

01168  
3.  
24

TESIS

Presentada a la división de estudios de posgrado de  
la

FACULTAD DE INGENIERÍA

de la

Universidad Nacional Autónoma  
de México

por la alumna

Patricia Nova Covarrubias

como requisito para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería  
(*Investigación de  
operaciones*)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Ciudad Universitaria  
1991



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

## Indice

I. Introducción . . . . .	1
II. Sistema bursátil mexicano . . . . .	3
2.1 Las casas de bolsa . . . . .	6
2.2 Índice de precios y cotizaciones (I.P.C.) . . . . .	7
2.3 Mercado de dinero . . . . .	8
2.4 Mercado de Capitales . . . . .	9
2.5 Mercado de metales . . . . .	9
2.6 Instrumentos de inversión . . . . .	10
2.6.1 CETES . . . . .	10
2.6.2 PAGAFES . . . . .	11
2.6.3 PETROBONOS . . . . .	12
2.6.4 Bonos de indemnización Bancaria (BIPS) . . . . .	13
2.6.5 Bonos de Renovación Urbana del D.F. (BURES) . . . . .	13
2.6.6 Bonos Bancarios de Desarrollo (BBD'S) . . . . .	14
2.6.7 Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal (BONDES) . . . . .	14
2.6.8 Certificados de Aportación Patrimonial (CAPS) . . . . .	15
2.6.9 Obligaciones . . . . .	15
2.6.10 Aceptaciones Bancarias . . . . .	16
2.6.11 Papel Comercial . . . . .	16
2.6.12 Certificados de Plata (CEPLATAS) . . . . .	17
2.7 Sociedades de inversión . . . . .	18
III. Mercado de valores . . . . .	19
3.1 Mercado Eficiente . . . . .	21
3.2 Mercado fuertemente eficiente . . . . .	23
3.3 Mercado semi-eficiente . . . . .	23
3.4 Mercado débilmente eficiente . . . . .	24
IV. Metodologías para análisis del comportamiento de acciones . . . . .	26
4.1 Análisis técnico . . . . .	27
4.1.1 Análisis de barras . . . . .	28
4.1.2 Formaciones . . . . .	29
4.1.3 Cabeza y hombros . . . . .	30
4.1.4 Proyección . . . . .	31
4.1.5 Doble cima y doble fondo . . . . .	33
4.1.6 Formaciones "V" . . . . .	34
4.1.7 Triángulos . . . . .	35
4.1.8 Tipos de triángulos . . . . .	36
4.1.9 Formación de continuidad de la tendencia . . . . .	36
4.1.10 Líneas de reversión . . . . .	39

4.1.11 Tendencias . . . . .	39
4.1.12 El volumen . . . . .	41
4.1.13 Soportes y resistencia . . . . .	42
4.1.14 Proyecciones de precio . . . . .	42
4.1.15 Las medidas móviles . . . . .	42
4.2 Análisis fundamental . . . . .	43
4.2.1 Factores económicos . . . . .	44
4.2.2 Producto nacional bruto (PNB) . . . . .	45
4.2.3 Inflación . . . . .	45
4.2.4 Tipo de cambio de pesos a dólares . . . . .	46
4.2.5 Rendimientos de otras alternativas de inversión . . . . .	46
4.2.6 Tasas de interés activas en instituciones financieras . . . . .	47
4.2.7 Circulante . . . . .	47
4.2.8 Precio internacional del petróleo . . . . .	48
4.2.9 Factores políticos . . . . .	48
4.2.10 Regulación gubernamental . . . . .	49
4.2.11 Factores psicológicos . . . . .	50
4.2.12 Características de la empresa . . . . .	50
4.2.13 Análisis estratégico de la empresa . . . . .	51
4.3 Metodología de Box-Jenkins . . . . .	52
4.3.1 Estacionariedad . . . . .	53
4.3.2 Ruido Blanco . . . . .	53
4.3.3 Operador de Retraso . . . . .	54
4.3.4 Operador diferencia . . . . .	54
4.3.5 Función de autocorrelación . . . . .	55
4.3.6 Función de autocorrelación parcial . . . . .	56
4.3.7 Procesos de promedios móviles . . . . .	57
4.3.8 Procesos autoregresivos . . . . .	58
4.3.9 Procesos autoregresivos de promedios móviles (ARMA) . . . . .	59
4.3.10 Modelos autoregresivo integrados y de promedios móviles (ARIMA) . . . . .	59
4.3.11 Estacionalidad en modelos ARIMA . . . . .	60
4.3.12 Ejemplos . . . . .	61
4.3.13 Construcción de modelos . . . . .	64
V. Pronóstico de precios de acciones con el método de Box-Jenkins . . . . .	68
5.1 Pronóstico de la acción CMA . . . . .	68
5.1.1 Comprobación de los supuestos . . . . .	72
5.2 Pronóstico de la acción FENSA . . . . .	77
5.2.1 Comprobación de los supuestos . . . . .	81
5.3 Pronóstico de la acción CELANES . . . . .	85
5.4 Pronósticos para la acción KIMBER . . . . .	89
5.4.1 Comprobación de los supuestos . . . . .	95
5.5 Pronósticos para la acción BANAMEX . . . . .	99
5.5.1 Comprobación de los supuestos . . . . .	103
5.6 Pronósticos para la acción CAMESA . . . . .	106
5.6.1 Comprobación de los supuestos . . . . .	110
Conclusiones . . . . .	114
VII. Bibliografía . . . . .	117

## I. Introducción

Al hablar de la Bolsa Mexicana de Valores inmediatamente la relacionamos con la compra-venta de acciones, así como, de acuerdo con las políticas de modernización y apertura internacional de la economía de México, con una gran gama de opciones de financiamiento a empresas privadas e instituciones públicas.

El mercado de valores siempre ha estado rodeado de un halo de misterio y magia, las grandes fortunas que ahí se desvanecen o los grandes imperios que ahí se solidifican, le han dado una serie de atributos que provocan un gran interés por conocerla más de cerca, saber donde se origina, ¿quién la rige?, ¿de qué manera se puede invertir en ella?, ¿cómo obtener altos rendimientos?, ¿qué comprar?, todas estas preguntas se abordarán en este trabajo.

El objetivo del presente trabajo es quitar ese misterio que rodea el hecho de invertir en el mercado de valores y para lograrlo en el texto se revisan cuidadosamente cuatro puntos que son:

1. El análisis del contexto general dentro del cual se desarrolla la actividad del inversionista en México. Con este propósito se presenta un esquema del sistema bursátil, así como los organismos que integran el mercado de Valores en México, además de las posibles inversiones y sus características particulares.
2. El estudio del Mercado de Valores, aquí se revisarán las características del Mercado de Valores en México, y de otros tipos de mercados.
3. Análisis de las inversiones. Siguiendo los métodos usados tradicionalmente por las casas de bolsa y Bancos los cuales son:
  - a) Análisis técnico. El cual tiene la función de analizar el comportamiento y cambios de tendencias en los precios y volúmenes de los diferentes instrumentos del Mercado de Valores

negociados en la Bolsa, a través de la oferta y la demanda de los valores con objeto de determinar el momento para invertir.

b) Análisis fundamental. Se encarga del estudio continuo y cuidadoso de la información financiera de las empresas que participan en el mercado accionario, con la finalidad de elaborar pronósticos confiables de sus utilidades esperadas para fines de inversión a largo plazo y determinar los riesgos de inversión por emisora.

4. Por último se incluye un tratamiento cuidadoso de los procedimientos que deben seguir para obtener pronósticos de los precios de las acciones de la Bolsa Mexicana de Valores por el método de Box-Jenkins.

En este último punto es interesante preguntar ¿Por qué Box-Jenkins? Y la respuesta es: porque al estudiar de manera independiente, pronósticos de series de tiempo por el método de Box-Jenkins y tomando en cuenta la gran fundamentación estadística y matemática de su metodología surgió la idea de aplicarlo en las series de datos de precios de cierre diarios de una muestra de las acciones, pertenecientes a las acciones elegidas para hacer el índice de precios y cotizaciones durante los meses de enero y febrero de 1991 en la Bolsa Mexicana de Valores.

Esta idea también estuvo apoyada en varios artículos de revistas especializadas en el análisis de series de tiempo en las cuales se hablaba de la bondad del método para predecir precios de acciones en la Bolsa de N.Y., Helsinki y Estocolmo principalmente

Al final se presentan una serie de conclusiones.

## II. SISTEMA BURSÁTIL MEXICANO

El sistema financiero mexicano esta constituido por tres subsistemas: bancario, bursátil e instituciones auxiliares de crédito; los cuales dinamizan y encauzan el flujo de recursos monetarios, regulados por un régimen jurídico y se interrelacionan dentro del contexto económico nacional e internacional.

