico de series de tiempo incluye el componente estacional además de los componentes de tendencia, ciclos e irregulares; el modelo se expresa mediante la ecuación 50 anotada anteriormente.

La finalidad de este análisis es pronosticar algunos movimientos mensuales futuros así como la ilustración de cómo se descompone una serie de tiempo, la cual se va eliminando los componentes de tendencia, estacionales e irregulares para que sirva de indicador adelantado de la actividad económica de este ramo industrial y ver así su comportamiento.

La ventaja que se presenta es que no se tienen datos anuales por lo tanto no se tiene que hacer la conversión de una ecuación mensual que requeriría dividir el intercepto entre 12 y la pendiente entre 144 para ajustar la ecuación de mínimos cuadrados al valor anual a mensual. Sin embargo, los factores estacionales influyen sobre estas series de tiempo mensuales se hará el pronóstico después de haber desarrollado un índice estacional, que explique las fluctuaciones de un mes a otro. Esto se detallará a continuación.

Es importante aislar y estudiar los movimientos estacionales en una serie por dos motivos. Primero, al conocer el valor del componente estacional para cualquier mes, así poder mejorar la proyección y segundo para ir desagregando las demás componentes. Para comenzar, se obtiene una serie de totales móviles de 12 meses que se muestran en la quinta columna, al registrar estos totales móviles los resultados se centran los meses centrales que forman cada total móvil respectivo. Por ejemplo, el primer total móvil, que consta de enero de 1994 hasta diciembre de 1994, se registra entre junio y julio de 1994 (214294); el segundo total móvil, que consiste en los meses desde febrero de 1994 hasta enero de 1995, se registra entre julio y agosto de 1994 (202160) y así sucesivamente. Para centrar estos resultados dentro de un mes en particular, se obtienen totales móviles de dos meses de los totales móviles de 12 meses, como se muestra en la columna seis del cuadro 4.7

El primer resultado, que consiste en el total señalado entre junio y julio más el de entre julio y agosto, se centra en julio de 1994. Al dividir estos totales de la columna seis entre 24, se obtienen *promedios móviles centrados*, como los que se muestran en la fila siete. Se dice que estos promedios móviles centrados constan de los componentes de tendencia y ciclos de la serie. Los datos originales de la columna 4 se dividen después entre los respectivos promedios dando como resultado la *razón a los promedios móviles* que se muestran en la columna ocho.

Fundamentalmente estas razones a los promedios móviles representan las fluctuaciones estacionales e irregulares en la serie, puesto que la división de los datos observados en la columna cuatro entre los promedios móviles centrados de la columna siete; elimina de modo efectivo las influencias de tendencia cíclica como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\frac{y_t}{\text{promediomóvilcentrado}} = \frac{T_t}{T_t} \frac{S_t}{T_t} \frac{C_t}{C_t} \frac{I_t}{I_t} \quad (51)$$

Para elaborar el índice estacional los datos de las razones a los promedios móviles del cuadro 4.7, se reordena de acuerdo a los valores mensuales como se muestra en el siguiente cuadro 4.7; en el se observa que para cada mes se pueden eliminar las variaciones irregulares si se usa la mediana de las diversas razones a los promedios móviles, obtenidas como un indicador de la actividad estacional al paso del tiempo. Estos valores de la mediana se ajustan después en forma tal que el valor total de los índices estacionales durante el año es 145 y el valor promedio de cada índice estacional (mensual) es 12. Por lo tanto, nótese que un índice estacional de 12.05 para el mes de enero señala que el valor de las ventas para los autos subcompactos en junio es 1205.78112% del promedio mensual, mientras que un índice estacional de 12.1021 para el mes de junio señala que el valor de los mismos es 1210.21% mejor en junio que el promedio.

Cuadro 4.7 Desarrollo del índice estacional

Año	Mes	Ventas	total moviles a 12 meses	totales moviles 2 meses de	totales moviles de 12 meses	promedios moviles centrados	razones al promedio movil	
1994	Enero	18944.00						
	Febrero	19717.00						
	Marzo	18339.00						
	Abril	16122.00						
	Mayo	17407.00						
	Junio	20646.00						
	Julio	15702.00	214294.00					
	Agosto	20064.00	202160.00			416454.00	17352.25	11.65036234
	Septiembre	14874.00	184503.00			386663.00	16110.95833	11.45201894
	Octubre	16411.00	169506.00			354009.00	14750.375	11.49164004
	Noviembre	15499.00	155738.00			325244.00	13551.83333	11.49202445
	Diciembre	20569.00	140548.00			296286.00	12345.25	11.38478362
1995	Enero	6810.00	122337.00			262885.00	10953.54167	11.16871636
	Febrero	2060.00	108735.00			231072.00	9628	11.29362277
	Marzo	3342.00	92017.00			200752.00	8364.666667	11.00067745
	Abril	2354.00	80591.00			172608.00	7192	11.20564516
	Mayo	2217.00	67843.00			148434.00	6184.75	10.96940054
	Junio	2435.00	59589.00			127432.00	5309.666667	11.2227384
	Julio	2100.00	47786.00			107375.00	4473.958333	10.680922
	Agosto	3346.00	45409.00			93195.00	3883.125	11.69393208
	Septiembre	3448.00	47799.00			93208.00	3883.666667	12.30769891
	Octubre	3663.00	50178.00			97977.00	4082.375	12.29137451
	Noviembre	7245.00	52149.00			102327.00	4263.625	12.23114134
	Diciembre	8766.00	55119.00			107268.00	4469.5	12.33225193
1996	Enero	4433.00	58852.00			113971.00	4748.791667	12.39304735
	Febrero	4450.00	62536.00			121388.00	5057.833333	12.36418756
	Marzo	5721.00	64505.00			127041.00	5293.375	12.1859872
	Abril	4325.00	66582.00			131087.00	5461.958333	12.19013327
	Mayo	5187.00	72310.00			138892.00	5787.166667	12.49488811
	Junio	6168.00	78491.00			150801.00	6283.375	12.4918535
	Julio	5784.00	85752.00			164243.00	6843.458333	12.53050663
	Agosto	5315.00	90823.00			176575.00	7357.291667	12.3446241
	Septiembre	5525.00	95496.00			186319.00	7763.291667	12.3009677
	Octubre	9391.00	97158.00			192654.00	8027.25	12.10352238
	Noviembre	13426.00	101024.00			198182.00	8257.583333	12.23408786
	Diciembre	16027.00	105699.00			206723.00	8613.458333	12.27137764
1997	Enero	9504.00	109075.00			214774.00	8948.916667	12.18862618
	Febrero	9123.00	113999.00			223074.00	9294.75	12.26488071
	Marzo	7383.00	122150.00			236149.00	9839.541667	12.41419612
	Abril	8191.00	128022.00			250172.00	10423.83333	12.28166222
	Mayo	9862.00	132522.00			260544.00	10856	12.20725866
	Junio	9544.00	132953.00			265475.00	11061.45833	12.01948206
	Julio	10708.00	132953.00			265906.00	11079.41667	12
	Agosto	13466.00	140499.00			273452.00	11393.83333	12.33114404
	Septiembre	11397.00	148552.00			289051.00	12043.79167	12.33432162
	Octubre	13891.00	158965.00			307517.00	12813.20833	12.40633851
	Noviembre	13857.00	167326.00			326291.00	13595.45833	12.30749239
	Diciembre	16027.00	172398.00			339724.00	14155.16667	12.1791572
1998	Enero	17050.00	181516.00			353914.00	14746.41667	12.30915985
	Febrero	17176.00	188889.00			370405.00	15433.54167	12.23886287
	Marzo	17796.00	192632.00			381521.00	15896.70833	12.11772878
	Abril	16552.00	198999.00			391631.00	16317.95833	12.19509181
	Mayo	14934.00	200183.00			399182.00	16632.58333	12.03559279
	Junio	18662.00	204765.00			404948.00	16872.83333	12.1357804
	Julio	18081.00	216678.00			421443.00	17560.125	12.33920601
	Agosto	17209.00	213962.00			430640.00	17943.33333	11.9243173
	Septiembre	17764.00	211580.00			425542.00	17730.91667	11.93282919
	Octubre	15075.00	212496.00			424076.00	17669.83333	12.02591988
	Noviembre	18439.00	212142.00			424638.00	17693.25	11.98999618
	Diciembre	27940.00	212105.00			424247.00	17676.95833	11.99895344
1999	Enero	14334.00	212956.00			425061.00	17710.875	12.02402479
	Febrero	14794.00	212968.00			425924.00	17746.83333	12.00033809
	Marzo	18712.00	214737.00			427705.00	17821.04167	12.04963234
	Abril	16198.00	218992.00			433729.00	18072.04167	12.11772328
	Mayo	14897.00	221905.00			440897.00	18370.70833	12.07928382
	Junio	19513.00	226931.00			448836.00	18701.5	12.13437425
	Julio	18093.00	231652.00			458583.00	19107.625	12.12353707
	Agosto	18978.00	236748.00			468400.00	19516.66667	12.13055508
	Septiembre	22019.00	242126.00			478874.00	19953.08333	12.13476614
	Octubre	17988.00	245041.00			487167.00	20298.625	12.07180289
	Noviembre	23465.00	249478.00			494519.00	20604.95833	12.10766826
	Diciembre	32661.00	258695.00			508173.00	21173.875	12.21765029
2000	Enero	19430.00	262131.00			520826.00	21701.08333	12.07916655

Cuadro 4.8 Desarrollo del índice estacional

Año	Mes	Ventas	total móviles a 12 meses	totales móviles 2 meses de	totales móviles de 12 meses	medios móviles centrado	razones al promedio móvil
2000	Enero	19430	262131	520826	21701.08333	12.07916655	
	Febrero	20172	264333	526464	21936	12.05019147	
	Marzo	21627	270980	535313	22304.70833	12.14900441	
	Abril	20635	270755	541735	22572.29167	11.99501601	
	Mayo	24114	282949	553704	23071	12.26427116	
	Junio	22949	292733	575682	23986.75	12.20394593	
	Julio	20295	288974	581707	24237.79167	11.92245581	
	Agosto	25625	295891	584865	24369.375	12.14191993	
	Septiembre	21794	303854	599745	24989.375	12.15932771	
	Octubre	30182	308638	612492	25520.5	12.09372857	
	Noviembre	33249	310844	619482	25811.75	12.04273248	
	Diciembre	28902	310735	621579	25899.125	11.99789568	
2001	Enero	26347	314441	625176	26049	12.07113517	
	Febrero	28135	327435	641876	26744.83333	12.24292542	
	Marzo	26411	331029	658464	27436	12.06549789	
	Abril	22841	336545	667574	27815.58333	12.09915305	
	Mayo	24005	336046	672591	28024.625	11.99109712	
	Junio	26655	339109	675155	28131.45833	12.05444083	
	Julio	33289	349538	688647	28693.625	12.18173026	
	Agosto	29219	357975	707513	29479.70833	12.14309843	
	Septiembre	27310	362707	720682	30028.41667	12.07879203	
	Octubre	29683	365996	728703	30362.625	12.05416198	
	Noviembre	36312	378936	744932	31038.83333	12.20844856	
	Diciembre	39331	390618	769554	32064.75	12.18216266	
2002	Enero	34784	402086	792704	33029.33333	12.17360326	
	Febrero	32867	406065	808151	33672.95833	12.05908302	
	Marzo	29700	406652	812717	33863.20833	12.00866722	
	Abril	35781	408806	815458	33977.41667	12.03169752	
	Mayo	35687	413650	822456	34269	12.07067612	
	Junio	38123	417454	831104	34629.33333	12.05492453	
	Julio	37268	426847	844301	35179.20833	12.13350215	
	Agosto	29806	428217	855064	35627.66667	12.01922663	
	Septiembre	29464	430879	859096	35795.66667	12.03718327	
	Octubre	34527	432199	863078	35961.58333	12.01835292	
	Noviembre	40116	429920	862119	35921.625	11.96827816	
	Diciembre	48724	426037	855957	35664.875	11.94556269	
2003	Enero	36154	417716	843753	35156.375	11.88165731	
	Febrero	35529	416325	834041	34751.70833	11.9799866	
	Marzo	31020	419833	836158	34839.91667	12.05034455	
	Abril	33502	424007	843840	35160	12.05935722	
	Mayo	31804	426104	850111	35421.29167	12.02960084	
	Junio	29802	428862	854966	35623.58333	12.03871031	
	Julio	35877	437737	866599	36108.29167	12.12289421	
	Agosto	33314					
	Septiembre	33638					
	Octubre	36624					
	Noviembre	42874					
	Diciembre	57599					

Cuadro 4.9 Cálculo del índice estacional de la mediana de las razones mensuales a los promedios móviles

mes	año										medianas	índice
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003		
enero		11.17	12.39	12.189	12.3092	12.02402	12.079	12.07114	12.1736	0.99224	12.0791666	12.057811
febrero		11.29	12.36	12.265	12.2389	12.00034	12.05	12.24293	12.05908	0.99926	12.059083	12.037763
marzo		11	12.19	12.414	12.1177	12.04963	12.149	12.0655	12.00867	1.01169	12.0654979	12.044167
abril		11.21	12.19	12.282	12.1951	12.11772	11.995	12.09915	12.0317	0.99695	12.0991531	12.077762
mayo		10.97	12.49	12.207	12.0356	12.07928	12.264	11.9911	12.07068	1.01604	12.0706761	12.049336
junio		11.22	12.49	12.019	12.1358	12.13437	12.204	12.05444	12.05492	1.01236	12.0549245	12.033612
julio		10.68	12.53	12	12.3392	12.12354	11.922	12.18173	12.1335	0.98261	12.1235371	12.102103
agosto	11.65	11.69	12.34	12.331	11.9243	12.13056	12.142	12.1431	12.01923		12.1362375	12.114781
septiembre	11.45	12.31	12.3	12.334	11.9328	12.13477	12.159	12.07879	12.03718		12.1470469	12.125572
octubre	11.49	12.29	12.1	12.406	12.0259	12.0718	12.094	12.05416	12.01835		12.0827657	12.061404
noviembre	11.49	12.23	12.23	12.307	11.99	12.10767	12.043	12.20845	11.96828		12.1580584	12.136564
diciembre	11.38	12.33	12.27	12.179	11.999	12.21765	11.998	12.18216	11.94556		12.1806599	12.159125
totales											145.256807	145

Para utilizar el índice estacional como ajuste para una proyección de tendencia con el fin de elaborar pronósticos, basta multiplicar el valor de la tendencia proyectada para un mes determinado por el índice estacional correspondiente de ese mes. Por ejemplo, utilizando el modelo anterior, los valores de tendencias mensuales proyectadas para las ventas de autos subcompactos durante 2004/01 al 2013/12, aparecen en la columna dos, obtenidos con el método de cuadrados mínimos se obtiene la siguiente ecuación 52:

$$\hat{y}_t = a + bt \quad (52)$$

Los valores de a y b se determinan de la siguiente manera:

$$b = \frac{n \sum Yt - (\sum Y)(\sum t)}{n(\sum t^2) - (\sum t)^2} \rightarrow b = \frac{n \sum YX - (\sum Y)(\sum X)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (53)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{t} \rightarrow a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (54)$$

Donde el valor de $b = 276.525283$ y $a = 3538.64538$ obteniendo el primer valor para 2004/1 se tiene que sustituir los coeficientes a y b en la ecuación 52

$$\hat{y}_t = 3538.64538 + 276.525283 (121) = 36998.2046$$

Los índices estacionales mensuales respectivos se muestran en la columna tres; al hacer ajustes por las fluctuaciones estacionales, los valores de las ventas de tendencias mensuales proyectadas con sus respectivos índices estacionales, dan como resultado el grupo de pronósticos mensuales que se muestran en la columna 4. (ver cuadro4.10)

Cuadro 4.10 Ajustes de las proyecciones de tendencias de mínimos cuadrados mediante índices estacionales para fines de elaboración de pronósticos.

		PROYECCION	índice estacional	PRONOSTICO
2004	Enero	36998.20462	12.06	446117.3659
	Febrero	37274.7299	12.04	448704.3706
	Marzo	37551.25519	12.04	452273.577
	Abril	37827.78047	12.08	456874.9431
	Mayo	38104.30575	12.05	459131.5744
	Junio	38380.83104	12.03	461860.0302
	Julio	38657.35632	12.10	467835.3181
	Agosto	38933.8816	12.11	471675.4587
	Septiembre	39210.40689	12.13	475448.5945
	Octubre	39486.93217	12.06	476267.842
	Noviembre	39763.45745	12.14	482591.7292
	Diciembre	40039.98273	12.16	486851.1604
2005	Enero	40316.50802	12.06	486128.8417
	Febrero	40593.0333	12.04	488649.321
	Marzo	40869.55858	12.04	492239.7762
	Abril	41146.08387	12.08	496952.6229
	Mayo	41422.60915	12.05	499114.9262
	Junio	41699.13443	12.03	501791.2059
	Julio	41975.65972	12.10	507993.7685
	Agosto	42252.185	12.11	511875.9785
	Septiembre	42528.71028	12.13	515684.9198
	Octubre	42805.23556	12.06	516291.2399
	Noviembre	43081.76085	12.14	522864.5293
	Diciembre	43358.28613	12.16	527198.8266

Cuadro 4.11 Ajustes de las proyecciones de tendencias de mínimos cuadrados mediante índices estacionales para fines de elaboración de pronósticos.

		PROYECCION	indice estacional	PRONOSTICO
2006	Enero	43634.81141	12.06	526140.3176
	Febrero	43911.3367	12.04	528594.2714
	Marzo	44187.86198	12.04	532205.9755
	Abril	44464.38726	12.08	537030.3028
	Mayo	44740.91255	12.05	539098.278
	Junio	45017.43783	12.03	541722.3816
	Julio	45293.96311	12.10	548152.2189
	Agosto	45570.4884	12.11	552076.4983
	Septiembre	45847.01368	12.13	555921.2451
	Octubre	46123.53896	12.06	556314.6378
	Noviembre	46400.06424	12.14	563137.3294
	Diciembre	46676.58953	12.16	567546.4928
2007	Enero	46953.11481	12.06	566151.7934
	Febrero	47229.64009	12.04	568539.2218
	Marzo	47506.16538	12.04	572172.1747
	Abril	47782.69066	12.08	577107.9826
	Mayo	48059.21594	12.05	579081.6298
	Junio	48335.74123	12.03	581653.5572
	Julio	48612.26651	12.10	588310.6692
	Agosto	48888.79179	12.11	592277.018
	Septiembre	49165.31707	12.13	596157.5704
	Octubre	49441.84236	12.06	596338.0356
	Noviembre	49718.36764	12.14	603410.1295
	Diciembre	49994.89292	12.16	607894.159
2008	Enero	50271.41821	12.06	606163.2692
	Febrero	50547.94349	12.04	608484.1722
	Marzo	50824.46877	12.04	612138.3739
	Abril	51100.99406	12.08	617185.6625
	Mayo	51377.51934	12.05	619064.9817
	Junio	51654.04462	12.03	621584.7329
	Julio	51930.5699	12.10	628469.1196
	Agosto	52207.09519	12.11	632477.5378
	Septiembre	52483.62047	12.13	636393.8956
	Octubre	52760.14575	12.06	636361.4335
	Noviembre	53036.67104	12.14	643682.9297
	Diciembre	53313.19632	12.16	648241.8252
2009	Enero	53589.7216	12.06	646174.7451
	Febrero	53866.24689	12.04	648429.1226
	Marzo	54142.77217	12.04	652104.5732
	Abril	54419.29745	12.08	657263.3423
	Mayo	54695.82273	12.05	659048.3335
	Junio	54972.34802	12.03	661515.9086
	Julio	55248.8733	12.10	668627.57
	Agosto	55525.39858	12.11	672678.0575
	Septiembre	55801.92387	12.13	676630.2209
	Octubre	56078.44915	12.06	676384.8314
	Noviembre	56354.97443	12.14	683955.7298
	Diciembre	56631.49972	12.16	688589.4915

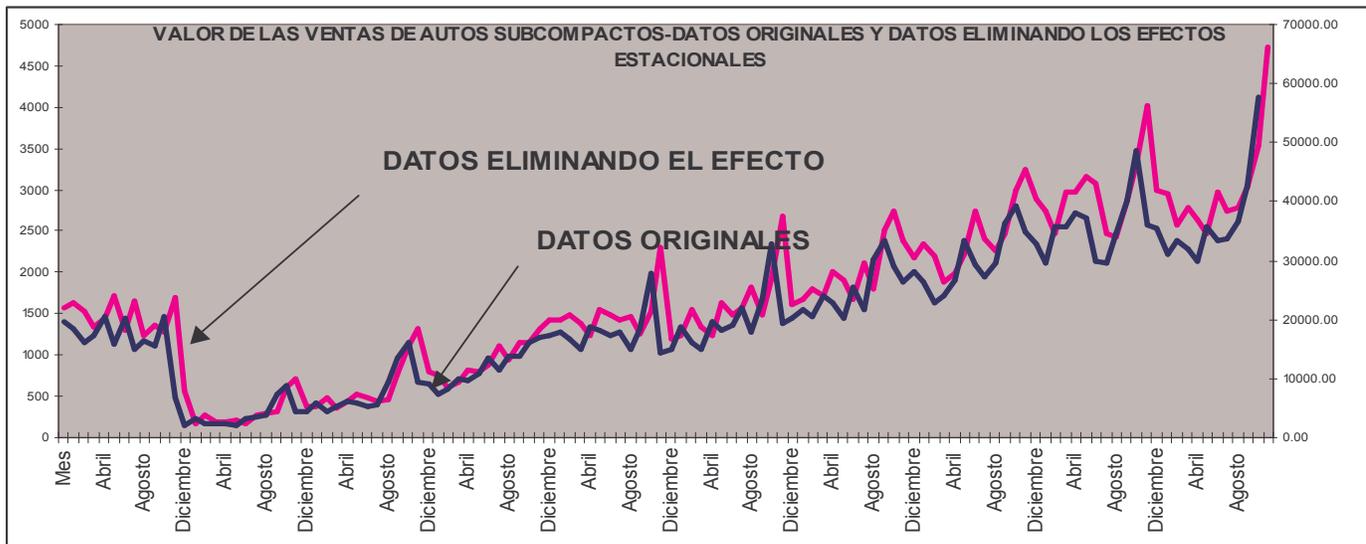
Cuadro 4.11 Ajustes de las proyecciones de tendencias de mínimos cuadrados mediante índices estacionales para fines de elaboración de pronósticos.

		PROYECCION	indice estacional	PRONOSTICO
2010	Enero	56908.025	12.06	686186.2209
	Febrero	57184.55028	12.04	688374.073
	Marzo	57461.07556	12.04	692070.7724
	Abril	57737.60085	12.08	697341.0222
	Mayo	58014.12613	12.05	699031.6853
	Junio	58290.65141	12.03	701447.0843
	Julio	58567.1767	12.10	708786.0203
	Agosto	58843.70198	12.11	712878.5773
	Septiembre	59120.22726	12.13	716866.5462
	Octubre	59396.75255	12.06	716408.2293
	Noviembre	59673.27783	12.14	724228.5299
	Diciembre	59949.80311	12.16	728937.1577
2011	Enero	60226.32839	12.06	726197.6968
	Febrero	60502.85368	12.04	728319.0234
	Marzo	60779.37896	12.04	732036.9716
	Abril	61055.90424	12.08	737418.702
	Mayo	61332.42953	12.05	739015.0371
	Junio	61608.95481	12.03	741378.26
	Julio	61885.48009	12.10	748944.4707
	Agosto	62162.00538	12.11	753079.097
	Septiembre	62438.53066	12.13	757102.8715
	Octubre	62715.05594	12.06	756431.6272
	Noviembre	62991.58122	12.14	764501.33
	Diciembre	63268.10651	12.16	769284.8239
2012	Enero	63544.63179	12.06	766209.1726
	Febrero	63821.15707	12.04	768263.9738
	Marzo	64097.68236	12.04	772003.1709
	Abril	64374.20764	12.08	777496.3819
	Mayo	64650.73292	12.05	778998.3889
	Junio	64927.25821	12.03	781309.4356
	Julio	65203.78349	12.10	789102.9211
	Agosto	65480.30877	12.11	793279.6168
	Septiembre	65756.83405	12.13	797339.1968
	Octubre	66033.35934	12.06	796455.0251
	Noviembre	66309.88462	12.14	804774.1301
	Diciembre	66586.4099	12.16	809632.4901
2013	Enero	66862.93519	12.06	806220.6484
	Febrero	67139.46047	12.04	808208.9242
	Marzo	67415.98575	12.04	811969.3701
	Abril	67692.51104	12.08	817574.0617
	Mayo	67969.03632	12.05	818981.7407
	Junio	68245.5616	12.03	821240.6113
	Julio	68522.08688	12.10	829261.3714
	Agosto	68798.61217	12.11	833480.1365
	Septiembre	69075.13745	12.13	837575.522
	Octubre	69351.66273	12.06	836478.423
	Noviembre	69628.18802	12.14	845046.9302
	Diciembre		12.16	

Con el índice estacional se puede utilizar para aislar y eliminar los efectos de las influencias estacionales sobre los datos. Cuando se logra esto junto con la eliminación de los efectos de tendencia e irregulares, se puede examinar el componente cíclico.

Con base al cuadro 4.7, para desestacionalizar los datos y de esta forma eliminar los efectos estacionales, simplemente se divide cada valor observado en la serie de tiempo mensual columna 4 entre el índice estacional de ese mes columna 9. En la columna 10 se muestran los resultados y la serie en la que se han eliminado los efectos estacionales como se muestra en la gráfica 4.4 junto con la serie original. (ver cuadro 12)

Gráfica 4.4 Eliminación del efecto estacional



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 12 Eliminación del efecto estacional

Año	Mes	Ventas	total móviles	Total de móviles 2 meses	centrados	razones	indice estacional	eliminacion del efecto estacional
1994	Enero	18944					12.0578112	1571.097747
	Febrero	19717					12.03776317	1637.928885
	Marzo	18339					12.04416669	1522.645814
	Abril	16122					12.07776236	1334.84991
	Mayo	17407					12.04933577	1444.643948
	Junio	20646					12.03361203	1715.694335
	Julio	15702	214294				12.10210327	1297.460421
	Agosto	20064	202160	416454	17352.25	11.65	12.11478125	1656.15867
	Septiembre	14874	184503	386663	16110.958	11.452	12.12557156	1226.663826
	Octubre	16411	169506	354009	14750.375	11.492	12.06140401	1360.621034
	Noviembre	15499	155738	325244	13551.833	11.492	12.13656357	1277.050123
	Diciembre	20569	140548	296286	12345.25	11.385	12.15912513	1691.651313
1995	Enero	6810	122337	262885	10953.542	11.169	12.0578112	564.7791203
	Febrero	2060	108735	231072	9628	11.294	12.03776317	171.1281383
	Marzo	3342	92017	200752	8364.6667	11.001	12.04416669	277.4787236
	Abril	2354	80591	172608	7192	11.206	12.07776236	194.9036527
	Mayo	2217	67843	148434	6184.75	10.969	12.04933577	183.9935447
	Junio	2435	59589	127432	5309.6667	11.223	12.03361203	202.3498841
	Julio	2100	47786	107375	4473.9583	10.681	12.10210327	173.5235565
	Agosto	3346	45409	93195	3883.125	11.694	12.11478125	276.1915326
	Septiembre	3448	47799	93208	3883.6667	12.308	12.12557156	284.3577297
	Octubre	3663	50178	97977	4082.375	12.291	12.06140401	303.6959874
	Noviembre	7245	52149	102327	4263.625	12.231	12.13656357	596.9564578
	Diciembre	8766	55119	107268	4469.5	12.332	12.15912513	720.9400269
1996	Enero	4433	58852	113971	4748.7917	12.393	12.0578112	367.6454979
	Febrero	4450	62536	121388	5057.8333	12.364	12.03776317	369.6700075
	Marzo	5721	64505	127041	5293.375	12.186	12.04416669	475.0017287
	Abril	4325	66582	131087	5461.9583	12.19	12.07776236	358.0961334
	Mayo	5187	72310	138892	5787.1667	12.495	12.04933577	430.4801607
	Junio	6168	78491	150801	6283.375	12.492	12.03361203	512.564306
	Julio	5784	85752	164243	6843.4583	12.531	12.10210327	477.9334528
	Agosto	5315	90823	176575	7357.2917	12.345	12.11478125	438.7202618
	Septiembre	5525	95496	186319	7763.2917	12.301	12.12557156	455.6486244
	Octubre	9391	97158	192654	8027.25	12.104	12.06140401	778.5992404
	Noviembre	13426	101024	198182	8257.5833	12.234	12.13656357	1106.243948
	Diciembre	16027	105699	206723	8613.4583	12.271	12.15912513	1318.104701

Cuadro 12 Eliminación del efecto estacional

Año	Mes	Ventas	total movil:	Total de móviles 2 meses	centrados razones	indice estacional	eliminacion del efecto estacional	
1997	Enero	9504	109075	214774	8948.9167	12.189	12.0578112	788.2027547
	Febrero	9123	113999	223074	9294.75	12.265	12.03776317	757.8650514
	Marzo	7383	122150	236149	9839.5417	12.414	12.04416669	612.9938408
	Abril	8191	128022	250172	10423.833	12.282	12.07776236	678.1885383
	Mayo	9862	132522	260544	10856	12.207	12.04933577	818.4683526
	Junio	9544	132953	265475	11061.458	12.019	12.03361203	793.1118249
	Julio	10708	132953	265906	11079.417	12	12.10210327	884.8048777
	Agosto	13466	140499	273452	11393.833	12.331	12.11478125	1111.534721
	Septiembre	11397	148552	289051	12043.792	12.334	12.12557156	939.9144564
	Octubre	13891	158965	307517	12813.208	12.406	12.06140401	1151.690134
	Noviembre	13857	167326	326291	13595.458	12.307	12.13656357	1141.756472
	Diciembre	16027	172398	339724	14155.167	12.179	12.15912513	1318.104701
1998	Enero	17050	181516	353914	14746.417	12.309	12.0578112	1414.021146
	Febrero	17176	188889	370405	15433.542	12.239	12.03776317	1426.843157
	Marzo	17796	192632	381521	15896.708	12.118	12.04416669	1477.561749
	Abril	16552	198999	391631	16317.958	12.195	12.07776236	1370.452532
	Mayo	14934	200183	399182	16632.583	12.036	12.04933577	1239.404419
	Junio	18662	204765	404948	16872.833	12.136	12.03361203	1550.822808
	Julio	18081	216678	421443	17560.125	12.339	12.10210327	1494.037822
	Agosto	17209	213962	430640	17943.333	11.924	12.11478125	1420.49614
	Septiembre	17764	211580	425542	17730.917	11.933	12.12557156	1465.003106
	Octubre	15075	212496	424076	17669.833	12.026	12.06140401	1249.854494
	Noviembre	18439	212142	424638	17693.25	11.99	12.13656357	1519.293323
	Diciembre	27940	212105	424247	17676.958	11.999	12.15912513	2297.862691
1999	Enero	14334	212956	425061	17710.875	12.024	12.0578112	1188.772968
	Febrero	14794	212968	425924	17746.833	12	12.03776317	1228.965863
	Marzo	18712	214737	427705	17821.042	12.05	12.04416669	1553.615163
	Abril	16198	218992	433729	18072.042	12.118	12.07776236	1341.142467
	Mayo	14897	221905	440897	18370.708	12.079	12.04933577	1236.33371
	Junio	19513	226931	448836	18701.5	12.134	12.03361203	1621.541391
	Julio	18093	231652	458583	19107.625	12.124	12.10210327	1495.029385
	Agosto	18978	236748	468400	19516.667	12.131	12.11478125	1566.516111
	Septiembre	22019	242126	478874	19953.083	12.135	12.12557156	1815.9144
	Octubre	17988	245041	487167	20298.625	12.072	12.06140401	1491.368665
	Noviembre	23465	249478	494519	20604.958	12.108	12.13656357	1933.413842
	Diciembre	32661	258695	508173	21173.875	12.218	12.15912513	2686.130757
2000	Enero	19430	262131	520826	21701.083	12.079	12.0578112	1611.403569
	Febrero	20172	264333	526464	21936	12.05	12.03776317	1675.726605
	Marzo	21627	270980	535313	22304.708	12.149	12.04416669	1795.64104
	Abril	20635	270755	541735	22572.292	11.995	12.07776236	1708.511841
	Mayo	24114	282949	553704	23071	12.264	12.04933577	2001.272141
	Junio	22949	292733	575682	23986.75	12.204	12.03361203	1907.074944
	Julio	20295	288974	581707	24237.792	11.922	12.10210327	1676.981228
	Agosto	25625	295891	584865	24369.375	12.142	12.11478125	2115.184705
	Septiembre	21794	303854	599745	24989.375	12.159	12.12557156	1797.358574
	Octubre	30182	308638	612492	25520.5	12.094	12.06140401	2502.362078
	Noviembre	33249	310844	619482	25811.75	12.043	12.13656357	2739.572846
	Diciembre	28902	310735	621579	25899.125	11.998	12.15912513	2376.980226
2001	Enero	26347	314441	625176	26049	12.071	12.0578112	2185.056606
	Febrero	28135	327435	641876	26744.833	12.243	12.03776317	2337.228239
	Marzo	26411	331029	658464	27436	12.065	12.04416669	2192.845771
	Abril	22841	336545	667574	27815.583	12.099	12.07776236	1891.161568
	Mayo	24005	336046	672591	28024.625	11.991	12.04933577	1992.225999
	Junio	26655	339109	675155	28131.458	12.054	12.03361203	2215.045651
	Julio	33289	349538	688647	28693.625	12.182	12.10210327	2750.678892
	Agosto	29219	357975	707513	29479.708	12.143	12.11478125	2411.847098
	Septiembre	27310	362707	720682	30028.417	12.079	12.12557156	2252.264965
	Octubre	29683	365996	728703	30362.625	12.054	12.06140401	2460.990443
	Noviembre	36312	378936	744932	31038.833	12.208	12.13656357	2991.95071
	Diciembre	39331	390618	769554	32064.75	12.182	12.15912513	3234.689961
2002	Enero	34784	402086	792704	33029.333	12.174	12.0578112	2884.769005
	Febrero	32867	406065	808151	33672.958	12.059	12.03776317	2730.324525
	Marzo	29700	406652	812717	33863.208	12.009	12.04416669	2465.924024
	Abril	35781	408806	815458	33977.417	12.032	12.07776236	2962.55208
	Mayo	35687	413650	822456	34269	12.071	12.04933577	2961.740022
	Junio	38123	417454	831104	34629.333	12.055	12.03361203	3168.04297
	Julio	37268	426847	844301	35179.208	12.134	12.10210327	3079.464716
	Agosto	29806	428217	855064	35627.667	12.019	12.11478125	2460.300305
	Septiembre	29464	430879	859096	35795.667	12.037	12.12557156	2429.906076
	Octubre	34527	432199	863078	35961.583	12.018	12.06140401	2862.602063
	Noviembre	40116	429920	862119	35921.625	11.968	12.13656357	3305.383749
	Diciembre	48724	426037	855957	35664.875	11.946	12.15912513	4007.196198

Cuadro 12 Eliminación del efecto estacional

Año	Mes	Ventas	total moviles	Total de moviles 2 meses	centrados	razones	indice estacional	eliminacion del efecto estacional
2003	Enero	36154	417716	843753	35156.375	11.882	12.0578112	2998.388299
	Febrero	35529	416325	834041	34751.708	11.98	12.03776317	2951.461955
	Marzo	31020	419833	836158	34839.917	12.05	12.04416669	2575.520648
	Abril	33502	424007	843840	35160	12.059	12.07776236	2773.858187
	Mayo	31804	426104	850111	35421.292	12.03	12.04933577	2639.481595
	Junio	29802	428862	854966	35623.583	12.039	12.03361203	2476.56314
	Julio	35877	437737	866599	36108.292	12.123	12.10210327	2964.526018
	Agosto	33314					12.11478125	2749.863932
	Septiembre	33638					12.12557156	2774.137272
	Octubre	36624					12.06140401	3036.462419
	Noviembre	42874					12.13656357	3532.630942
	Diciembre	57599					12.15912513	4737.100686

Si se elimina el componente de la tendencia quedaría una serie de *relativas cíclicas-irregulares* (C*I), se muestran en el siguiente cuadro 13 (ver gráfico 4.5) los valores de tendencia ajustados columna tres que se obtuvieron del modelo de tendencia lineal, se dividen en la serie a la que se le han eliminado los efectos estacionales columna dos dando como resultado las relativas cíclicas-irregulares de la columna 4, es decir:

$$\frac{T * C * I}{\hat{Y}} = \frac{T * C * I}{T} = C * I \quad (55)$$

Cuadro 13 Eliminación de las componente relativas cíclicas-irregulares

Año	Mes	eliminacion del efecto estacional(TCI)	valores de tendencia(T)	datos destendenciados(C*I)
1994	Enero	1571.097747	3815.170661	0.411802744
	Febrero	1637.928885	4091.695944	0.400305621
	Marzo	1522.645814	4368.221227	0.34857342
	Abril	1334.84991	4644.74651	0.287389184
	Mayo	1444.643948	4921.271793	0.293550937
	Junio	1715.694335	5197.797076	0.330081054
	Julio	1297.460421	5474.322359	0.237008407
	Agosto	1656.15867	5750.847642	0.287985141
	Septiembre	1226.663826	6027.372925	0.203515502
	Octubre	1360.621034	6303.898208	0.21583804
	Noviembre	1277.050123	6580.423491	0.194068075
	Diciembre	1691.651313	6856.948774	0.246706133
1995	Enero	564.7791203	7133.474057	0.079173081
	Febrero	171.1281383	7409.99934	0.023094218
	Marzo	277.4787236	7686.524623	0.036099374
	Abril	194.9036527	7963.049906	0.024476005
	Mayo	183.9935447	8239.575189	0.022330465
	Junio	202.3498841	8516.100472	0.023760862
	Julio	173.5235565	8792.625755	0.019735124
	Agosto	276.1915326	9069.151038	0.030453957
	Septiembre	284.3577297	9345.676321	0.030426661
	Octubre	303.6959874	9622.201604	0.031562006
	Noviembre	596.9564578	9898.726887	0.060306387
	Diciembre	720.9400269	10175.25217	0.070852301
1996	Enero	367.6454979	10451.77745	0.035175404
	Febrero	369.6700075	10728.30274	0.034457455
	Marzo	475.0017287	11004.82802	0.043163031
	Abril	358.0961334	11281.3533	0.031742303
	Mayo	430.4801607	11557.87859	0.037245603
	Junio	512.564306	11834.40387	0.043311375
	Julio	477.9334528	12110.92915	0.039462988
	Agosto	438.7202618	12387.45443	0.035416499
	Septiembre	455.6486244	12663.97972	0.035979892
	Octubre	778.5992404	12940.505	0.060167609
	Noviembre	1106.243948	13217.03028	0.083698374
	Diciembre	1318.104701	13493.55557	0.097684016

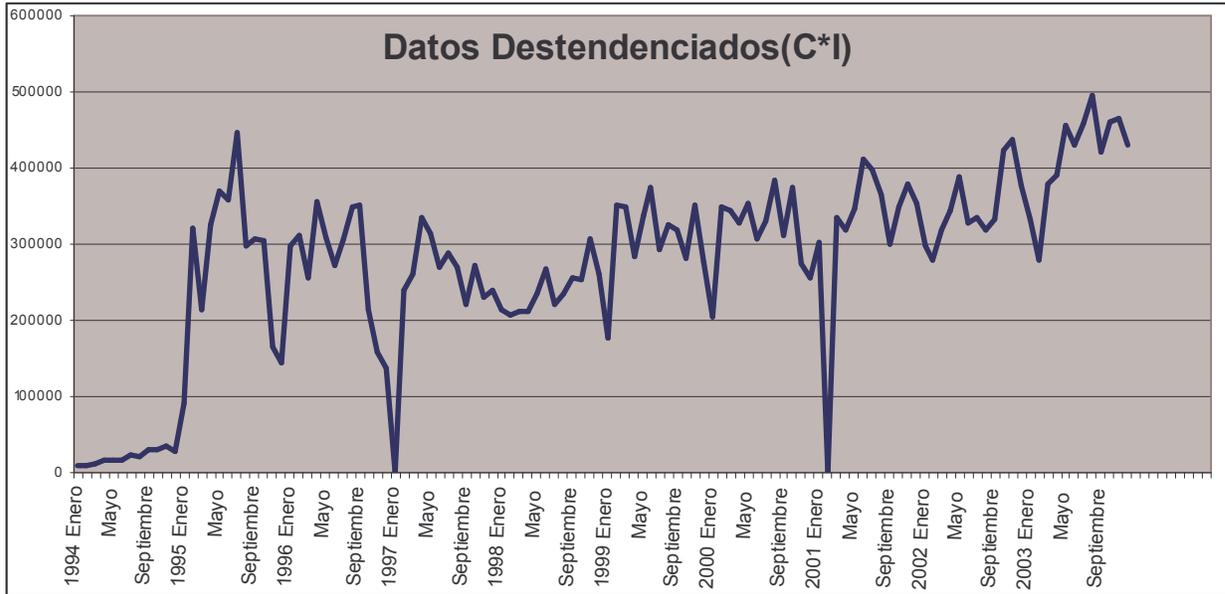
Cuadro 13 Eliminación de las componente relativas cíclicas-irregulares

Año	Mes	eliminacion del efecto estacional(TCI)	valores de tendencia(T)	datos destendenciados(C*I)
1997	Enero	788.2027547	13770.08085	0.057240242
	Febrero	757.8650514	14046.60613	0.053953606
	Marzo	612.9938408	14323.13142	0.042797474
	Abril	678.1885383	14599.6567	0.046452362
	Mayo	818.4683526	14876.18198	0.055018711
	Junio	793.1118249	15152.70726	0.052341262
	Julio	884.8048777	15429.23255	0.057346007
	Agosto	1111.534721	15705.75783	0.070772435
	Septiembre	939.9144564	15982.28311	0.058809774
	Octubre	1151.690134	16258.8084	0.070834843
	Noviembre	1141.756472	16535.33368	0.069049497
	Diciembre	1318.104701	16811.85896	0.078403269
1998	Enero	1414.021146	17088.38425	0.082747504
	Febrero	1426.843157	17364.90953	0.082168188
	Marzo	1477.561749	17641.43481	0.083755191
	Abril	1370.452532	17917.96009	0.076484852
	Mayo	1239.404419	18194.48538	0.068119784
	Junio	1550.822808	18471.01066	0.083959824
	Julio	1494.037822	18747.53594	0.07969249
	Agosto	1420.49614	19024.06123	0.074668396
	Septiembre	1465.003106	19300.58651	0.07590459
	Octubre	1249.854494	19577.11179	0.06384264
	Noviembre	1519.293323	19853.63708	0.076524685
	Diciembre	2297.862691	20130.16236	0.114150231
1999	Enero	1188.772968	20406.68764	0.058254088
	Febrero	1228.965863	20683.21292	0.059418518
	Marzo	1553.615163	20959.73821	0.074123787
	Abril	1341.142467	21236.26349	0.063153411
	Mayo	1236.33371	21512.78877	0.057469709
	Junio	1621.541391	21789.31406	0.074419111
	Julio	1495.029385	22065.83934	0.067753117
	Agosto	1566.516111	22342.36462	0.070114159
	Septiembre	1815.9144	22618.88991	0.080283091
	Octubre	1491.368665	22895.41519	0.065138311
	Noviembre	1933.413842	23171.94047	0.083437718
	Diciembre	2686.130757	23448.46575	0.114554649
2000	Enero	1611.403569	23724.99104	0.067920092
	Febrero	1675.726605	24001.51632	0.069817531
	Marzo	1795.64104	24278.0416	0.073961527
	Abril	1708.511841	24554.56689	0.069580207
	Mayo	2001.272141	24831.09217	0.080595414
	Junio	1907.074944	25107.61745	0.07595603
	Julio	1676.981228	25384.14274	0.066064127
	Agosto	2115.184705	25660.66802	0.082429058
	Septiembre	1797.358574	25937.1933	0.069296572
	Octubre	2502.362078	26213.71858	0.095460019
	Noviembre	2739.572846	26490.24387	0.103418181
	Diciembre	2376.980226	26766.76915	0.088803404

Cuadro 13 Eliminación de las componente relativas cíclicas-irregulares

Año	Mes	eliminacion del efecto estacional(TCI)	valores de tendencia(T)	datos destendenciados(C*I)
2001	Enero	2185.056606	27043.29443	0.080798462
	Febrero	2337.228239	27319.81972	0.085550646
	Marzo	2192.845771	27596.345	0.079461457
	Abril	1891.161568	27872.87028	0.067849545
	Mayo	1992.225999	28149.39557	0.070773314
	Junio	2215.045651	28425.92085	0.077923444
	Julio	2750.678892	28702.44613	0.095834302
	Agosto	2411.847098	28978.97141	0.083227492
	Septiembre	2252.264965	29255.4967	0.076986044
	Octubre	2460.990443	29532.02198	0.083332948
	Noviembre	2991.95071	29808.54726	0.100372242
	Diciembre	3234.689961	30085.07255	0.107518104
2002	Enero	2884.769005	30361.59783	0.095013741
	Febrero	2730.324525	30638.12311	0.089115267
	Marzo	2465.924024	30914.6484	0.079765553
	Abril	2962.55208	31191.17368	0.094980462
	Mayo	2961.740022	31467.69896	0.094120006
	Junio	3168.04297	31744.22424	0.099799036
	Julio	3079.464716	32020.74953	0.096170913
	Agosto	2460.300305	32297.27481	0.076176715
	Septiembre	2429.906076	32573.80009	0.074596948
	Octubre	2862.602063	32850.32538	0.087140752
	Noviembre	3305.383749	33126.85066	0.099779595
	Diciembre	4007.196198	33403.37594	0.119963809
2003	Enero	2998.388299	33679.90123	0.089026042
	Febrero	2951.461955	33956.42651	0.086919098
	Marzo	2575.520648	34232.95179	0.075235132
	Abril	2773.858187	34509.47707	0.080379606
	Mayo	2639.481595	34786.00236	0.075877693
	Junio	2476.56314	35062.52764	0.070632761
	Julio	2964.526018	35339.05292	0.0838881
	Agosto	2749.863932	35615.57821	0.077209583
	Septiembre	2774.137272	35892.10349	0.07729102
	Octubre	3036.462419	36168.62877	0.083952932
	Noviembre	3532.630942	36445.15406	0.096930059
	Diciembre	4737.100686	36721.67934	0.12900011

Gráfica 4.5 Datos destendenciados



Las fluctuaciones irregulares de una serie de tiempo mensual se suelen eliminar utilizando promedios móviles ponderados de doce meses se obtiene el ciclo y para obtener la componente irregular se divide los datos destendenciados con el ciclo.

Cuadro 14 ciclo-irregular

Mes	ciclo	irregular	Mes	ciclo	irregular
1994 Enero			1998 Enero	0.0735376	1.12524079
Febrero			Febrero	0.0753998	1.0897666
Marzo			Marzo	0.07572447	1.1060519
Abril			Abril	0.07714904	0.9913909
Mayo			Mayo	0.07656635	0.88968303
Junio			Junio	0.07718928	1.08771347
Julio	0.28806869	0.82274963	Julio	0.0801682	0.99406613
Agosto	0.26034955	1.10614803	Agosto	0.07812708	0.95573003
Septiembre	0.22891527	0.88904294	Septiembre	0.07623127	0.99571457
Octubre	0.20287576	1.06389269	Octubre	0.07542866	0.84639767
Noviembre	0.18096633	1.0723988	Noviembre	0.0743177	1.02969658
Diciembre	0.15836462	1.55783612	Diciembre	0.0734302	1.55454071
1995 Enero	0.13283794	0.59601256	1999 Enero	0.07263514	0.80200973
Febrero	0.11473183	0.20128866	Febrero	0.07164019	0.82940202
Marzo	0.0932709	0.38703789	Marzo	0.07126067	1.04017807
Abril	0.07884683	0.31042471	Abril	0.07162555	0.88171629
Mayo	0.0634905	0.3517135	Mayo	0.07173352	0.80115559
Junio	0.05234369	0.45393937	Junio	0.0723096	1.02917327
Julio	0.0376892	0.52362804	Julio	0.07234331	0.93654991
Agosto	0.03402273	0.89510619	Agosto	0.07314881	0.95851406
Septiembre	0.03496967	0.87008726	Septiembre	0.07401539	1.08468105
Octubre	0.0355583	0.88761279	Octubre	0.07400187	0.88022521
Noviembre	0.03616383	1.66758853	Noviembre	0.07453744	1.11940689
Diciembre	0.03740676	1.8941043	Diciembre	0.07646458	1.49814009
1996 Enero	0.03903597	0.90110241	2000 Enero	0.07659265	0.88677032
Febrero	0.04067996	0.84703766	Febrero	0.0764519	0.9132216
Marzo	0.0410935	1.05036148	Marzo	0.07747815	0.95461147
Abril	0.04155627	0.76383907	Abril	0.0765626	0.90880148
Mayo	0.04394007	0.84764551	Mayo	0.07908941	1.01904176
Junio	0.0458894	0.94382085	Junio	0.08075445	0.94058011
Julio	0.04812538	0.82000368	Julio	0.07860851	0.84041949
Agosto	0.04996412	0.7088387	Agosto	0.07968171	1.03447902
Septiembre	0.05158879	0.69743618	Septiembre	0.0809928	0.85558924
Octubre	0.05155833	1.16698129	Octubre	0.08145113	1.17199132
Noviembre	0.05278417	1.58567189	Noviembre	0.08130691	1.27194825
Diciembre	0.05426526	1.8001206	Diciembre	0.0804884	1.10330685
Mes	ciclo	irregular	2001 Enero	0.08065235	1.0018116
1997 Enero	0.05501775	1.04039585	Febrero	0.0831332	1.02907919
Febrero	0.056508	0.95479581	Marzo	0.08319974	0.95506861
Marzo	0.05945433	0.71983776	Abril	0.08384053	0.80926908
Abril	0.06135682	0.75708552	Mayo	0.08282994	0.85444124
Mayo	0.06224576	0.88389493	Junio	0.08257611	0.94365605
Junio	0.06102502	0.8577017	Julio	0.08413567	1.1390449
Julio	0.05941829	0.96512382	Agosto	0.08532027	0.97547146
Agosto	0.0615439	1.14995053	Septiembre	0.08561732	0.89918769
Septiembre	0.06389511	0.92041118	Octubre	0.08564267	0.97303075
Octubre	0.06730825	1.0523946	Noviembre	0.08790358	1.14184481
Noviembre	0.06981096	0.98909248	Diciembre	0.08984913	1.19665154
Diciembre	0.07090272	1.10578652			

Cuadro 14 ciclo-irregular

Mes	ciclo	irregular
2002 Enero	0.0916721	1.03645211
Febrero	0.09170015	0.97181157
Marzo	0.09111259	0.87546141
Abril	0.09091349	1.04473447
Mayo	0.09123081	1.03166907
Junio	0.09118142	1.0945106
Julio	0.09221857	1.04285847
Agosto	0.09171959	0.83053919
Septiembre	0.09153658	0.81494142
Octubre	0.09115904	0.95592001
Noviembre	0.0899423	1.10937335
Diciembre	0.08842211	1.3567173
2003 Enero	0.08599159	1.03528779
Febrero	0.08496802	1.02296248
Marzo	0.08505409	0.88455628
Abril	0.0852786	0.94255308
Mayo	0.08501295	0.89254278
Junio	0.08477549	0.83317436
Julio	0.08552851	0.9808203

Después de descomponer la serie en las componentes de tendencia, ciclo, estacional e irregular las usamos en la ecuación del modelo multiplicativo ($Y_t = T_t * C_t * S_t * I_t$) para obtener el valor real.(ver cuadro 15)

Calculado

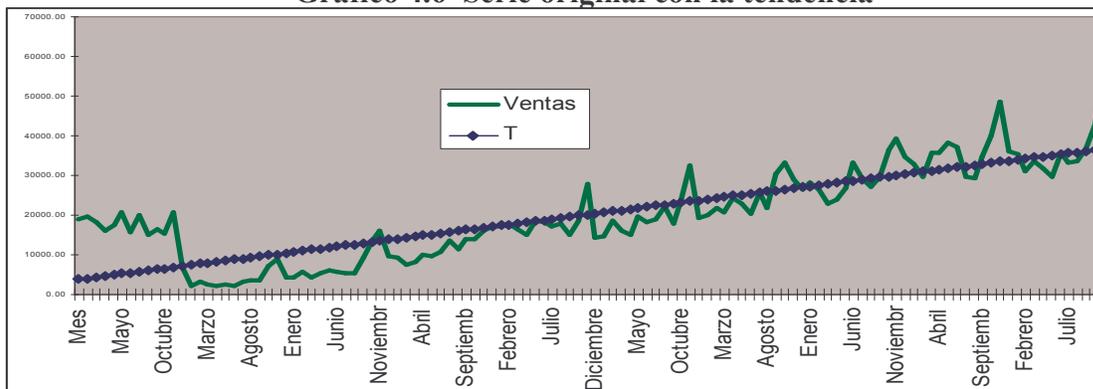
$$Y_8 = 5474.322369 * .28806869 * 12.1021033 * .82274963 = 15702$$

$$Y_9 = 5750.847642 * .26034955 * 12.1147812 * 1.10614803 = 20064$$

Y así sucesivamente.

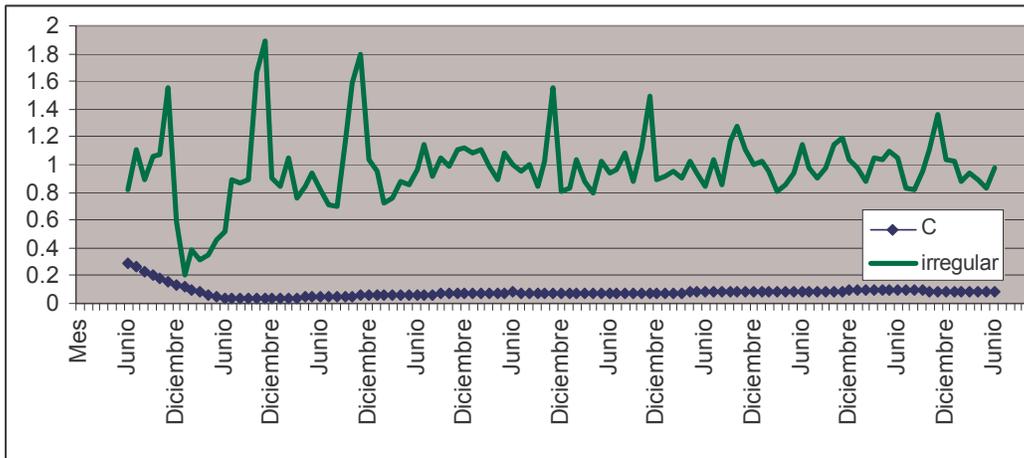
Componentes de una serie cronológica de las ventas de autos subcompactos:

Gráfico 4.6 Serie original con la tendencia



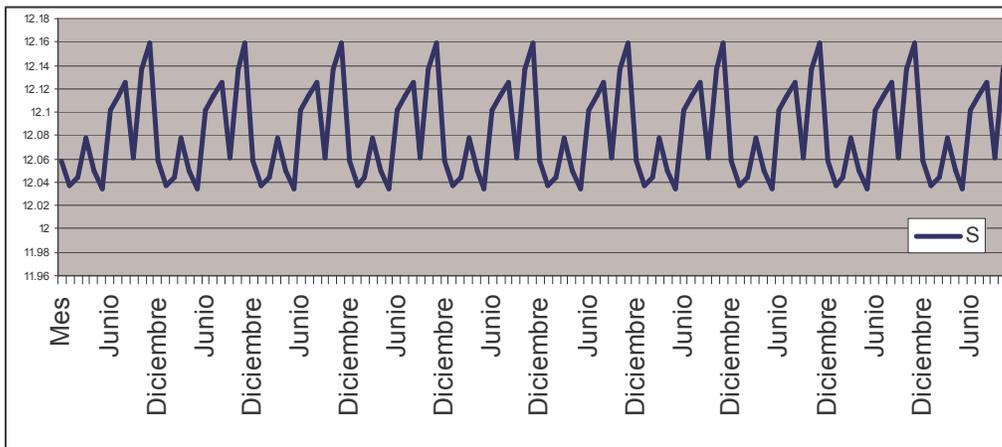
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4.7 Serie original con ciclos e irregulares



Fuente Elaboración Propia

Gráfico 4.8 Serie estacional



Fuente Elaboración Propia

Cuadro 15 Obtención del modelo multiplicativo

Año	Mes	Ventas	T	S	C	irregular	Y _t	Año	Mes	Ventas	T	S	C	irregular	Y _t
1994	Enero	18944.00	3815.1707	12.058				1997	Enero	9504.00	13770.081	12.058	0.05502	1.0404	9504
	Febrero	19717.00	4091.6959	12.038					Febrero	9123.00	14046.606	12.038	0.05651	0.9548	9123
	Marzo	18339.00	4368.2212	12.044					Marzo	7383.00	14323.131	12.044	0.05945	0.7198	7383
	Abril	16122.00	4644.7465	12.078					Abril	8191.00	14599.657	12.078	0.06136	0.7571	8191
	Mayo	17407.00	4921.2718	12.049					Mayo	9862.00	14876.182	12.049	0.06225	0.8839	9862
	Junio	20646.00	5197.7971	12.034					Junio	9544.00	15152.707	12.034	0.06103	0.8577	9544
	Julio	15702.00	5474.3224	12.102	0.28807	0.8227	15702		Julio	10708.00	15429.233	12.102	0.05942	0.9651	10708
	Agosto	20064.00	5750.8476	12.115	0.26035	1.1061	20064		Agosto	13466.00	15705.758	12.115	0.06154	1.15	13466
	Septiembre	14874.00	6027.3729	12.126	0.22892	0.889	14874		Septiembre	11397.00	15982.283	12.126	0.0639	0.9204	11397
	Octubre	16411.00	6303.8982	12.061	0.20288	1.0639	16411		Octubre	13891.00	16258.808	12.061	0.06731	1.0524	13891
	Noviembre	15499.00	6580.4235	12.137	0.18097	1.0724	15499		Noviembre	13857.00	16535.334	12.137	0.06981	0.9891	13857
	Diciembre	20569.00	6856.9488	12.159	0.15836	1.5578	20569		Diciembre	16027.00	16811.859	12.159	0.0709	1.1058	16027
1995	Enero	6810.00	7133.4741	12.058	0.13284	0.596	6810	1998	Enero	17050.00	17088.384	12.058	0.07354	1.1252	17050
	Febrero	2060.00	7409.9993	12.038	0.11473	0.2013	2060		Febrero	17176.00	17364.91	12.038	0.0754	1.0898	17176
	Marzo	3342.00	7686.5246	12.044	0.09327	0.387	3342		Marzo	17796.00	17641.435	12.044	0.07572	1.1061	17796
	Abril	2354.00	7963.0499	12.078	0.07885	0.3104	2354		Abril	16552.00	17917.96	12.078	0.07715	0.9914	16552
	Mayo	2217.00	8239.5752	12.049	0.06349	0.3517	2217		Mayo	14934.00	18194.485	12.049	0.07657	0.8897	14934
	Junio	2435.00	8516.1005	12.034	0.05234	0.4539	2435		Junio	18662.00	18471.011	12.034	0.07719	1.0877	18662
	Julio	2100.00	8792.6258	12.102	0.03769	0.5236	2100		Julio	18081.00	18747.536	12.102	0.08017	0.9941	18081
	Agosto	3346.00	9069.151	12.115	0.03402	0.8951	3346		Agosto	17209.00	19024.061	12.115	0.07813	0.9557	17209
	Septiembre	3448.00	9345.6763	12.126	0.03497	0.8701	3448		Septiembre	17764.00	19300.587	12.126	0.07623	0.9957	17764
	Octubre	3663.00	9622.2016	12.061	0.03556	0.8876	3663		Octubre	15075.00	19577.112	12.061	0.07543	0.8464	15075
	Noviembre	7245.00	9898.7269	12.137	0.03616	1.6676	7245		Noviembre	18439.00	19853.637	12.137	0.07432	1.0297	18439
	Diciembre	8766.00	10175.252	12.159	0.03741	1.8941	8766		Diciembre	27940.00	20130.162	12.159	0.07343	1.5545	27940
1996	Enero	4433.00	10451.777	12.058	0.03904	0.9011	4433	1999	Enero	14334.00	20406.688	12.058	0.07264	0.802	14334
	Febrero	4450.00	10728.303	12.038	0.04068	0.847	4450		Febrero	14794.00	20683.213	12.038	0.07164	0.8294	14794
	Marzo	5721.00	11004.828	12.044	0.04109	1.0504	5721		Marzo	18712.00	20959.738	12.044	0.07126	1.0402	18712
	Abril	4325.00	11281.353	12.078	0.04156	0.7638	4325		Abril	16198.00	21236.263	12.078	0.07163	0.8817	16198
	Mayo	5187.00	11557.879	12.049	0.04394	0.8476	5187		Mayo	14897.00	21512.789	12.049	0.07173	0.8012	14897
	Junio	6168.00	11834.404	12.034	0.04589	0.9438	6168		Junio	19513.00	21789.314	12.034	0.07231	1.0292	19513
	Julio	5784.00	12110.929	12.102	0.04813	0.82	5784		Julio	18093.00	22065.839	12.102	0.07234	0.9365	18093
	Agosto	5315.00	12387.454	12.115	0.04996	0.7088	5315		Agosto	18978.00	22342.365	12.115	0.07315	0.9585	18978
	Septiembre	5525.00	12663.98	12.126	0.05159	0.6974	5525		Septiembre	22019.00	22618.89	12.126	0.07402	1.0847	22019
	Octubre	9391.00	12940.505	12.061	0.05156	1.167	9391		Octubre	17988.00	22895.415	12.061	0.074	0.8802	17988
	Noviembre	13426.00	13217.03	12.137	0.05278	1.5857	13426		Noviembre	23465.00	23171.94	12.137	0.07454	1.1194	23465
	Diciembre	16027.00	13493.556	12.159	0.05427	1.8001	16027		Diciembre	32661.00	23448.466	12.159	0.07646	1.4981	32661
								2000	Enero	19430.00	23724.991	12.058	0.07659	0.8868	19430
									Febrero	20172.00	24001.516	12.038	0.07645	0.9132	20172
									Marzo	21627.00	24278.042	12.044	0.07748	0.9546	21627
									Abril	20635.00	24554.567	12.078	0.07656	0.9088	20635
									Mayo	24114.00	24831.092	12.049	0.07909	1.019	24114
									Junio	22949.00	25107.617	12.034	0.08075	0.9406	22949
									Julio	20295.00	25384.143	12.102	0.07861	0.8404	20295
									Agosto	25625.00	25660.668	12.115	0.07968	1.0345	25625
									Septiembre	21794.00	25937.193	12.126	0.08099	0.8556	21794
									Octubre	30182.00	26213.719	12.061	0.08145	1.172	30182
									Noviembre	33249.00	26490.244	12.137	0.08131	1.2719	33249
									Diciembre	28902.00	26766.769	12.159	0.08049	1.1033	28902
								2001	Enero	26347.00	27043.294	12.058	0.08065	1.0018	26347
									Febrero	28135.00	27319.82	12.038	0.08313	1.0291	28135
									Marzo	26411.00	27596.345	12.044	0.0832	0.9551	26411
									Abril	22841.00	27872.87	12.078	0.08384	0.8093	22841
									Mayo	24005.00	28149.396	12.049	0.08283	0.8544	24005
									Junio	26655.00	28425.921	12.034	0.08258	0.9437	26655
									Julio	33289.00	28702.446	12.102	0.08414	1.139	33289
									Agosto	29219.00	28978.971	12.115	0.08532	0.9755	29219
									Septiembre	27310.00	29255.497	12.126	0.08562	0.8992	27310
									Octubre	29683.00	29532.022	12.061	0.08564	0.973	29683
									Noviembre	36312.00	29808.547	12.137	0.0879	1.1418	36312
									Diciembre	39331.00	30085.073	12.159	0.08985	1.1967	39331

Cuadro 15 Obtención del modelo multiplicativo

Año	Mes	Ventas	T	S	C	irregular	Y _t
2002	Enero	34784.00	30361.598	12.058	0.09167	1.0365	34784
	Febrero	32867.00	30638.123	12.038	0.0917	0.9718	32867
	Marzo	29700.00	30914.648	12.044	0.09111	0.8755	29700
	Abril	35781.00	31191.174	12.078	0.09091	1.0447	35781
	Mayo	35687.00	31467.699	12.049	0.09123	1.0317	35687
	Junio	38123.00	31744.224	12.034	0.09118	1.0945	38123
	Julio	37268.00	32020.75	12.102	0.09222	1.0429	37268
	Agosto	29806.00	32297.275	12.115	0.09172	0.8305	29806
	Septiembre	29464.00	32573.8	12.126	0.09154	0.8149	29464
	Octubre	34527.00	32850.325	12.061	0.09116	0.9559	34527
	Noviembre	40116.00	33126.851	12.137	0.08994	1.1094	40116
	Diciembre	48724.00	33403.376	12.159	0.08842	1.3567	48724
2003	Enero	36154.00	33679.901	12.058	0.08599	1.0353	36154
	Febrero	35529.00	33956.427	12.038	0.08497	1.023	35529
	Marzo	31020.00	34232.952	12.044	0.08505	0.8846	31020
	Abril	33502.00	34509.477	12.078	0.08528	0.9426	33502
	Mayo	31804.00	34786.002	12.049	0.08501	0.8925	31804
	Junio	29802.00	35062.528	12.034	0.08478	0.8332	29802
	Julio	35877.00	35339.053	12.102	0.08553	0.9808	35877
	Agosto	33314.00	35615.578	12.115			
	Septiembre	33638.00	35892.103	12.126			
	Octubre	36624.00	36168.629	12.061			
	Noviembre	42874.00	36445.154	12.137			
	Diciembre	57599.00	36721.679	12.159			

Se trato de ejemplificar la técnica multiplicativa para separar las componentes así como su pronóstico.

4.3 Desarrollo del proyecto de la Compañía Revestimientos Especiales de México.

Con más de 30 años de historia, Remsa es hoy una compañía líder en la fabricación de componentes de freno para la industria del automóvil. La empresa cuenta con diez plantas de producción en Europa y América para satisfacer la creciente demanda del mercado independiente. A continuación se presenta la cronología de la empresa.

1970: Nace REMSA en Pamplona (España), fundada por tres empresarios independientes.

1981: El volumen anual de fabricación alcanza un millón de pastillas de freno en Alfaro (España).

1984: Inauguración de una nueva fábrica de forros de camión en Madrid (España).

- 1986: Inauguración de un nuevo centro de distribución internacional en Corella (España).
- 1989: Adquisición de BP&A en Egües (España), fábrica de soportes metálicos y accesorios de pastillas de freno.
- 1992: Primera ampliación del centro de distribución internacional en Corella (España).
- 1992: Inauguración de una nueva rama en Chicago (USA) para el mercado Norteamericano.
- 1995: Primera ampliación de BP&A con una capacidad de producción de 40 millones de soportes metálicos.
- 1996: Inauguración de una tercera fábrica de pastillas de freno en Corella (España).
- 1997: La compañía es adquirida en su totalidad por Lucas Varsity.
- 1998: Inauguración de una nueva fábrica de zapatas de freno en Madrid (España)
- 1999: Lucas Varsity es adquirida en su totalidad por TRW. La compañía pasa a formar parte de TRW Chasis Systems.
- 1999: Inauguración de una nueva fábrica de pastillas de freno en Monterrey (México).
- 1999: Inauguración de una nueva fábrica de accesorios en Pamplona (España).
- 2002: Inauguración de una cuarta planta de pastillas de freno y segundo almacén de distribución internacional en Ólvega (España).

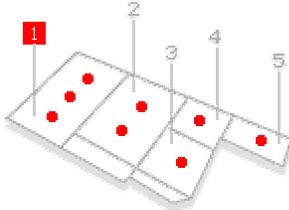


Cronología



El sistema de fabricación es un sistema estandarizado es decir tiene controles de calidad aplicados a cada una de sus plantas para garantizar el producto terminado homogéneo con las máximas prestaciones. Para tener un funcionamiento de calidad está dividida en cinco partes en las cuales se lleva cada uno de los procesos para dicho producto.

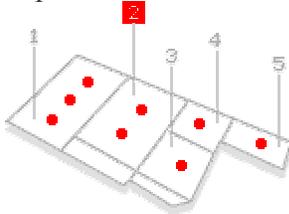
1. Preparación de soporte y accesorios



□ Una estrategia de integración vertical completa permite a Remsa ofrecer la gama de aplicaciones más extensa del mercado, al disponer de una producción propia de soportes, metálicos.

La producción anual alcanza actualmente 40 millones de soportes metálicos para turismos y vehículo industrial, utilizando para ello una tecnología de vanguardia que permite asegurar un rapidísimo lanzamiento al mercado de nuevas aplicaciones.

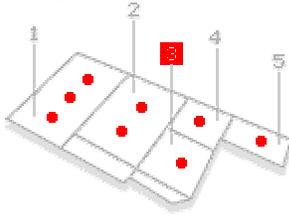
2. Prensado y curado de pastillas



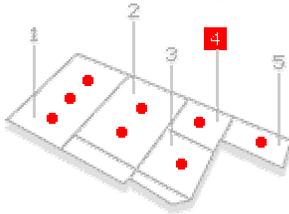
□ Los hornos de vulcanización⁵ están diseñados para funcionar a siete niveles diferentes de temperatura, y supervisados por un software desarrollado en la empresa para optimizar esta parte vital del proceso. A diferencia de los tradicionales hornos estáticos, la tecnología de Remsa asegura un alto nivel de consistencia.

⁵ La vulcanización es una operación que consiste en mezclar azufre con el caucho para tornarlo insensible al frío y al calor.

3. Proceso de Scorching y pintura



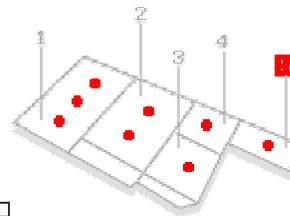
4. Estuchado de producto



5. Stock Automático y salida del producto

□ A diferencia de muchos otros fabricantes de fricción, el proceso de fabricación de Remsa ofrece un proceso de scorching en el 100% de la producción, para asegurar un producto exento de desgaste, y una fase de asentamiento corta, que se traduce en un funcionamiento óptimo del sistema de frenado inmediatamente después de su instalación.

□ La experiencia logística garantiza a su empresa un servicio a nivel mundial. Además de gestionar la complejidad de una amplia gama de productos, Remsa está preparada para cumplir con los requisitos específicos de los clientes en lo que se refiere a embalaje, blister, etiquetado, etc, así como con las especificaciones sobre productos fabricados a medida del cliente, siempre que el volumen lo justifique



□

La compañía Revestimientos Especiales de México, S de R. L. de C. V. (REMSA) abrió sus operaciones en México en el año de 1999, produce balatas para automóviles de tipo disco, y su principal mercado de operación son Europa y los Estados Unidos de América, y desde hace dos años tienen participación en el mercado nacional.

Los tipos de balatas que la compañía produce en la planta de Ciénega de Flores en Nuevo León son dirigidos a tres tipos de automóviles:

- Autos subcompactos.

- Autos compactos.
- Suv's.

Siendo la producción de autos subcompactos la que mayor ganancia genera a la empresa.

Por su ingreso al mercado nacional, ellos están interesados en obtener información acerca de los posibles movimientos tanto a la alza como a la baja de estos tres tipos de autos en dicho mercado en un futuro de mediano (1 año) y largo plazo (3 años).

4.3.1 Identificación del Problema.

El propósito es conocer la información de la participación de los tres tipos de autos en el mercado, es con el fin de obtener una buena planificación de la producción de balatas para el próximo año; sin embargo yo solo abordaré uno de los temas de interés; que son los posibles movimientos de autos subcompactos en el mercado nacional.

4.3.2 Recolección de datos

Para poder pronosticar este sector automotriz, es necesario contar con la información de al menos un periodo de 10 años. Por tanto, la primera parte de este proyecto consistió en recavar esta información, y para ello se consultaron los libros “La Industria Automotriz en México”, que forman parte de la extensa base de datos del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), donde se obtuvieron los datos de venta de autos por mes desde el año de 1994 al año 2003.

4.3.3 Análisis Estadístico e Implementación del Modelo de Regresión Simple.

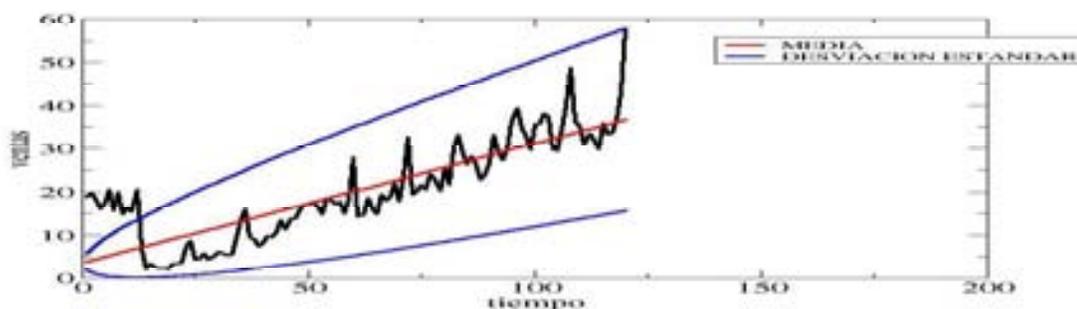
Contando ya con suficiente información, el siguiente paso fue seleccionar una técnica para desarrollar un modelo matemático que ayude a pronosticar el sector automotriz deseado, para ello se escogió una técnica cuantitativa, esta es una técnica basada en métodos estadísticos como lo es el análisis de regresión, que es una técnica estadística para investigar y modelar la relación entre variables.