El sistema bursátil mexicano es el conjunto de organizaciones tanto públicas como privadas, a través de las cuales se regulan y llevan a cabo actividades crediticias mediante títulos-valor que se negocian en la Bolsa Mexicana de Valores, de acuerdo con las disposiciones de la Ley del Mercado de Valores.

El Mercado de Valores de México esta integrado por instituciones reguladoras y de apoyo, intermediarios, emisoras e inversionistas; además de las normas y mecanismos que hacen posible el intercambio de títulos inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios y aprobados por la Bolsa Mexicana de Valores

La Secretaría de hacienda y crédito público es el organismo del Gobierno Federal encargado de regular, coordinar y vigilar el Sistema Financiero e impulsar las políticas monetaria y crediticia; orientando la evolución del mercado financiero y bursátil y la actuación de sus participantes.

El Banco de México, por su parte, se encarga de la regulación monetaria y de la emisión de instrumentos crediticios gubernamentales, así como de los criterios generales a que deben sujetarse los participantes en el Mercado de Dinero (es aquel en el que las empresas y entidades gubernamentales son capaces de satisfacer sus necesidades de liquidez a corto plazo, mediante la emisión de instrumentos de financiamiento que pueden colocarse directamente entre el público inversionista).

La Comisión Nacional de Valores es una dependencia de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, creada por decreto presidencial de acuerdo con lo establecido por la ley del Mercado de Valores, con el objetivo de regular y controlar el cumplimiento de las disposiciones legales, así como de mantener el Registro Nacional de Valores e intermediarios.

La Bolsa Mexicana de Valores, núcleo operativo de este mercado, es un organismo privado que provee las instalaciones y servicios necesarios para la transacción, compensación y liquidación de valores; controla y administra las operaciones y difunde la información correspondiente; además de verificar que los intermediarios y emisores se ajusten a las normas vigentes y a las sanas prácticas del mercado.



A continuación se presenta un esquema de la estructura del Mercado de Valores.

Entidades Reguladoras	Entidades Operativas	Entidades de Apoyo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SHCP</li> <li>• Banco de México</li> <li>• Comisión Nacional Bancaria</li> <li>• Comisión Nacional de Valores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas Emisoras</li> <li>• Casas de Bolsa</li> <li>• Bancos</li> <li>• Inversionistas</li> <li>• Sociedades de inversión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolsa Mexicana de valores</li> <li>• Asociación Mexicana de Casas de Bolsa</li> <li>• Instituto Mexicano de Capitales</li> <li>• Academia Mexicana de Derecho Bursátil</li> <li>• Fondo de Contingencia</li> <li>• Calificadora de Valores</li> <li>• Instituto para del depósito de valores</li> </ul>

El análisis de la compra venta de valores siempre ha generado la atención de todo tipo de personas e instituciones, tanto por aquellos que buscan una alternativa de inversión con el fin de proteger e incrementar su patrimonio, como por los que pretenden posiciones favorables en el corto plazo. La compra-venta constante de valores genera la liquidez de los mercados y por ello es factible su existencia como alternativa de financiamiento y capitalización de la economía de un país.

Las grandes empresas y el gobierno utilizan la bolsa para buscar recursos del público. Es un medio alternativo de financiamiento del sistema bancario.

El precio y los intereses que pagan los valores están sujetos a la oferta y la demanda

El esquema general del funcionamiento del sistema bursátil es el siguiente:

Oferentes y demandantes intercambian los recursos monetarios, obteniendo los primeros un rendimiento y pagando los segundos un costo y ambos entran en contacto a través de Casas de Bolsa.

## 2.1 Las casas de bolsa

Son las instituciones mediante las cuales el inversionista invierte su dinero en la bolsa de valores.

Las casas de bolsa (sociedades anónimas) o los agentes de bolsa (personas físicas) son los intermediarios entre el comprador y el vendedor de valores. Entre todos ellos son dueños (accionistas) de la Bolsa Mexicana de Valores S.A. de C.V. en cuyo local se compran y venden los valores.

Estas sociedades anónimas deben registrarse como tales en la sección de intermediarios del Registro Nacional de Valores e Intermediarios. Entre las actividades que las casas de Bolsa pueden llevar a cabo se encuentran las siguientes:

- Actuar como intermediario en el mercado de valores.
- Recibir fondos por concepto de las operaciones con valores que se les encomienden.
- Otorgar créditos para apoyar la inversión en bolsa de sus clientes.
- Prestar asesoría en materia de valores.
- Actuar como representantes comunes de obligacionistas y tenedores de los valores.

Las comisiones por los servicios de las casas de bolsa se ajustarán a los aranceles, generales o especiales, que formule la CNV y apruebe la SHCP.

Todas las casas de bolsa cobran las mismas tarifas por sus servicios, pero la cantidad mínima que aceptan para la inversión varía mucho, lo mismo que las modalidades con que se ofrecen sus servicios.

## 2.2 INDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES (I.P.C.)

El índice de precios y cotizaciones es un termómetro parecido al índice de precios al consumidor. El índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores nos indica el porcentaje de variación en el precio de un grupo de valores (acciones) como resultado de su compra y venta durante un determinado período.

En otras palabras, el IPC es un promedio ponderado de los precios de las principales acciones que se negocian en el mercado, por lo que es el reflejo del comportamiento del mercado conjunto.

El IPC es el principal indicador del comportamiento del mercado en general ya que es el que permite medir los avances o retrocesos que en promedio experimentan los precios de las acciones.

Generalmente, si la demanda supera la oferta, el precio de los valores tiende a subir. Si la oferta supera la demanda, su precio tiende a bajar. En conclusión el IPC es un tipo de promedio que muestra el comportamiento global del mercado ya que se le calcula con base en una muestra representativa de las acciones y no con base en la totalidad de los que se negocian.

El mercado de valores según el rendimiento se puede dividir en:

### 1. Renta variable

El rendimiento varía según las utilidades generadas por la empresa emisora y la demanda u oferta del valor.

### 2. Renta fija

El emisor (empresa privada o gobierno) se compromete a pagar un interés establecido al comprador del título en una fecha determinada.

El mercado de valores según el plazo también se puede dividir en:

1. Largo Plazo

Valores con vencimiento a un año o mas y respaldados por un bien patrimonial o activo del emisor.

2. Corto Plazo

Valores con rendimiento menor a un año, que garantiza el emisor.

El mercado de valores según el plazo se puede dividir en:

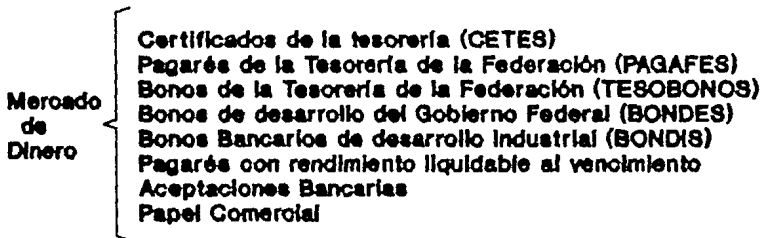
Mercado de Capitales	Mercado de dinero	Mercado de metales
Inversiones a mediano y largo plazo	Inversiones a corto plazo	Inversiones a plazo indeterminado
orientadas a la formación de capital fijo	orientadas a equilibrar el flujo de recursos	orientadas a equilibrar el flujo de recursos

Analicemos a continuación cada uno de estos mercados así como de algunos de sus instrumentos.

### 2.3 Mercado de dinero

Se encuentra integrado por instrumentos de renta fija con vencimiento inferior a un año (corto plazo) emitidos por organismos gubernamentales, instituciones de crédito y empresas privadas. Los instrumentos del mercado de dinero se muestran a continuación.

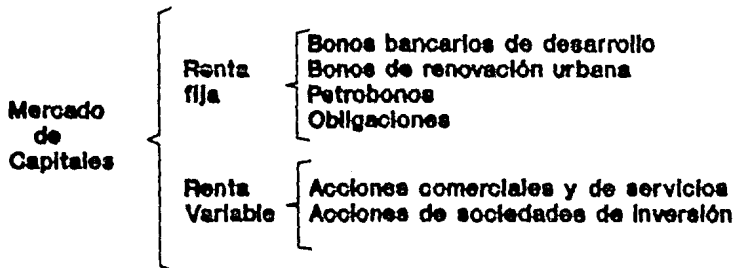
## Instrumentos del mercado de dinero



### 2.4 Mercado de Capitales

El mercado de capitales incluye instrumentos de inversión de largo plazo, tanto de renta variable como de renta fija. Los instrumentos del mercado de capitales se muestran enseguida.