El modelo que se obtuvo con esta técnica es un modelo de regresión lineal simple de la siguiente forma:

$$\hat{Y} = \beta_1 + \beta_2 x + \varepsilon \quad (56)$$

donde la ordenada al origen β_1 y la pendiente β_2 son constantes desconocidas, ε es un componente aleatorio de error, y \hat{Y} es el valor calculado o ajustado, la $x = t$ es la variable independiente; simboliza el número de periodos. Para obtener la estimación de los parámetros β_1 y β_2 se uso el método de mínimos cuadrados, esto es, se estima β_1 y β_2 tales que la suma de los cuadrados de las diferencias entre las observaciones Y_i y la línea recta sea mínima. Para la estimación de ε se escoge, la desviación más grande observada en la historia (ver gráfico 4.9), que en nuestro caso fue de 21 y dividiendo sobre la raíz cuadrada de los datos observados se obtuvo su valor: $\varepsilon \sqrt{120} = 21$; $\varepsilon \approx 1.92$.

Gráfica 4.9 Media y Desviación Estándar



Fuente: Elaborado por el Doctor Arturo Berrones Santos

Este método de seleccionar el error prevé que si en un futuro se presenta una observación tan grande como la más grande observada en la historia, quede dentro del intervalo del pronóstico, el inconveniente que se presenta es que el intervalo de error puede ser muy grande. El modelo final de regresión lineal simple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 3538.645 + 276.5253x \pm \varepsilon$$

Como se llegó a la ecuación anterior; para efectos de ilustración se introduce el tema considerando el problema de predecir las ventas mensuales de la compañía REMSA teniendo como interés las balatas dirigidas a los autos subcompactos. La variable predictora X se utiliza para simbolizar los períodos de manera consecutiva de los meses que se están tomando en consideración para el estudio; comprendido de 1994/01 ha 2003/12. Es de interés ver si en efecto hay una relación entre el mes en curso con las ventas de los autos subcompactos para que la compañía incremente o disminuya la producción dependiendo del mes en que se encuentre, para poder cubrir la demanda de una manera satisfactoria sin incurrir en pérdidas y además, si se puede predecir lo que se venderá, \hat{Y} , como una función de lo que se esté dispuesto a vender en el mes en curso, X.

La evidencia que se presenta en cuadro 16 (se muestra también los totales por año) es una lista de las ventas de 10 años que fueron seleccionadas de las publicaciones de “La Industria Automotriz en México”, que forman parte de la extensa base de datos del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), constituyendo una muestra de mediciones de las ventas pasadas y presentes que le ayudaran a la empresa a tener una idea sobre el mercado, así tener la producción disponible para la compañía que le requiera el servicio. El total de volumen de ventas de automóviles fue 430965(unidades) en el año 1998, comprende en él autos subcompactos, compactos, lujo y deportivos; dentro ese rubro se tiene él de nuestro interés con 216678(unidades) de autos subcompactos⁶; para obtener esta cantidad suman las ventas que hay por marca, las cuales mencionare algunas: Atos, Cooper, City, Corsa Sedán, Chevy, Fiesta, Golf de dos y cuatro puertas, Pointer de dos y cuatro puertas, Polo de dos puertas y Tsuru de cuatro puertas, etc.

⁶ Siendo alrededor de 38 categorías.

A continuación se muestran el cuadro 16 de ventas de 1994-2003, así como las gráficas de los años 1994-1996 y 2001-2003 para que se ilustre como cambian las ventas de acuerdo a los meses, así como los totales de las ventas anuales por porcentaje; como su valor.

Cuadro 16 Venta de autos subcompactos 1994-2003*

Mes	X	Ventas	Mes	X	Ventas
1994Enero	1	18944.00	1998Enero	49	17050.00
Febrero	2	19717.00	Febrero	50	17176.00
Marzo	3	18339.00	Marzo	51	17796.00
Abril	4	16122.00	Abril	52	16552.00
Mayo	5	17407.00	Mayo	53	14934.00
Junio	6	20646.00	Junio	54	18662.00
Julio	7	15702.00	Julio	55	18081.00
Agosto	8	20064.00	Agosto	56	17209.00
Septiembre	9	14874.00	Septiembre	57	17764.00
Octubre	10	16411.00	Octubre	58	15075.00
Noviembre	11	15499.00	Noviembre	59	18439.00
Diciembre	12	20569.00	Diciembre	60	27940.00
1994		214294.00	1998		216678.00
1995Enero	13	6810.00	1999Enero	61	14334.00
Febrero	14	2060.00	Febrero	62	14794.00
Marzo	15	3342.00	Marzo	63	18712.00
Abril	16	2354.00	Abril	64	16198.00
Mayo	17	2217.00	Mayo	65	14897.00
Junio	18	2435.00	Junio	66	19513.00
Julio	19	2100.00	Julio	67	18093.00
Agosto	20	3346.00	Agosto	68	18978.00
Septiembre	21	3448.00	Septiembre	69	22019.00
Octubre	22	3663.00	Octubre	70	17988.00
Noviembre	23	7245.00	Noviembre	71	23465.00
Diciembre	24	8766.00	Diciembre	72	32661.00
1995		47786.00	1999		231652.00
1996Enero	25	4433.00	2000Enero	73	19430.00
Febrero	26	4450.00	Febrero	74	20172.00
Marzo	27	5721.00	Marzo	75	21627.00
Abril	28	4325.00	Abril	76	20635.00
Mayo	29	5187.00	Mayo	77	24114.00
Junio	30	6168.00	Junio	78	22949.00
Julio	31	5784.00	Julio	79	20295.00
Agosto	32	5315.00	Agosto	80	25625.00
Septiembre	33	5525.00	Septiembre	81	21794.00
Octubre	34	9391.00	Octubre	82	30182.00
Noviembre	35	13426.00	Noviembre	83	33249.00
Diciembre	36	16027.00	Diciembre	84	28902.00
1996		85752.00	2000		288974.00
1997Enero	37	9504.00	2001Enero	85	26347.00
Febrero	38	9123.00	Febrero	86	28135.00
Marzo	39	7383.00	Marzo	87	26411.00
Abril	40	8191.00	Abril	88	22841.00
Mayo	41	9862.00	Mayo	89	24005.00
Junio	42	9544.00	Junio	90	26655.00
Julio	43	10708.00	Julio	91	33289.00
Agosto	44	13466.00	Agosto	92	29219.00
Septiembre	45	11397.00	Septiembre	93	27310.00
Octubre	46	13891.00	Octubre	94	29683.00
Noviembre	47	13857.00	Noviembre	95	36312.00
Diciembre	48	16027.00	Diciembre	96	39331.00
1997		132953.00	2001		349538.00
1998Enero	49	17050.00			
Febrero	50	17176.00			
Marzo	51	17796.00			
Abril	52	16552.00			
Mayo	53	14934.00			
Junio	54	18662.00			
Julio	55	18081.00			
Agosto	56	17209.00			
Septiembre	57	17764.00			
Octubre	58	15075.00			
Noviembre	59	18439.00			
Diciembre	60	27940.00			

Cuadro 16 Venta de autos subcompactos 1994-2003

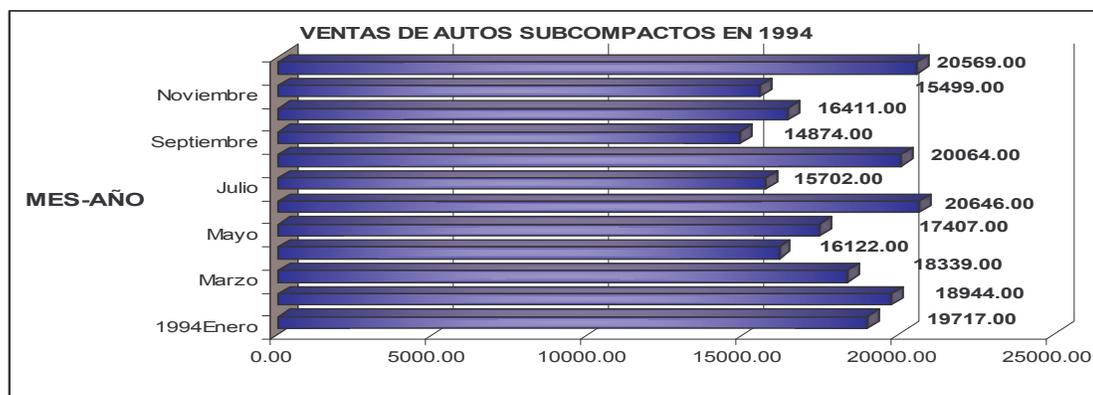
Mes	X	Ventas
2002Enero	97	34784.00
Febrero	98	32867.00
Marzo	99	29700.00
Abril	100	35781.00
Mayo	101	35687.00
Junio	102	38123.00
Julio	103	37268.00
Agosto	104	29806.00
Septiembre	105	29464.00
Octubre	106	34527.00
Noviembre	107	40116.00
Diciembre	108	48724.00
2002		426847.00
2003Enero	109	36154.00
Febrero	110	35529.00
Marzo	111	31020.00
Abril	112	33502.00
Mayo	113	31804.00
Junio	114	29802.00
Julio	115	35877.00
Agosto	116	33314.00
Septiembre	117	33638.00
Octubre	118	36624.00
Noviembre	119	42874.00
Diciembre	120	57599.00
2003		437737.00

Nota: * las cifras en rojo son los totales por año

Las gráficas correspondientes a 1994-1996 muestran cambios de ventas en dicho segmento; así como las reacciones de años anteriores. 1994 inicia con una reducción causada por lo que venía ocurriendo en el mercado en noviembre de 1992 presentando un incremento en automóviles de 4.6%, no causado por el fortalecimiento mercado, sino que los distribuidores de Nissan y Volkswagen realizan inventarios con los nuevos modelos de 1994. En noviembre de 1992 van arrastrando una disminución de compra por parte de los consumidores del 10%, la táctica para incrementar las ventas es bajar la producción para deshacerse de inventarios darlos a mejor precio; dando entrada a la nueva producción., esperando que reaccione la demanda favorablemente.

Gráfica 10 Venta de Autos Subcompactos En 1994

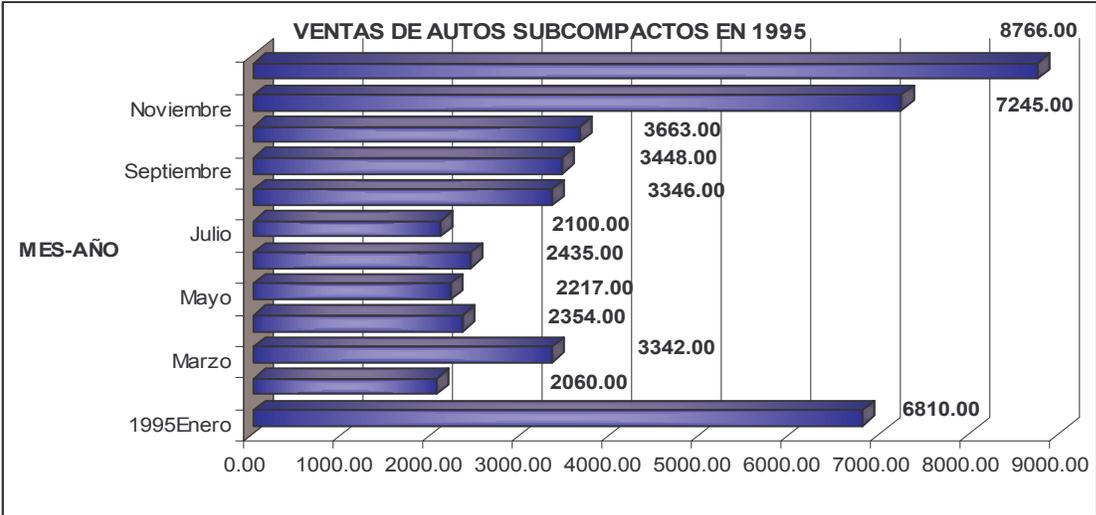
Fuente: Elaboración propia.



Se muestra que durante ese año presenta altibajos en abril, julio, septiembre y noviembre de manera considerable. La difícil situación de la economía en 1994 influye decisivamente en la evolución del sector automotriz. El desplome del consumo privado implica que las ventas internas de automóviles y camiones al mayoreo y menudeo retroceden 69.7% y 62.3% respectivamente, los inventarios disminuyen sensiblemente. Ello obliga a las armadoras a modificar sus programas de producción y ventas conforme a los nuevos niveles de la demanda nacional a fin de continuar su operación y reducir los despidos de personal. Realizan paros técnicos y los aprovechan para acondicionar la planta productiva para la fabricación de los modelos 1996 y capacitar el personal. Como se observa en la gráfica 11 disminuye en febrero las ventas por la contracción del ingreso disponible, por el incremento en el precio de los automóviles, el incremento de las tasas de interés que se presentan desde enero a noviembre de 1995 así como la astringencia crediticia. Si hay un repunte en los últimos meses del año, obedece tanto al efecto estacional cuanto a la eliminación del impuesto sobre automóviles nuevos (ISAN). Se aprecia un nuevo nivel de la demanda interna, que puede crecer este año si se considera la deducción de impuestos del 71% del valor de compra de los autos nuevos en las empresas.

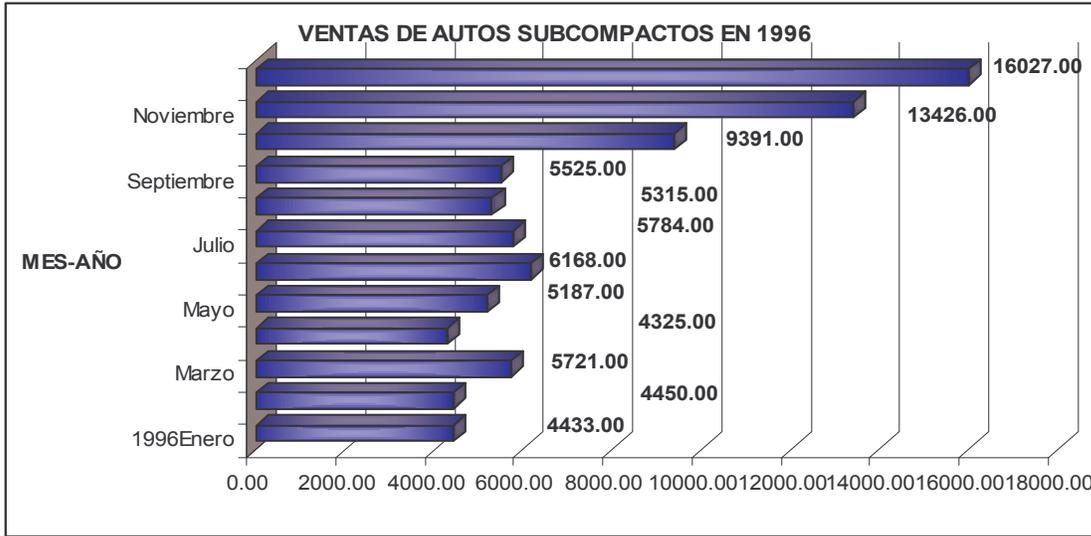
Gráfica 11 Venta de Autos Subcompactos En 1995

Fuente: Elaboración propia.



Se aprecia que las ventas en el año de 1995 iniciaron bajas por la inestabilidad financiera y cambiaria; ya se mencionó la causa del incremento de las mismas. Para 1996 están nuevamente en descenso, efecto natural al terminar diciembre acompañada de la depreciación de producción seguida del aumento de producción foránea, debilitando el mercado nacional. Al reducir la producción, al consolidarse la participación de las unidades nacionales en el mercado estadounidense es decir que su consumo crece de 3.8% a 6% provoca que el 90% de la producción se destine a ese país; alcanzando los niveles de exportación con cifra récord representando las tres cuartas partes de la producción total. La demanda EEUU es alta en verano y baja en el último trimestre; este efecto estacional puede exagerar el argumento de la desaceleración de las ventas al exterior.

Gráfica 12 Ventas De Autos Subcompactos En 1996

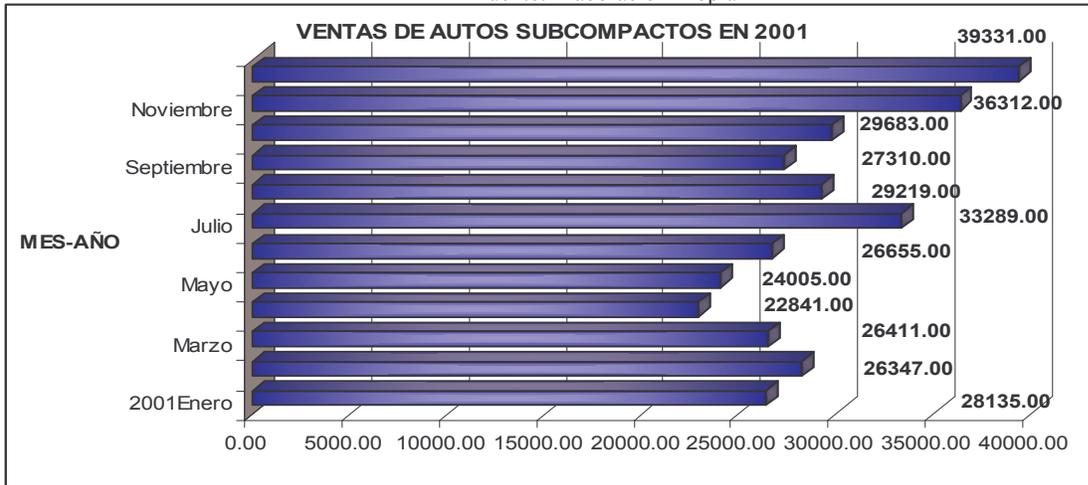


Fuente: Elaboración Propia

En el primer bimestre del 2001 la producción automotriz de México redujo su dinamismo con respecto al registrado en el 2000 debido fundamentalmente a la disminución del ritmo exportador. El principal argumento que explica esto es la desaceleración del mercado mundial automotriz; en particular el norteamericano que es a donde se dirigen la mayor parte de nuestras exportaciones que equivalen al 93% . Como se aprecia en la gráfica 13 el ambiente de contracción que se menciona anteriormente es contra restado a causa del recorte de producción para reducir inventarios; intensificar la competencia por los mercados de consumo; dando como resultado una respuesta favorable a la demanda de los autos. Se inicio una gran adaptación al ciclo económico con los recortes en la producción y el ofrecimiento de programas agresivos de ventas para disminuir existencias, así la industria automotriz de muestra una gran flexibilidad para adaptarse cada vez a los cambios del entorno mundial.

Gráfica 13 Venta De Autos Subcompactos En 2001

Fuente: Elaboración Propia



Las exportaciones de vehículos crecieron en el primer bimestre del 2001, esto da pauta al siguiente año que se siga usando como estrategia la reducción de su capacidad productiva de una manera moderada para no incurrir en pérdidas, dando al sector una dinamización de inversión, creando nuevas plantas que sean competitivas y eficientes cercanas a los centros de consumo satisfaciendo los cambiantes gustos y necesidades del consumidor. El crecimiento de la capacidad será menor al observado en la década de los noventa; pero la estrategia se centra en una mejor utilización de la ya instalada y en la explotación de marcas. Las líneas de producción se reorientarán para producir por excelencia un único modelo en un solo lugar, sobre todo se está cerca del mercado de consumo; brindando calidad, seguridad e innovación para satisfacer las necesidades y gustos del consumidor, con el apoyo también de promociones y gama de modelos.

Gráfica 14 Venta De Autos Subcompactos En 2002

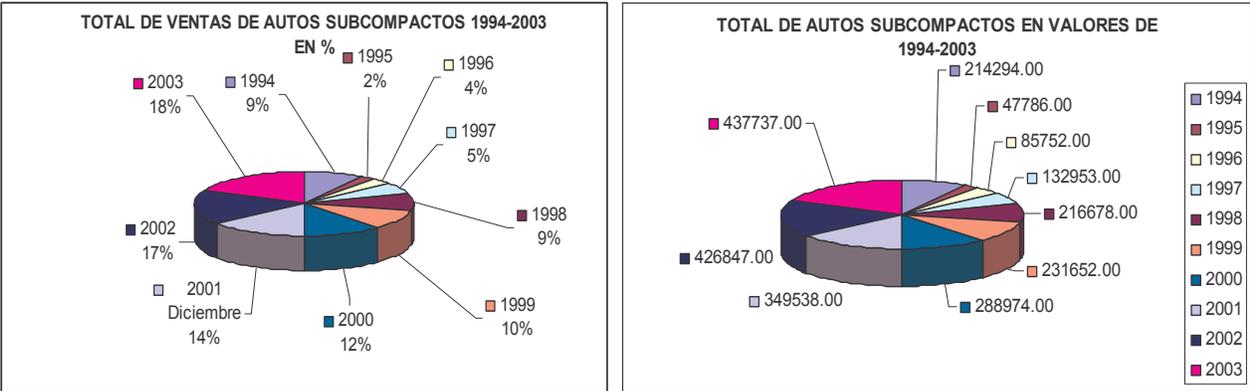


Fuente: Elaboración Propia

Con la ilustración de las variaciones del sector automotriz, se presentan los siguientes gráficos (15) con la evolución del segmento industrial de autos subcompactos 1994-2003.

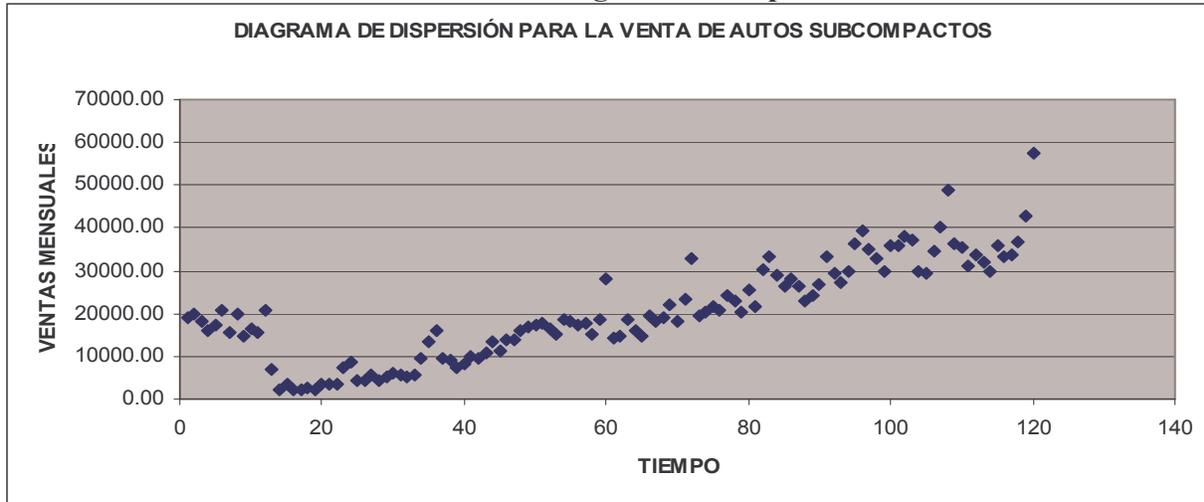
Gráfica 15 Total de Autos Subcompactos

Fuente: Elaboración propia.



Lo primero que se hace para analizar los datos del cuadro 16 es el graficar los datos como puntos en una gráfica, representando el volumen mensual de ventas \hat{Y} en el eje vertical y los periodos correspondientes en el eje horizontal X. La gráfica, mostrada a continuación es referida como *diagrama de dispersión*.

Gráfica 16 Diagrama de dispersión

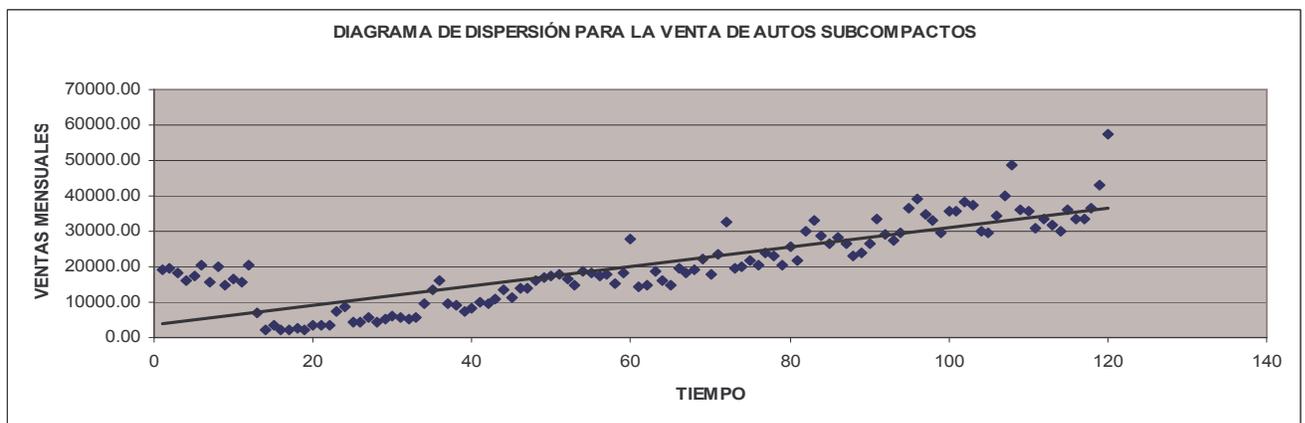


Fuente: Elaboración Propia

Se observa en ella que aparentemente y crece cuando x crece dependiendo del mes; un método para obtener una ecuación de predicción que relacione a y con x consiste en poner una regla de dibujo sobre la gráfica y moverla hasta que de la apariencia de que pasa a través de los puntos. La línea recta que resulta se considera el mejor ajuste a los datos (ver gráfica 17)⁷. Se puede utilizar de ahí en adelante, la gráfica de la recta para predecir el volumen de ventas y en función de los periodos.

Gráfica 17 Diagrama de dispersión

Fuente: Elaboración propia.



⁷ Antes de encontrar el mejor ajuste mediante mínimos cuadrados, se elabora el diagrama de dispersión de los datos (figura 16), para averiguar si los puntos trazados parecen tener una tendencia lineal, y de esta manera efectuar el análisis de regresión; una vez encontrada la ecuación de regresión se procede a calcular las estimaciones de la variable y . Estos valores se presentan en la figura 17 se aprecia la línea de regresión de los datos muestrales sobre el diagrama de dispersión; en el cuadro 17 se muestra el valor estimado correspondiente.

A continuación se revisan algunos aspectos relacionados con la graficación de funciones matemáticas. Primero, la ecuación matemática de una línea recta es

$$\hat{Y} = \beta_1 + \beta_2 x \quad (57)$$

donde β_1 se conoce como la ordenada al origen y β_2 se conoce como la pendiente de la recta. En segundo lugar, la línea recta que se pueda graficar para cada ecuación lineal es única. Cada ecuación corresponde a una sola línea y viceversa. Así, cuando se dibuja una línea a través de los puntos del diagrama, se está escogiendo de manera automática un modelo para la respuesta y dado por

$$\hat{Y} = \beta_1 + \beta_2 x \quad (57)$$

El modelo lineal $\hat{Y} = \beta_1 + \beta_2 x$ se dice ser un modelo matemático determinístico ya que una vez que un valor fijo de x sea sustituido en la ecuación, el valor de y queda determinado sin tomar en cuenta la posibilidad de error.

Como ejemplo se sustituye el valor de $x = 1$ en la ecuación encontrada anteriormente mediante mínimos cuadrados:

$$\hat{Y}_1 = 3538.64538 + 276.525283 (1) = 3815.17066$$

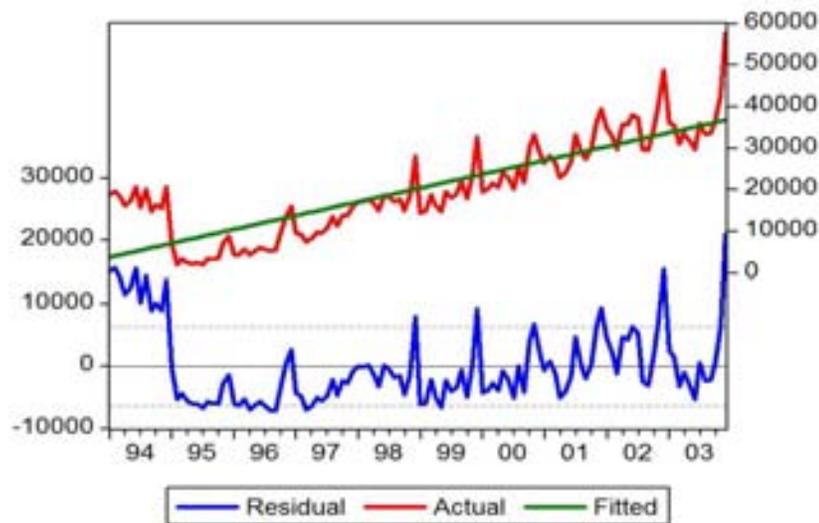
$$\hat{Y}_2 = 3538.64538 + 276.525283 (2) = 4091.69594$$

La línea de regresión asociada son interpretadas de la siguiente forma: cada punto de la línea de regresión da un *estimado* del valor esperado o de la media de y correspondiente al valor seleccionado x ; *es decir* \hat{Y} es un valor estimado de $E(Y|X_t)$. El valor de $\beta_2 = 276.525283$, que mide la pendiente de la curva, indica que, dentro de un rango muestral de x entre 1 y 120 que son los períodos por mes, a medida que x incrementa las ventas en ese mes en una unidad, el incremento estimado en la media de ese período mensual asciende a cerca de 27652.5283 unidades. El valor $\beta_1 = 3538.64538$, es el intercepto⁸ de la línea e

⁸ Después de usar la interpretación de sentido común, se uso la interpretación literal o mecánica con la finalidad de mostrar las dos interpretaciones que hay; si se ilustrará otro ejemplo numérico donde Y es el gasto de consumo familiar semanal y el ingreso familiar semanal es X ; se obtiene $\beta_2 = .5091$ se interpreta dentro de un rango muestral de X entre \$80 y \$260 por semana, a medida que aumenta X , digamos en \$1 el incremento estimado en la medida o en el gasto de consumo semana promedio asciende a cerca de \$51 centavos. Con el valor de $\beta_1 = 24.4545$, es el intercepto indica de manera mecánica el nivel promedio del gasto de consumo promedio cuando el ingreso semanal es cero aunque no tenga sentido se argumenta para darle sentido que la familia sin ingreso alguno por razón de desempleo, despido temporal, etc podría mantener algún nivel mínimo de gasto de consumo mediante endeudamiento o desahorro en nuestro caso por muy mal que estén las ventas se espera un promedio de 3538.64538; puede traer confusión el que se diga el nivel promedio del gasto de consumo promedio cuando el ingreso semanal es cero o cuando las ventas iniciales son cero por ello se usa más el sentido común puesto que el rango muestral de los valores de X no incluyen cero como uno de los valores observados es decir no se da cero ingreso familiar pero si cero gasto; así como decir cero en mes, pero si decir cero en ventas. Para evitar confusión se interpreta el termino intercepto como el efecto de la media o promedio sobre Y de todas las variables omitidas del modelo de regresión como sería endeudamiento y desahorro.

indica el nivel promedio de ventas en el mes inicial siendo de 3538.64538 (es decir si en el mes, las ventas fueran cero, se esperaría que las ventas de autos o consumo promedio por marca dentro de la categoría de los subcompactos fuera aproximadamente 3538.64538 unidades por mes); Sin embargo, está es una interpretación mecánica del intercepto. En el análisis de regresión, este tipo de interpretación literal, del término intercepto puede no siempre tener sentido, aunque este ejemplo puede argumentarse que si no hay ventas para determinado periodo o estas bajan para la empresa significa mantener algún nivel mínimo de ventas para cada empresa que requiera las balatas. El valor r^2 significa que cerca del 70% de la variación de las ventas de los autos subcompactos o bien el consumo de dicho bien mensual está explicado por la variación en el mes en que se encuentre. (ver gráfico 18)

Gráfica 18 Residuales



Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro 17 se muestra la predicción así como el error de la predicción; durante el período 1994-2003 la media de ventas de autos subcompactos aumenta 27652.5283 unidades por cada incremento de ventas en el mes; esto es la propensión marginal a consumir este segmento estuvo cercana a las 27652.5283 unidades; interpretando literalmente el valor del intercepto sugiere que si las ventas fueran cero, la media de ventas de autos habría sido 3538.64538 unidades.

Cuadro 17 Estimaciones de ventas de autos subcompactos 1994-2003

Año	Mes	Pronóstico para Y	Residuos	Año	Mes	Pronóstico para Y	Residuos
1994	Enero	3815.170661	15128.8293	2000	Enero	23724.99104	-4294.99104
	Febrero	4091.695944	15625.3041		Febrero	24001.51632	-3829.51632
	Marzo	4368.221227	13970.7788		Marzo	24278.0416	-2651.0416
	Abril	4644.74651	11477.2535		Abril	24554.56689	-3919.56689
	Mayo	4921.271793	12485.7282		Mayo	24831.09217	-717.09217
	Junio	5197.797076	15448.2029		Junio	25107.61745	-2158.61745
	Julio	5474.322359	10227.6776		Julio	25384.14274	-5089.14274
	Agosto	5750.847642	14313.1524		Agosto	25660.66802	-35.6680186
	Septiembre	6027.372925	8846.62707		Septiembre	25937.1933	-4143.1933
	Octubre	6303.898208	10107.1018		Octubre	26213.71858	3968.28142
	Noviembre	6580.423491	8918.57651		Noviembre	26490.24387	6758.75613
	Diciembre	6856.948774	13712.0512		Diciembre	26766.76915	2135.23085
1995	Enero	7133.474057	-323.474057	2001	Enero	27043.29443	-696.294434
	Febrero	7409.99934	-5349.99934		Febrero	27319.81972	815.180283
	Marzo	7686.524623	-4344.52462		Marzo	27596.345	-1185.345
	Abril	7963.049906	-5609.04991		Abril	27872.87028	-5031.87028
	Mayo	8239.575189	-6022.57519		Mayo	28149.39557	-4144.39557
	Junio	8516.100472	-6081.10047		Junio	28425.92085	-1770.92085
	Julio	8792.625755	-6692.62576		Julio	28702.44613	4586.55387
	Agosto	9069.151038	-5723.15104		Agosto	28978.97141	240.028585
	Septiembre	9345.676321	-5897.67632		Septiembre	29255.4967	-1945.4967
	Octubre	9622.201604	-5959.2016		Octubre	29532.02198	150.978019
	Noviembre	9898.726887	-2653.72689		Noviembre	29808.54726	6503.45274
	Diciembre	10175.25217	-1409.25217		Diciembre	30085.07255	9245.92745
1996	Enero	10451.77745	-6018.77745	2002	Enero	30361.59783	4422.40217
	Febrero	10728.30274	-6278.30274		Febrero	30638.12311	2228.87689
	Marzo	11004.82802	-5283.82802		Marzo	30914.6484	-1214.6484
	Abril	11281.3533	-6956.3533		Abril	31191.17368	4589.82632
	Mayo	11557.87859	-6370.87859		Mayo	31467.69896	4219.30104
	Junio	11834.40387	-5666.40387		Junio	31744.22424	6378.77576
	Julio	12110.92915	-6326.92915		Julio	32020.74953	5247.25047
	Agosto	12387.45443	-7072.45443		Agosto	32297.27481	-2491.27481
	Septiembre	12663.97972	-7138.97972		Septiembre	32573.80009	-3109.80009
	Octubre	12940.505	-3549.505		Octubre	32850.32538	1676.67462
	Noviembre	13217.03028	208.969717		Noviembre	33126.85066	6989.14934
	Diciembre	13493.55557	2533.44443		Diciembre	33403.37594	15320.6241
1997	Enero	13770.08085	-4266.08085	2003	Enero	33679.90123	2474.09877
	Febrero	14046.60613	-4923.60613		Febrero	33956.42651	1572.57349
	Marzo	14323.13142	-6940.13142		Marzo	34232.95179	-3212.95179
	Abril	14599.6567	-6408.6567		Abril	34509.47707	-1007.47707
	Mayo	14876.18198	-5014.18198		Mayo	34786.00236	-2982.00236
	Junio	15152.70726	-5608.70726		Junio	35062.52764	-5260.52764
	Julio	15429.23255	-4721.23255		Julio	35339.05292	537.947076
	Agosto	15705.75783	-2239.75783		Agosto	35615.57821	-2301.57821
	Septiembre	15982.28311	-4585.28311		Septiembre	35892.10349	-2254.10349
	Octubre	16258.8084	-2367.8084		Octubre	36168.62877	455.371227
	Noviembre	16535.33368	-2678.33368		Noviembre	36445.15406	6428.84594
	Diciembre	16811.85896	-784.858962		Diciembre	36721.67934	20877.3207
1998	Enero	17088.38425	-38.3842454				
	Febrero	17364.90953	-188.909528				
	Marzo	17641.43481	154.565189				
	Abril	17917.96009	-1365.96009				
	Mayo	18194.48538	-3260.48538				
	Junio	18471.01066	190.98934				
	Julio	18747.53594	-666.535943				
	Agosto	19024.06123	-1815.06123				
	Septiembre	19300.58651	-1536.58651				
	Octubre	19577.11179	-4502.11179				
	Noviembre	19853.63708	-1414.63708				
	Diciembre	20130.16236	7809.83764				
1999	Enero	20406.68764	-6072.68764				
	Febrero	20683.21292	-5889.21292				
	Marzo	20959.73821	-2247.73821				
	Abril	21236.26349	-5038.26349				
	Mayo	21512.78877	-6615.78877				
	Junio	21789.31406	-2276.31406				
	Julio	22065.83934	-3972.83934				
	Agosto	22342.36462	-3364.36462				
	Septiembre	22618.88991	-599.889906				
	Octubre	22895.41519	-4907.41519				
	Noviembre	23171.94047	293.059528				
	Diciembre	23448.46575	9212.53425				
2000	Enero	23724.99104	-4294.99104				

Teniendo el valor de los coeficientes β_1 , β_2 y sus errores $se\beta_1$, $se\beta_2$ se puede obtener e interpretar el intervalo de confianza.