## Instrumentos del mercado de capitales



## 2.5 Mercado de metales

Son valores de renta fija de largo y corto plazo.

# Instrumentos del mercado de metales

**Mercado  
de  
metales**



**Metales preciosos**

**Certificados de plata**

## 2.6 Instrumentos de Inversión

A continuación se revisan características particulares de algunos de esos valores.

### 2.6.1 CETES

*Valor nominal*

- \$10,000

*Emisor*

- Los miércoles de cada semana la SHCP por conducto del Banco de México vende a las casas de bolsa una emisión de CETES.

*Plazo*

- El plazo más frecuente es a 91 días, pero existen en el mercado CETES con 13 plazos diferentes.

**Liquidez**

- Los CETES constituyen uno de los instrumentos de mayor liquidez, o sea la rapidez en que el tenedor de dichos valores puede obtener su dinero.

**Características**

- Los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES) son bonos o valores emitidos por el gobierno federal para financiar sus gastos.
- Los Cetes son títulos de crédito al portador en los cuales se consigna la obligación del Gobierno Federal a pagar su valor nominal a la fecha de su vencimiento, por lo que se consideran valores de renta fija.
- Los CETES se venden a los inversionistas con un descuento, es decir, abajo de un valor nominal, de ahí que el rendimiento que recibe el inversionista consiste en la diferencia entre el precio de compra y el precio de venta. Los CETES esta exentos del ISR (Impuesto Sobre la Renta).

## 2.4.2 PAGAFES

**Valor nominal**

- 1,000 dólares de E.U.A.

**Emisor**

- El Gobierno Federal a través del Banco de México coloca semanalmente emisiones de PAGAFES.

**Plazo**

- Se colocan semanalmente los días jueves y el plazo es de 91 y 182 días, existen 26 plazos diferentes.

**Plazo**

- A pesar de estar limitados a las casas de bolsa tienen una amplia liquidez.

**Características**

- No existe ningún riesgo en cuanto a la amortización, ya que cuentan con la garantía del gobierno federal.
- Su rendimiento se considera fijo, pero considerando que su valor depende del tipo de

cambio controlado de equilibrio entre el peso y el dolar, su rendimiento es en realidad variable.

- Liquidación es a 24 horas o en el mismo día.
- Igual que los CETES están exentos de ISR.

### 2.6.3 PETROBONOS

*Valor nominal*

- \$1,000 en las emisiones 84 y 85 y \$10,000 a partir de la del 1985-1.

*Emisor*

- El Gobierno Federal.

*Plazo*

- Todas las emisiones son a 3 años.

*Liquidez*

- Es casi total y existe un importante mercado secundario de estos documentos.

*Características*

- Estos títulos están garantizados a través de una reserva de petróleo y cuentan, además con garantía específica del Gobierno Federal por ello prácticamente carecen de riesgo<sup>1</sup>. Además los intereses como el valor de amortización se calculan al tipo de cambio vigente peso/dolar.
- Se consideran títulos de renta fija, pero tienen características de tener un rendimiento variable.
- Rendimiento mínimo garantizado, no deducible del valor de amortización, pagadero mensual o trimestral, según las características de la emisión.

---

<sup>1</sup>Al hablar de instrumentos carentes de riesgo nos referimos al hecho de que tienen un rendimiento "asegurado", no obstante, el inversionista no puede saber cuál va a ser su tasa de rentabilidad real, queda la incertidumbre de la inflación.



#### **2.6.4 Bonos de indemnización Bancaria (BIPS)**

*Valor nominal*

- \$100 y \$10,000 (según la emisión de que se trate)  
Moneda Nacional y sus múltiplos.

*Emisor*

- El Gobierno Federal.

*Plazo*

- 3 años. Es una inversión a largo plazo.

*Liquidez*

- Absoluta; existe un importante mercado secundario.

*Características*

- Como están garantizados por el gobierno federal, su seguridad es total, es decir el riesgo es nulo.
- Liquidación en 24 horas.

#### **2.6.5 Bonos de Renovación Urbana del D.F. (BORES)**

*Valor nominal*

- \$100

*Emisor*

- La tesorería de del D.D.F.

*Plazo*

- Largo plazo 10 años mas tres de gracia.

*Liquidez*

- Es reducida, por la poca cuantía de la emisión.

*Características*

- Son libres de riesgo ya que los respalda el D.D.F.
- Liquidación en 24 horas.
- El monto de la emisión es de 25,000,000,000.
- Rendimiento fijo y pagadero trimestralmente.

### 2.6.6 Bonos Bancarios de Desarrollo (BBD'S)

*Valor nominal*

- Múltiplos de \$10,000

*Emisor*

- Bancos de desarrollo.

*Plazo*

- Es largo ya que su colocación mínima es a 3 años.

*Liquidez*

- Muy baja; casi no se negocian en el mercado secundario.

*Características*

- Su seguridad es total, están garantizados por el emisor.
- Liquidación en 24 horas.
- Rendimiento fijo y pagan intereses cada 3 meses

### 2.6.7 Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal (BONDES)

*Valor nominal*

- \$100,000 sus múltiplos.

*Emisor*

- El Gobierno Federal.

*Plazo*

- Mediano: cada emisión tendrá su propio plazo, en múltiplos de 28 días.

*Liquidez*

- Completa liquidez, para comprar o vender es necesario pactar la operación

*Características*

- Prácticamente carecen de riesgo.
- Liquidación: 24 horas.

- No existe rendimiento fijo, la utilidad se obtiene cuando se venden los BONDES que se compraron con anterioridad.

### 2.6.8 Certificados de Aportación Patrimonial (CAPS)

*Valor nominal*

- Diferente según el emisor.

*Emisor*

- Los diferentes bancos.

*Plazo*

- Corto plazo, según la oferta y la demanda.

*Liquidez*

- Amplia liquidez

*Características*

- Los rendimientos han variado según la demanda.
- Son instrumentos de renta variable.

### 2.6.9 Obligaciones

*Valor nominal*

- Variable, pero ninguna empresa podrá emitir obligaciones por encima del valor de su activo fijo.

*Emisor*

- Las obligaciones son títulos de crédito que emiten las sociedades anónimas.

*Plazo*

- Largo plazo.

*Liquidez*

- Las obligaciones tienen una liquidez baja.

*Características*

- Una obligación es título de valores nominativo mediante el cual se documenta un préstamo que una sociedad anónima obtiene de un conjunto de inversionistas. Los tenedores de obligaciones, a

los que se denomina obligacionistas, obtienen periódicamente un pago por concepto de intereses y cobra, al vencimiento, el valor nominal del documento.

- Reditúan una tasa de interés fija o variable.

## 2.6.10 Aceptaciones Bancarias

*Valor nominal*

- \$100,000 o sus múltiplos.

*Emisor*

- Empresas.

*Plazo*

- Corto plazo.

*Liquidez*

- Alta. Existe un amplio mercado secundario

*Características*

- No tienen riesgo debido al aval bancario.
- Liquidación: 24 horas o el mismo día

## 2.6.11 Papel Comercial

*Valor nominal*

- 100,000 y sus múltiplos.

*Emisor*

- Son los pagarés negociables que emiten empresas cotizadas en la Bolsa Mexicana de Valores.

*Plazo*

- No debe ser menor de 15 días ni mayor de 91 días.

*Liquidez*

- Amplia liquidez

**Características**

- Son pagarés que se utilizan para documentar créditos. Existen dos tipos:

1. Papel comercial bursátil

Es el que emiten empresas inscritas en la bolsa de valores por ello, la emisión se hace a través de ésta.

2. Papel comercial extrabursátil

Es el que emiten empresas que pueden o no estar inscritas en la bolsa mexicana de valores y en cuya colocación intervienen las casas de bolsa como intermediarios, pero sin hacer oferta pública de los títulos.

**2.6.12 Certificados de Plata  
(CEPLATAS)**

*Valor nominal*

- \$100

*Emisor*

- El Banco Nacional de México y las empresas mineras a través de Banca Cremi S.N.C.

*Plazo*

- Largo Plazo.

*Liquidez*

- Es un instrumento de inversión con alto grado de confianza y liquidez.

*Características*

- A nivel mundial la inversión en metales ha sido de las alternativas más rentables a largo plazo.
- Se busca que no solo las empresas mineras puedan realizar transacciones con plata, sino que también la puedan hacer los inversionistas de otros mercados que se interesen en los metales.

**Acciones**

Las Acciones serán ampliamente analizadas en el capítulo Mercado de Valores.

## 2.7 Sociedades de inversión

Los grandes inversionistas compran y venden CETES, PETROBONOS o acciones a través de los agentes de bolsa, pero hay pequeños inversionistas que no tienen capital ni son dueños de toda la información para decidir que valores comprar por sí mismos.

Quienes buscan invertir una parte de sus ahorros en valores sin involucrarse directamente en su manejo, pueden hacerlo a través de una sociedad de inversión.

Las sociedades de inversión son sociedades anónimas. Su capital lo constituyen los CETES, PETROBONOS, acciones y demás valores que en determinado momento posean.

Los accionistas de esa sociedad son dueños de una parte de ese conjunto de valores.

Al invertir en una sociedad de inversión, generalmente administrada por una casa de bolsa, el dinero es manejado por personal especializado. Según la ley, puede haber tres tipos de sociedades de inversión: *renta fija, capital de riesgo y comunes.*

### III. Mercado de valores

Una acción es un título que representa la propiedad de su tenedor sobre una de las partes iguales en que se divide el capital contable de una sociedad anónima

Son los únicos valores considerados de renta variable en el medio bursátil y son, al mismo tiempo, los valores que pueden producir más ganancias o más pérdidas al inversionista. Esto quiere decir, planteado desde el punto de vista de riesgo, que son los instrumentos más riesgosos del mercado y, dependiendo de las circunstancias y del enfoque que asuma el inversionista, los más atractivos o los menos deseables.

A las acciones se les considera inversiones a largo plazo, aunque en realidad no tienen fecha de vencimiento, ya que su existencia depende de la existencia de la empresa cuyo capital representan, sin embargo, muchos inversionistas la han estado utilizando como inversiones a corto y mediano plazo.

Los rendimientos de las acciones provienen tanto de los dividendos que las empresas con utilidades pagan a sus tenedores, como de ganancias de capital, al comprar a un precio y vender a otro más alto.

Una manera tradicional de evaluar acciones consiste en calcular la tasa de rendimiento con base en el precio de compra y el flujo de ingresos por dividendo. Pero para la mayoría de los inversionistas el interés principal de la inversión en acciones no radica en los rendimientos por dividendos, sino en lo que se puede lograr mediante las ganancias de capital, que pueden ser muy elevados y que normalmente se buscan tanto a largo plazo como a plazos corto y mediano.

Los precios de las acciones en el mercado bursátil fluctúan constantemente y dependen, en gran medida de la cantidad de inversionistas dispuestos a comprar o vender. Es decir, los precios dependen más que nada de la oferta y la demanda, al igual que en otros mercados, en términos generales se cumple también en el mercado

bursátil que al aumentar la oferta disminuyen los precios y al aumentar la demanda aumentan los precios.

Hemos llegado al momento en el que el inversionista desearía poder encontrar ciclos de tendencia a la alta, así como a la baja, lo cual implicaría decidir, que acciones comerciar, así como también ¿cómo comprar? y ¿cuándo vender?

La respuesta a estas preguntas no es sencilla, ya que el análisis de acciones con propósitos de inversión es una actividad compleja y de alto riesgo, lo cual implica que al dar una respuesta a las interrogantes antes hechas debemos de seguir un profundo trabajo sistemático apoyado en información amplia y confiable de tal manera que tales decisiones sean lo mas exitosas posibles.

Una de las principales dificultades del análisis es la gran cantidad de elementos que parecen influir sobre el comportamiento del mercado en general y de las acciones en particular. Aunque es probable que en ciertos casos algunos factores tengan más influencia que otros, siempre resulta conveniente revisar toda la información disponible y relevante dado que el comportamiento de los precios de las acciones responde más a la influencia de diversos hechos, que a la presencia o ausencia de un solo factor.

Entonces, el análisis se convierte en la consideración de diversos factores y su posible efecto sobre los precios.

En el año de 1953 M. G. Kendall en su trabajo "The Analysis of Economic Time-Series, Part I & Prices", discutía acerca del comportamiento de los precios de las acciones y mercancías, teniendo como propósito encontrar ciertos ciclos regulares de precios concluyendo sorprendido que cada serie de datos de precios, seguían un recorrido aleatorio.

Estas conclusiones implicaban que las variaciones en los precios eran independientes unas de otras. Para la mayoría de los economistas fue una idea sorprendente, pero aceptada mas adelante apoyada en un gran volumen de evidencia probatoria.

Los trabajos de Kendall dieron origen a un nuevo concepto; mercado eficiente, el cual analizaremos a continuación.



### 3.1 Mercado Eficiente

En un mercado eficiente existe una infinidad de inversionistas con objetivos similares (obtener utilidades) y con acceso a la misma clase y cantidad de información, de tal manera que toda esta información relevante y averiguable este ha reflejada en los precios de los títulos.

Todos los participantes de un mercado tienen como objetivo de obtener el mayor rendimiento posible. El mercado eficiente establece que es imposible obtener utilidades mayores que el rendimiento del propio mercado, en forma consistente, ya que el mercado representa todo en juicio y sentir de los inversionistas, todos pretenden el mismo objetivo, contando con el acceso a las mismas fuente de información, es decir si el mercado de capitales es eficiente, la compra venta de cualquier título al precio vigente en el mercado es una transacción de VAN<sup>2</sup> cero.

El mercado eficiente es aquel que rápidamente "digiere la información" relativa a la economía, la industria, la empresa en particular y que ésta se refleja en forma correcta en el precio de negociación.

En un mercado eficiente ningún participante puede esperar obtener un rendimiento mayor o menor que aquel que es "justo" obtener para el nivel de riesgo incurrido.

La teoría no niega que le invertir produzca utilidades, sino que establece que en la medida en que en mercado se comporta eficientemente, no será posible obtener rendimientos superiores a los que corresponden al nivel de riesgo incurrido.

De la misma forma la competencia entre los inversionistas conducirá a un mercado de acciones en el que los precios reflejan en todo momento el verdadero valor, lo cual significa que se ha encontrado un precio de equilibrio que incorpora toda la información disponible por los inversionistas en ese momento.

---

<sup>2</sup> Contribución neta de un título en términos de riqueza, valor actual menos inversión inicial.

En conclusión tenemos que los cambios de precio en un mercado eficiente son aleatorios ya que si los precios reflejan toda la información relevante, entonces sólo se cambiarán cuando llegue la nueva información. Pero la nueva información, por definición, no puede predecirse antes del momento correspondiente (de otro modo no sería nueva información). Por lo que las variaciones en los precios no se pueden predecir antes de tiempo. Esto nos dice que si los precios de las acciones ya reflejan todo lo que es predecible, entonces los cambios en los precios deben reflejar sólo lo impredecible, es decir, la serie de cambios en los precios deben ser aleatorios, pero no se debe pensar que el comportamiento aleatorio de los precios de las acciones implica que el mercado es irracional. Aleatoriedad y irracionalidad no son sinónimos. Los cambios en los precios de las acciones son aleatorios porque los inversionistas son racionales y se mueven en un ambiente de competencia.

Supongamos que hubiese ciclos predecibles en los precios de las acciones, los accionistas podrían obtener beneficios superiores, conociendo estos ciclos,

En la figura 3.1 se muestran diferentes alzas a lo largo del tiempo de acción. CELANES. ¿Qué ocurre cuando los inversionistas descubren estos ciclos? Se destruyen. Puesto que pueden comprar acciones de CELANES baratas y después de un tiempo venderlas a un precio superior al de adquisición. Puesto que las acciones en los puntos marcados son un buen negocio los inversionistas se lanzarán por estas acciones. Solo dejarán de comprar cuando la acción ofrezca una tasa de rentabilidad normal. En conclusión, tan pronto como se pone de manifiesto un ciclo ante los inversionistas, estos lo eliminan inmediatamente mediante sus operaciones.

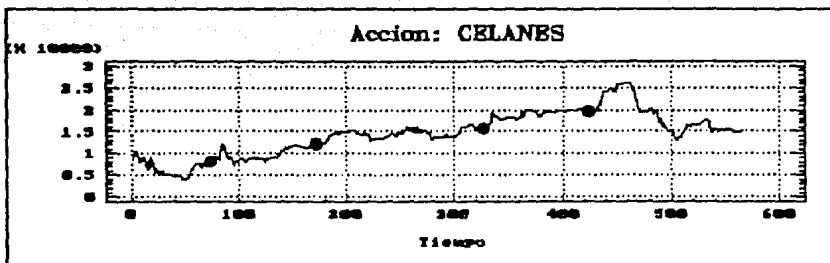


Figura 3.1 Alzas de la acción CELANES

Se conocen tres tipos de eficiencia del mercado los cuales son: *mercado fuertemente eficiente*, *mercado semi-eficiente* y *mercado débilmente eficiente*.