Variable	Coefficient		Std. Error
β_1	3538.645	$se\beta_1$	1151.541
β_2	276.5253	$se\beta_2$	16.51785

Contando con g^9 de $l = 120$, si se supone que $\alpha = 5\%$, es decir, un coeficiente de confianza del 95%, entonces la tabla t muestra que para 120 g de l el valor crítico $t_{\alpha/2} = 1.980$ sustituyendo estos valores en la siguiente ecuación.

$$\hat{\beta}_2 \pm t_{\alpha/2} ee(\hat{\beta}_2) \quad (58)$$

$$276.5253 \pm 1.980(16.51785)$$

$$276.5253 \pm 32.705343$$

Dado el coeficiente de confianza de 95%, en el largo plazo en 95 de cada 100 casos, intervalos como (243.819957 a 309.230644) contendrá el verdadero valor β_2 . La obtención del intervalo de confianza para β_1 .

$$\hat{\beta}_1 \pm t_{\alpha/2} ee(\hat{\beta}_1) \quad (59)$$

$$3538.645 \pm 1.980(1151.541)$$

$$3538.645 \pm 2280.05118$$

Dado el coeficiente de confianza de 95%, en el largo plazo en 95 de cada 100 casos, intervalos como (1258.59382 a 5818.69618) contendrá el verdadero valor β_1 . Esto se puede interpretar también de la siguiente manera si aumenta en una unidad la venta en el siguiente mes; el aumento de este en ventas será entre 1258.59382 a 5818.69618.

Con la ecuación 57 anterior se puede predecir las ventas de 2004/01-2004/02(ver cuadro 18)

Sustituyendo se obtiene:

$$\hat{Y}_{121} = 3538.64538 + 276.525283 (121) = 36998.2046$$

$$\hat{Y}_{122} = 3538.64538 + 276.525283 (122) = 37274.7299$$

Teniendo una variación porcentual con respecto al mismo mes del año anterior un incremento en este segmento para 2004/01 del 10.67%

⁹ El término número de grados de libertad significa el número total de observaciones en la muestra (=n) menos el número de restricciones independientes. La regla general es g de $l = n -$ el número de parámetros estimados.

Cuadro 18 Estimaciones de ventas de autos subcompactos 2004-2013

2004	Mes	36998.2046	2010	Enero	57184.5503
	Enero	37274.7299		Febrero	57461.0756
	Febrero	37551.2552		Marzo	57737.6008
	Marzo	37827.7805		Abril	58014.1261
	Abril	38104.3058		Mayo	58290.6514
	Mayo	38380.831		Junio	58567.1767
	Junio	38657.3563		Julio	58843.702
	Julio	38933.8816		Agosto	59120.2273
	Agosto	39210.4069		Septiembre	59396.7525
	Septiembre	39486.9322		Octubre	59673.2778
	Octubre	39763.4575		Noviembre	59949.8031
	Noviembre	40039.9827		Diciembre	60226.3284
2005	Diciembre	40316.508	2011	Enero	60502.8537
	Enero	40593.0333		Febrero	60779.379
	Febrero	40869.5586		Marzo	61055.9042
	Marzo	41146.0839		Abril	61332.4295
	Abril	41422.6091		Mayo	61608.9548
	Mayo	41699.1344		Junio	61885.4801
	Junio	41975.6597		Julio	62162.0054
	Julio	42252.185		Agosto	62438.5307
	Agosto	42528.7103		Septiembre	62715.0559
	Septiembre	42805.2356		Octubre	62991.5812
	Octubre	43081.7608		Noviembre	63268.1065
	Noviembre	43358.2861		Diciembre	63544.6318
2006	Diciembre	43634.8114	2012	Enero	63821.1571
	Enero	43911.3367		Febrero	64097.6824
	Febrero	44187.862		Marzo	64374.2076
	Marzo	44464.3873		Abril	64650.7329
	Abril	44740.9125		Mayo	64927.2582
	Mayo	45017.4378		Junio	65203.7835
	Junio	45293.9631		Julio	65480.3088
	Julio	45570.4884		Agosto	65756.8341
	Agosto	45847.0137		Septiembre	66033.3593
	Septiembre	46123.539		Octubre	66309.8846
	Octubre	46400.0642		Noviembre	66586.4099
	Noviembre	46676.5895		Diciembre	66862.9352
2007	Diciembre	46953.1148	2013	Enero	67139.4605
	Enero	47229.6401		Febrero	67415.9858
	Febrero	47506.1654		Marzo	67692.511
	Marzo	47782.6907		Abril	67969.0363
	Abril	48059.2159		Mayo	68245.5616
	Mayo	48335.7412		Junio	68522.0869
	Junio	48612.2665		Julio	68798.6122
	Julio	48888.7918		Agosto	69075.1375
	Agosto	49165.3171		Septiembre	69351.6627
	Septiembre	49441.8424		Octubre	69628.188
	Octubre	49718.3676		Noviembre	69904.7133
	Noviembre	49994.8929		Diciembre	70181.2386
2008	Diciembre	50271.4182			
	Enero	50547.9435			
	Febrero	50824.4688			
	Marzo	51100.9941			
	Abril	51377.5193			
	Mayo	51654.0446			
	Junio	51930.5699			
	Julio	52207.0952			
	Agosto	52483.6205			
	Septiembre	52760.1458			
	Octubre	53036.671			
	Noviembre	53313.1963			
2009	Diciembre	53589.7216			
	Enero	53866.2469			
	Febrero	54142.7722			
	Marzo	54419.2975			
	Abril	54695.8227			
	Mayo	54972.348			
	Junio	55248.8733			
	Julio	55525.3986			
	Agosto	55801.9239			
	Septiembre	56078.4491			
	Octubre	56354.9744			
	Noviembre	56631.4997			
2010	Diciembre	56908.025			
	Enero	57184.5503			

4.3.4 Modelo de Regresión Múltiple.

La regresión múltiple es una extensión de la metodología vista anteriormente con el modelo de regresión simple. El modelo de regresión múltiple más simple posible es la regresión de tres variables, con una variable dependiente y dos variables explicativas. Generalmente la función se escribe:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon \quad (60)$$

Donde Y es la variable dependiente, X_2 y X_3 son las variables explicativas o llamadas regresores, ε es el término de perturbación, e i la i ésima observación; en caso de información de series de tiempo, el subíndice t denotará la t ésima observación. β_1 es el término del intercepto. Como es usual, este término nos da el efecto medio o promedio sobre Y cuando X_2 y X_3 se hacen igual a cero. Los coeficientes β_2 y β_3 se denominan coeficientes de regresión parcial y su significado se explicará en breve. La interpretación de la ecuación anterior 60 que se puede expresar también de la siguiente manera.

$$E(Y_i | X_{2i}, X_{3i}) = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \quad (61)$$

Expresado en palabras, se obtiene la media condicional o el valor esperado de Y condicionado a los valores dados o fijos de las variables X_2 y X_3 . Lo que se obtiene es el valor promedio o la media de Y , o la respuesta media de Y a valores fijos de las variables X . El significado del coeficiente de regresión parcial es el siguiente: β_2 mide el cambio en el valor de la media de Y , $E(Y_i | X_{2i}, X_{3i})$ por unidad de cambio en X_2 manteniendo X_3 constante. En otras palabras, nos da la pendiente de $E(Y_i | X_{2i}, X_{3i})$ con respecto a X_2 manteniendo X_3 constante. Expresado en forma diferente, nos da el efecto directo o neto de una unidad de cambio en X_2 sobre el valor de la media de Y , neto X_3 sobre el valor de la media de Y , sin considerar X_2 . Sin embargo se efectuara un modelo de regresión múltiple con una adaptación de un modelo econométrico que es el modelo senoidal¹⁰; de gran utilidad debido al efecto cíclico que aparece comúnmente en las series de tiempo. El modelo senoidal sale de las funciones sinusoidales o funciones trigonométricas. La variable independiente en una función circular es el ángulo θ , de forma que la aplicación aquí implicada va de un ángulo a una relación entre dos distancias. Generalmente, los ángulos se miden en grados por ejemplo 30, 45 y 90 grados; sin embargo en trabajos analíticos es más conveniente medir los ángulos en radianes. Sabiendo que un radian es 57.29577951 podemos sacar el equivalente en grados de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} 1 \text{ rad} &= 57.29577951 \\ \pi/2 &= X \end{aligned}$$

Haciendo una regla de tres se obtiene 90 grados, La ventaja de la medida en radianes reside en el hecho de que, cuando es la medición de θ , las derivadas de las funciones circulares aparecen como expresiones más claras. ¿Cuánto vale un radian? Es el tamaño del ángulo θ formado por el arco de longitud del radio; puesto que la circunferencia del círculo tiene la longitud total de $2\pi r$ (donde $\pi = 3.14159\dots$), un círculo completo tiene un ángulo de 360

¹⁰ El modelo senoidal es regresión múltiple porque se ocupa de la estimación del valor de una variable de respuesta con base en dos o más variables independientes; estas son términos periódicos trigonométricos.

grados; por lo tanto igualando 360 grados a $2\pi r$ llegamos al valor del radian 57.29577951 de la siguiente manera:

$$2\pi r = 360 \text{ grados}$$

Despejando los radianes:

$$\text{rad} = 360/2\pi$$

$$\text{rad} = 57.29577951$$

Podemos llegar a la siguiente tabla:

Grados	360	270	180	90	45	0
Radianes	2π	$\frac{3\pi}{2}$	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{4}$	0

Con lo anterior hay que recordar que el círculo(ver figura 19) esta dividido por cuadrantes así el primer cuadrante va de 0 a 90, el segundo va de 90 a 180, el tercer cuadrante va de 180 a 270 y el cuatro cuadrante va de 270 a 360. Considérese un círculo con centro en el origen y con radio de longitud R, se considera el radio como una manecilla que gira en sentido contrario al de las agujas de un reloj. Partiendo de la posición OA, se moverá gradualmente hasta la posición OP, siguiendo sucesivamente por posiciones tales como OB, OC y OD; y al final del ciclo, volverá a OA. Después el ciclo se repetirá sucesivamente. Cuando se encuentre en una posición específica digamos OP, la aguja definirá un ángulo θ con la recta OA y la punta (P) determinará una distancia vertical v y una distancia horizontal h . Como el ángulo θ varía durante el proceso de rotación, v y h variarán, aunque no R. Así las relaciones v/R y h/R deben cambiar con θ ; es decir, estas dos relaciones son ambas funciones el ángulo θ . Específicamente, v/R y h/R se denominan, respectivamente, el seno de θ y el coseno de θ :

$$\text{sen } \theta \equiv \frac{v}{R}$$

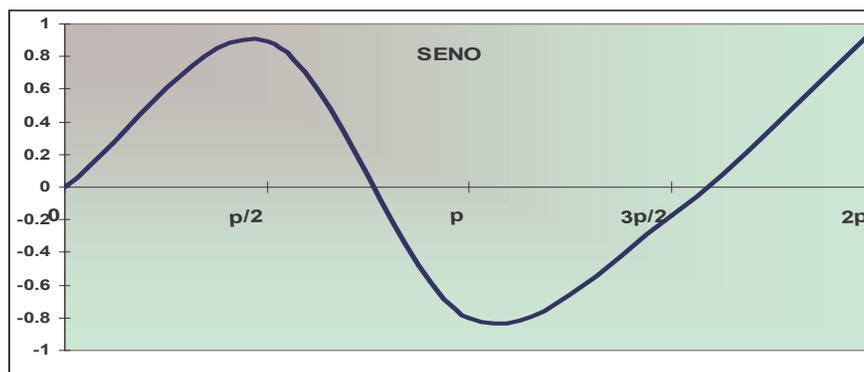
$$\text{cos } \theta \equiv \frac{h}{R}$$

Dada la longitud de R, el valor del $\text{sen } \theta$ depende de la forma en que cambie el valor de v en respuesta a los cambios en el ángulo θ . En la posición inicial OA tenemos que $v = 0$. Como la aguja se mueve en dirección contraria a las del reloj, v comienza a tomar valores crecientes positivos, culminando en el valor máximo $v = R$ donde la manecilla coincide con OB, esto es donde $\theta = \pi/2$ rad (= 90 grados). Cualquier movimiento posterior acortará gradualmente v , hasta que su valor se haga cero cuando la manecilla esté en la posición OC donde $\theta = \pi$ rad (=180 grados). Cuando la manecilla entre en el tercer cuadrante, v empezará a tomar valores negativos; en la posición OD tenemos $v = -R$. En el cuarto cuadrante, v todavía es negativo, pero su valor aumentará desde $-R$ hasta $v = 0$, el cual se alcanza cuando la manecilla vuelve a OA esto es, cuando $\theta = 2\pi$ rad (=360). Luego se repita el ciclo.(Ver gráfico 20). Sustituyendo esto valores mencionados anteriormente se tiene el siguiente cuadro 19.

Cuadro 19 Sen θ

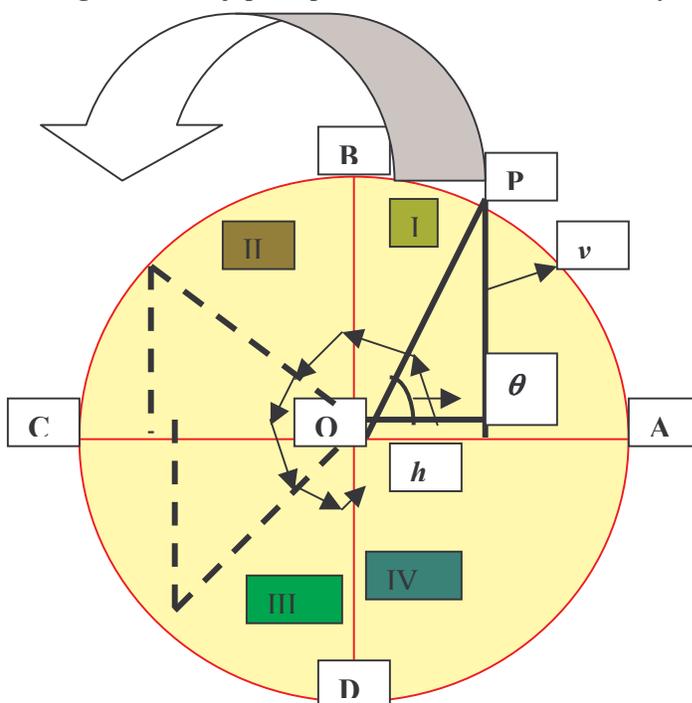
radianes	0	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	2π
ángulo	0	90	180	270	360
sen	0	1	0	-1	0

Gráfico 20 Sen θ



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19 Reloj que representa las funciones de seno y coseno



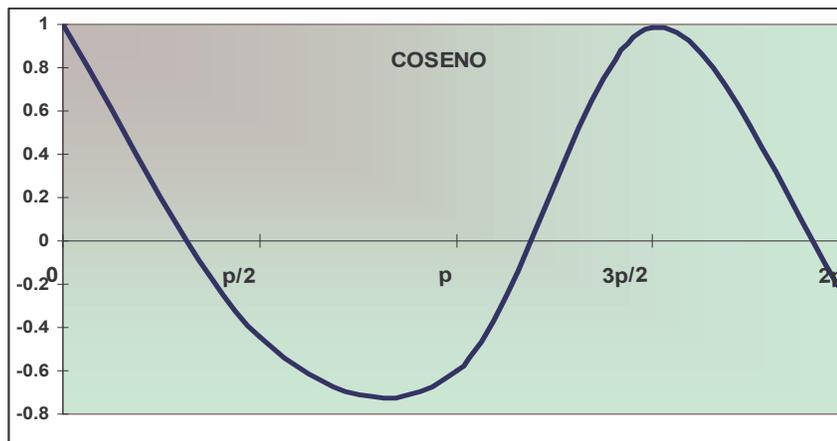
Fuente: Elaboración Propia

El valor del $\cos\theta$, por el contrario, depende de la forma e la que cambia h respondiendo a cambios en θ . En la posición inicial OA tenemos $h = 0$. Entonces el valor de h se reduce gradualmente hasta $h = -R$ cuando $\theta = \pi/2$ posición OB. En el segundo cuadrante, h se vuelve negativo, y cuando $\theta = \pi$ posición OC, $h = -R$. El valor de h crece gradualmente desde $-R$ hasta cero en el tercer cuadrante, h vuelve a ser positivo, y cuando la manecilla vuelve a la posición OA ($\theta = 2\pi$), de nuevo tenemos $h = R$. Entonces el ciclo se repite. (Ver gráfico 21). Sustituyendo estos valores mencionados anteriormente se tiene el siguiente cuadro 20.

Cuadro 20 Cos θ

radianes	0	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	2π
ángulo	0	90	180	270	360
cos	1	0	-1	0	1

Gráfico 21 Cos θ



Fuente: Elaboración Propia.

Es importante notar que x es una función periódica cuyo período es 2π , cuando el valor de x aumenta en un período, el valor de y se repite; es por ello que en ambas gráficas se observa que la porción de curva para valores de x desde 0 hasta 2π , se desplaza paralelamente de OX , hacia la derecha o hacia la izquierda, una distancia igual a un múltiplo cualquiera del período 2π , y en su nueva posición será una parte del lugar geométrico. Con esto se da una idea de la importancia de agregarlo a nuestro modelo para observar los picos (crestas) y valles de nuestros datos.

4.3.5 Experimentación

De acuerdo a lo convenido con la compañía, al término esta recibirá un modelo de regresión lineal múltiple, este es un modelo de regresión donde intervienen más de una variable independiente, su ecuación general se muestra a continuación:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (62)$$

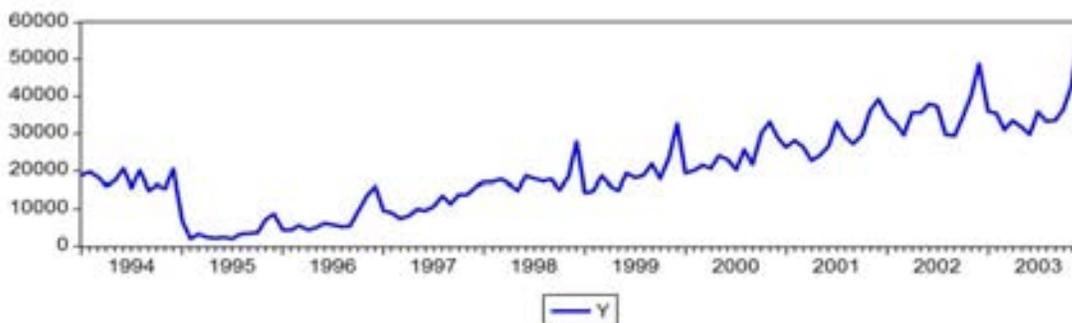
Se llama modelo de regresión lineal múltiples con k variables independientes, los parámetros β_1 y β_k , $j = 0, 1, \dots, k$ se llaman coeficientes de regresión.

Y es el volumen de las ventas mensuales de automóviles subcompactos (variable dependiente); las variables independientes que se están considerando para este modelo son:

- $X_1 = t$, el índice de tiempo
- $X_2 = \cos\left(\frac{2\pi}{12}t\right)$
- $X_3 = \text{sen}\left(\frac{2\pi}{12}t\right)$

El término lineal $\beta_2 t$ o bien $\beta_2 x_2$ refleja la tendencia lineal en el tiempo de las series, en tanto los términos $\cos(2\pi t/12)$ y $\text{sen}(2\pi t/12)$ dan un efecto cíclico con período de 12 meses a la ventas pronosticada de los automóviles subcompactos. El incluir los términos $t * \cos(2\pi t/12)$ y $t * \text{sen}(2\pi t/12)$ permite que las amplitudes (alturas)¹¹ de la función cíclica cambien en el tiempo, requerimiento necesario puesto que los picos de la serie de tiempo se observa en el gráfico 22 tienen alturas distintas. Un modelo de regresión múltiple con términos periódicos (trigonométricos) como variables independientes, tal como el que se ha sugerido arriba es llamado modelo *senoidal*.

Gráfico 22 Ventas de autos subcompactos 1994-2003



Fuente: Elaboración Propia.

Los cálculos fueron los siguientes; se tiene una serie de 1994-2003 correspondientes a las ventas de autos subcompactos, las variables ya se describieron anteriormente. Así que se mencionará la obtención de la variable X_2 , está se refiere al coseno; primero se obtendrá el valor de 2π se multiplicara por el valor asignado a cada período que va de 1 a 120, el resultado obtenido se divide con el patrón periódico de 12, con ello se puede obtener el coseno; análogamente se obtiene la variable X_3 .(ver cuadro 21)

¹¹ Primer modelo senoidal no va incluir las alturas y posteriormente si se incluyen.

Cuadro 21 Obtención de variables (1994-2003)

Año	Mes	X1	y	2PI	2PIT	2PIT/12	COS	SEN
1994	Enero	1	18944	6.28318531	6.28318531	0.52359878	0.8660254	0.5
	Febrero	2	19717		12.5663706	1.04719755	0.5	0.8660254
	Marzo	3	18339		18.8495559	1.57079633	6.1257E-17	1
	Abril	4	16122		25.1327412	2.0943951	-0.5	0.8660254
	Mayo	5	17407		31.4159265	2.61799388	-0.8660254	0.5
	Junio	6	20646		37.6991118	3.14159265	-1	1.2251E-16
	Julio	7	15702		43.9822972	3.66519143	-0.8660254	-0.5
	Agosto	8	20064		50.2654825	4.1887902	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	9	14874		56.5486678	4.71238898	-1.8377E-16	-1
	Octubre	10	16411		62.8318531	5.23598776	0.5	-0.8660254
	Noviembre	11	15499		69.1150384	5.75958653	0.8660254	-0.5
	Diciembre	12	20569		75.3982237	6.28318531	1	-2.4503E-16
1995	Enero	13	6810		81.681409	6.80678408	0.8660254	0.5
	Febrero	14	2060		87.9645943	7.33038286	0.5	0.8660254
	Marzo	15	3342		94.2477796	7.85398163	1.1945E-15	1
	Abril	16	2354		100.530965	8.37758041	-0.5	0.8660254
	Mayo	17	2217		106.81415	8.90117919	-0.8660254	0.5
	Junio	18	2435		113.097336	9.42477796	-1	3.6754E-16
	Julio	19	2100		119.380521	9.94837674	-0.8660254	-0.5
	Agosto	20	3346		125.663706	10.4719755	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	21	3448		131.946891	10.9955743	-4.288E-16	-1
	Octubre	22	3663		138.230077	11.5191731	0.5	-0.8660254
	Noviembre	23	7245		144.513262	12.0427718	0.8660254	-0.5
	Diciembre	24	8766		150.796447	12.5663706	1	-4.9006E-16
1996	Enero	25	4433		157.079633	13.0899694	0.8660254	0.5
	Febrero	26	4450		163.362818	13.6135682	0.5	0.8660254
	Marzo	27	5721		169.646003	14.1371669	5.5132E-16	1
	Abril	28	4325		175.929189	14.6607657	-0.5	0.8660254
	Mayo	29	5187		182.212374	15.1843645	-0.8660254	0.5
	Junio	30	6168		188.495559	15.7079633	-1	2.3889E-15
	Julio	31	5784		194.778745	16.231562	-0.8660254	-0.5
	Agosto	32	5315		201.06193	16.7551608	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	33	5525		207.345115	17.2787596	1.1025E-15	-1
	Octubre	34	9391		213.6283	17.8023584	0.5	-0.8660254
	Noviembre	35	13426		219.911486	18.3259571	0.8660254	-0.5
	Diciembre	36	16027		226.194671	18.8495559	1	-7.3509E-16

Cuadro 21 Obtención de variables (1994-2003)

Año	Mes	X1	y	2PI	2PIT	2PIT/12	COS	SEN
1997	Enero	37	9504		232.477856	19.3731547	0.8660254	0.5
	Febrero	38	9123		238.761042	19.8967535	0.5	0.8660254
	Marzo	39	7383		245.044227	20.4203522	2.5727E-15	1
	Abril	40	8191		251.327412	20.943951	-0.5	0.8660254
	Mayo	41	9862		257.610598	21.4675498	-0.8660254	0.5
	Junio	42	9544		263.893783	21.9911486	-1	8.576E-16
	Julio	43	10708		270.176968	22.5147474	-0.8660254	-0.5
	Agosto	44	13466		276.460154	23.0383461	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	45	11397		282.743339	23.5619449	8.575E-16	-1
	Octubre	46	13891		289.026524	24.0855437	0.5	-0.8660254
	Noviembre	47	13857		295.309709	24.6091425	0.8660254	-0.5
	Diciembre	48	16027		301.592895	25.1327412	1	-9.8012E-16
1998	Enero	49	17050		307.87608	25.65634	0.8660254	0.5
	Febrero	50	17176		314.159265	26.1799388	0.5	0.8660254
	Marzo	51	17796		320.442451	26.7035376	2.8177E-15	1
	Abril	52	16552		326.725636	27.2271363	-0.5	0.8660254
	Mayo	53	14934		333.008821	27.7507351	-0.8660254	0.5
	Junio	54	18662		339.292007	28.2743339	-1	1.1026E-15
	Julio	55	18081		345.575192	28.7979327	-0.8660254	-0.5
	Agosto	56	17209		351.858377	29.3215314	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	57	17764		358.141563	29.8451302	-2.9402E-15	-1
	Octubre	58	15075		364.424748	30.368729	0.5	-0.8660254
	Noviembre	59	18439		370.707933	30.8923278	0.8660254	-0.5
	Diciembre	60	27940		376.991118	31.4159265	1	-4.7779E-15
1999	Enero	61	14334		383.274304	31.9395253	0.8660254	0.5
	Febrero	62	14794		389.557489	32.4631241	0.5	0.8660254
	Marzo	63	18712		395.840674	32.9867229	-4.8995E-16	1
	Abril	64	16198		402.12386	33.5103216	-0.5	0.8660254
	Mayo	65	14897		408.407045	34.0339204	-0.8660254	0.5
	Junio	66	19513		414.69023	34.5575192	-1	-2.2051E-15
	Julio	67	18093		420.973416	35.081118	-0.8660254	-0.5
	Agosto	68	18978		427.256601	35.6047167	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	69	22019		433.539786	36.1283155	-3.1853E-15	-1
	Octubre	70	17988		439.822972	36.6519143	0.5	-0.8660254
	Noviembre	71	23465		446.106157	37.1755131	0.8660254	-0.5
	Diciembre	72	32661		452.389342	37.6991118	1	-1.4702E-15
2000	Enero	73	19430		458.672527	38.2227106	0.8660254	0.5
	Febrero	74	20172		464.955713	38.7463094	0.5	0.8660254
	Marzo	75	21627		471.238898	39.2699082	-2.4492E-16	1
	Abril	76	20635		477.522083	39.7935069	-0.5	0.8660254
	Mayo	77	24114		483.805269	40.3171057	-0.8660254	0.5
	Junio	78	22949		490.088454	40.8407045	-1	5.1454E-15
	Julio	79	20295		496.371639	41.3643033	-0.8660254	-0.5
	Agosto	80	25625		502.654825	41.887902	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	81	21794		508.93801	42.4115008	-3.4303E-15	-1
	Octubre	82	30182		515.221195	42.9350996	0.5	-0.8660254
	Noviembre	83	33249		521.50438	43.4586984	0.8660254	-0.5
	Diciembre	84	28902		527.787566	43.9822972	1	-1.7152E-15
2001	Enero	85	26347		534.070751	44.5058959	0.8660254	0.5
	Febrero	86	28135		540.353936	45.0294947	0.5	0.8660254
	Marzo	87	26411		546.637122	45.5530935	7.1055E-15	1
	Abril	88	22841		552.920307	46.0766923	-0.5	0.8660254
	Mayo	89	24005		559.203492	46.600291	-0.8660254	0.5
	Junio	90	26655		565.486678	47.1238898	-1	-1.715E-15
	Julio	91	33289		571.769863	47.6474886	-0.8660254	-0.5
	Agosto	92	29219		578.053048	48.1710874	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	93	27310		584.336234	48.6946861	-3.6753E-15	-1
	Octubre	94	29683		590.619419	49.2182849	0.5	-0.8660254
	Noviembre	95	36312		596.902604	49.7418837	0.8660254	-0.5
	Diciembre	96	39331		603.185789	50.2654825	1	-1.9602E-15

Cuadro 21 Obtención de variables (1994-2003)

Año	Mes	X1	y	2PI	2PIT	2PIT/12	COS	SEN
2002	Enero	97	34784		609.468975	50.7890812	0.8660254	0.5
	Febrero	98	32867		615.75216	51.31268	0.5	0.8660254
	Marzo	99	29700		622.035345	51.8362788	2.4514E-16	1
	Abril	100	35781		628.318531	52.3598776	-0.5	0.8660254
	Mayo	101	35687		634.601716	52.8834763	-0.8660254	0.5
	Junio	102	38123		640.884901	53.4070751	-1	5.6355E-15
	Julio	103	37268		647.168087	53.9306739	-0.8660254	-0.5
	Agosto	104	29806		653.451272	54.4542727	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	105	29464		659.734457	54.9778714	3.1851E-15	-1
	Octubre	106	34527		666.017643	55.5014702	0.5	-0.8660254
	Noviembre	107	40116		672.300828	56.025069	0.8660254	-0.5
	Diciembre	108	48724		678.584013	56.5486678	1	-2.2053E-15
2003	Enero	109	36154		684.867198	57.0722665	0.8660254	0.5
	Febrero	110	35529		691.150384	57.5958653	0.5	0.8660254
	Marzo	111	31020		697.433569	58.1194641	4.9017E-16	1
	Abril	112	33502		703.716754	58.6430629	-0.5	0.8660254
	Mayo	113	31804		709.99994	59.1666616	-0.8660254	0.5
	Junio	114	29802		716.283125	59.6902604	-1	5.8805E-15
	Julio	115	35877		722.56631	60.2138592	-0.8660254	-0.5
	Agosto	116	33314		728.849496	60.737458	-0.5	-0.8660254
	Septiembre	117	33638		735.132681	61.2610567	-4.1654E-15	-1
	Octubre	118	36624		741.415866	61.7846555	0.5	-0.8660254
	Noviembre	119	42874		747.699052	62.3082543	0.8660254	-0.5
	Diciembre	120	57599		753.982237	62.8318531	1	-9.5557E-15

El modelo de predicción calculado por el método de mínimos cuadrados como la ecuación que mejor se ajusta a los datos de ventas de autos subcompactos es:

$$\hat{y}_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (62)$$

Sustituyendo:

$$\hat{y}_1 = 3629.774 + 275.0190 t + 2374.216 \cos \frac{2\pi}{12} t + (-332.4100) \operatorname{sen} \frac{2\pi}{12} t$$

$$\hat{y}_1 = 3629.774 + 275.0190 (1) + 2374.216 (.8660254) + (-332.4100) (.5)$$

$$\hat{y}_1 = 5794.71937$$

La interpretación de esta regresión es la siguiente: Si durante el período muestral, x_2 , x_3 hubiesen sido cero, las ventas de autos subcompactos observada habría estado cercana a 3629.774 unidades. Pero como se observó en diversas ocasiones, esta interpretación del intercepto es puramente mecánica. β_1 , β_2 , β_3 representan el cambio en el valor esperado de y , por un cambio esperado unitario en x_1 , x_2 y x_3 respectivamente. Coeficiente de regresión

parcial¹² de 275.0190 significa mantener constante x_2 , la venta de autos observada en promedio aumentó 275.2 unidades por cada mes durante el período 1994-2003. De igual forma, al mantener las ventas constantes en los siguientes meses, el valor del coeficiente 2374.216 implica que durante el mismo período de tiempo la ventas observadas en promedio, aumentan en 2374 unidades por cada unidad de incremento de las ventas anticipadas o esperadas; al mantener constante a x_1 y x_2 , las ventas observadas se reducen cerca de 332. Se tiene, cuando aumenta y o disminuye a una unidad cambiante para los diversos valores de x ; β_1 , me esta dando el efecto lineal; β_2 y β_3 me dan el efecto curvilíneo es decir que β_0 da la ordenada del origen, ; β_1 , da la pendiente de las ventas con la constante que se daría en cada mes, β_2 nos da el efecto del incremento de la constate en unidades que se podría dar en cada mes ya sea presentando un valle o una cresta de acuerdo al mes que se encuentre la venta y β_3 se refiere a la pendiente que representa el efecto de interacción del número de unidades producidas que salen a la venta en determinado mes provocando valle o cresta. El ε es el error aleatorio en y (venta de autos subcompactos) para cada t (representa cada mes). El valor de R^2 es de .73 indica que las variables explicativas, en conjunto, son las causas de cerca del 73% de la variación en las ventas de autos subcompactos observadas.

En donde \hat{y}_t es valor de ventas para determinado mes t , para $t = 1,2,3,\dots,120$. Los datos originales, las ventas predichas y los errores de predicción aparecen en el cuadro 22. Para sacar los coeficientes β_1 , β_2 , β_3 se usan las siguientes ecuaciones:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{(\sum y_i x_{2i})(\sum x_{3i}^2) - (\sum y_i x_{3i})(\sum x_{2i} x_{3i})}{(\sum x_{2i}^2)(\sum x_{3i}^2) - (\sum x_{2i} x_{3i})^2} \quad (63)$$

$$\hat{\beta}_3 = \frac{(\sum y_i x_{3i})(\sum x_{2i}^2) - (\sum y_i x_{2i})(\sum x_{2i} x_{3i})}{(\sum x_{2i}^2)(\sum x_{3i}^2) - (\sum x_{2i} x_{3i})^2} \quad (64)$$

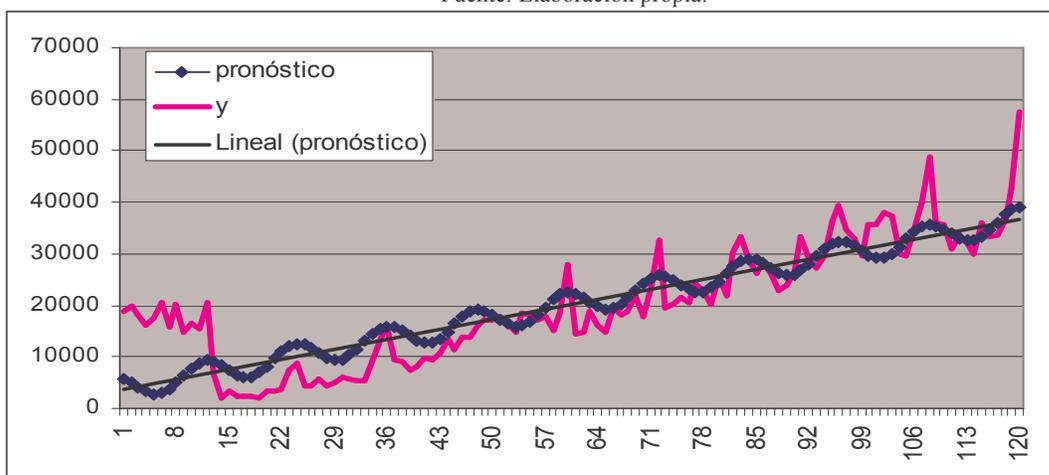
$$\hat{\beta}_1 = \hat{y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}_2 - \hat{\beta}_3 \bar{X}_3 \quad (65)$$

Las ondas pueden representarse de manera gráfica mediante una curva sinusoidal; si representamos esta curva en el plano cartesiano, habrá segmentos de esta de manera repetitiva y equidistante quedando por encima de la línea de la abscisa (x), los segmentos complementarios de la curva quedaran consistentemente por debajo de la misma línea. Observándose las crestas donde se incrementa la venta y los valle donde hay un descenso en la ventas de este sector. (ver gráfico 23)

¹² El coeficiente de regresión parcial 275.019 significa que en promedio las ventas aumentan 275.2 unidades cada mes. Los coeficientes siguientes indican las amplitudes de las variaciones estacionales alrededor del aumento promedio.