### 3.2 Mercado fuertemente eficiente

Los precios reflejan no solo la información pública, sino toda la información que puede ser adquirida con respecto a los negocios de la empresa e intentan descubrir informaciones acerca de su rentabilidad, así como estrictos análisis económicos.

En este mercado los precios de las acciones serían siempre justos y ningún inversionista podría hacer continuamente buenas predicciones sobre los precios de las acciones; ni aún los inversionistas que poseen información altamente privilegiada pueden obtener un mayor rendimiento.

Aunque la teoría del mercado ha sido bien respaldada empíricamente sería erróneo pretender que no existiesen problemas o aparentes excepciones dentro de los mercados considerados como fuertemente eficientes.

### 3.3 Mercado semi-eficiente

En un mercado semieficiente al análisis de la información disponible al inversionista (estudios financieros de las empresas, condiciones de la economía) no tiene sentido ya que esta información se encuentra descontada en el precio de los valores. Sin embargo, no

existen mercados puros semi-eficientes, ya que se ha observado como las opiniones y comentarios de los "expertos" influye en los precios de cotización.

### 3.4 Mercado débilmente eficiente

El mercado débilmente eficiente afirma que la secuencia de cambios de precio en el pasado no contiene información sobre los cambios futuros, es decir los datos históricos del comportamiento de los precios y volumen de operaciones no pueden utilizarse para estimar o predecir el comportamiento futuro, en otras palabras considera que los precios de los valores tienen un movimiento aleatorio.

De las anteriores formas e hipótesis de la teoría del mercado eficiente podemos considerar que los mercados: en general no se mueven al azar, ni son fuertemente eficientes; por lo que aceptaremos las hipótesis de los mercados semi-eficientes, de esta manera concluimos que dentro de este tipo de mercado los inversionistas llegarán a obtener un rendimiento justo para el nivel de riesgo incurrido ya que ninguna situación se mantendrá anormal por mucho tiempo, es decir, los precios de los valores que en él se negocian no se desviarán mucho o por mucho tiempo de lo que el propio mercado (inversionistas) recibirán como el rendimiento "justo".

#### IV. Metodologías para análisis del comportamiento de acciones

Al estudiar los mercados de valores han surgido diferentes metodologías, para analizar el comportamiento de los precios de las acciones.

La principal clasificación de este análisis es el análisis técnico y el análisis fundamental.

En el análisis técnico se incluyen los elementos que se originan dentro del mercado de valores, entre los que sobresalen el comportamiento de los precios de las acciones en la Bolsa y los volúmenes que de ellas se negocian.

Por su parte en el análisis fundamental se incluyen los factores extremos al medio bursátil, tales como fenómenos macroeconómicos: inflación, comportamiento del tipo de cambio de la demanda con respecto a monedas extranjeras, sucesos políticos y otros.

En general se considera que los factores fundamentales tienen un efecto más largo que a corto plazo en tanto que sucede lo contrario con los factores técnicos, se considera que su efecto tiende a manifestarse más a corto plazo.

El análisis técnico abarca los siguientes puntos:

1. Indicadores relacionados con el precio
2. El volumen como indicador
3. Otros indicadores
4. Métodos gráficos del análisis de precio volumen.

En el análisis fundamental se aprecian los siguientes puntos:

1. Factores económicos
2. Factores políticos
3. Factores psicológicos
4. Características de la empresa

Además, algunos de los principales indicadores que se revisan hacen referencia al mercado en general (entre los cuales sobresale índice de precios y cotizaciones), otros revisan características de las empresas específicas (tales como las razones con las que se analizan los estados financieros) y otros más tienen mayor incidencia sobre determinados sectores de la economía y de mercado de valores en particular.

A continuación presentaremos en forma detallada los métodos de análisis señalados anteriormente.

#### 4.1 Análisis técnico

El análisis técnico se refiere al estudio del comportamiento de los mercados como tales sin considerar los valores que en ellos se negocian. El análisis técnico estudia en forma gráfica y numérica el comportamiento de los precios de los valores para determinar la tendencia futura que pueden presentar.

El análisis técnico se fundamenta en el estudio de las fuerzas de la oferta y la demanda de los valores, éstas son las que en determinado momento establecen el valor precio del bien que se intercambia. Es cierto que las estadísticas utilizadas por el análisis fundamental tienen influencias en la relación oferta-demanda de un determinado valor, sin embargo, estas no son todos los elementos que modifican dicho equilibrio, existen además las esperanzas y temores, consideraciones subjetivas, sentimientos racionales e irracionales de cientos de miles de compradores y vendedores que interactúan en momento dado. Los anteriores y otros factores no pueden ser estudiados en forma individual, pero existe la ventaja de que todos ellos se expresen finalmente en una sola característica, que representa el equilibrio y

consenso entre compradores y vendedores, esta característica es el precio de negociación o el precio de mercado de los valores, el mercado descuenta toda la información presente y futura que se puede obtener.

En el precio se sintetizan todas las expectativas e informaciones futuras que los inversionistas pueden percibir sobre cada valor en particular y que determinan el precio el momento de la negociación. Lo anterior tiene validez práctica cuando se observa que los precios se mueven en tendencias y éstas continúan hasta que se modifica la relación oferta-demanda. La utilidad del análisis técnico radica en que sus métodos y técnicas pretenden detectar los cambios en el equilibrio (tendencia) a través del estudio del comportamiento del propio mercado y los precios de los valores.

El análisis técnico, en su aplicación al mercado de valores, puede definirse como: el estudio del comportamiento del mercado. Es el procedimiento mediante el cual se archiva y gráfica la historia del mercado (cambios de precios, volúmenes, etc.), ya sea de cada acción en particular o del mercado en general mediante el uso de índices (IPC).

La fundamentación del análisis técnico radica en considerar que el valor intrínseco de las acciones no es una fórmula válida para estimar el precio del mercado; ya que a lo largo de la historia de los mercados de valores siempre se han observado divergencias y contradicciones entre el valor intrínseco y el valor de mercado.

Por lo que el análisis técnico considera que el precio de un acción en el mercado es determinado en un momento dado, por el equilibrio entre la oferta y la demanda que se presenten en piso de remates.

Los cambios en los precios de las acciones son previsible o sujetos a detectarse estudiando el comportamiento de los precios. En las formas gráficas, se generan ciertos patrones o formaciones que tienen un significado, las cuales pueden interpretarse como señales del posible comportamiento futuro de precios. Las gráficas son la herramienta fundamental del trabajo del análisis técnico. Estas han sido desarrolladas en una gran variedad de tipos y estilos, que pretenden representar todo cambio de precio y su relación con otras variables.

Existen gráficas mensuales, semanales, diarias por horas, transacción, de punto y figura, etc. Pueden realizarse en escala aritmética, logarítmica exponencial etc. o bien proyectarse en forma de osciladores. Pueden representar medias móviles, volúmenes negociados a cambios en el precio, etc. Existe una gran variedad de gráficas que se pueden emplear, pero todas ellas se apoyan en el precio de negociación (cierre, apertura, máximo, mínimo).

A continuación se presentan algunos ejemplos de análisis gráficos.

#### 4-1-1 Análisis de barras

Este análisis considera para su estudio los precios o valores máximos y mínimos a los que un instrumento de mercado (acciones, bonos, cetes, obligaciones, etc.) así como el precio de cierre (el precio de la última operación).

La gráfica se realiza considerando en la escala horizontal el tiempo, es una técnica llamada de tiempos fijos; y en la escala vertical el rango de precios (formado por el precio máximo y mínimo del período) trazado como una barra vertical; el precio de cierre se le marca con una extensión horizontal (puga) en el rango de precios. Esto es ejemplificado en la figura 4.1.

El escalamiento horizontal se realiza en función del período o tendencia que se desea analizar, es decir, períodos diarios, semanales o mensuales para tendencias de corto, mediano, y largo plazo respectivamente. Cabe mencionar que las definiciones de corto, y largo plazo dependen del horizonte de inversión así como de las expectativas inflacionarias y económicas del entorno.

El escalamiento vertical se realiza en función de las consideraciones particulares que el analista desea observar. Se pueden establecer diferentes criterios para esta escala; tamaño de las pujas para diferentes rangos en el precio de cotización, el rango de períodos, o tamaños físicos de las gráficas.