Gráfico 23 Venta de autos subcompactos, valores observados y predicción

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro 22 Ventas reales y predicción de 1994-2003

Año	Mes	y	X1	X2	X3	PREDICIÓN	ERROR
1994	Enero	18944	1	0.8660254	0.5	5794.71937	13149.2806
	Febrero	19717	2	0.5	0.8660254	5079.0445	14637.9555
	Marzo	18339	3	6.1257E-17	1	4122.421	14216.579
	Abril	16122	4	-0.5	0.8660254	3254.8665	12867.1335
	Mayo	17407	5	-0.8660254	0.5	2782.53263	14624.4674
	Junio	20646	6	-1	1.2251E-16	2905.672	17740.328
	Julio	15702	7	-0.8660254	-0.5	3664.98063	12037.0194
	Agosto	20064	8	-0.5	-0.8660254	4930.6935	15133.3065
	Septiembre	14874	9	-1.8377E-16	-1	6437.355	8436.645
	Octubre	16411	10	0.5	-0.8660254	7854.9475	8556.0525
	Noviembre	15499	11	0.8660254	-0.5	8877.31937	6621.68063
	Diciembre	20569	12	1	-2.4503E-16	9304.218	11264.782
1995	Enero	6810	13	0.8660254	0.5	9094.94737	-2284.94737
	Febrero	2060	14	0.5	0.8660254	8379.2725	-6319.2725
	Marzo	3342	15	1.1945E-15	1	7422.649	-4080.649
	Abril	2354	16	-0.5	0.8660254	6555.0945	-4201.0945
	Mayo	2217	17	-0.8660254	0.5	6082.76063	-3865.76063
	Junio	2435	18	-1	3.6754E-16	6205.9	-3770.9
	Julio	2100	19	-0.8660254	-0.5	6965.20863	-4865.20863
	Agosto	3346	20	-0.5	-0.8660254	8230.9215	-4884.9215
	Septiembre	3448	21	-4.288E-16	-1	9737.583	-6289.583
	Octubre	3663	22	0.5	-0.8660254	11155.1755	-7492.1755
	Noviembre	7245	23	0.8660254	-0.5	12177.5474	-4932.54737
	Diciembre	8766	24	1	-4.9006E-16	12604.446	-3838.446
1996	Enero	4433	25	0.8660254	0.5	12395.1754	-7962.17537
	Febrero	4450	26	0.5	0.8660254	11679.5005	-7229.5005
	Marzo	5721	27	5.5132E-16	1	10722.877	-5001.877
	Abril	4325	28	-0.5	0.8660254	9855.3225	-5530.3225
	Mayo	5187	29	-0.8660254	0.5	9382.98863	-4195.98863
	Junio	6168	30	-1	2.3889E-15	9506.128	-3338.128
	Julio	5784	31	-0.8660254	-0.5	10265.4366	-4481.43663
	Agosto	5315	32	-0.5	-0.8660254	11531.1495	-6216.1495
	Septiembre	5525	33	1.1025E-15	-1	13037.811	-7512.811
	Octubre	9391	34	0.5	-0.8660254	14455.4035	-5064.4035
	Noviembre	13426	35	0.8660254	-0.5	15477.7754	-2051.77537
	Diciembre	16027	36	1	-7.3509E-16	15904.674	122.326
1997	Enero	9504	37	0.8660254	0.5	15695.4034	-6191.40337
	Febrero	9123	38	0.5	0.8660254	14979.7285	-5856.7285
	Marzo	7383	39	2.5727E-15	1	14023.105	-6640.105
	Abril	8191	40	-0.5	0.8660254	13155.5505	-4964.5505
	Mayo	9862	41	-0.8660254	0.5	12683.2166	-2821.21663
	Junio	9544	42	-1	8.576E-16	12806.356	-3262.356
	Julio	10708	43	-0.8660254	-0.5	13565.6646	-2857.66463
	Agosto	13466	44	-0.5	-0.8660254	14831.3775	-1365.3775
	Septiembre	11397	45	8.575E-16	-1	16338.039	-4941.039
	Octubre	13891	46	0.5	-0.8660254	17755.6315	-3864.6315
	Noviembre	13857	47	0.8660254	-0.5	18778.0034	-4921.00337
	Diciembre	16027	48	1	-9.8012E-16	19204.902	-3177.902

Cuadro 22 Ventas reales y predicción de 1994-2003

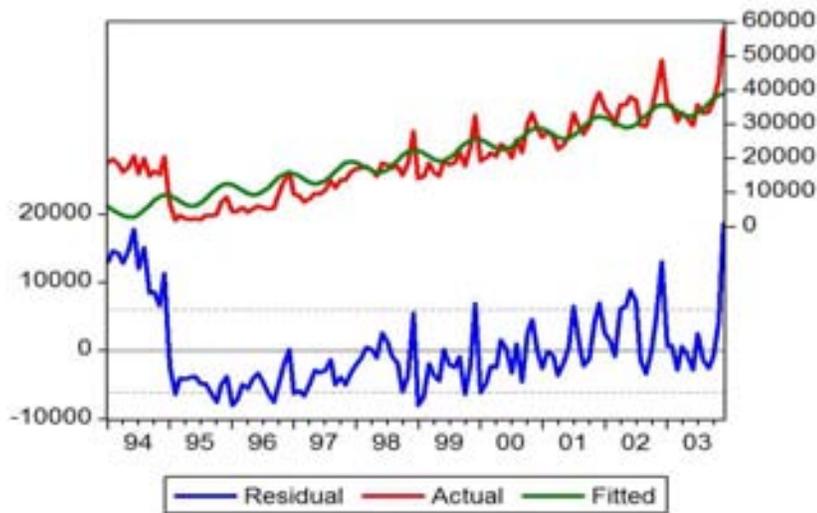
Año	Mes	y	X1	X2	X3	PREDICION	ERROR
1998	Enero	17050	49	0.8660254	0.5	18995.6314	-1945.63137
	Febrero	17176	50	0.5	0.8660254	18279.9565	-1103.9565
	Marzo	17796	51	2.8177E-15	1	17323.333	472.667
	Abril	16552	52	-0.5	0.8660254	16455.7785	96.2215045
	Mayo	14934	53	-0.8660254	0.5	15983.4446	-1049.44463
	Junio	18662	54	-1	1.1026E-15	16106.584	2555.416
	Julio	18081	55	-0.8660254	-0.5	16865.8926	1215.10737
	Agosto	17209	56	-0.5	-0.8660254	18131.6055	-922.605504
	Septiembre	17764	57	-2.9402E-15	-1	19638.267	-1874.267
	Octubre	15075	58	0.5	-0.8660254	21055.8595	-5980.8595
	Noviembre	18439	59	0.8660254	-0.5	22078.2314	-3639.23137
	Diciembre	27940	60	1	-4.7779E-15	22505.13	5434.87
1999	Enero	14334	61	0.8660254	0.5	22295.8594	-7961.85937
	Febrero	14794	62	0.5	0.8660254	21580.1845	-6786.1845
	Marzo	18712	63	-4.8995E-16	1	20623.561	-1911.561
	Abril	16198	64	-0.5	0.8660254	19756.0065	-3558.0065
	Mayo	14897	65	-0.8660254	0.5	19283.6726	-4386.67263
	Junio	19513	66	-1	-2.2051E-15	19406.812	106.188
	Julio	18093	67	-0.8660254	-0.5	20166.1206	-2073.12063
	Agosto	18978	68	-0.5	-0.8660254	21431.8335	-2453.8335
	Septiembre	22019	69	-3.1853E-15	-1	22938.495	-919.495
	Octubre	17988	70	0.5	-0.8660254	24356.0875	-6368.0875
	Noviembre	23465	71	0.8660254	-0.5	25378.4594	-1913.45937
	Diciembre	32661	72	1	-1.4702E-15	25805.358	6855.642
2000	Enero	19430	73	0.8660254	0.5	25596.0874	-6166.08737
	Febrero	20172	74	0.5	0.8660254	24880.4125	-4708.4125
	Marzo	21627	75	-2.4492E-16	1	23923.789	-2296.789
	Abril	20635	76	-0.5	0.8660254	23056.2345	-2421.2345
	Mayo	24114	77	-0.8660254	0.5	22583.9006	1530.09937
	Junio	22949	78	-1	5.1454E-15	22707.04	241.96
	Julio	20295	79	-0.8660254	-0.5	23466.3486	-3171.34863
	Agosto	25625	80	-0.5	-0.8660254	24732.0615	892.938496
	Septiembre	21794	81	-3.4303E-15	-1	26238.723	-4444.723
	Octubre	30182	82	0.5	-0.8660254	27656.3155	2525.6845
	Noviembre	33249	83	0.8660254	-0.5	28678.6874	4570.31263
	Diciembre	28902	84	1	-1.7152E-15	29105.586	-203.586
2001	Enero	26347	85	0.8660254	0.5	28896.3154	-2549.31537
	Febrero	28135	86	0.5	0.8660254	28180.6405	-45.6404955
	Marzo	26411	87	7.1055E-15	1	27224.017	-813.017
	Abril	22841	88	-0.5	0.8660254	26356.4625	-3515.4625
	Mayo	24005	89	-0.8660254	0.5	25884.1286	-1879.12863
	Junio	26655	90	-1	-1.715E-15	26007.268	647.732
	Julio	33289	91	-0.8660254	-0.5	26766.5766	6522.42337
	Agosto	29219	92	-0.5	-0.8660254	28032.2895	1186.7105
	Septiembre	27310	93	-3.6753E-15	-1	29538.951	-2228.951
	Octubre	29683	94	0.5	-0.8660254	30956.5435	-1273.5435
	Noviembre	36312	95	0.8660254	-0.5	31978.9154	4333.08463
	Diciembre	39331	96	1	-1.9602E-15	32405.814	6925.186

Cuadro 22 Ventas reales y predicción de 1994-2003

Año	Mes	y	X1	X2	X3	PREDICIÓN	ERROR
2002	Enero	34784	97	0.8660254	0.5	32196.5434	2587.45663
	Febrero	32867	98	0.5	0.8660254	31480.8685	1386.1315
	Marzo	29700	99	2.4514E-16	1	30524.245	-824.245
	Abril	35781	100	-0.5	0.8660254	29656.6905	6124.3095
	Mayo	35687	101	-0.8660254	0.5	29184.3566	6502.64337
	Junio	38123	102	-1	5.6355E-15	29307.496	8815.504
	Julio	37268	103	-0.8660254	-0.5	30066.8046	7201.19537
	Agosto	29806	104	-0.5	-0.8660254	31332.5175	-1526.5175
	Septiembre	29464	105	3.1851E-15	-1	32839.179	-3375.179
	Octubre	34527	106	0.5	-0.8660254	34256.7715	270.228496
	Noviembre	40116	107	0.8660254	-0.5	35279.1434	4836.85663
	Diciembre	48724	108	1	-2.2053E-15	35706.042	13017.958
2003	Enero	36154	109	0.8660254	0.5	35496.7714	657.22863
	Febrero	35529	110	0.5	0.8660254	34781.0965	747.903504
	Marzo	31020	111	4.9017E-16	1	33824.473	-2804.473
	Abril	33502	112	-0.5	0.8660254	32956.9185	545.081504
	Mayo	31804	113	-0.8660254	0.5	32484.5846	-680.58463
	Junio	29802	114	-1	5.8805E-15	32607.724	-2805.724
	Julio	35877	115	-0.8660254	-0.5	33367.0326	2509.96737
	Agosto	33314	116	-0.5	-0.8660254	34632.7455	-1318.7455
	Septiembre	33638	117	-4.1654E-15	-1	36139.407	-2501.407
	Octubre	36624	118	0.5	-0.8660254	37556.9995	-932.999504
	Noviembre	42874	119	0.8660254	-0.5	38579.3714	4294.62863
	Diciembre	57599	120	1	-9.5557E-15	39006.27	18592.73

Gráficamente se muestra:

Gráfica 24 Residual



Fuente: Elaboración Propia

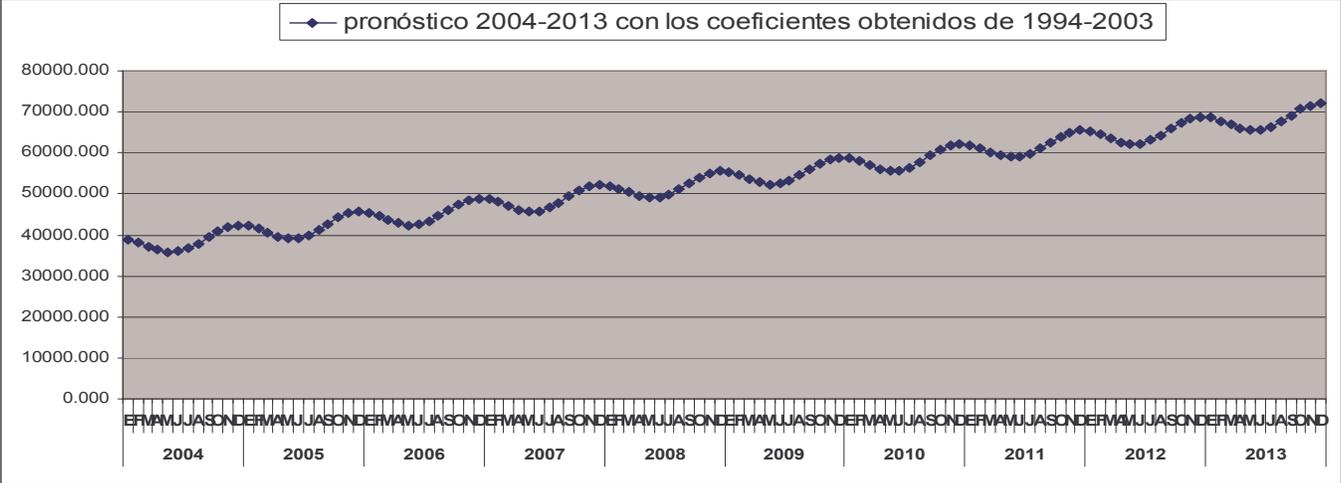
Cuadro 23 Predicción 2004-2013

Año	Mes	PRONOSTICO	Año	Mes	PRONOSTICO
2004	Enero	38796.99937	2007	Enero	48697.68337
	Febrero	38081.3245		Febrero	47982.0085
	Marzo	37124.701		Marzo	47025.385
	Abril	36257.1465		Abril	46157.8305
	Mayo	35784.81263		Mayo	45685.49663
	Junio	35907.952		Junio	45808.636
	Julio	36667.26063		Julio	46567.94463
	Agosto	37932.9735		Agosto	47833.6575
	Septiembre	39439.635		Septiembre	49340.319
	Octubre	40857.2275		Octubre	50757.9115
	Noviembre	41879.59937		Noviembre	51780.28337
	Diciembre	42306.498		Diciembre	52207.182
2005	Enero	42097.22737	2008	Enero	51997.91137
	Febrero	41381.5525		Febrero	51282.2365
	Marzo	40424.929		Marzo	50325.613
	Abril	39557.3745		Abril	49458.0585
	Mayo	39085.04063		Mayo	48985.72463
	Junio	39208.18		Junio	49108.864
	Julio	39967.48863		Julio	49868.17263
	Agosto	41233.2015		Agosto	51133.8855
	Septiembre	42739.863		Septiembre	52640.547
	Octubre	44157.4555		Octubre	54058.1395
	Noviembre	45179.82737		Noviembre	55080.51137
	Diciembre	45606.726		Diciembre	55507.41
2006	Enero	45397.45537	2009	Enero	55298.13937
	Febrero	44681.7805		Febrero	54582.4645
	Marzo	43725.157		Marzo	53625.841
	Abril	42857.6025		Abril	52758.2865
	Mayo	42385.26863		Mayo	52285.95263
	Junio	42508.408		Junio	52409.092
	Julio	43267.71663		Julio	53168.40063
	Agosto	44533.4295		Agosto	54434.1135
	Septiembre	46040.091		Septiembre	55940.775
	Octubre	47457.6835		Octubre	57358.3675
	Noviembre	48480.05537		Noviembre	58380.73937
	Diciembre	48906.954		Diciembre	58807.638

Año	Mes	PRONOSTICO	Año	Mes	PRONOSTICO
2010	Enero	58598.36737	2012	Enero	65198.82337
	Febrero	57882.6925		Febrero	64483.1485
	Marzo	56926.069		Marzo	63526.525
	Abril	56058.5145		Abril	62658.9705
	Mayo	55586.18063		Mayo	62186.63663
	Junio	55709.32		Junio	62309.776
	Julio	56468.62863		Julio	63069.08463
	Agosto	57734.3415		Agosto	64334.7975
	Septiembre	59241.003		Septiembre	65841.459
	Octubre	60658.5955		Octubre	67259.0515
	Noviembre	61680.96737		Noviembre	68281.42337
	Diciembre	62107.866		Diciembre	68708.322
2011	Enero	61898.59537	2013	Enero	68499.05137
	Febrero	61182.9205		Febrero	67783.3765
	Marzo	60226.297		Marzo	66826.753
	Abril	59358.7425		Abril	65959.1985
	Mayo	58886.40863		Mayo	65486.86463
	Junio	59009.548		Junio	65610.004
	Julio	59768.85663		Julio	66369.31263
	Agosto	61034.5695		Agosto	67635.0255
	Septiembre	62541.231		Septiembre	69141.687
	Octubre	63958.8235		Octubre	70559.2795
	Noviembre	64981.19537		Noviembre	71581.65137
	Diciembre	65408.094		Diciembre	72008.55

Gráficamente el pronóstico del período 2004-2013 presenta que en diciembre de todos los años deben bajar más la producción para realizar ajustes de los inventarios a los nuevos niveles demanda, además indica una disminución de las ventas; natural pues es la entrada del nuevo año, estructuración económica y la entrada de nuevos modelos. En julio debe aumentar la producción, puesto que es el punto de partida para el incremento de las ventas, resultado de las promociones que lanzan al mercado las empresas.

Gráfica 25 Pronóstico 2004-2013



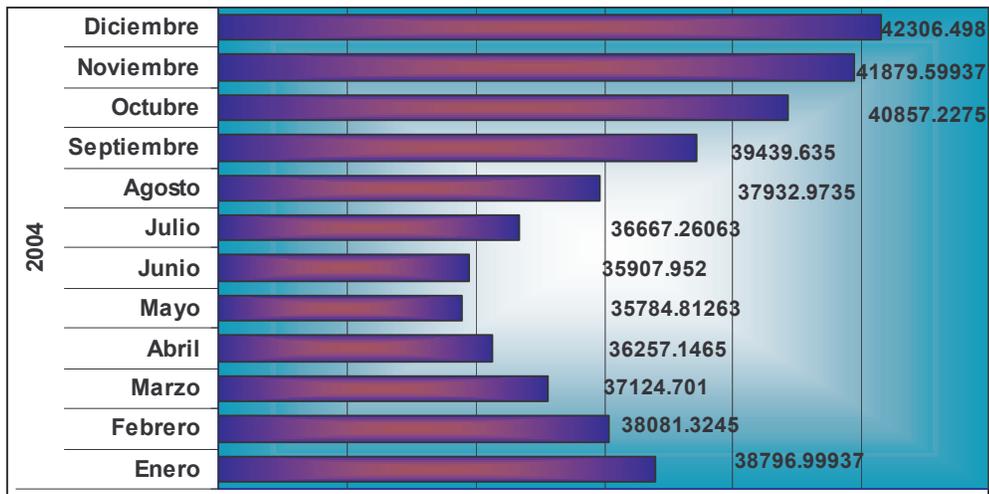
Fuente: Elaboración Propia.

Para entender mejor estos resultados se graficaron 2002-2006, para tener un panorama de la transición de este período en dicho sector como la validez del modelo; se mostraran a lo largo de este capítulo. Durante enero del 2005¹³ “las exportaciones de automóviles fabricados en México cayeron 20.4 por ciento comparadas con las del mismo mes de 2004, mientras que la producción disminuyó 21.2 por ciento; en cambio, las ventas al público en el mercado nacional crecieron 7.1 por ciento¹⁴”, sacando la variación porcentual del valor de enero del 2004 (38796) y enero 2003(36154) se obtiene un crecimiento de 7.3% por ciento teniendo una diferencia de lo obtenido por AMIA de .2% (ver gráfica 26 y 27)

¹³ Se inicia con 2005 porque en la grafica 25 se ve claro como disminuyen las ventas de 2005 con respecto a 2004. Cuando se tienen los valores estimados de 2003 y 2004 se obtiene la variación 7.3% de crecimiento se compara con el de AMIA que es de 7.5% lo cual nos indica que nuestro modelo es correcto.

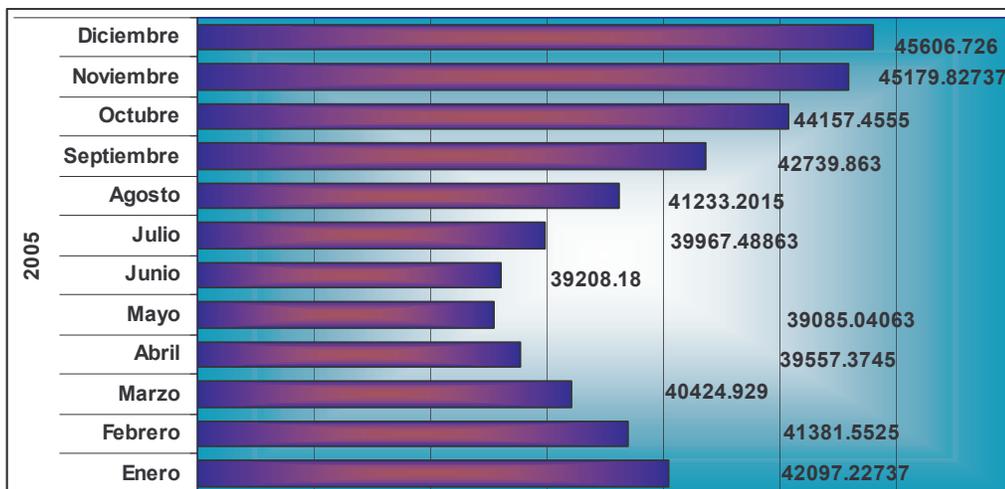
¹⁴ Información obtenida por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz. (AMIA).

Gráfica 26 Ventas de autos subcompactos 2004



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 27 Ventas de autos subcompactos 2005



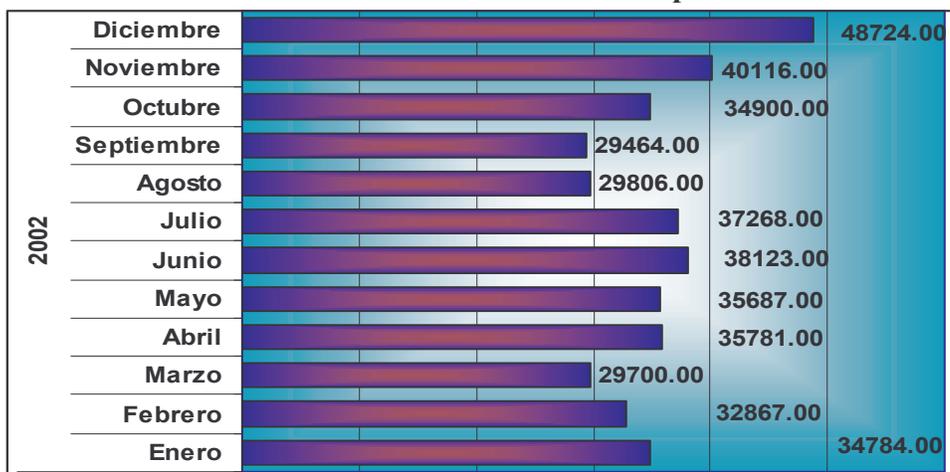
Fuente: Elaboración Propia.

Enero del 2005 se vendieron al público 93 mil 299 vehículos, la cifra más alta para el mismo mes en cuatro años. Asimismo, prevé que este año se venderán entre 80 mil y 100 mil unidades más que en 2004. Siguiendo el análisis del mes de enero del 2005 las ventas a distribuidores, la AMIA destaca que superaron por 11 mil 668 unidades a las de enero del año pasado, una diferencia de 15.8 por ciento. Los automóviles que más se comercializan son los subcompactos (64.5 por ciento de las ventas), seguidos por los compactos (29.4), los de lujo (5.2) y los deportivos, con 0.9 por ciento de las ventas de este segmento.

Durante el primer bimestre de 2004 se registró un crecimiento del 7.4% en las ventas de vehículos en el mercado interno respecto al mismo período del año anterior; sin embargo, se estima una reducción en la producción generada por la participación de vehículos importados, ya que de cada 10 autos vendidos en el mercado nacional, 6.5 provienen del

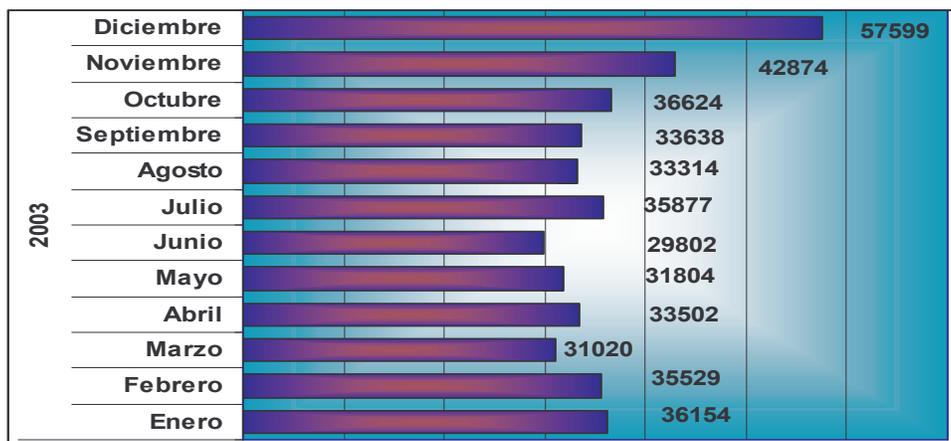
extranjero. Hay que recordar se lanzaron programas de financiamiento con tasas cero en el último trimestre del 2001 adelantaron ventas del 2002 situando a México ese año en el noveno lugar de productor de vehículos; pero en el 2003 baja a décimo lugar por la penetración de importaciones en el consumo.(ver gráfica 28 y 29) .

Gráfica 28 Ventas de autos subcompactos 2002



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 29 Ventas de autos subcompactos 2003



Fuente: Elaboración Propia.

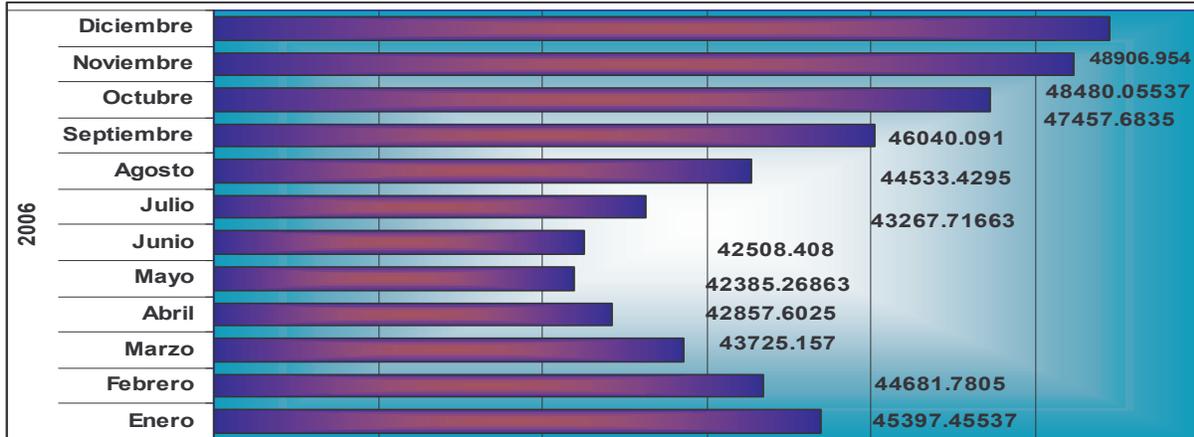
El receso de la industria automotriz mexicana se origina principalmente por la lentitud en la reanimación de la demanda externa de Estados Unidos de América, la fuerte competencia de modelos europeos y asiáticos y el débil consumo interno derivado del escaso dinamismo económico en México, lo cual se traduce en una pobre generación de empleo e ingreso. En la medida en que este escenario se revierta, la industria automotriz recobrará su dinamismo. Para ello, habrán que conjugarse otra serie de factores, como son la disponibilidad de financiamiento para la adquisición de vehículos; las bajas tasas de interés, la amplia gama de modelos, etc. No obstante la difícil situación actual de la industria automotriz, México es considerado un excelente lugar para producir vehículos, considerando que nuestro país tiene mano de obra barata y comparativamente bien preparada, aunado a las facilidades

existentes para esta industria establecidas en las leyes relativas. Esto se refleja en los recientes planes de inversión¹⁵ de las principales firmas automotrices establecidas en México, destinadas a la modernización y ampliación de sus plantas, así como el establecimiento de diversas alianzas estratégicas con objeto de asegurar la tecnología, la capacitación y los recursos materiales y humanos que les permitan hacer frente a las condiciones adversas que prevalecen en el mercado.

En el mes de abril de 2004 comparado al de 2005 son menores a causa de las altas tasas de interés, el retiro de algunas promociones de meses sin intereses y el entorno político hacen retroceder 3.4% las ventas de autos en México; hubo tres factores interesantes en el mes de abril que afectaron las ventas, uno de ellos fue que algunas marcas quitaron los incentivos de 18 o 24 meses sin intereses. Lo anterior nos da una idea de las causas que provocan una disminución en las ventas; las estimaciones del 2006 (ver gráfica 30) son las siguientes sujetas a cambios al proyectarse como un año de efervescencia política debido a las elecciones presidenciales, los industriales automotrices pondrán mayor atención al mercado, ya que podrá registrar altibajos en las ventas. “Cuando viene el año de elecciones hay vaivenes en el mercado, eso quiere decir que en algunos casos en los sexenios —en el último año o el año de elecciones— hay ventas muy bajas o muy altas.

¹⁵ Un ejemplo de esto es la inversión programada por la armadora Estadounidense Ford Motor Company, que planea invertir 1,600 millones de dólares en la Cd. de Hermosillo par la ampliación de sus instalaciones con una nueva línea de ensamble. Otro ejemplo, es el de la armadora japonesa Nissan Motor Company que en el 2004 decidió incrementar sustancialmente sus inversiones, las cuales serán canalizadas para aumentar la capacidad de construcción de motores y de transmisiones. En el 2005 esta importante firma pretende lanzar nuevas líneas de vehículos que se ensamblarán en nuestro país, con objeto de incrementar su participación en el mercado nacional del 20% al 22%. En el 2003 esta compañía vendió 220 mil vehículos, lo cual representó un 6.5% de sus ventas mundiales en ese ejercicio.

Gráfica 30 Ventas de autos subcompactos 2006



Fuente: Elaboración Propia.

Como se menciona anteriormente al modelo anterior se le incluyen los términos que permiten las amplitudes de la función cíclica para que cambien con respecto al tiempo. El modelo de predicción calculado por el método de mínimos cuadrados como la ecuación que mejor se ajusta a los datos de ventas de autos subcompactos es:

$$\hat{y}_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \varepsilon \quad (66)$$

Y es el volumen de las ventas mensuales de automóviles subcompactos (variable dependiente); las variables independientes que se están considerando para este modelo son:

- $X_1 = t$, el índice de tiempo
- $X_2 = \cos\left(\frac{2\pi}{12}t\right)$
- $X_3 = \text{sen}\left(\frac{2\pi}{12}t\right)$
- $X_4 = t \cos\left(\frac{2\pi}{12}t\right)$
- $X_5 = t \text{sen}\left(\frac{2\pi}{12}t\right)$

Sustituyendo:

$$\hat{y}_1 = 3600.334 + 274.8721 t + 95.48667 \cos \frac{2\pi}{12} t + 333.5746 \operatorname{sen} \frac{2\pi}{12} t + 37.20854 t \cos \frac{2\pi}{12} + (-10.57183) t \operatorname{sen} \frac{2\pi}{12}$$

$$\hat{y}_1 = 3600.334 + 274.8721 (1) + 95.48667 (.8660254) + 333.5746 (.5) + 37.20854 (1) (.8660254) + (-10.57183) (1) (.5)$$

$$\hat{y}_1 = 4151.62491$$

La interpretación de esta regresión es que durante el período muestral, x_2 y x_3 hubiesen sido cero, las ventas observadas habrían sido cercanas a 3600.334 unidades, está es interpretación del intercepto. Manteniendo constante x_2 y x_3 , teniendo un incremento de una unidad se tendrá un incremento de ventas de 274.8721; manteniendo constante x_1 y x_3 se tendrá un incremento de 95.48667 (está cantidad se considera al tomar en cuenta que β_2 me da el efecto incremento), β_4 me da la amplitud del incremento de β_2 siendo este de 37.2084, β_3 se refiere a la pendiente que representa el efecto de interacción del número de unidades producidas que salen a la venta en determinado mes provocando valle o cresta teniendo un valor de 333.5746, mostrando su amplitud en β_5 -10.57183 (indica también cuanto puede disminuir las ventas por unidad en determinado mes). Se muestra a continuación el cuadro que presenta los valores observados y los predichos, así como la gráfica representando estos resultados; las variables x_4 y x_5 para su obtención es exactamente como las variables x_2 y x_3 la diferencia se centra es ya teniendo el valor del cos y sen se multiplica por el período.

Cuadro 24 Predicción y error de la predicción

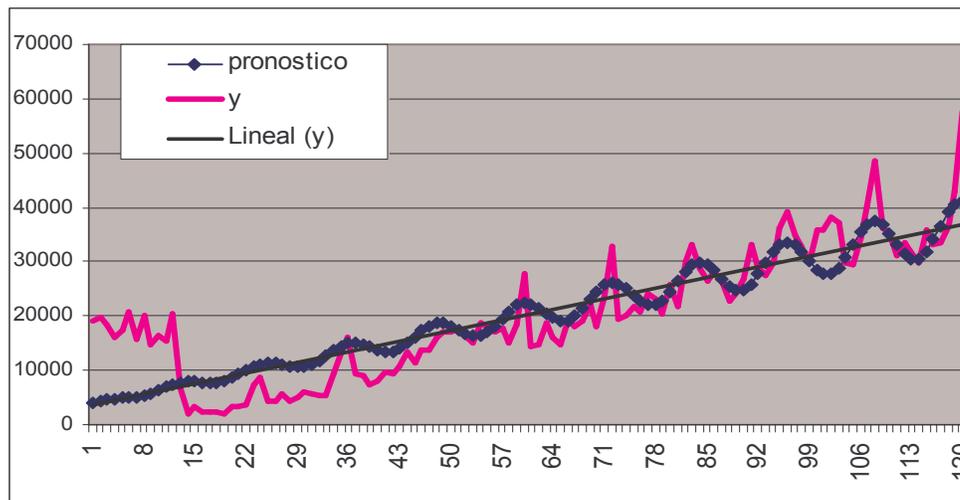
Año	Mes	y	X1	X2	X3	X4	X5	PREDICCIÓN	ERROR
1994	Enero	18944	1	0.8660254	0.5	0.8660254	0.5	4151.624908	14792.3751
	Febrero	19717	2	0.5	0.8660254	1	1.73205081	4505.603206	15211.3968
	Marzo	18339	3	6.1257E-17	1	1.8377E-16	3	4726.80941	13612.1906
	Abril	16122	4	-0.5	0.8660254	-2	3.46410162	4829.924169	11292.0758
	Mayo	17407	5	-0.8660254	0.5	-4.33012702	2.5	4871.240639	12535.7594
	Junio	20646	6	-1	1.2251E-16	-6	7.3509E-16	4930.82869	15715.1713
	Julio	15702	7	-0.8660254	-0.5	-6.06217783	-3.5	5086.394137	10615.6059
	Agosto	20064	8	-0.5	-0.8660254	-4	-6.92820323	5387.093014	14676.907
	Septiembre	14874	9	-1.8377E-16	-1	-1.654E-15	-9	5835.75477	9038.24523
	Octubre	16411	10	0.5	-0.8660254	5	-8.66025404	6385.511691	10025.4883
	Noviembre	15499	11	0.8660254	-0.5	9.52627944	-5.5	6952.437697	8546.5623
	Diciembre	20569	12	1	-2.4503E-16	12	-2.9404E-15	7440.78835	13128.2117
1995	Enero	6810	13	0.8660254	0.5	11.2583302	6.5	7773.341618	-963.341618
	Febrero	2060	14	0.5	0.8660254	7	12.1243557	7917.453966	-5857.45397
	Marzo	3342	15	1.1945E-15	1	1.7917E-14	15	7898.41265	-4556.41265
	Abril	2354	16	-0.5	0.8660254	-8	13.8564065	7795.272449	-5441.27245
	Mayo	2217	17	-0.8660254	0.5	-14.7224319	8.5	7719.592368	-5502.59237
	Junio	2435	18	-1	3.6754E-16	-18	6.6158E-15	7782.79141	-5347.79141
	Julio	2100	19	-0.8660254	-0.5	-16.4544827	-9.5	8061.607826	-5961.60783
	Agosto	3346	20	-0.5	-0.8660254	-10	-17.3205081	8572.172654	-5226.17265
	Septiembre	3448	21	-4.288E-16	-1	-9.0048E-15	-21	9261.08193	-5813.08193
	Octubre	3663	22	0.5	-0.8660254	11	-19.0525589	10017.09381	-6354.09381
	Noviembre	7245	23	0.8660254	-0.5	19.9185843	-11.5	10701.01637	-3456.01637
	Diciembre	8766	24	1	-4.9006E-16	24	-1.1761E-14	11185.75603	-2419.75603
1996	Enero	4433	25	0.8660254	0.5	21.6506351	12.5	11395.05833	-6962.05833
	Febrero	4450	26	0.5	0.8660254	13	22.5166605	11329.30473	-6879.30473
	Marzo	5721	27	5.5132E-16	1	1.4886E-14	27	11070.01589	-5349.01589
	Abril	4325	28	-0.5	0.8660254	-14	24.2487113	10760.62073	-6435.62073
	Mayo	5187	29	-0.8660254	0.5	-25.1147367	14.5	10567.9441	-5380.9441
	Junio	6168	30	-1	2.3889E-15	-30	7.1668E-14	10634.75413	-4466.75413
	Julio	5784	31	-0.8660254	-0.5	-26.8467875	-15.5	11036.82152	-5252.82152
	Agosto	5315	32	-0.5	-0.8660254	-16	-27.7128129	11757.25229	-6442.25229
	Septiembre	5525	33	1.1025E-15	-1	3.6383E-14	-33	12686.40909	-7161.40909
	Octubre	9391	34	0.5	-0.8660254	17	-29.4448637	13648.67593	-4257.67593
	Noviembre	13426	35	0.8660254	-0.5	30.3108891	-17.5	14449.59504	-1023.59504
	Diciembre	16027	36	1	-7.3509E-16	36	-2.6463E-14	14930.72371	-1096.27629
1997	Enero	9504	37	0.8660254	0.5	32.0429399	18.5	15016.77504	-5512.77504
	Febrero	9123	38	0.5	0.8660254	19	32.9089653	14741.15549	-5618.15549
	Marzo	7383	39	2.5727E-15	1	1.0034E-13	39	14241.61913	-6858.61913
	Abril	8191	40	-0.5	0.8660254	-20	34.6410162	13725.96901	-5334.96901
	Mayo	9862	41	-0.8660254	0.5	-35.5070416	20.5	13416.29583	-3554.29583
	Junio	9544	42	-1	8.576E-16	-42	3.6019E-14	13486.71685	-3942.71685
	Julio	10708	43	-0.8660254	-0.5	-37.2390924	-21.5	14012.03521	-3304.03521
	Agosto	13466	44	-0.5	-0.8660254	-22	-38.1051178	14942.33193	-1476.33193
	Septiembre	11397	45	8.575E-16	-1	3.8587E-14	-45	16111.73625	-4714.73625
	Octubre	13891	46	0.5	-0.8660254	23	-39.8371686	17280.25805	-3389.25805
	Noviembre	13857	47	0.8660254	-0.5	40.703194	-23.5	18198.17371	-4341.17371
	Diciembre	16027	48	1	-9.8012E-16	48	-4.7046E-14	18675.69139	-2648.69139
1998	Enero	17050	49	0.8660254	0.5	42.4352448	24.5	18638.49175	-1588.49175
	Febrero	17176	50	0.5	0.8660254	25	43.3012702	18153.00625	-977.00625
	Marzo	17796	51	2.8177E-15	1	1.437E-13	51	17413.22237	382.77763
	Abril	16552	52	-0.5	0.8660254	-26	45.033321	16691.31729	-139.317289
	Mayo	14934	53	-0.8660254	0.5	-45.8993464	26.5	16264.64756	-1330.64756
	Junio	18662	54	-1	1.1026E-15	-54	5.9542E-14	16338.67957	2323.32043
	Julio	18081	55	-0.8660254	-0.5	-47.6313972	-27.5	16987.24889	1093.75111
	Agosto	17209	56	-0.5	-0.8660254	-28	-48.4974226	18127.41157	-918.411575
	Septiembre	17764	57	-2.9402E-15	-1	-1.6759E-13	-57	19537.06341	-1773.06341
	Octubre	15075	58	0.5	-0.8660254	29	-50.2294734	20911.84017	-5836.84017
	Noviembre	18439	59	0.8660254	-0.5	51.0954988	-29.5	21946.75238	-3507.75238
	Diciembre	27940	60	1	-4.7779E-15	60	-2.8667E-13	22420.65907	5519.34093
1999	Enero	14334	61	0.8660254	0.5	52.8275496	30.5	22260.20846	-7926.20846
	Febrero	14794	62	0.5	0.8660254	31	53.693575	21564.85701	-6770.85701
	Marzo	18712	63	-4.8995E-16	1	-3.0867E-14	63	20584.82561	-1872.82561
	Abril	16198	64	-0.5	0.8660254	-32	55.4256258	19656.66557	-3458.66557
	Mayo	14897	65	-0.8660254	0.5	-56.2916512	32.5	19112.99929	-4215.99929
	Junio	19513	66	-1	-2.2051E-15	-66	-1.4553E-13	19190.64229	322.35771
	Julio	18093	67	-0.8660254	-0.5	-58.0237021	-33.5	19962.46258	-1869.46258
	Agosto	18978	68	-0.5	-0.8660254	-34	-58.8897275	21312.49121	-2334.49121
	Septiembre	22019	69	-3.1853E-15	-1	-2.1978E-13	-69	22962.39057	-943.39057
	Octubre	17988	70	0.5	-0.8660254	35	-60.6217783	24543.42229	-6555.42229
	Noviembre	23465	71	0.8660254	-0.5	61.4878037	-35.5	25695.33105	-2330.33105
	Diciembre	32661	72	1	-1.4702E-15	72	-1.0585E-13	26165.62675	6495.37325

Cuadro 24 Predicción y error de la predicción

Año	Mes	y	X1	X2	X3	X4	X5	PREDICCIÓN	ERROR
2000	Enero	19430	73	0.8660254	0.5	63.2198545	36.5	25881.9252	-6451.92517
	Febrero	20172	74	0.5	0.8660254	37	64.0858799	24976.7078	-4804.70777
	Marzo	21627	75	-2.4492E-16	1	-1.8369E-14	75	23756.4289	-2129.42885
	Abril	20635	76	-0.5	0.8660254	-38	65.8179307	22622.0138	-1987.01385
	Mayo	24114	77	-0.8660254	0.5	-66.6839561	38.5	21961.351	2152.64898
	Junio	22949	78	-1	5.1454E-15	-78	4.0134E-13	22042.605	906.39499
	Julio	20295	79	-0.8660254	-0.5	-68.4160069	-39.5	22937.6763	-2642.67627
	Agosto	25625	80	-0.5	-0.8660254	-40	-69.2820323	24497.5709	1127.42915
	Septiembre	21794	81	-3.4303E-15	-1	-2.7785E-13	-81	26387.7177	-4593.71773
	Octubre	30182	82	0.5	-0.8660254	41	-71.0140831	28175.0044	2006.99559
	Noviembre	33249	83	0.8660254	-0.5	71.8801085	-41.5	29443.9097	3805.09028
	Diciembre	28902	84	1	-1.7152E-15	84	-1.4408E-13	29910.5944	-1008.59443
2001	Enero	26347	85	0.8660254	0.5	73.6121593	42.5	29503.6419	-3156.64188
	Febrero	28135	86	0.5	0.8660254	43	74.4781847	28388.5585	-253.558525
	Marzo	26411	87	7.1055E-15	1	6.1818E-13	87	26928.0321	-517.03209
	Abril	22841	88	-0.5	0.8660254	-44	76.2102355	25587.3621	-2746.36213
	Mayo	24005	89	-0.8660254	0.5	-77.0762609	44.5	24809.7027	-804.702745
	Junio	26655	90	-1	-1.715E-15	-90	-1.5435E-13	24894.5677	1760.43227
	Julio	33289	91	-0.8660254	-0.5	-78.8083117	-45.5	25912.89	7376.11004
	Agosto	29219	92	-0.5	-0.8660254	-46	-79.6743371	27682.6505	1536.3495
	Septiembre	27310	93	-3.6753E-15	-1	-3.4181E-13	-93	29813.0449	-2503.04489
	Octubre	29683	94	0.5	-0.8660254	47	-81.406388	31806.5865	-2123.58653
	Noviembre	36312	95	0.8660254	-0.5	82.2724134	-47.5	33192.4884	3119.51161
	Diciembre	39331	96	1	-1.9602E-15	96	-1.8818E-13	33655.5621	5675.43789
2002	Enero	34784	97	0.8660254	0.5	84.0044642	48.5	33125.3586	1658.64141
	Febrero	32867	98	0.5	0.8660254	49	84.8704896	31800.4093	1066.59072
	Marzo	29700	99	2.4514E-16	1	2.4269E-14	99	30099.6353	-399.63533
	Abril	35781	100	-0.5	0.8660254	-50	86.6025404	28552.7104	7228.28959
	Mayo	35687	101	-0.8660254	0.5	-87.4685658	50.5	27658.0545	8028.94553
	Junio	38123	102	-1	5.6355E-15	-102	5.7482E-13	27746.5305	10376.4696
	Julio	37268	103	-0.8660254	-0.5	-89.2006166	-51.5	28888.1037	8379.89635
	Agosto	29806	104	-0.5	-0.8660254	-52	-90.066642	30867.7301	-1061.73014
	Septiembre	29464	105	3.1851E-15	-1	3.3443E-13	-105	33238.3721	-3774.37205
	Octubre	34527	106	0.5	-0.8660254	53	-91.7986928	35438.1687	-911.168652
	Noviembre	40116	107	0.8660254	-0.5	92.6647182	-53.5	36941.0671	3174.93294
	Diciembre	48724	108	1	-2.2053E-15	108	-2.3817E-13	37400.5298	11323.4702
2003	Enero	36154	109	0.8660254	0.5	94.396769	54.5	36747.0753	-593.075303
	Febrero	35529	110	0.5	0.8660254	55	95.2627944	35212.26	316.739955
	Marzo	31020	111	4.9017E-16	1	5.4409E-14	111	33271.2386	-2251.23857
	Abril	33502	112	-0.5	0.8660254	-56	96.9948452	31518.0587	1983.94131
	Mayo	31804	113	-0.8660254	0.5	-97.8608706	56.5	30506.4062	1297.5938
	Junio	29802	114	-1	5.8805E-15	-114	6.7038E-13	30598.4932	-796.49317
	Julio	35877	115	-0.8660254	-0.5	-99.5929214	-57.5	31863.3173	4013.68266
	Agosto	33314	116	-0.5	-0.8660254	-58	-100.458947	34052.8098	-738.809775
	Septiembre	33638	117	-4.1654E-15	-1	-4.8735E-13	-117	36663.6992	-3025.69921
	Octubre	36624	118	0.5	-0.8660254	59	-102.190998	39069.7508	-2445.75077
	Noviembre	42874	119	0.8660254	-0.5	103.057023	-59.5	40689.6457	2184.35427
	Diciembre	57599	120	1	-9.5557E-15	120	-1.1467E-12	41145.4975	16453.5025

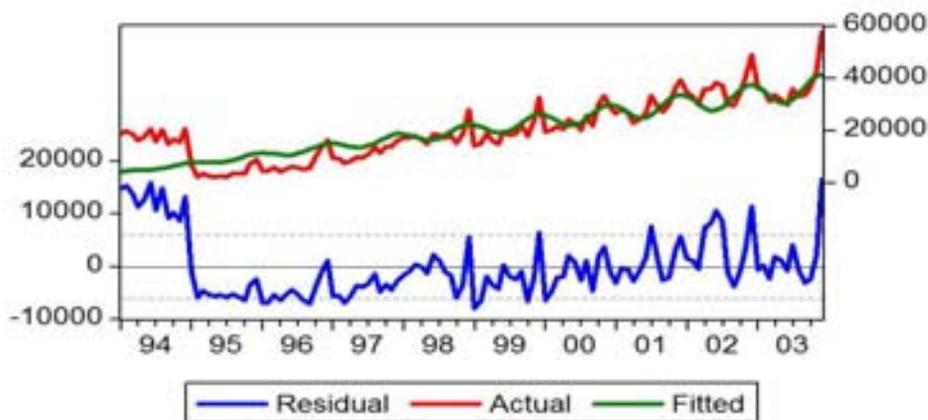
Gráficamente:

Gráfica 31 Pronóstico al aumentar las variables x_4 y x_5



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica (32) Residuales



Fuente: Elaboración Propia.

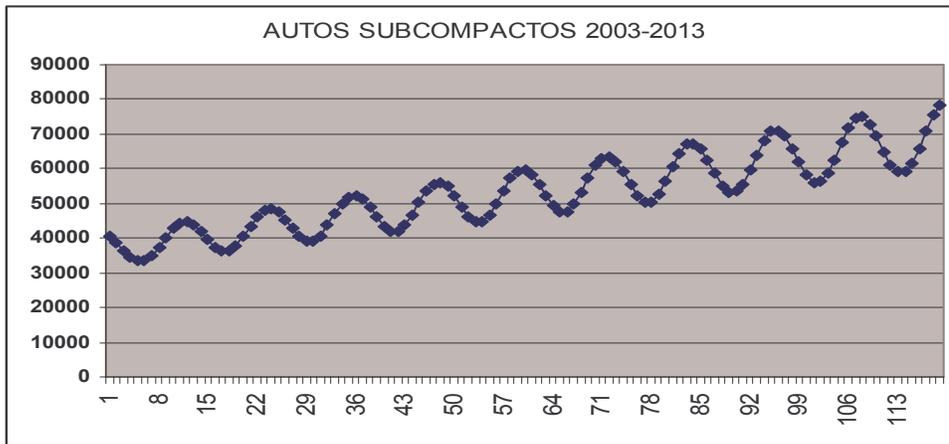
El valor de R^2 es de .73 indica que las variables explicativas, en conjunto, son las causas de cerca del 73% de la variación en las ventas de autos subcompactos observadas. La variabilidad de los datos observados es de 11466.4802, en la regresión simple la variabilidad es de 6241.47631(45.5%), en el modelo senoidal sin agregar las alturas se tienen de 6005.07479 (47.6%) y agregando las alturas se tiene 5929.36265(48.28%) mostrando que la regresión múltiple es mejor ya que disminuye considerablemente el margen de error. Posteriormente se realizara el análisis de los residuales para la verificación del modelo(sin las alturas), antes de esto se mostrarán las estimaciones para 2004-2013 cuando se incluyen las variable x_4 y x_5 . (cuadro 25)

Cuadro 25 Estimaciones para 2004-2013

Año	Mes	Estimación	Año	Mes	Estimación
2004	E	40368.792	2007	E	51233.9421
	F	38624.1108		F	48859.6631
	M	36442.8418		M	45957.6515
	A	34483.407		A	43379.4518
	M	33354.7579		M	41899.8131
	J	33450.4559		J	42006.3441
	J	34838.531		J	43764.1721
	A	37237.8894		A	46793.1283
	S	40089.0264		S	50365.0078
	O	42701.3329		O	53596.0793
	N	44438.2244		N	55683.9604
	D	44890.4652		D	56125.3682
2005	E	43990.5087	2008	E	54855.6589
	F	42035.9616		F	52271.5138
	M	39614.4451		M	49129.2548
	A	37448.7552		A	46344.8001
	M	36203.1097		M	44748.1649
	J	36302.4186		J	44858.3068
	J	37813.7447		J	46739.3858
	A	40422.9691		A	49978.208
	S	43514.3535		S	53790.335
	O	46332.915		O	57227.6614
	N	48186.8031		N	59432.5391
	D	48635.4328		D	59870.3359
2006	E	47612.2254	2009	E	58477.3756
	F	45447.8123		F	55683.3646
	M	42786.0483		M	52300.858
	A	40414.1035		A	49310.1484
	M	39051.4614		M	47596.5166
	J	39154.3813		J	47710.2695
	J	40788.9584		J	49714.5995
	A	43608.0487		A	53163.2876
	S	46939.6807		S	57215.6622
	O	49964.4971		O	60859.2435
	N	51935.3817		N	63181.1178
	D	52380.4005		D	63615.3036
Año	Mes	Estimación	Año	Mes	Estimación
2010	E	62099.0923	2012	E	69342.5257
	F	59095.2154		F	65918.9169
	M	55472.4613		M	61815.6677
	A	52275.4966		A	58206.1932
	M	50444.8683		M	56141.5718
	J	50562.2322		J	56266.1577
	J	52689.8132		J	58640.2405
	A	56348.3673		A	62718.5265
	S	60640.9893		S	67491.6437
	O	64490.8256		O	71753.9899
	N	66929.6964		N	74426.8538
	D	67360.2712		D	74850.2066
2011	E	65720.809	2013	E	72964.2424
	F	62507.0661		F	69330.7676
	M	58644.0645		M	64987.271
	A	55240.8449		A	61171.5415
	M	53293.22		M	58989.9235
	J	53414.1949		J	59118.1204
	J	55665.0269		J	61615.4542
	A	59533.4469		A	65903.6062
	S	64066.3165		S	70916.9708
	O	68122.4077		O	75385.572
	N	70678.2751		N	78175.4324
	D	71105.2389			

El motivo de aumentar las variables x_4 y x_5 es con la finalidad de observar donde se dan los valles y las crestas.

Gráfica 33 Autos subcompactos 2003-2013



Fuente: Elaboración Propia.

Se observa claramente que en diciembre es la venta fuerte, en enero inicia el descenso hasta julio; con agosto empieza a subir nuevamente las ventas.

Como se explico anteriormente a partir de 1995 debido a las fuertes crisis de la economía se inicia una transformación de estrategias ya mencionadas para reactivar la demanda, es por ello que se realizaron nuevamente cálculos de estimación quitando 1994.

Nuevamente el modelo que se obtuvo con regresión lineal simple es:

$$\hat{Y} = \beta_1 + \beta_2 x + \epsilon \quad (67)$$

Sustituyendo se obtiene:

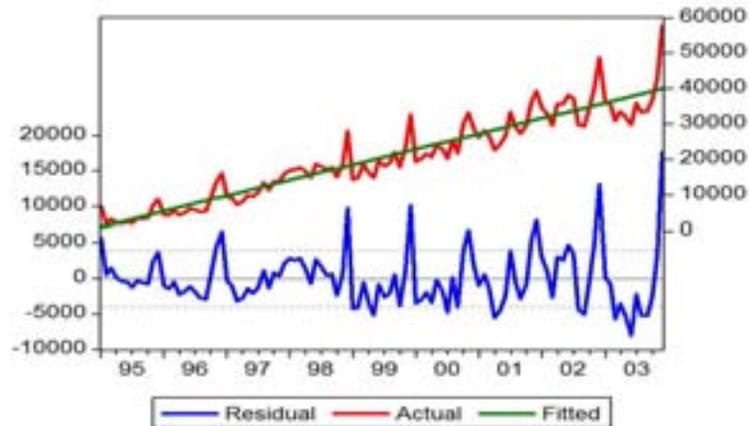
$$\hat{Y}_1 = 754.5201 + 362.979(1) = 1117.49$$

$$\hat{Y}_2 = 754.5201 + 362.979(2) = 1480.46$$

El valor de $\beta_2 = 362.979$ mide la pendiente de la curva, indica que, dentro de un rango muestral de x entre 1 y 108, son los períodos por mes, a medida que x incrementa las ventas en ese mes en una unidad, el incremento estimado en la media de ese período mensual asciende a cerca de 362.979 unidades. El valor $\beta_1 = 754.5201$ es el intercepto de la línea e indica el nivel promedio de ventas cuando en determinado mes es cero (es decir si en determinado periodo las ventas fueran cero, se esperaría que las ventas de autos o consumo promedio por marca dentro de la categoría de los subcompactos fuera aproximadamente 754.5201 unidades por mes); Sin embargo, está es una interpretación mecánica del intercepto.

En el análisis de regresión, este tipo de interpretación literal, del término intercepto puede no siempre tener sentido, aunque este ejemplo puede argumentarse que si no hay ventas para determinado periodo o estas bajan para la empresa significa mantener algún nivel mínimo de ventas para cada empresa que requiera las balatas. El valor r^2 significa que cerca del 89% de la variación de las ventas de los autos subcompactos o bien el consumo de dicho bien mensual está explicado por la variación en el mes en que se encuentre. (ver gráfica 34)

Gráfica 34 Residual



Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro 26 se muestra la predicción así como el error de la predicción; durante el período 1995-2003 donde la media de las ventas de autos subcompactos aumenta 362.9679 unidades al cambiar de mes; esto es la propensión marginal a consumir este segmento estuvo cercana a las 362.9679 unidades; si lo interpreto literal cuando en el mes en curso es cero las ventas, la media de ventas de autos habría sido 754.52 unidades.

Cuadro 26 Estimaciones de ventas de autos subcompactos 1995-2003

ANO	Mes	Y	Pronóstico para Y	Residual	ANO	Mes	Y	Pronóstico para Y	Residual
1995	Enero	6810	1117.487937	5692.51206	2000	Enero	19430	22895.55962	-3465.55962
	Febrero	2060	1480.455799	579.544201		Febrero	20172	23258.52748	-3086.52748
	Marzo	3342	1843.42366	1498.57634		Marzo	21627	23621.49534	-1994.49534
	Abril	2354	2206.391521	147.608479		Abril	20635	23984.4632	-3349.4632
	Mayo	2217	2569.359383	-352.359383		Mayo	24114	24347.43106	-233.431062
	Junio	2435	2932.327244	-497.327244		Junio	22949	24710.39892	-1761.39892
	Julio	2100	3295.295105	-1195.29511		Julio	20295	25073.36679	-4778.36679
	Agosto	3346	3658.262967	-312.262967		Agosto	25625	25436.33465	188.665354
	Septiembre	3448	4021.230828	-573.230828		Septiembre	21794	25799.30251	-4005.30251
	Octubre	3663	4384.198689	-721.198689		Octubre	30182	26162.27037	4019.72963
	Noviembre	7245	4747.166551	2497.83345		Noviembre	33249	26525.23823	6723.76177
	Diciembre	8766	5110.134412	3655.86559		Diciembre	28902	26888.20609	2013.79391
1996	Enero	4433	5473.102273	-1040.10227	2001	Enero	26347	27251.17395	-904.173953
	Febrero	4450	5836.070135	-1386.07013		Febrero	28135	27614.14181	520.858186
	Marzo	5721	6199.037996	-478.037996		Marzo	26411	27977.10968	-1566.10968
	Abril	4325	6562.005857	-2237.00586		Abril	22841	28340.07754	-5499.07754
	Mayo	5187	6924.973719	-1737.97372		Mayo	24005	28703.0454	-4698.0454
	Junio	6168	7287.94158	-1119.94158		Junio	26655	29066.01326	-2411.01326
	Julio	5784	7650.909441	-1866.90944		Julio	33289	29428.98112	3860.01888
	Agosto	5315	8013.877303	-2698.8773		Agosto	29219	29791.94898	-572.948982
	Septiembre	5525	8376.845164	-2851.84516		Septiembre	27310	30154.91684	-2844.91684
	Octubre	9391	8739.813025	651.186975		Octubre	29683	30517.88471	-834.884705
	Noviembre	13426	9102.780887	4323.21911		Noviembre	36312	30880.85257	5431.14743
	Diciembre	16027	9465.748748	6561.25125		Diciembre	39331	31243.82043	8087.17957
1997	Enero	9504	9828.716609	-324.716609	2002	Enero	34784	31606.78829	3177.21171
	Febrero	9123	10191.68447	-1068.68447		Febrero	32867	31969.75615	897.24385
	Marzo	7383	10554.65233	-3171.65233		Marzo	29700	32332.72401	-2632.72401
	Abril	8191	10917.62019	-2726.62019		Abril	35781	32695.69187	3085.30813
	Mayo	9862	11280.58805	-1418.58805		Mayo	35687	33058.65973	2628.34027
	Junio	9544	11643.55592	-2099.55592		Junio	38123	33421.6276	4701.3724
	Julio	10708	12006.52378	-1298.52378		Julio	37268	33784.59546	3483.40454
	Agosto	13466	12369.49164	1096.50836		Agosto	29806	34147.56332	-4341.56332
	Septiembre	11397	12732.4595	-1335.4595		Septiembre	29464	34510.53118	-5046.53118
	Octubre	13891	13095.42736	795.572639		Octubre	34527	34873.49904	-346.499041
	Noviembre	13857	13458.39522	398.604777		Noviembre	40116	35236.4669	4879.5331
	Diciembre	16027	13821.36308	2205.63692		Diciembre	48724	35599.43476	13124.5652
1998	Enero	17050	14184.33095	2865.66905	2003	Enero	36154	35962.40263	191.597375
	Febrero	17176	14547.29881	2628.70119		Febrero	35529	36325.37049	-796.370486
	Marzo	17796	14910.26667	2885.73333		Marzo	31020	36688.33835	-5668.33835
	Abril	16552	15273.23453	1278.76547		Abril	33502	37051.30621	-3549.30621
	Mayo	14934	15636.20239	-702.202391		Mayo	31804	37414.27407	-5610.27407
	Junio	18662	15999.17025	2662.82975		Junio	29802	37777.24193	-7975.24193
	Julio	18081	16362.13811	1718.86189		Julio	35877	38140.20979	-2263.20979
	Agosto	17209	16725.10597	483.894025		Agosto	33314	38503.17765	-5189.17765
	Septiembre	17764	17088.07384	675.926164		Septiembre	33638	38866.14552	-5228.14552
	Octubre	15075	17451.0417	-2376.0417		Octubre	36624	39229.11338	-2605.11338
	Noviembre	18439	17814.00956	624.990441		Noviembre	42874	39592.08124	3281.91876
	Diciembre	27940	18176.97742	9763.02258		Diciembre	57599	39955.0491	17643.9509

Con la ecuación 67 anterior se puede predecir las ventas de 2004/01-2004/02(ver cuadro 27)

Sustituyendo se obtiene:

$$\hat{Y}_{109} = 754.5201 + 362.9679(109) = 40318.017$$

$$\hat{Y}_{110} = 754.5201 + 362.9679(109) = 40680.9848$$

Teniendo una variación porcentual con respecto al mismo mes del año anterior un incremento en este segmento para 2004/01 del 11.51 % el incremento tomando la serie de 1994-2003 salió 10.67% teniendo una diferencia este último con respecto al anterior de .84% se mostrara a continuación cual sería la estimación de 2004-2007¹⁶ con los coeficientes obtenidos de la ecuación 67

Cuadro 27 Estimaciones de ventas de autos subcompactos 2004-2007

2004	Mes	Estimación	2006	Mes	Estimación
	Enero	40318.017		Enero	49029.2456
	Febrero	40680.9848		Febrero	49392.2135
	Marzo	41043.9527		Marzo	49755.1814
	Abril	41406.9205		Abril	50118.1492
	Mayo	41769.8884		Mayo	50481.1171
	Junio	42132.8563		Junio	50844.0849
	Julio	42495.8241		Julio	51207.0528
	Agosto	42858.792		Agosto	51570.0207
	Septiembre	43221.7599		Septiembre	51932.9885
	Octubre	43584.7277		Octubre	52295.9564
	Noviembre	43947.6956		Noviembre	52658.9242
	Diciembre	44310.6634		Diciembre	53021.8921
2005	Enero	44673.6313	2007	Enero	53384.86
	Febrero	45036.5992		Febrero	53747.8278
	Marzo	45399.567		Marzo	54110.7957
	Abril	45762.5349		Abril	54473.7636
	Mayo	46125.5027		Mayo	54836.7314
	Junio	46488.4706		Junio	55199.6993
	Julio	46851.4385		Julio	55562.6671
	Agosto	47214.4063		Agosto	55925.635
	Septiembre	47577.3742		Septiembre	56288.6029
	Octubre	47940.342		Octubre	56651.5707
	Noviembre	48303.3099		Noviembre	57014.5386
	Diciembre	48666.2778		Diciembre	57377.5064

Ahora veremos las diferencias del modelo de regresión múltiple sin tomar en cuenta 1994, la ecuación sigue siendo la misma así como las variables a tomar, lo que cambia es el rango tomado de los datos. (como se observo en el punto 4.3.5)

El modelo de predicción calculado por el método de mínimos cuadrados como la ecuación que mejor se ajusta a los datos de ventas de autos subcompactos es:

$$\hat{y}_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (68)$$

¹⁶ No se estima hasta 20013, puesto que solo se quiere plasmar como sería la estimación con los nuevos coeficientes obtenidos sin tomar en cuenta 1994; si se compararon los resultados obtenidos con los coeficientes obtenidos de 1994-2003 con 1995-2003 para la obtención del pronóstico de enero del 2004.

Sustituyendo:

$$\hat{y}_1 = 853.9648 + 361.1432 t + 2563.021 \cos \frac{2\pi}{12} t + (-263.6194) \operatorname{sen} \frac{2\pi}{12} t$$

$$\hat{y}_1 = 853.9648 + 361.1432 (1) + 2563.021 (.8660254) + (-263.6194) (.5)$$

$$\hat{y}_1 = 3302.93921$$

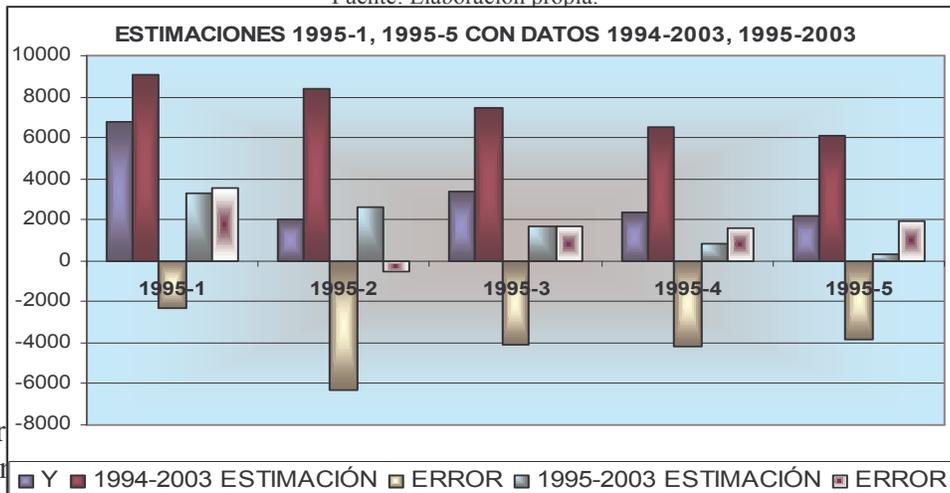
Al comparar los resultados de la regresión realizada con los datos de 1994-2003 con 1995-2003 se tiene para el valor de prueba 1995-1 da una sobreestimación de 2284.94 si lo relacionamos con la mitad de 6810 que es de 3405 se sobreestima aun el valor a 6049.95; en cambio con la estimación 1995-2003 para el valor de prueba de 1995-1 el margen de error es menor siendo este de 3507.0679 al compararlo con la mitad de 6810 se tiene que la depreciación es de 102.06; observando que al quitar la serie que presenta mayor volatilidad por la incertidumbre de la captación de la demanda, se obtiene un mejor acercamiento al valor real. (Como se observa en el cuadro 27 y el gráfica 35)

Cuadro 27 Estimaciones 1995-1, 1995-5 con datos 1994-2003, 1995-2003

	1994-2003			1995-2003		
	Y	ESTIMACIÓN	ERROR	Y	ESTIMACIÓN	ERROR
1995-1	6810	9094.94837	-2284.94837	6810	3302.93921	3507.06079
1995-2	2060	8379.27338	-6319.27338	2060	2629.46034	-569.460343
1995-3	3342	7422.64972	-4080.64972	3342	1673.77492	1668.22508
1995-4	2354	6555.09506	-4201.09506	2354	788.726122	1565.27388
1995-5	2217	6082.76108	-3865.76108	2217	308.23007	1908.76993

Gráfica 35 Estimaciones

Fuente: Elaboración propia.



La inter-
hubiesen
853.964

al, x_2 , x_3
ercana a

unidades. Pero como se observa en diversas ocasiones, esta interpretación del intercepto es puramente mecánica. β_1 , β_2 , β_3 representan el cambio en el valor esperado de y , por un cambio esperado unitario en x_1 , x_2 y x_3 respectivamente. Coeficiente de regresión

parcial de 361.1432 significa mantener constante x_2 , la venta de autos observada en promedio aumentó 361 unidades por cada mes durante el período 1995-2003. De igual forma, al mantener las ventas constantes en los siguientes meses, el valor del coeficiente 2563.021 implica que durante el mismo período de tiempo la ventas observadas en promedio, aumentan en 2563 unidades por cada unidad de incremento de las ventas anticipadas o esperadas; al mantener constante a x_1 y x_2 , las ventas observadas se reducen cerca de 263. Se tiene, cuando aumenta y o disminuye a una unidad cambiante para los diversos valores de x ; β_1 , me esta dando el efecto lineal; β_2 y β_3 me dan el efecto curvilíneo es decir que β_0 da la ordenada del origen, ; β_1 , da la pendiente de las ventas con la constante que se daría en cada mes, β_2 nos da el efecto del incremento de la constate en unidades que se podría dar en cada mes ya sea presentando un valle o una cresta de acuerdo al mes que se encuentre la venta y β_3 se refiere a la pendiente que representa el efecto de interacción del número de unidades producidas que salen a la venta en determinado mes provocando valle o cresta. El ε es el error aleatorio en y (venta de autos subcompactos) para cada t (representa cada mes). El valor de R^2 es de .91 indica que las variables explicativas, en conjunto, son las causas de cerca del 91% de la variación en las ventas de autos subcompactos observadas.