El método más común consiste en establecer las escalas verticales de una forma nominal o aritmética, es decir, considerando los precios nominales de cotización. Otro criterio consiste en establecer una escala



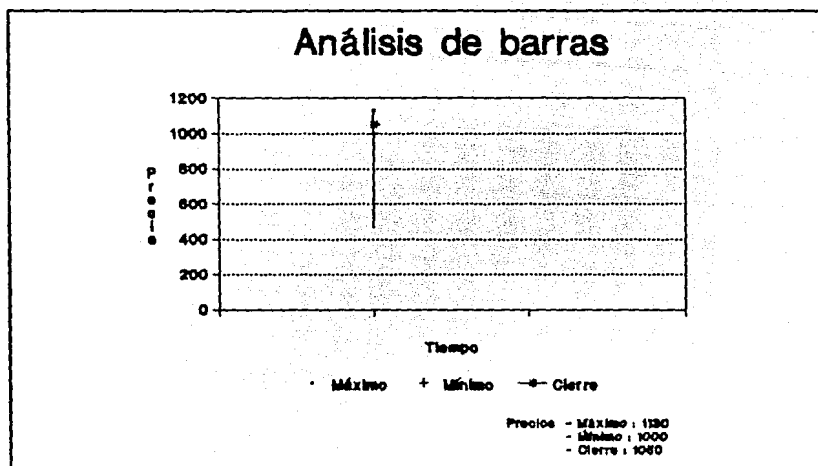


Figura 4.1 Ejemplificación del Análisis de Barras

logarítmica para los precios, esta tiene la finalidad de considerar cambios proporcionales en los valores de cotización, en una escala logarítmica distancias verticales iguales en la gráfica representan cambios porcentuales iguales en el precio de utilización.

#### 4.1.2 Formaciones

Los precios se mueven en tendencias, las cuales pueden tener proyecciones lineales cuyas curvas, de corta o larga duración, irregulares o poco perceptibles. Sin embargo, llega el momento en que las fuerzas de la oferta y la demanda se modifican y se produce el cambio de dirección en la tendencia del movimiento de los precios. En la mayoría de los casos, cuando una determinada tendencia se encuentra en el proceso de cambiar en dirección, se presentan en la gráfica de barras patrones o formaciones características de una reversión o cambio. Algunas de estas formaciones se complementan en pocos días y otras toman semanas o meses, como regla general se puede establecer que a mayor amplitud de la formación mayor fuerza tendrá el cambio de tendencia y viceversa.

### 4.1.3 Cabeza y hombros

Esta es una de las formaciones más importantes y más comúnmente empleada y se muestra en la figura 4.2.

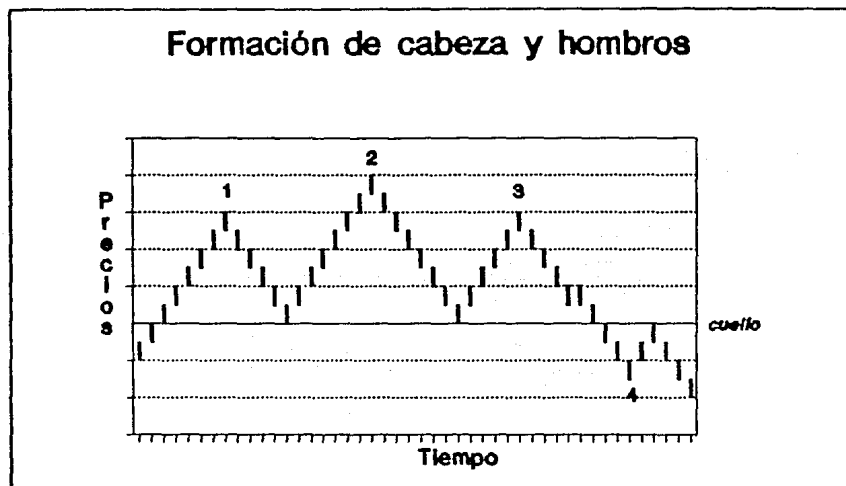


Figura 4.2 Formación de cabeza y hombros

El nombre de esta formación señala exactamente la forma que tiene. Consiste de:

1. Una etapa ascendente climática de un movimiento alcista previo, acompañada de un incremento de volumen de operación, para posteriormente descender junto con el volumen (esta es el hombro izquierdo).
2. Un avance, también acompañado de incremento del volumen, el precio alcanza de un valor superior al del hombro, se da una reacción con disminución del volumen llegando el precio a un nivel cercano al más bajo del hombro anterior (esta es la cabeza).
3. Un nuevo avance, con menor volumen, el precio no logra alcanzar al máximo obtenido en la "cabeza" y reacciona a la baja (esto es el hombro derecho).

4. El precio continúa a la baja y logra penetrar el "cuello" de la formación en un porcentaje significativo (3 a 5%), dependiendo de la volatilidad del mercado, esta penetración confirma el cambio de tendencia.

En todas las formaciones de las gráficas de barras es indispensable analizar el comportamiento del volumen, para esto lo importante es detectar la magnitud o tendencia general del intercambio, más no los valores exactos.

En la formación de la cabeza y hombros es importante observar la inclinación del cuello, si este es horizontal o de pendiente negativa, es muestra de un proceso de distribución significando una situación de debilidad del mercado o valor; si la pendiente es positiva la situación no es tan débil y puede significar un proceso de consolidación.

De acuerdo a la teoría, la formación de cabeza y hombros en la gráfica del índice de precios y cotizaciones es presagio de que el mercado ha alcanzado su nivel máximo y de que puede comenzar una baja pronunciada, es especial, si la altura alcanzada por el segundo hombro es menor que la del primero.

Esta interpretación es aplicable también al comportamiento del precio de una acción individual.

#### 4.1.4 Proyección

Al romperse la formación de cabeza y hombros puede establecerse un proyección o estimación de precio que se puede alcanzar a la baja. Se determina la distancia vertical (\$) entre la cima de la cabeza y el cuello, que se ejemplifica en la figura 4.3., y esta distancia se proyecta a partir de la ruptura o penetración del cuello como se muestra en la figura 4.4.

El caso análogo se aplica para formaciones cabeza-hombros que señalan un cambio de tendencia al alza.

## Determinación de la distancia a proyectar

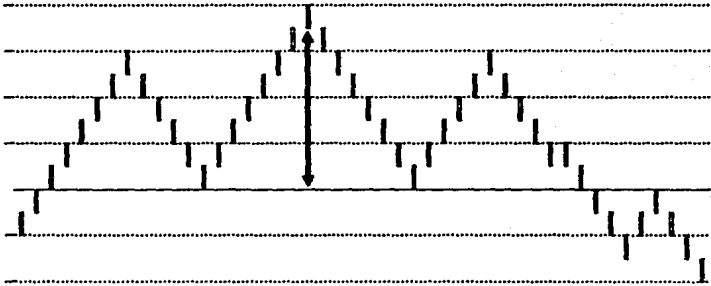


Figura 4.3 Determinación de la distancia para proyección

## Proyección

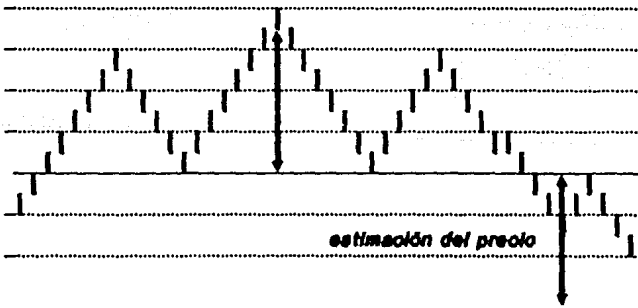


Figura 4.4 Proyección de la distancia estimada

#### 4.1.5 Doble cima y doble fondo.

Estas son formaciones muy comunes en las gráficas debidas al movimiento normal del precio dentro de un tendencia, ya que los precios no se mueven en línea recta sino en movimiento tipo "zig-zag". Es importante poder diferenciar una verdadera formación de doble cima o fondo y no confundirlas con el simple movimiento del precio, esta distinción puede realizarse estudiando en comportamiento del volumen: el desarrollo de un alto volumen en una o ambas cimas (o fondos), o un cambio anormal en el mismo (ejemplo: una drástica caída del volumen) son confirmaciones de que se ha desarrollado una doble cima o doble fondo. Como ejemplo se muestran las figuras 4.5 y 4.6.

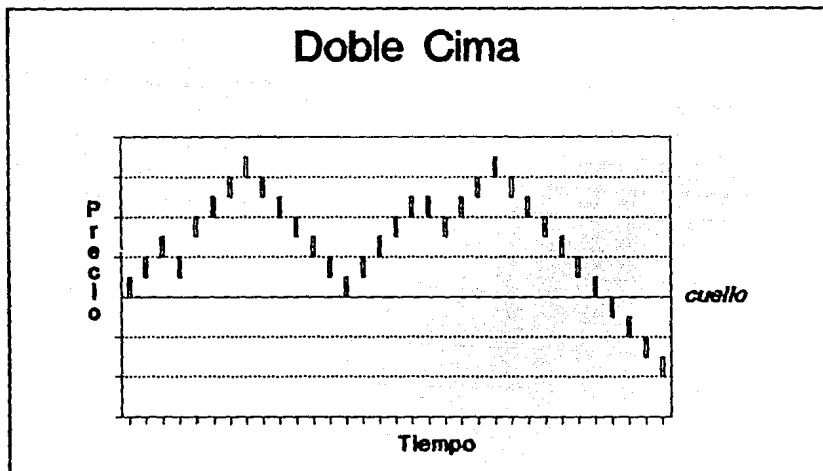


Figura 4.5 Gráfica de la formación de doble cima

El cambio de la tendencia se confirma cuando el precio penetra (3-5%) el cuello de la formación.

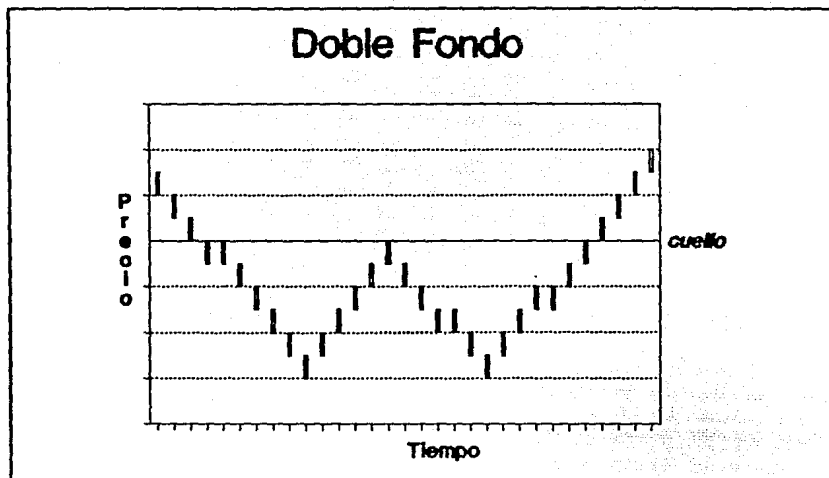


Figura 4.6 Gráfica con la formación de doble fondo

#### 4.1.6 Formaciones "V".

Estas son representativas de procesos muy rápidos de acumulación y distribución. Una Formación de este tipo se presenta en la figura 4.7.

1. El primer brazo de la formación se presenta con una fuerte y rápida caída del precio, en unos cuantos días de operaciones se llega al clímax del descenso y el volumen se incrementa en forma notable.
2. Los precios se incrementan rápidamente acompañados de un constante crecimiento del volumen. La formación se confirma cuando el brazo derecho penetra la línea de resistencia a la baja y llega a ser de un tamaño igual o mayor al brazo izquierdo. Por lo general ambos brazos presentan una inclinación de  $45^\circ$ . Lo análogo se aplica para la formación "V" invertida.

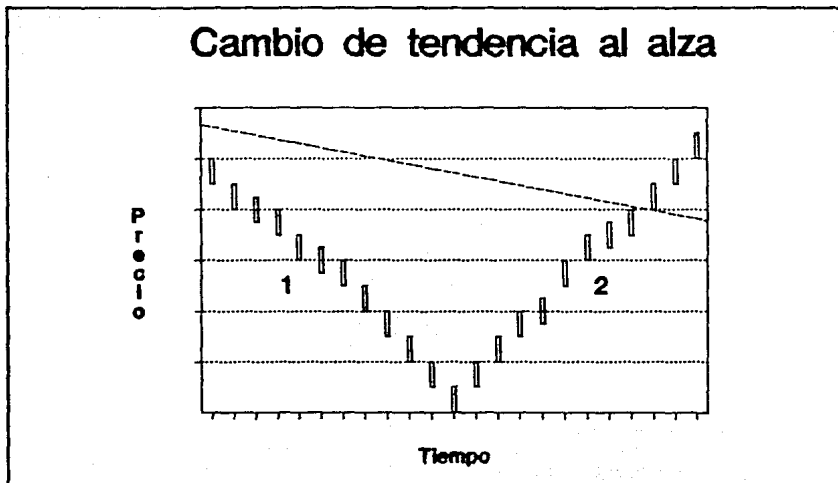


Figura 4.7 Gráfica con una formación V

#### 4.1.7 Triángulos.

Estas formaciones se presentan cuando el precio fluctúa en intervalos o rangos cada vez menores, este proceso es representativo de una fuerte acumulación de los valores, e invariablemente preceden a un movimiento al alza o a la baja. Una formación de este tipo se especifica en la figura 4.8.

En el vértice del triángulo se presenta un equilibrio total entre oferta y demanda, con un ligero incremento de un parte se inicia un movimiento al alza o a la baja.

Generalmente los triángulos (60%) son procesos de consolidación y el movimiento posterior del precio seguirá la tendencia principal, aunque existe la posibilidad (40%) de que se presente el cambio o reversión de la tendencia.

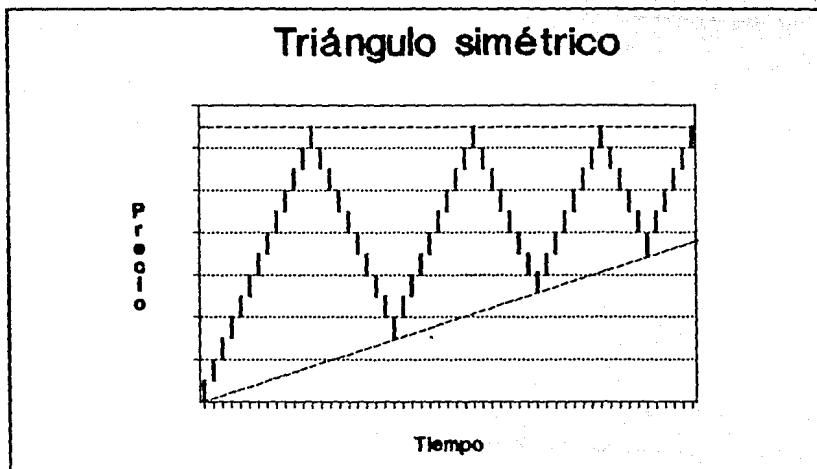


Figura 4.8 Formación de un triángulo simétrico

#### 4.1.8 Tipos de triángulos.

Podemos concluir que las formaciones de este tipo no son señal de cambios en la tendencia sino que, más bien, indican que es posible que continúe la tendencia que muestran los precios hacia ese momento. Otras formaciones triangulares son mostradas en las figura 4.9 y 4.10.

#### 4.1.9 Formación de continuidad de la tendencia.

Por lo general una tendencia no sigue un movimiento continuo sino que se presentan situaciones de consolidación antes de continuar el movimiento (de utilidades, soportes, resistencia). El triángulo es una formación que presenta la posibilidad de continuidad, sin embargo, existen otras formaciones cuyas características muestran una mayor seguridad de que la tendencia principal se mantendrá. Muestras de este tipo de tendencias se presentan en las figuras 4.11 y 4.12.