Las estimaciones de 2004-2005 son las siguientes:

Cuadro 28 Estimaciones de 2004-2005

Año	Mes		Año	Mes	
2004	E	46640.1236	2007	E	59641.2788
	F	45966.6446		F	58967.7998
	M	45010.959		M	58012.1142
	A	44125.91		A	57127.0652
	M	43645.4138		M	56646.569
	J	43794.987		J	56796.1422
	J	44631.3196		J	57632.4748
	A	46027.085		A	59028.2402
	S	47705.057		S	60706.2122
	O	49312.3924		O	62313.5476
	N	50515.175		N	63516.3302
	D	51087.8882		D	64089.0434
2005	E	50973.842	2008	E	63974.9972
	F	50300.363		F	63301.5182
	M	49344.6774		M	62345.8326
	A	48459.6284		A	61460.7836
	M	47979.1322		M	60980.2874
	J	48128.7054		J	61129.8606
	J	48965.038		J	61966.1932
	A	50360.8034		A	63361.9586
	S	52038.7754		S	65039.9306
	O	53646.1108		O	66647.266
	N	54848.8934		N	67850.0486
	D	55421.6066		D	68422.7618
2006	E	55307.5604	2009	E	68308.7156
	F	54634.0814		F	67635.2366
	M	53678.3958		M	66679.551
	A	52793.3468		A	65794.502
	M	52312.8506		M	65314.0058
	J	52462.4238		J	65463.579
	J	53298.7564		J	66299.9116
	A	54694.5218		A	67695.677
	S	56372.4938		S	69373.649
	O	57979.8292		O	70980.9844
	D	59755.325		N	72183.767
				D	72756.4802

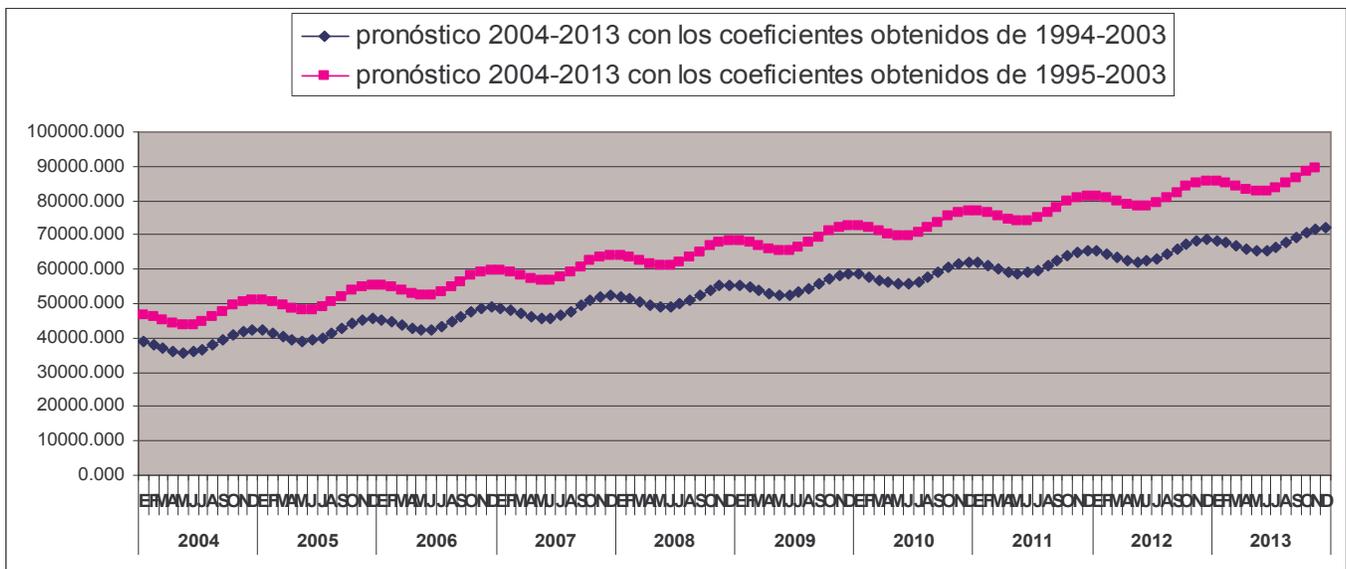
Cuadro 28 Estimaciones de 2004-2005

Año	Mes		Año	Mes	
2010	E	72642.434	2012	E	81309.8708
	F	71968.955		F	80636.3918
	M	71013.2694		M	79680.7062
	A	70128.2204		A	78795.6572
	M	69647.7242		M	78315.161
	J	69797.2974		J	78464.7342
	J	70633.63		J	79301.0668
	A	72029.3954		A	80696.8322
	S	73707.3674		S	82374.8042

Haciendo un cuadro comparativo de los pronósticos 2004-2013 con el modelo senoidal se tiene:

Gráfica 36 Comparativo de Estimaciones

Fuente: Elaboración propia.



la producción de balatas puesto que las ventas de autos subcompactos van a empezar a disminuir; siendo mayo y junio los meses más afectados. Así que debe distribuir su producción para seis meses para que no incurra en excedentes, para julio-agosto reactivar la producción para poder cubrir satisfactoriamente la demanda para los cuatro meses siendo más fuerte noviembre-diciembre que se dan a conocer los nuevos modelos. Hay que notar en los meses de mayo- agosto inicia el remate de las unidades rezagadas se trata estos meses de sacar todo el inventario e inician las promociones; por ejemplo: sacar el auto con

seguro gratis, durante este inter la mayoría de las distribuidoras inician el ensamblado mientras sacan el inventario; la empresa Remsa debe de contemplar estos desfases. La estimación que se realizó sin contemplar 1994 dan más altas, con el análisis de los residuales verificaremos cual es mejor. Las variaciones con respecto a enero de 2003 con las proyecciones de 2004 son las siguientes, en la primera proyección que se realizó se obtuvo un valor para 2004 de enero de 38796.99, (enero de 2003 es 36154); la variación que se presenta es de 7.3%, las ventas al público en el mercado nacional crecieron 7.1 por ciento¹⁷, teniendo una diferencia de .2%; obteniendo la variación porcentual de enero del 2004 (38796) y enero 2005(42097) se espera un crecimiento de 8.5 por ciento. Con el modelo que se le quito la serie de 1994 se tiene una proyección para el 2004 enero de 46640 dando una variación del 29% siendo normal la diferencia con el primero de 21.7% si lo analizamos de la siguiente manera que el primer modelo al tener completa la serie de autos subcompactos la estimación refleja las ventas netas efectuadas por los consumidores en cambio en el segundo se obtiene la diferencia de 21.7% expresando la disminución de la producción donde AMIA obtuvo 21.2% dando una diferencia de .5%

Cuadro 29 Comparativo de las estimaciones

Año	Mes	Estimación	Estimación
2004	E	38796.999	46640.1236
	F	38081.324	45966.6446
	M	37124.701	45010.959
	A	36257.146	44125.91
	M	35784.813	43645.4138
	J	35907.952	43794.987
	J	36667.261	44631.3196
	A	37932.974	46027.085
	S	39439.635	47705.057
	O	40857.228	49312.3924
	N	41879.599	50515.175
	D	42306.498	51087.8882
2005	E	42097.227	50973.842
	F	41381.552	50300.363
	M	40424.929	49344.6774
	A	39557.374	48459.6284
	M	39085.041	47979.1322
	J	39208.180	48128.7054
	J	39967.489	48965.038
	A	41233.202	50360.8034
	S	42739.863	52038.7754
	O	44157.4555	53646.1108
	N	45179.8274	54848.8934
	D	45606.726	55421.6066

¹⁷ Información obtenida por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA)

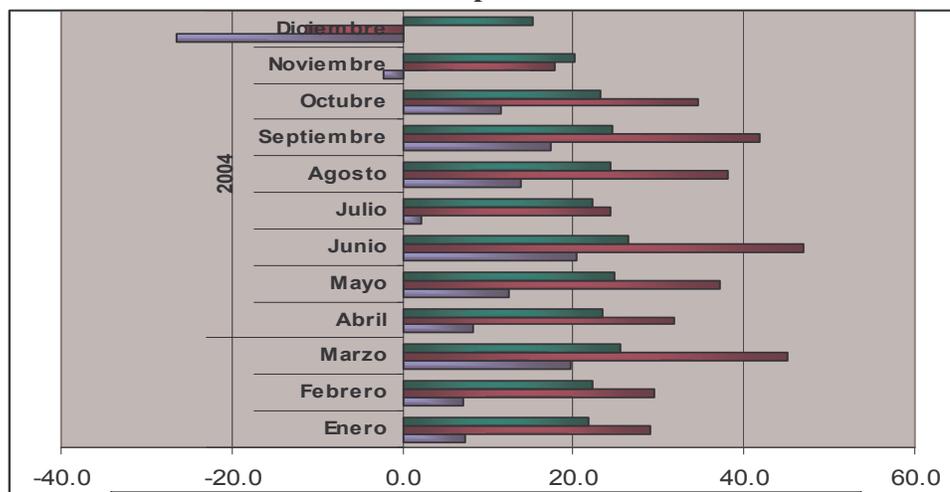
Se presenta el siguiente cuadro donde la tercera columna indica la estimación para 2004 con los coeficientes obtenidos con el modelo senoidal contando con una serie que abarca de 1994-2003, la siguiente columna da la estimación del modelo senoidal sin contar 1994, la última columna sacando la diferencia de las anteriores da la disminución de la producción estimada para el año de 2004.

Cuadro 30 Comparación de Estimaciones

		Estimación 1	Estimación 2	Disminución de la producción
2004	Enero	7.3	29.0	21.7
	Febrero	7.2	29.4	22.2
	Marzo	19.7	45.1	25.4
	Abril	8.2	31.7	23.5
	Mayo	12.5	37.2	24.7
	Junio	20.5	47.0	26.5
	Julio	2.2	24.4	22.2
	Agosto	13.9	38.2	24.3
	Septiembre	17.2	41.8	24.6
	Octubre	11.6	34.6	23.1
	Noviembre	-2.3	17.8	20.1
	Diciembre	-26.5	-11.3	15.2

Gráficamente, el cuadro anterior se presenta de la siguiente manera, hay que recordar que las variaciones con respecto al mismo mes nos indica que han aumentado con respecto al mes anterior muestran una disminución porque no siempre son autos nacionales, es decir que en el primer modelo se tiene un aumento 7.3% las ventas en el mes de enero; si el valor de enero del 2004 es de 38796 con diciembre del 2003 con un valor de 57599 se obtiene -32.64% indica una disminución de ventas; es natural que salga negativo puesto que a veces las ventas no son cubiertas por autos nacionales provocando una disminución de la producción para no incurrir en pérdidas.

Gráfica 37 Comparación de Estimaciones



Fuente: Elaboración Propia.

Con la verificación de los residuales se verá que modelo es mejor, para la proyección de los autos subcompactos.

4.3.6 Validación de la experimentación

La estimación recursiva y las técnicas afines son útiles en situaciones importantes en los pronósticos, incluyendo la evaluación de estabilidad y la selección del modelo, en análisis de modelos estacionales de pronóstico; ya que este comportamiento no sea constante, sino que evolucione con el tiempo. Con frecuencia, las relaciones comerciales y económicas varían con el tiempo. Los procedimientos de estimación recursiva nos permiten evaluar y rastrear los parámetros variables en el tiempo y en consecuencia, son útiles para elaborar y evaluar diversos modelos de pronósticos.

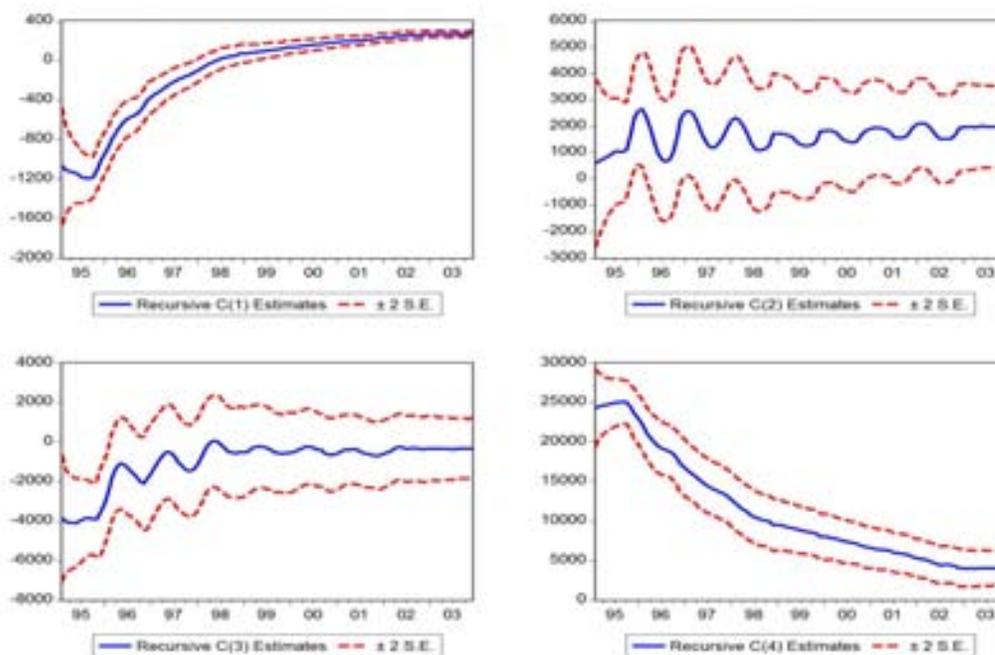
4.3.6.1 Estimación Recursiva: Coeficientes Recursivos

La estimación recursiva significa comenzar con una muestra pequeña de datos, estimar un modelo, agregar una observación, volver a estimar el modelo y continuar en esta forma hasta agotar la muestra. En cada estimación obtenemos un vector de estimaciones que nos permite a su vez calcular la predicción variable dependiente para el período siguiente y el error de predicción correspondiente. De este modo, con las sucesivas estimaciones, generamos las series de los llamados coeficientes recursivos y residuos recursivos. La idea es que si no hay cambios estructurales en la estimación de los parámetros se mantendrán constantes al ir aumentando la muestra secuencialmente y los residuos no se desviarán ampliamente de cero. Teniendo en cuenta las características comentadas anteriormente, el gráfico que se va a presentar es de los coeficientes recursivos; representa el comportamiento de cada uno de los estimadores al ir añadiendo observaciones a la muestra con la que se realiza la estimación. En la escala en la medida del eje de ordenadas para apreciar la magnitud de las variaciones, indica no constancia de los valores de los estimadores¹⁸ al ir añadiendo nuevas observaciones. Se muestra los cuatro estimadores recursivos de los parámetros. Cada una de las gráficas corresponde a un parámetro distinto y se utilizan escalas diferentes; lo único que se puede comparar entre gráficas es la

¹⁸ Se cálculo primero 1994-1998, 1994-1999... etc se le fue agregando hasta llegar a 2003, se observa claramente los cambios de los coeficientes al agregar mas datos. Las variaciones que se muestran en la gráfica visualizan claramente los cambios que se han dado en el sector automotriz de este segmento; como la agregación de programas a partir del 2000 este segmento ha ido creciendo, de tal magnitud que ocupa el primer lugar en ventas de todo el sector automotriz, ocupando un (64.5 por ciento de las ventas), seguidos por los compactos (29.4), los de lujo (5.2) y los deportivos, con 0.9 por ciento de las ventas de este segmento.

trayectoria que siguen los parámetros a través del tiempo. Todos los parámetros caen primero; el nivel general del inicio de la construcción hasta la mitad del 1995 tienden a elevarse y ello ocasiona que los estimadores aumenten, aunque se ve las fluctuaciones que surgen en cada período; sin embargo, los coeficientes se estabilizan corrigiendo la inestabilidad estructural.(ver gráfica 37)

Gráfica 38 Coeficientes recursivos



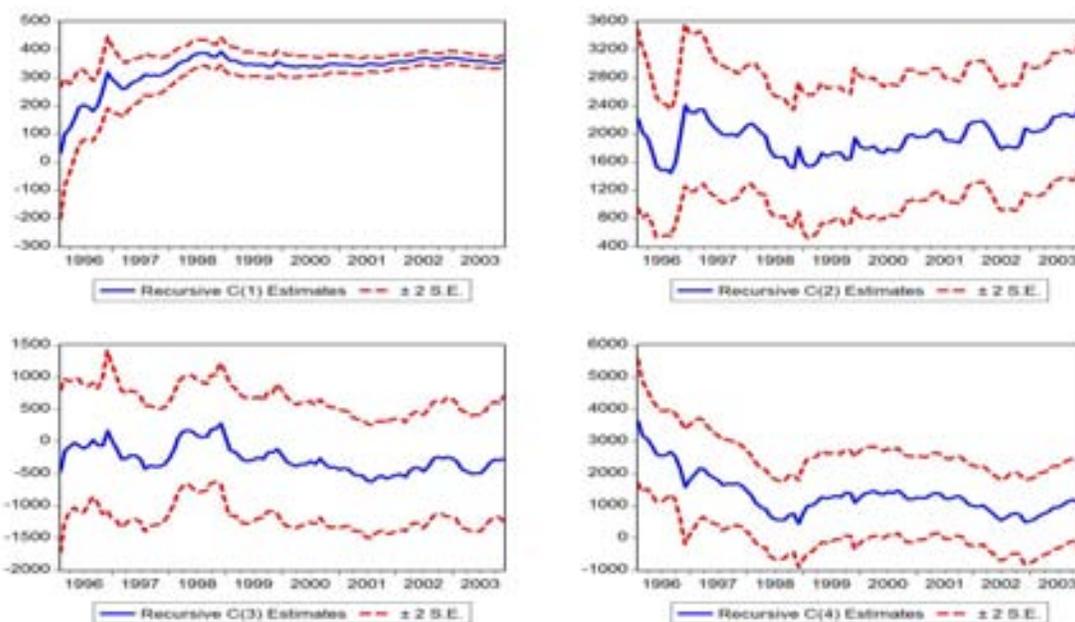
Fuente: Elaboración Propia.

En el modelo que se le quito 1994 se aprecian menos irregularidades, más estabilidad en las ventas, sobre todo si se comparan los gráficos del coeficiente cuatro, el primer gráfico se observa que cae indicando la baja de ventas en cambio en el segundo gráfico se observa que después de la baja de ventas inicia una estabilidad de 1999 a 2002, a la mitad de ese año bajan nuevamente, dicha disminución se debió que en el 2001 se lanzaron programas con tasa cero para incrementar las ventas provocando un adelanto de ventas para modelos de 2002 así llegando a la mitad de ese año con un notable descenso por el adelanto de las mismas; en su momento con el empuje del programa se da un sobrecalentamiento es decir hay mayor demanda que oferta, al sacar la producción antes de finalizar el año, aunque quedarán las distribuidoras con suficiente inventario; siempre cuando hay mayor demanda se incrementa el precio del bien, la demanda de dicho bien en el mercado dependerá del precio de la mercancía, del ingreso del consumidor, como están los precios de las otras mercancías sea por ejemplo: auto de lujo y compactos, etc. La preferencia de los consumidores, se debe al ingreso del pasado del consumidor es decir que tanta reserva tiene en su bolsillo así como la disponibilidad de crédito dará un comportamiento del

consumidor racional que de acuerdo a su ingreso y a los precios de las mercancías planifica sus gastos para obtener la mayor utilidad. Como se da la recuperación en el 2003, por la prociclicidad entre crecimiento económico y ventas de vehículos se reduce el tiempo; es decir se delimita la elasticidad ingreso de la demanda de autos (elasticidad ingreso es el cambio de la cantidad demanda con ingreso, quiere decir la variabilidad que hay en el mercado depende del ingreso del consumidor. Si se mantiene un precio accesible en el cual el cambio de la demanda en el mercado ya no es dependiente del ingreso siempre va a ver ventas por muy bajas que estas sean) por lo tanto, se reducen las amplias fluctuaciones a la baja, dando como resultado la apertura de nuevos modelos con precios reducidos.

Gráfica 39 Coeficientes recursivo

Fuente: Elaboración Propia.



4.3.6.2 Estimación Recursiva: Residuos Recursivos

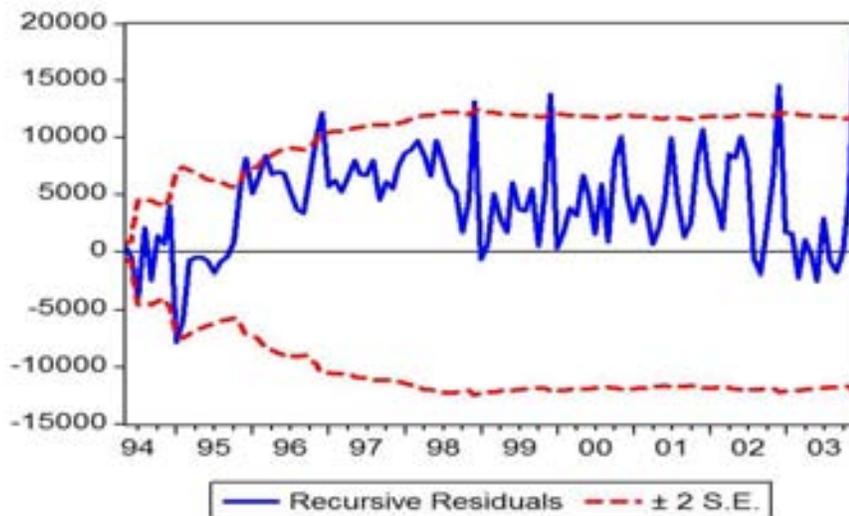
Los residuos recursivos son los errores de predicción que van de un periodo hacia adelante calculados en cada etapa de la estimación recursiva. La varianza de esos errores de pronóstico a una etapa cambia según crece el tamaño muestral, porque se estima con más precisión a medida que este aumenta.

La representación de la serie de residuos recursivos junto con sus bandas de confianza, definidas como ± 2 veces su desviación estándar, permite detectar inestabilidad en los parámetros cuando uno o varios residuos sobrepasan las bandas.

La representación de los residuos recursivos para el modelo que estamos analizando aparece en el gráfico 39. El resultado muestra que los residuos varían en torno al valor cero a mediados de 1994, vuelve a tocar hasta la mitad de 1995 dando saltos; primero negativo destacando un aspecto de la información de la difícil situación de la economía y por ende el desplome de la evolución del sector de automóviles, repercutiendo en los primeros meses de 1995; la alza que se ve a la mitad de 1995 es resultado en general desde principio de año

para realizar ajustes y apoyos ofrecidos en la Alianza para la Recuperación Económica (ARE) para estimular la demanda de autos, por ello se observa los saltos altos de la mitad de 1995 hasta la mitad de 1998; puesto que con ese apoyo se dio para la inversión para aumentar la capacidad de producción para lanzar al mercado modelos nuevos. Se observa en 1996 se sale un poco de la banda de confianza mostrando inestabilidad del modelo siendo esto natural por los ajustes antes mencionados se cambia la composición de los automóviles más comercializados para activar la demanda se le dio mayor valor de equipamiento a los autos compactos, reduciendo un 12% los autos subcompactos, en 1994 las unidades vendidas de autos fue 592,000 dividido en un 5% de lujo, 6% deportivos, 37% compactos y 52% subcompactos cambiando este rubro en 1996 a 325,000 unidades compuesta 10% de lujo, 4% deportivos, 46% subcompactos y 40% subcompactos, este cambio se inicia en 1995 y perdura hasta a 1997. En 1998 los subcompactos vuelven a tomar ventaja de los compactos, manteniéndose hasta el 2003. Los residuales se salen poco de las bandas de error estándar y cuando lo hacen es de tal forma que no indican un cambio estructural

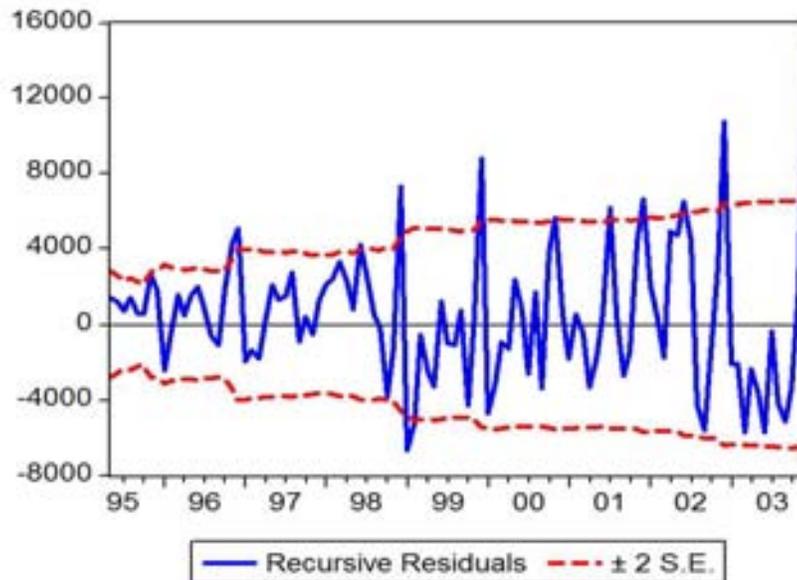
Gráfica 40 Residuales recursivos



Fuente: Elaboración Propia.

Al no mantenerse sobre cero, se interpreta que los residuales se relacionan con el ciclo económico y no con la tendencia al crecimiento.(gráfico 39)

Gráfica 41 Residuales Recursivos



Fuente: Elaboración Propia

Los residuales del modelo en que se quita 1994, se muestra estabilidad en el modelo (gráfico 40) puesto que los residuales no se desvían ampliamente de cero. Presenta saltos a la mitad de 1999 y 2002 pero se mantiene al valor cero; las salidas de las bandas no son tan grandes, en la gráfica muestra 1995 a 1998 irregularidades a pesar que se mantiene mas constante en cero, esto es por la activación de inversión que se dirigió más a autos compactos disminuyendo con respecto a 1994 un 21.2 % (variación anual obtenida de 1995 siendo el valor de 40.7% con respecto a 1994 siendo su valor de 51.7%) en cambio los compactos se incrementaron un 21.9% %(variación anual obtenida de 1995 siendo el valor de 45.0% con respecto a 1994 siendo su valor de 36.9%)para 1996 sigue bajando agregándose 1.4% aumentando mas los autos compactos un 3% estabilizándose en 1998 incrementando la variación anual un 15% dando un valor de 50.5% (ver cuadro 31) se presenta una salida de banda a mitad del 2002 siendo esto por los recortes de producción y los programas agresivos de ventas para disminuir existencias.

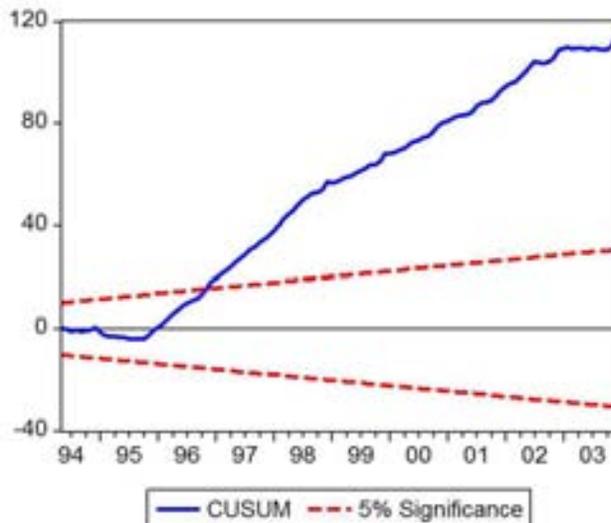
Cuadro 31 Ventas anuales de mayoreo

CATEGORIAS	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Subcompactos	44.2	44.8	53.7	51.0	46.9	48.2	51.7	40.7	40.1	43.8	50.5
Compactos	41.5	42.2	34.4	36.6	39.8	40.4	36.9	45.0	46.4	48.7	41.1
De Lujo	6.6	6.3	5.9	5.9	6.9	5.3	5.3	8.9	8.9	5.7	6.8
Deportivos	7.7	6.7	6.0	6.5	6.3	6.1	6.2	5.4	4.6	1.8	1.6
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Bloomberg

A Partir de los residuos recursivos se construye el estadístico CUSUM (suma acumulada de los residuales estandarizados. CUSUM tiene media cero, son sumas acumuladas que se alejen de dicho valor indican existencia de inestabilidad, se usa un nivel de confianza de 95%.

Gráfica 42 CUSUM

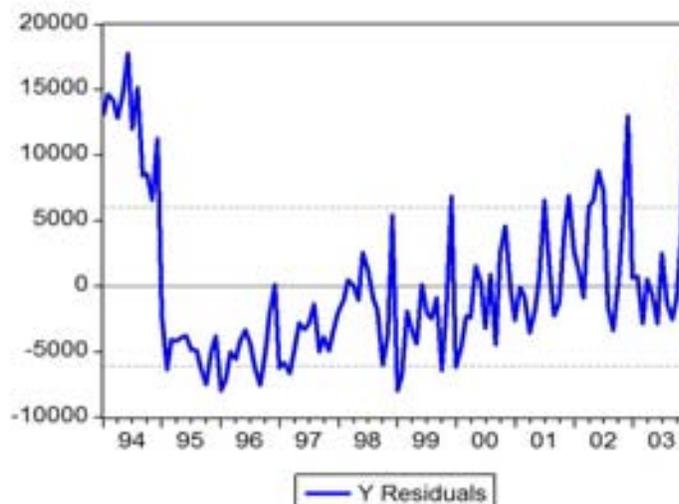


Fuente: Elaboración Propia.

El estadístico CUSUM permanece variando dentro de sus bandas de confianza como se muestra en el gráfico, sin embargo, a mediados de 1996 se produce un crecimiento fuerte del mismo que se aleja del valor cero de manera continua para el resto de la muestra, lo que constituye en su conjunto un indicio de inestabilidad del modelo; otra pauta que da inestabilidad del modelo es cuando sube gradualmente hasta que sale del intervalo al 95%.

Estadísticamente sale que hay inestabilidad pero no porque el modelo este mal sino por la constante variabilidad que presenta el sector automotriz, los cálculos como se mencionaron anteriormente en el 2004 se presenta un crecimiento de 7.3% según los datos AMIA es de 7.1% teniendo la estimación un error del .2%

Como se noto tanto los estimadores recursivos de los parámetros, los residuales recursivos revelan inestabilidad; es por ello que se analiza los residuales recursivos estandarizados



para ubicar la naturaleza de la inestabilidad.

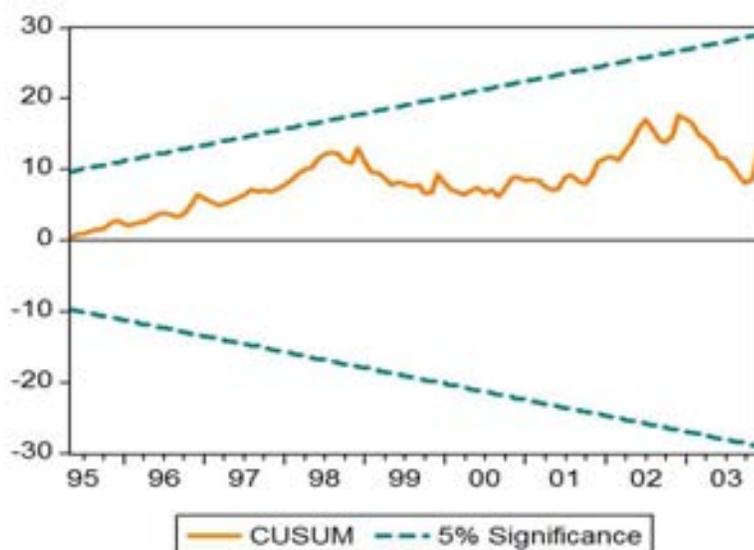
Gráfica 43 Residuales

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia a mediados de 1994 y principios de 1998 el consumo de autos subcompactos disminuye considerablemente.

En la siguiente gráfica 43 se muestra el estadístico CUSUM cuando se quita de la serie 1994; Retomando el análisis del estadístico CUSUM se muestra que la serie de autos esta en continuo cambio, sin embargo en este modelo que se toma la serie de 1995-2003 no se sale de la bandas, muestra crecimiento a partir de 1998 así como en 2002 siendo estos lo más fuertes .

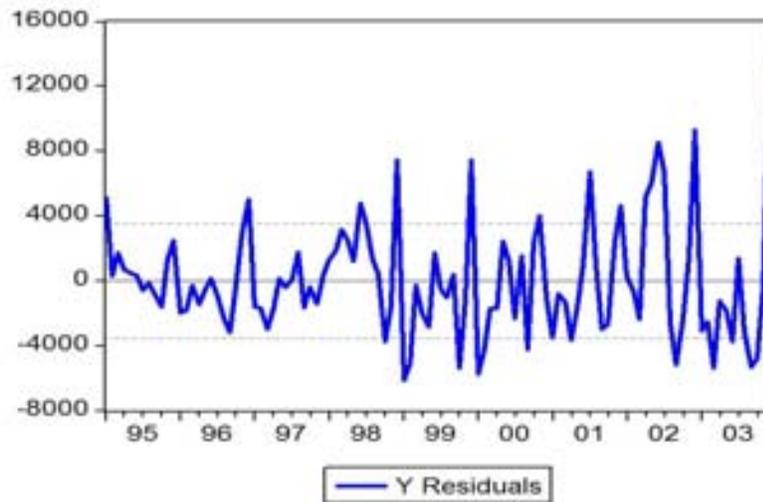
Gráfica 44 CUSUM



Fuente: Elaboración propia

Como se menciona anteriormente el análisis de los residuales recursivos estandarizados revelan si hay inestabilidad o no; se observa que se mantiene una media de cero indicando estabilidad y cambios por el ciclo económico.

Gráfica 45 Residuales



Fuente: Elaboración Propia

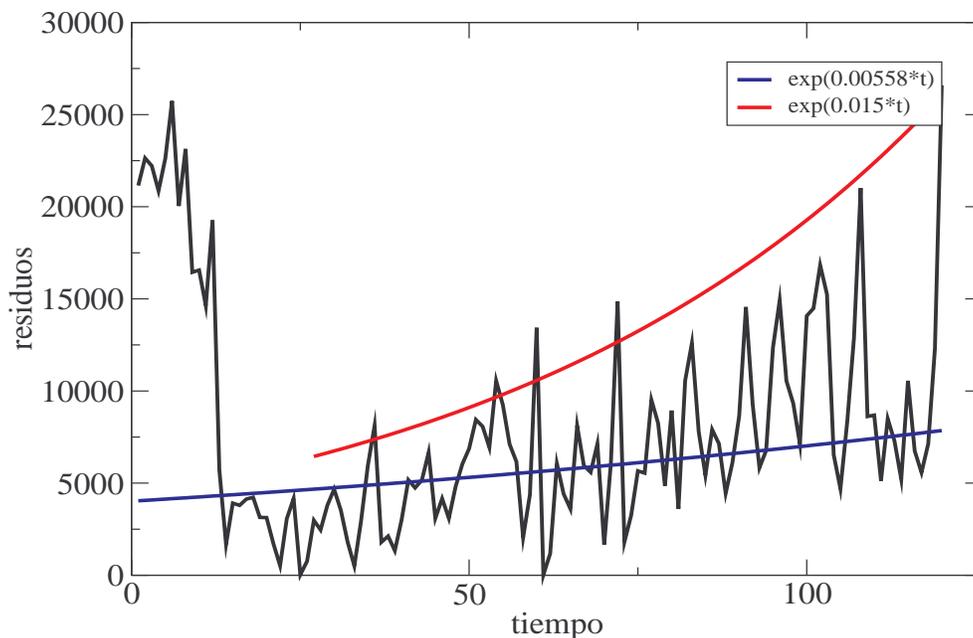
4.3.6.3 Efectos Presentes En La Serie De Tiempo De Ventas De Autos Subcompactos En México

La estimación recursiva es una técnica útil par evaluar el pronóstico en cuanto a su estabilidad, rastrear los parámetros variables en el tiempo; una vez que se realizo esto en el aparatado anterior, se detecto que la serie de tiempo muestra los siguientes elementos dinámicos: una tendencia lineal de crecimiento y un efecto cíclico anual. Sin embargo, al graficar los residuales con respecto al modelo senoidal(ecuación 62); resulta que dichos residuales siguen mostrando una tendencia y un efecto cíclico. Ello es indicativo de que faltan todavía efectos por incorporar en el modelo

$$\hat{y}_1 = 3629.774 + 275.0190 t + 2374.216 \cos \frac{2\pi}{12} t + (-332.4100) \operatorname{sen} \frac{2\pi}{12} t \quad (62)$$

En la siguiente gráfica (46) se muestran los mencionados residuales. Se han efectuado regresiones exponenciales para detectar algún efecto de crecimiento exponencial, porque con frecuencia las variables económicas tienen un crecimiento aproximadamente constante que en nuestro caso la tendencia de este crecimiento constante está en los ciclos que se repiten cuando hay mayor venta(mayo-agosto donde se remata la unidades rezagadas y noviembre-diciembre se dan a conocer los nuevos modelos) cuando baja esta.

Gráfica 46 Regresión exponencial



Fuente: Elaboración Propia

La regresión en azul se ha efectuado tomando en cuenta los primeros 25 meses (que comprenden el intervalo anómalo de 1994). La regresión en rojo se ha efectuado sin tomar en cuenta los primeros 25 meses de la serie. La regresión que es capaz de capturar el comportamiento global es aquella en rojo, lo cual confirma que los primeros 25 meses de la serie de tiempo provienen de un proceso cualitativamente distinto de aquél que genera el resto de los datos; esto muestra el periodo de 1994 con gran desajuste causado por el monto de las importaciones eran mayor al de las exportaciones provocando desequilibrio en la balanza de pagos, aunado con la devaluación de la moneda nacional provocando altos niveles de inflación; ante tal incertidumbre se requería recuperar la confianza del capital nacional y extranjero para generar de nuevo entrada de capitales y frenar su salida es por ello que en 1995 se observan los apoyos de ARE par estimular la demanda de autos.

El esbozo resultante de este análisis es; las ventas de autos subcompactos tienen un comportamiento estable en el largo plazo (por periodos del orden de los 6 años) descrito por una combinación de tendencia lineal de crecimiento y un comportamiento oscilatorio en las ventas con amplitud exponencial. Por otra parte, este proceso estable puede ser roto por periodos cortos de tiempo (del orden de los meses) debido a crisis mayúsculas a nivel macroeconómico.

Vemos que para alterar la dinámica del proceso estable son necesarias crisis verdaderamente grandes. Por ejemplo, la transición sexenal, en el 2000 no tiene efecto considerable en el comportamiento estable del proceso. Sin embargo, la posibilidad de crisis similares a aquella de 1994 debe ser tomada en cuenta para complementar el pronóstico a largo plazo que se deriva del modelo estable.

Esto es importante como ya vimos puesto que los eventos como la crisis del 94 cambian completamente la dinámica de las ventas, al modificarse el medio debe adaptarse a él mediante el proceso de cambio que se realiza en su interacción continua con el medio que

lo rodea; la principal dificultad de esta interacción consiste en controlar el cambio con el fin de llegar a un equilibrio para llegar así a un proceso de recuperación. Si el sistema esta estable se sabe como vendrán las ventas pero si llega algún evento que las distorsione se tendrá que realizar nuevamente un modelo que vuelva contemplar el tiempo de tal manera que nos proporcione nuevas amplitudes representativas del comportamiento del ciclo de ventas. La empresa debe de cuidar las variables macroambiente como son económicas, política, cultura, etc; las variables microambiente, que son los elementos relacionados estrechamente con la empresa, como es el proveedor, los intermediarios y los consumidores. Al tener la dinámica de comportamiento de ventas se puede omitir el reiniciar el modelo si se toma en cuenta la trayectoria de años anteriores donde han afectado las ventas; una vez que se cuenta con un panorama de los factores que componen y condicionan esta actividad se va a la creación de estrategias de mercadeo y producción imputando así el efecto negativo de las regulaciones gubernamentales o cambios tecnológicos que perjudiquen el crecimiento de la empresa.

Se construye a continuación un modelo que incorpora el efecto exponencial. Se usa una metodología similar a aquella empleada para calcular los coeficientes de la Ec. (62). Posteriormente se efectúa un análisis de la función de autocorrelación de los residuales. De este análisis es posible derivar una estimación del tiempo de recuperación por parte del sistema ante una crisis. Para ello, primero veremos el cambio de variables y como queda el modelo:

$$\begin{aligned}x_1 &= t, \\x_2 &= \exp(k * t) \cos\left(\frac{2\pi}{12} t\right) \\x_3 &= \exp(k * t) \sin\left(\frac{2\pi}{12} t\right) \\x_5 &= cte\end{aligned}$$

El modelo queda :

$$Y=c+a1*t+\exp(k*t)*(a2*\cos(2\pi*t/12)+a3*(\sin(2\pi*t/12) \quad (69)$$

Donde c y a1 optimizan haciendo mínimos cuadrados sobre el intervalo sin los primeros 25 puntos, a2 y a3 son las mismas que se encuentran en el modelo (62); para el valor de k se realizaron pruebas con los siguientes valores k = .05, k =.015 el mejor fue de k =.05

Sustituyendo:

$$y = -4184.5 + 396.75 * t + \exp(0.01t) \left[2374 \cos\left(\frac{2\pi}{12} t\right) - 333 \sin\left(\frac{2\pi}{12} t\right) \right] \quad (69)$$

Se muestra a continuación el cuadro y posteriormente una gráfica comparativa entre los datos y el modelo (69)

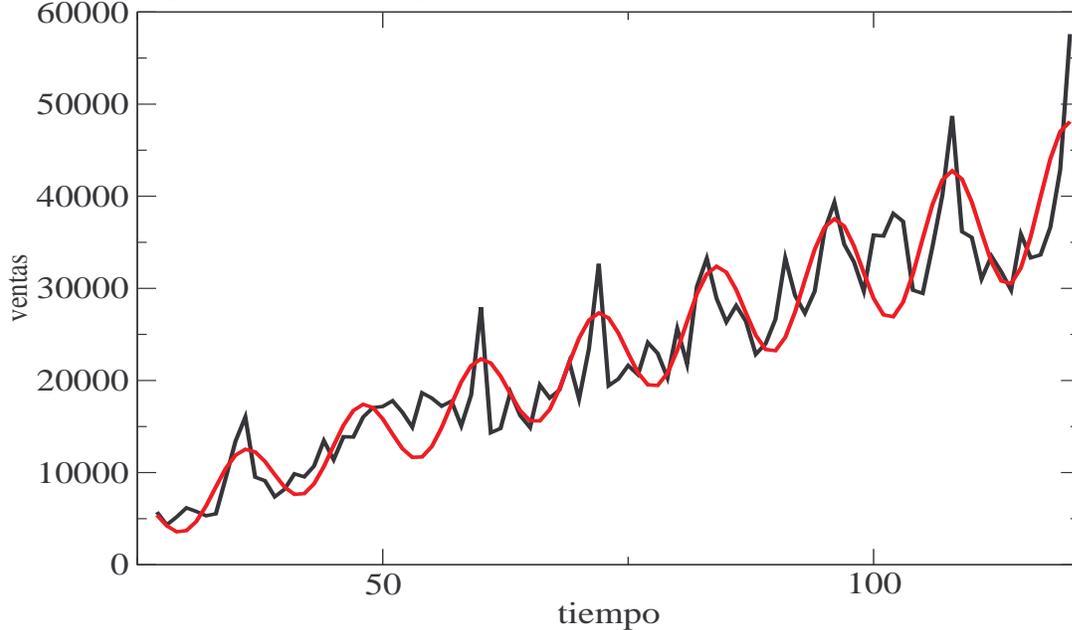
Cuadro 32 Comparativa entre los datos y el modelo

Año	Mes	y	Datos del modelo	Año	Mes	y	Datos del modelo
1996	Enero	4433	-1990.319173	1997	Enero	9504	3158.756348
	Febrero	4450	-2485.006272		Febrero	9123	2360.071063
	Marzo	5721	-3039.528694		Marzo	7383	1518.915142
	Abril	4325	-3568.42991		Abril	8191	885.7113432
	Mayo	5187	-4024.419155		Mayo	9862	504.6595419
	Junio	6168	-4223.29769		Junio	9544	416.3055104
	Julio	5784	-3843.202094		Julio	10708	810.4288388
	Agosto	5315	-2649.185735		Agosto	13466	1933.490409
	Septiembre	5525	-760.4585769		Septiembre	11397	3807.57165
	Octubre	9391	1297.448335		Octubre	13891	6029.754844
	Noviembre	13426	2848.356236		Noviembre	13857	7884.959126
	Diciembre	16027	3457.032305		Diciembre	16027	8740.649103

Cuadro 32 Comparativa entre los datos y el modelo

Año	Mes	y	Datos del modelo	Año	Mes	y	Datos del modelo
1998	Enero	17050	8433.555827	2001	Enero	26347	24394.39485
	Febrero	17176	7345.112994		Febrero	28135	23079.74338
	Marzo	17796	6114.814269		Marzo	26411	20709.42603
	Abril	16552	5237.941663		Abril	22841	18380.09968
	Mayo	14934	4871.079836		Mayo	24005	17143.17514
	Junio	18662	4959.22465		Junio	26655	17427.85816
	Julio	18081	5497.514421		Julio	33289	18938.01407
	Agosto	17209	6627.733526		Agosto	29219	21042.94375
	Septiembre	17764	8449.489284		Septiembre	27310	23270.22762
	Octubre	15075	10728.88609		Octubre	29683	25463.92754
	Noviembre	18439	12824.00373		Noviembre	36312	27527.28972
	Diciembre	27940	13976.17724		Diciembre	39331	29088.59868
1999	Enero	14334	13784.02699	2002	Enero		
	Febrero	14794	12486.85124		Febrero	34784	29513.74648
	Marzo	18712	10819.14558		Marzo	32867	28351.39006
	Abril	16198	9548.660116		Abril	29700	25847.3
	Mayo	14897	9066.669683		Mayo	35781	23031.48195
	Junio	19513	9331.973573		Junio	35687	21211.19253
	Julio	18093	10142.7466		Julio	38123	21213.93657
	Agosto	18978	11423.31121		Agosto	37268	22956.57034
	Septiembre	22019	13229.20185		Septiembre	29806	25651.14696
	Octubre	17988	15475.034		Octubre	29464	28425.33884
	Noviembre	23465	17689.60715		Noviembre	34527	30810.96959
	Diciembre	32661	19111.25745		Diciembre	40116	32726.39051
2000	Enero	19430	19132.06745	2003	Enero	48724	34080.70704
	Febrero	20172	17756.64971		Febrero	36154	34489.20261
	Marzo	21627	15682.19592		Marzo	35529	33468.58894
	Abril	20635	13901.9676		Abril	31020	30987.00316
	Mayo	24114	13130.01998		Mayo	33502	27842.42858
	Junio	22949	13487.54981		Junio	31804	25427.42472
	Julio	20295	14651.57744		Julio	29802	24956.87506
	Agosto	25625	16261.58932		Agosto	35877	26727.70325
	Septiembre	21794	18177.19309		Septiembre	33314	29990.33334
	Octubre	30182	20361.28913		Octubre	33638	33514.18869
	Noviembre	33249	22554.29194		Noviembre	36624	36360.141
	Diciembre	28902	24133.60322		Diciembre	42874	38239.27521

Gráfica 47 Comparativa entre los datos y el modelo

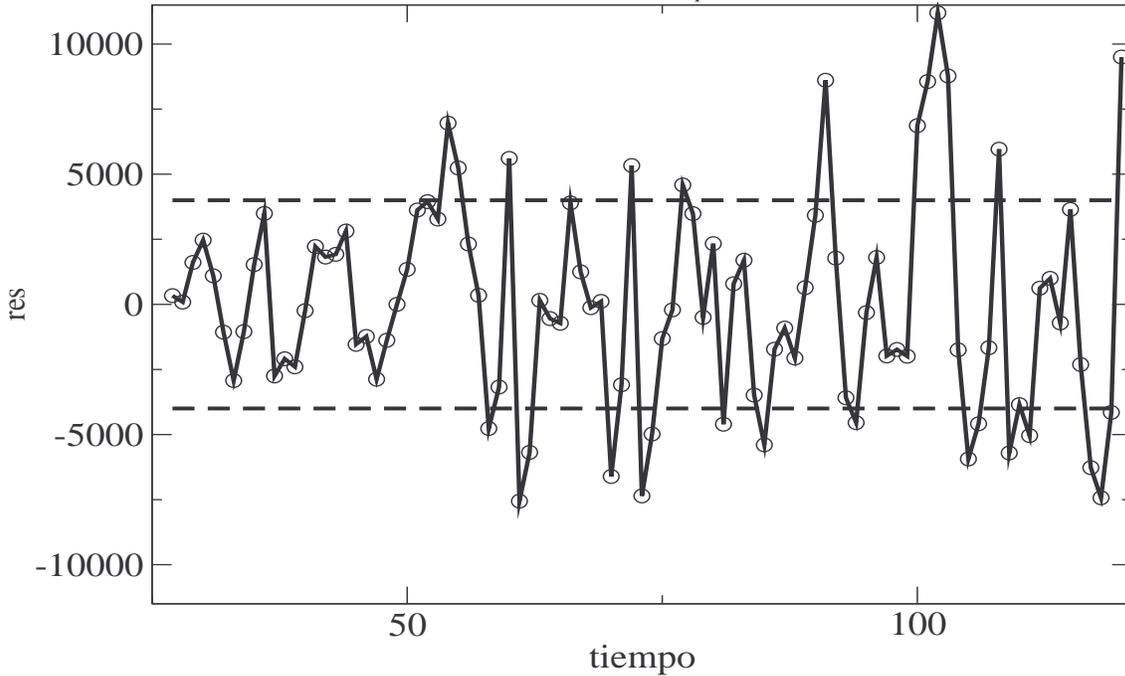


Fuente: Elaboración Propia

Se calcula la desviación estándar de los residuales resulta que es de 4000; se muestra el intervalo de confianza ± 4000 al contar los puntos que caen fuera del intervalo de confianza, resultan ser alrededor de 28 cerca del 30 por ciento de los puntos; justo los que corresponden a un intervalo de confianza de $\pm \sigma$ en una distribución Gaussiana, de aquí se concluye que los puntos se distribuyen de manera consistente con una distribución Gaussiana centrada en cero con desviación estándar de 4000 unidades.

Gráfica 47 Residuales

Fuente: Elaboración Propia

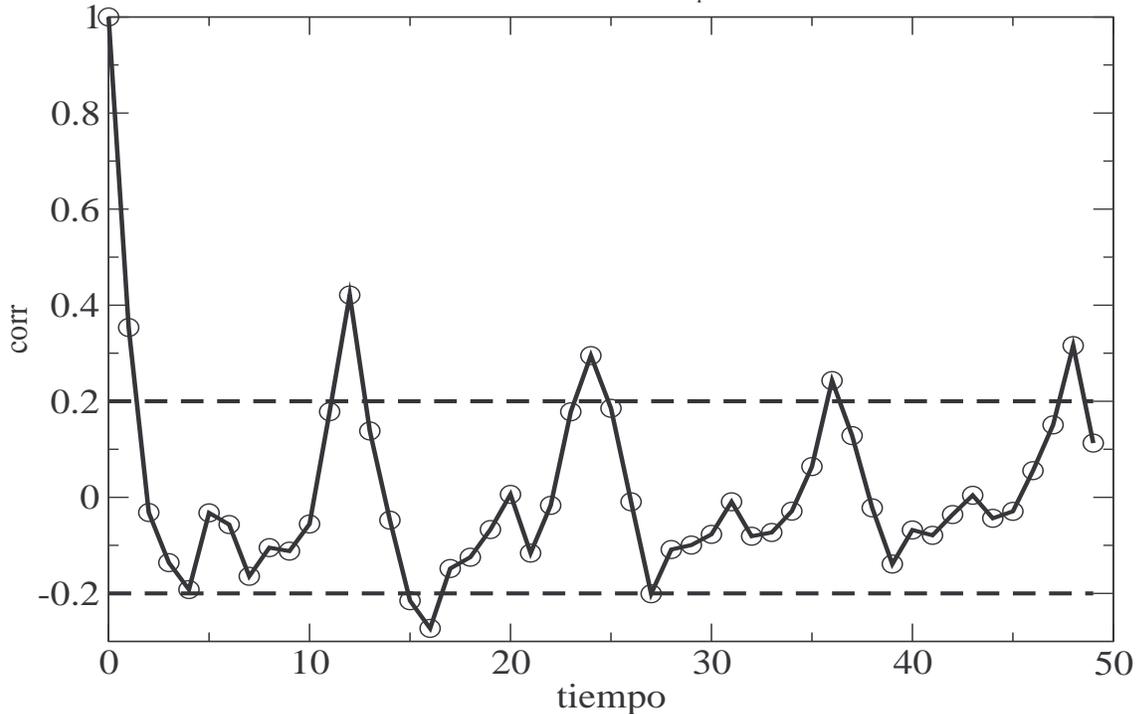


Se observa en la Figura 47 que el 70% de los puntos están contenidos en el intervalo

[-4000, 4000]. Los residuos mostrados en la Figura 47 son mucho más satisfactorios que aquellos asociados al modelo (62). Con el modelo (69) los residuos no muestran tendencia ni ciclicidad aparente. Para detectar efectos adicionales en los datos se calcula la función de autocorrelación de los residuos, figura 48:

Gráfica 48 Residuales

Fuente: Elaboración Propia



Se observa que aunque la autocorrelación es exponencial en promedio, sigue presente un pequeño efecto estacional. Se podría entonces proponer estudiar modelos progresivamente más complejos incluyendo armónicos sucesivos del período de 12 meses. Al nivel de complejidad de la Ec. (2) se obtienen ya, sin embargo, resultados satisfactorios. El modelo dado por la Ec. (2) es adecuado para el pronóstico a mediano plazo pues:

- a) Ha demostrado residuales estables (consistentes con una varianza constante) en intervalos del orden de los 94 meses.
- b) Los residuales muestran un comportamiento cercano a un error con decaimiento exponencial de la autocorrelación.

La ventaja de modelos como la Ec. (69) sobre métodos en la familia de los modelos autorregresivos para la predicción a mediano plazo proviene del hecho de que para el mediano plazo no tiene sentido tratar de pronosticar un valor exacto de la variable de interés. Resulta más adecuado tratar de estimar propiedades estadísticas como media y desviación estándar. Modelos como las ecuaciones (62) y (69) son expresiones para el comportamiento promedio del sistema a pronosticar, las desviaciones alrededor de la media se estiman analizando los residuales. Otra desventaja de los modelos autorregresivos y similares para el mediano plazo, es que los pronósticos proyectados a períodos sucesivos

dependen mucho de la última información disponible, provocando que la predicción sea afectada por tendencias locales. Modelos como (62) y (69) provienen de un análisis global de los datos. Un resultado adicional que proviene del análisis de la función de autocorrelación es la estimación del tiempo de respuesta del sistema. Dado que la correlación decae a cero en 2 meses, se concluye que el tiempo de recuperación promedio de la dinámica estable ante una perturbación es de 2 meses. Ello es consistente con los datos observados, pues fueron necesarios 2 meses a partir de la caída en 94 para iniciar la recuperación.

4.4 Conclusiones

Para mejorar el proceso de distribución de las balatas en Remsa, se tiene que aplicar una reingeniería del proceso con la finalidad de proporcionar resultados cuantificables, que ayude a identificar con rapidez las áreas de mejora, reduciendo el desperdicio con ello obtener un incremento de las ventas. La identificación del proceso que se desea mejorar es el exceso de inventarios a través del modelo senoidal se identifican los rendimientos y se seleccionan medidas pertinentes. Los pasos del proceso se observan en las gráficas donde aumentan y disminuyen las ventas; al recolectar esta información se identifico los meses en que debe aumentar más su producción de balatas; cuando se inicia la preparación de los nuevos autos, estos meses son por lo general cuando disminuyen las ventas; como se menciono anteriormente debe fijarse cuando las empresas lanzan su mercancía innovadora puesto que unos meses antes requerirán ampliamente su servicio para el ensamblaje del auto es por ello que podemos observar una conducta inversa de acuerdo a la interpretación es decir los meses en que una distribuidora incrementa o descienden sus ventas en la que si bajan las ventas pero la empresa requiere las piezas necesarias de ensamblaje. De todas maneras Remsa debe tener una reserva sin incurrir en excesos.

CONCLUSIONES

Los modelos matemáticos han sido aplicados a una amplia gama de situaciones en la toma de decisiones con ello determinar los impactos de las actividades económicas como es el caso de pronosticar las ventas de determinado bien, al saberlas se puede establecer las estrategias óptimas que debe llevar a cabo determinada empresa ante la competencia.

La importancia del modelo es la representación de una parte de la realidad el cual se desea manejar, donde el modelo ayuda a diseñar soluciones.

Nos permite evaluar las consecuencias de las acciones antes de ponerlas en la práctica. Parte fundamental de la tesis es la realización de modelos de pronóstico con la finalidad que generen la aproximación de los patrones históricos de las series de tiempo.

Actualmente las empresas se enfrentan a la necesidad de tomar decisiones que de una manera traen consecuencias a largo plazo, es por eso que se desea conocer el proceso anticipadamente; la intención del análisis es elevar la eficiencia y la precisión de elegir medidas apropiadas; las estimaciones están sujetas a errores puesto se está tratando de llegar a un valor posible y dicho valor puede ser cercano pero está sujeto a alteraciones de acuerdo a los acontecimientos del entorno por ejemplo los acuerdos de Asociación Económica realizados para dar un equilibrio y acceso efectivo al mercado, permitiendo competir en actividades comerciales en igualdad, sin embargo cuando entran los productos extranjeros con reducción de arancel, los ofrecen a menor precio a los demandantes; los productos nacionales se ven afectados por la disminución de compra de productos nacionales provocando un descenso en las ventas de mayoreo y menudeo. El problema de este tipo de acuerdos es que no todas las ramas se ven beneficiadas provocando cada vez una participación menor para las empresas. Para que esto no ocurra resalta la importancia de mecanismos y procedimientos de medición lo suficientemente claros y sencillos para facilitar y fortalecer las ganancias.

El modelo proporcionado por la autorregresión es un modelo matemático sencillo en el que el valor actual de una serie está relacionado con sus valores pasados más el choque estocástico aditivo; el procedimiento en general es tratar diferentes combinaciones autorregresivas encontrando como mejor predictor aquel que tenga la mínima variabilidad de error por la pequeñez de la suma de los cuadrados de los errores; esto permite no sólo mantener un registro de la evolución de la variable sino el dinamismo de la misma, proporcionando su comportamiento; si es un bien da también la relación comercial de cada productor con el demandante por ello se realiza el modelo senoidal para establecer la relación de dicho bien. Dicho registro se puede someter mensualmente a consideración para su actualización y dar una proyección del comportamiento de la variable o del bien considerado a corto y largo plazo; ya sea para el modelo autorregresivo o el modelo senoidal.

Con el modelo senoidal, la serie de tiempo muestra los siguientes elementos dinámicos: una tendencia lineal de crecimiento y un efecto cíclico anual. Sin embargo, al graficar los residuales con respecto al modelo resulta que dichos residuales siguen mostrando una tendencia y un efecto cíclico. Ello es indicativo de que faltan todavía efectos por incorporar

en el modelo; para detectar algún efecto de crecimiento exponencial se efectuó regresiones exponenciales; con ella se observa la captura global que confirma que los primeros 25 meses de la serie de tiempo provienen de un proceso cualitativamente distinto de aquél que genera el resto de los datos. Si el sistema esta estable se sabe como vendrán las ventas pero si llega algún evento que las distorsione se tendrá que realizar nuevamente un modelo que vuelva contemplar el tiempo de tal manera que nos proporcione nuevas amplitudes representativas del comportamiento del ciclo de ventas. La empresa debe de cuidar las variables macroambiente como son económicas, política, cultura, etc; las variables microambiente, que son los elementos relacionados estrechamente con la empresa, como es el proveedor, los intermediarios y los consumidores. Al tener la dinámica de comportamiento de ventas se puede omitir el reiniciar el modelo si se toma en cuenta la trayectoria de años anteriores donde han afectado las ventas; una vez que se cuenta con un panorama de los factores que componen y condicionan esta actividad se va a la creación de estrategias de mercadeo y producción imputando así el efecto negativo de las regulaciones gubernamentales o cambios tecnológicos que perjudiquen el crecimiento de la empresa.

Cuanto dura el tiempo de recuperación después de la crisis, para ello se uso una metodología similar empleada para calcular los coeficientes de la Ecu. (62), es decir, haciendo el cambio de variables, con la finalidad que nos muestre de cuanto dura el tiempo de recuperación después de una crisis con el análisis de la función de correlación de los residuales del modelo. En la función de correlación se nota que baja a cero después de dos meses para después recuperarse a niveles significativos exactamente un año después para tiempos posteriores, las correlaciones pueden depreciarse; esto significa que una fluctuación alrededor del comportamiento medio del sistema impacta fuertemente durante 2 meses y tienen efectos mas débiles un año después. Este resultado se ajusta sorprendentemente a los datos de ventas donde en el mes 12 se presenta una caída abrupta con duración de dos meses para después iniciar una lenta recuperación, el pico en las ventas de un año después de la crisis es muy bajo, aunque ya parece reiniciar el proceso normal de crecimiento en las ventas.

Otra manera de ver la recuperación después de una crisis es con NBER (National Bureau of Economic Research) su papel es de fechar los diversos aspectos de un ciclo, la fase de expansión(sima), la fase de contracción (peak). Toda esta información se registra utilizando un mes como la unidad de tiempo básica, presentando un resumen de las fechas características de la actividad económica. Se suele considerar una recesión cuando en dos trimestres consecutivos hay declinación en el PNB; sin embargo el NBER no sigue este tipo de reglas mecánicas y determina si la economía se encuentra o no en recesión en base a un amplia gama de indicadores como son la declinarse el producto total, el ingreso, el empleo y el comercio, que por lo común dura seis meses a un año y que se caracteriza por contracciones generalizadas.

A la empresa al realizar funciones como productor requiere aumentar la capacidad y la competitividad, para ello puede adoptar la modalidad de llevar un seguimiento de la actividad económica del país de acuerdo a sus fines acompañado del seguimiento de acción de sus insumos para la ejecución del Plan de Negocios que le lleven a una excelente promoción y comercialización de sus bienes.

Cada proyecto implica un diseño propio y podríamos decir que no todos los proyectos de un centro, departamento u oficina de investigaciones puedan enmarcarse en un mismo modelo, razón por la cual se debe ser flexible en el manejo de los modelos y formatos por parte del ente que administra la investigación.

La generación de la visión debe tomarse como una guía para la mejora del rendimiento futuro con la evaluación y desarrollo de la proyección de la variable deseada; elaborando las pautas de un adecuado servicio al consumidor final, si es de un bien se le agrega la entrega de producto en forma confiable y oportuna (tiempo, lugar y calidad), capacidad de variedad de productos necesaria con un balance adecuado para no incurrir en pérdidas en la gestión del producto.

A través de pruebas previamente realizadas se puede verificar la validación de la información estadística que arroja nuestro modelo, de tal forma que se verifica el sistema sea el correcto y cumpla con las especificaciones planteadas desde un principio.

APÉNDICE

Automóvil compacto

Vehículo con motor de 4 ó 6 cilindros, de 2.5 a 3.1 litros de desplazamiento, con una potencia de 10 a 135 caballos de fuerza(Hp), peso bruto vehicular de 820 a 1130 kg y distancia entre ejes de 476 hasta 2700mm.

Automóvil subcompacto

Vehículo con motor de 4 cilindros, de 1.6 a 1.8 litros de desplazamiento, con una potencia de hasta 110 caballos de fuerza(Hp), peso bruto vehicular de 820 a 1130 kg y distancia entre ejes de hasta 2475mm.

Establecimientos comerciales

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) lleva a cabo en forma permanente el levantamiento de la Encuesta Mensual sobre Establecimientos Comerciales (EMEC), en las 33 áreas urbanas más importantes del país en materia comercial. Esto con el propósito de dar a conocer las tendencias observadas en el comercio al mayoreo y al menudeo.

La EMEC inicia su levantamiento en 1983, con el objetivo de generar las estadísticas básicas del sector comercio. En sus inicios este levantamiento se llevó a cabo únicamente en el área metropolitana de la Ciudad de México; posteriormente en 1984 se amplía la cobertura geográfica a las ciudades de Guadalajara y Monterrey.

Sin embargo, es hasta 1993 que se reestructura el proyecto de la encuesta sobre una base geográfica más amplia, en donde se sumaron 30 ciudades más, para cubrir las siguientes 33 áreas urbanas:

Acapulco	Aguascalientes
Campeche	Cancún
Ciudad de México	Ciudad Juárez
Coahuila	Colima
Cuernavaca	Culiacán
Chihuahua	Guadalajara
Hermosillo	La paz
León	Matamoros
Mérida	Mexicali
Monterrey	Morelia
Nuevo Laredo	Oaxaca
Puebla	Querétaro
Saltillo	San Luis Potosí
Tijuana	Toluca
Torreón	Tuxtla Gutiérrez

Veracruz
Zacatecas

Villahermosa

El marco de muestreo utilizado por la EMEC se obtiene a partir de los Censos Comerciales, actualizándose con la información captada en cada levantamiento. El esquema de muestreo es determinista e incluye a los establecimientos comerciales grandes y medianos que en conjunto agrupan, por subsector de actividad (es decir al mayoreo o al menudeo), entre el 53% y el 85% del total de los ingresos por ventas en cada una de las ciudades incluidas en la muestra. Las variables captadas por la encuesta son desglosadas a nivel de subsector (mayoreo y menudeo) y por clase de actividad, 18 al mayoreo y 13 al menudeo, y son las siguientes:

- Ventas netas de mercancías
- Compras netas de mercancías
- Personal ocupado
- Remuneraciones al personal ocupado

La construcción de los índices de cada subsector se realiza a partir de las ponderaciones de los índices que los constituyen y de acuerdo a los pesos relativos de las estructuras de las clases de actividad, según los resultados obtenidos por el Censo Económico del sector comercio en 1994. Paralelamente con los índices para cada ciudad, se integra un índice general de cada variable, en donde se agrupan las 33 ciudades. Cabe hacer mención que el año base para la generación de cada uno de los índices que presenta la EMEC es 1994=100. Asimismo, para deflactar las ventas, compras y remuneraciones, se utilizan índices de precios publicados por el Banco de México, de acuerdo con las características de cada una de las variables a deflactar.

INDICE POR CLASE DE ACTIVIDAD: Para obtener el índice por clase de actividad en cada ciudad, se utiliza la siguiente expresión.

$$I_{ijc} = \left(\frac{\sum_{ijc} V_{ijc}}{\sum_i V_i} \right) \times 100$$

Donde la expresión $\sum_i V_i$ significa: $V = J=1$

SUM = Sumatoria

I_{ijc} = Índice de la i -ésima clase de actividad, del j -ésimo mes, de la ciudad c .

V_{ijc} = Valor muestral a precios de 1994 de la i -ésima clase de actividad, del j -ésimo mes, de la ciudad c .

^

\bar{V}_i = Valor muestral promedio de 1994 a precios de 1994 de la i -ésima clase de actividad, de la ciudad c .

INDICE POR SUBSECTOR: el índice del subsector (comercio al mayoreo y menudeo) de actividad por ciudad, es calculado a partir de la ponderación de los índices de cada una de las clases de actividad de acuerdo con la estructura porcentual con la que estos participan en el subsector en la ciudad, según los resultados del censo comercial 1994, la expresión utilizada es la siguiente:

$$I_{sjc} = \sum_{j=1}^n (I_{ijc}) (P_i)$$

Donde la expresión P_i significa $P_i = \frac{C_i}{\sum_{j=1}^n C_i}$

SUM = Sumatoria

I_{sjc} = Índice del subsector (comercio al mayoreo y menudeo) del subsector de la ciudad c .

P_i = Ponderador; participación de la i -ésima clase dentro del subsector de la ciudad c .

C_i = Valor censal de la i -ésima clase, de la ciudad c .

INDICE GENERAL POR CLASE DE ACTIVIDAD: El índice de cada clase de actividad a nivel general, es determinado a partir de la ponderación de los índices calculados para cada ciudad, de acuerdo a la estructura porcentual con la que cada ciudad participa en el total, según los resultados del Censo Comercial de 1994, la expresión utilizada es la siguiente:

$$I_{ijn} = \sum_{c=1}^C (I_{ijc}) (P_c)$$

Donde la expresión P_c significa $P_c = \frac{\sum_{i=1}^n I_{ijc}}{\sum_{i=1}^n \sum_{c=1}^C I_{ijc}}$

SUM = Sumatoria

I_{ijc} = Índice de la i-ésima clase de actividad, del j-ésimo mes, de la ciudad c.

P_c = ponderador; participación de la c-ésima ciudad dentro de la clase de actividad i.

C = Valor censal de la c-ésima ciudad, de la clase de actividad i.

INDICE GENERAL DEL SUBSECTOR : El índice general del subsector (comercio al mayoreo o menudeo), se obtiene a partir de un esquema de ponderaciones con los resultados censales correspondientes a 1994, donde las ponderaciones se obtienen de la participación de las clases de cada ciudad entre el total de todas las clases y todas las ciudades que componen el subsector, la expresión utilizada es la siguiente:

$$I_{sjG} = \sum_{j=1}^n \sum_{c=1}^C (I_{ijc}) (P_{ic})$$

Donde la expresión P_{ic} significa:

$$P_{ic} = \frac{\sum_{j=1}^n I_{ijc}}{\sum_{j=1}^n \sum_{c=1}^C I_{ijc}}$$

I_{sjG} = Índice General del subsector (comercio al mayoreo o menudeo), del j-ésimo mes.

P_{ic} = ponderador; participación de la i-ésima clase, de la

i_c = i-ésima ciudad en el total del subsector.

C_{ic} = Valor censal de la i-ésima clase, de la c-ésima ciudad

SUM = sumatoria.

IGAE

El Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE), cuya periodicidad es mensual. Para el cálculo de este indicador se dispone de datos estadísticos provenientes de los sectores Agropecuario, Industrial (Minería, Industria Manufacturera, Construcción y Generación de Electricidad, Gas y Agua), Comercio y Hoteles, y Servicios (Transporte, Almacenaje y Comunicaciones; Servicios Financieros, Seguros, Actividades Inmobiliarias y de Alquiler; y algunos Servicios Comunales, Sociales y Personales). Sus fuentes de información son:

Encuestas Sectoriales del INEGI: Encuesta Industrial Mensual, Encuesta Mensual sobre Establecimientos Comerciales, Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación, Estadística de la Industria Minero metalúrgica, la Encuesta Nacional de la Industria de la Construcción y la Encuesta de Servicios.

Instituciones y Organismos Públicos: Sistema de Transporte Colectivo (METRO), Caminos y Puentes Federales (CAPUFE), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Banco de México (BANXICO), Servicio Postal Mexicano (SEPOMEX), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), Secretaría de Salud (SS) y Secretaría de Turismo (SECTUR), entre otros.

Empresas y Organismos Privados: Teléfonos de México, S.A. (TELMEX), Radio Móvil Dipsa, S.A. de C.V. (TELCEL), AVANTEL, S.A., Grupo IUSACELL S.A. de C.V., Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM), Compañía Mexicana de Aviación, S.A. de C.V. (MEXICANA), Aerovías de México, S.A. de C.V. (AEROMEXICO), Transportes Aeromar, S.A. de C.V., Servicios Aéreos Litoral, S. A. de C.V. (AEROLITORAL), Almacenadora Sur, S.A. de C.V., Almacenadora Centro Occidente, S.A., Servicios de Almacenamiento del Norte, S.A., Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C. (AMIA), Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones, A.C. (ANPACT), Cementos Mexicanos en México (CEMEX), Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS), mencionando solo algunas fuentes de información.

Estos datos se presentan en la publicación “Indicador Global de la Actividad Económica” y se expresan en índices de volumen físico con base 1993=100, es decir el mismo año de referencia que tiene el Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Ejemplo: El Indicador Global de la Actividad Económica para el mes de mayo del año en curso presentó un crecimiento real del 8.5% con relación al quinto mes de 1999, con lo cual las diversas actividades productivas continuaron presentando un crecimiento favorable, destacando el sector industrial, seguido por el de servicios y a un menor ritmo el agropecuario. De esta manera, durante el bimestre abril-mayo del 2000 el IGAE observó con información preliminar un incremento de 7.9% a tasa anual. Nos da un escenario de los sectores económicos.

A continuación se presenta el calendario con las fechas correspondientes al segundo semestre del presente año, en las cuales se darán a conocer las cifras de este nuevo indicador.

Calendario de Difusión del **IGAE**

Fecha	Periodo al que se refiere la información	Indicador
26 de Julio	Mayo	IGAE
15 de Agosto	Abril-Junio	PIB 2° Trimestre
25-28 de Septiembre	Julio	IGAE
25-27 de Octubre	Agosto	IGAE
15 de Noviembre	Julio-Septiembre	PIB 3° Trimestre
8-11 Enero	Octubre	IGAE
29-31 Enero	Noviembre	IGAE

Precios constantes

Cantidad de dinero dada a cambio de una mercancía o servicio cuyo valor esta expresado a precios de un año base.

Precios corrientes

Cantidad de dinero dada a cambio de una mercancía o servicio, calculada al momento de la operación; asimismo, se empela para referirse a los valores de las mercancías expresadas a los precios vigentes a cada año.

Precios corrientes

Cantidad de dinero dada a cambio de una mercancía o servicio, calculada al momento de la operación; asimismo, se emplea para referirse a los valores de las mercancías expresadas a los precios vigentes a cada año.

BIBLIOGRAFÍA

Avidon, E., Office, Apartment Properties had strong quarter national mortgage news, anónimo, 1996, p.487

Bereson, Estadística para Administradores y Economistas, Editorial Interamericana, 1984, p.420

Chiang A, Métodos fundamentales de economía matemática, McGraw Hill, México 1984, pp. 525-530

Damodar N. Gujarati, Econometría, Editorial McGraw-Hill, 1997 p.824

Dervitsiotis, Kotas N, Operations Management, N.York, McGraw- Hill, 1981, pp447-452.

Francis X. Diebold, Elementos de Pronósticos, Editorial Thomson Learning, pp. 1-3

Frederick S. Hillier, Introducción a la investigación de operaciones, Editorial McGraw-Hill, p.808

John E. Freund / Ronald E. Walpole, Estadística Matemática con Aplicaciones, cuarta Edición, Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A, pp.137-170

John E. Freund, Estadística para Administradores, Editorial Hispanoamericana S.A, pp.1-887

José M.^a Otero, Econometría Series Temporales y Predicciones, Editorial AC, Libros Científicos y técnicos Madrid, p.487

Kuhn, S.L (1996, Diciembre 23). Here come the good y cars in real estate fortune.

Leornard J. Kazmier, Estadística Aplicada a la Administración Y a la Economía, 3 edición, Editorial Mc Graw Hill, pp.248-297

Mark L. Bereson David, Estadística Básica en Administración Concepto y Aplicaciones, Editorial Prentice- may Hispanoamericana S.A., 4 edición, 1992, pp.328-817

Martínez, J.A, Tópicos de investigación en finanzas modernas, Editorial Mimeo, 1998

Mason Lind, Estadística para Administración Y Economía, 10^a Edición, Editorial Alfa Omega, p.714

Mendenhall, Reinmuth, Estadística para administración y economía, Ed. Iberoamericana, 1995, p.707

Nassir Sapag Chain, Preparación y Evaluación de Proyectos, 4 edición, Editorial Mc Graw Hill, 2000, pp.82-110

Pankratz Alan, Econometría, Editorial Hispanoamericana S.A, pp.596-686

Publicaciones del Departamento De Estadística Española, Estudio comparativo de tecnicas no parametricas – semiparametricas, Volumen 36, 1994, p.135

Ronald J. Nonncott, Thomas H. Nonncott, Fundamentos de Estadística para Administración y Economía, Impreso en México, 1999, pp.466-502

Sachs-Larrain, Macroeconomía en la Economía Global, Editorial Pretince Hall Hispanoamericana, S.A, 1994, pp.510-541

Stephen P. Shao, Estadística para Administración Y Economía, Editorial Herrero Hermanos, Suess.A, pp.487-628

Ursicino carrascal Arranz, Yolanda González, Beatriz Rodríguez Prado, Análisis Econométrico con Eviews, Editorial Alfaomega,2001, p.337

Víctor M. Guerrero, Análisis Estadístico de series de Tiempo Económicas, UAM, Unidad Iztapalapa,1991, p.309.

Yoshida, S.(1996, Noviembre.15).Japanese Corporations React to New Global.

William J. Stevenson, Estadística para Administración Y Economía: Concepto Y Aplicaciones, Editorial Harla, México,1981, pp.492-527

William Anthony Granville, Cálculo diferencial e integral, Editorial Limusa, México,1981, p.686

TESIS

Barrón Y Vaya Yolanda, Obtención de Pronósticos con y sin restricciones ARIMA, El colegio de México, 1988

Gómez Shears Abelardo, Análisis de las Importaciones de mantenimiento, Colegio de México, 1974

Helmut Alexander Schaitzabc, Metodología propuesta para el calculo de un índice inmobiliario para el sector residencial en área metropolitana CD. MTY, mayo 2000

CURSOS

Maestría en FIME (Investigación de Operaciones) Procesos Estocásticos. Impartido por: Arturo Berrones, Cd, MTY, FIME 2004.

Maestría en UNAM (Investigación de Operaciones) Pronostico de Ventas. Impartido por: Alfonso Ortega Castro, Cd, México, UNAM 2003.

INSTITUCIONES QUE PRPORCIONARON INFORMACIÓN PARA LOS AUTOS SUBCOMPACTOS

Asociación Mexicana de la Industria automotriz, AC (**AMIA**)

Asociación Mexicana de distribuidores de automotores, AC (**AMDA**)

Asociación Nacional de productores de autobuses, camiones y tractocamiones, AC (**ANPACT**)

PÁGINAS DE INTERNET

http://www.capem-oef.com/noticias.php?accion=ver_noticia&id=275

<http://www.einsteinnet.com/econometria/arima.htm>

<http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra086.pdf> Banco de la republica, Luis Fernando Melo V. Martha Misas A.

<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/Consultar>, Banco de Información Económica.

<http://desarrollolatino.org/web1/c.htm>

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

<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/business-stat/otherapplets/timeseriesstat.htm>

<http://xlstat.com/demo-arimae.htm>