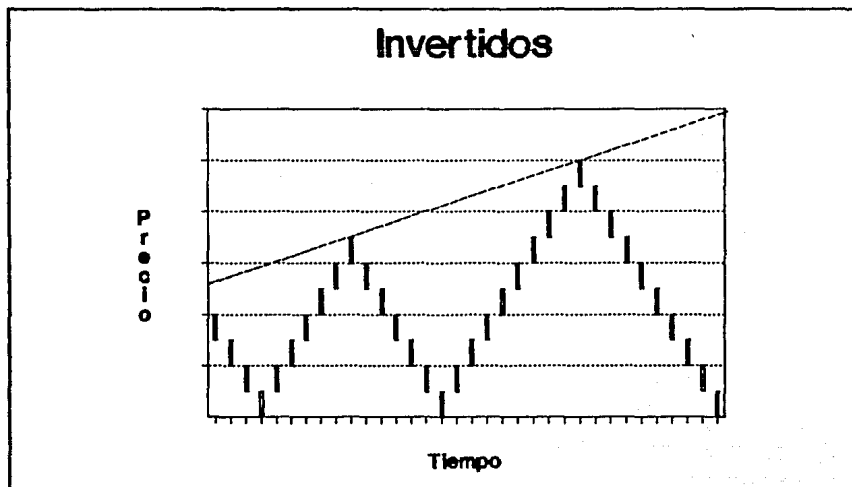


Figura 4.9 Formación de un triángulo invertido

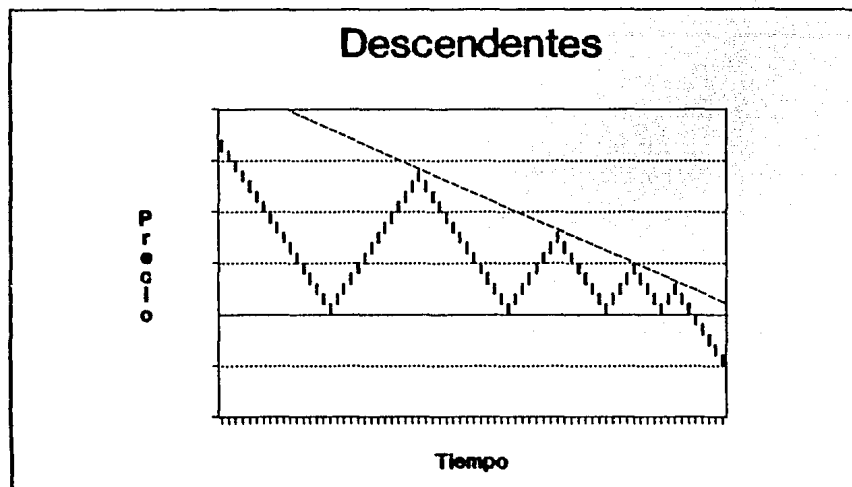


Figura 4.10 Formación de triángulo descendente

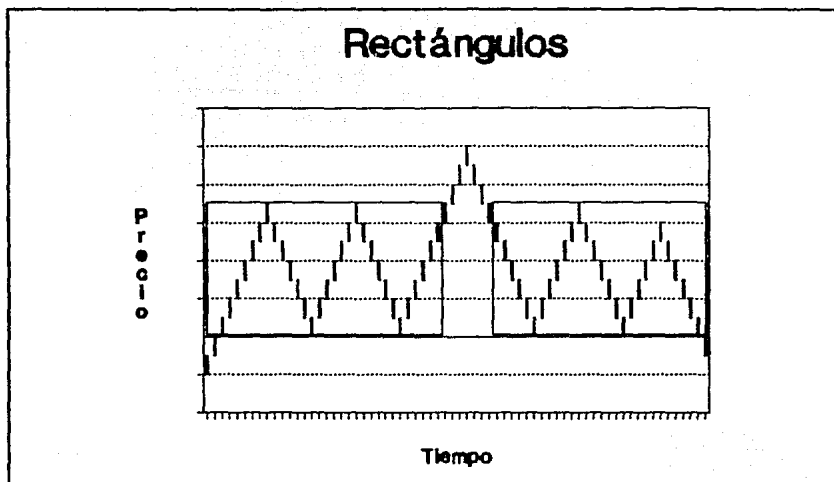


Figura 4.11 Formación de rectángulos

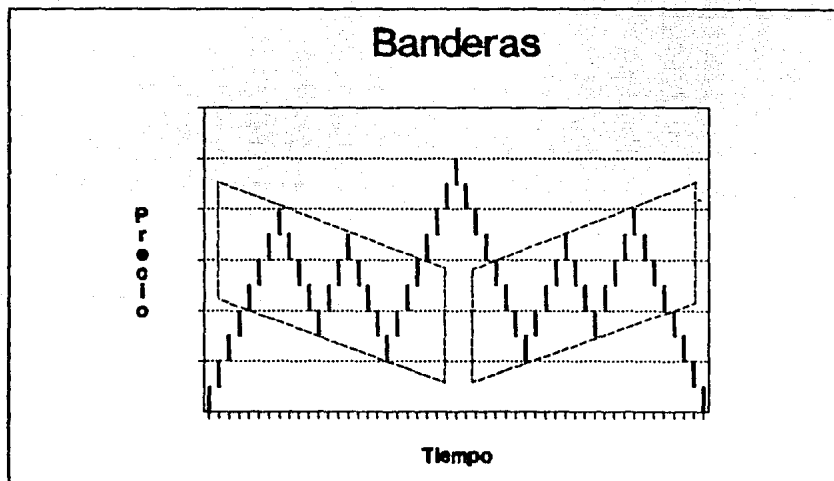
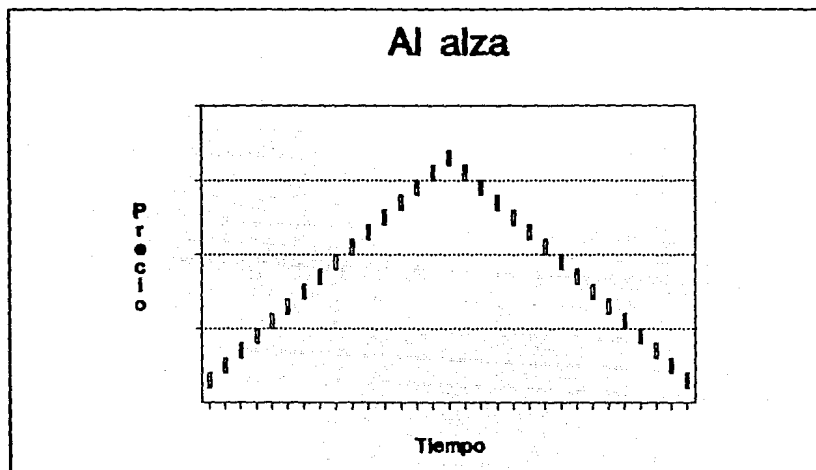


Figura 4.12 Formación de Banderas

#### 4.1.10 Días de reversión.

A la baja.- en este día de operaciones se alcanza un nuevo máximo para el precio, pero se incrementa la oferta (inversionistas que salen a vender) y el cierre del día es menor que el día anterior). Esto se ejemplifica en la figura 14.13.



Ilustr. 13 Formación de el alza

#### 4.1.11 Tendencias.

Como se ha mencionado con anterioridad los precios tienen una tendencia a moverse en determinada dirección durante un período dado, estas tendencias definen un patrón y el precio se mantiene "zigueando" en dicha dirección. Una razón que explica este comportamiento es el hecho de que los inversionistas se resisten a pagar un precio mayor por una acción que el precio que otros han estado pagando recientemente, a menos que, el precio continúe subiendo, en este caso el inversionista tendrá confianza en pagar el precio por la esperanza de que continúe al alza. De manera inversa, un inversionista se resistirá a vender una acción a un precio menor del que

otros han estado vendiendo, a menos que, el precio continúe a la baja, en este caso el inversionista será presa del pánico.

Una tendencia a la baja puede comenzar cuando los inversionistas tienen la impresión de que el movimiento alcista ha ido demasiado lejos. En la medida en que los precios comienzan a descender, los que compraron y todavía tienen utilidades, venderán; los últimos que compraron cerca de la cima también venden con el objeto de reducir su pérdidas al mínimo de esta manera continúa el movimiento a la baja. Una conclusión que se puede obtener de las razones anteriores es que cuando un valor o acción se encuentra en una determinada tendencia, existe un mayor número de probabilidades de que continúe en esa dirección.

Para determinar las tendencias en la gráfica de precios, se requiere detectar por lo menos tres puntos que formen la cima o fondo de un movimiento (zig-zag) para poder establecer una línea de tendencia. Ejemplos de este tipo son mostrados en las figuras 14 y 15.

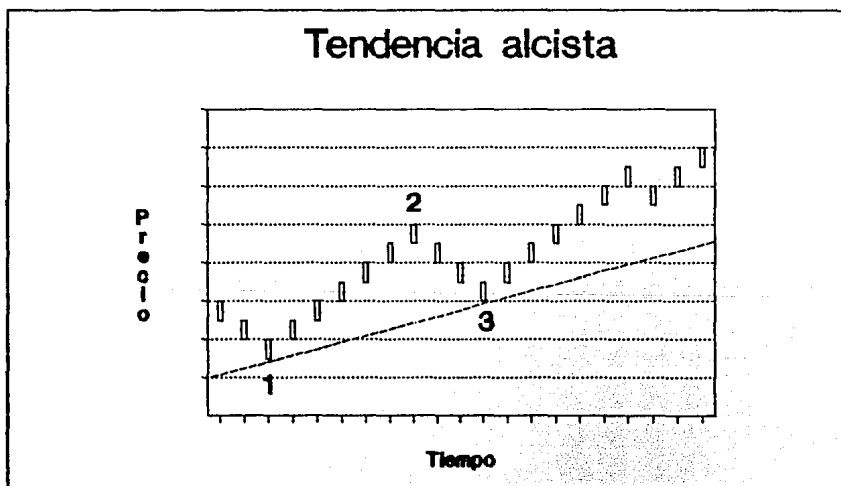


Figura 4.14 Gráfica con tendencia a la alza.

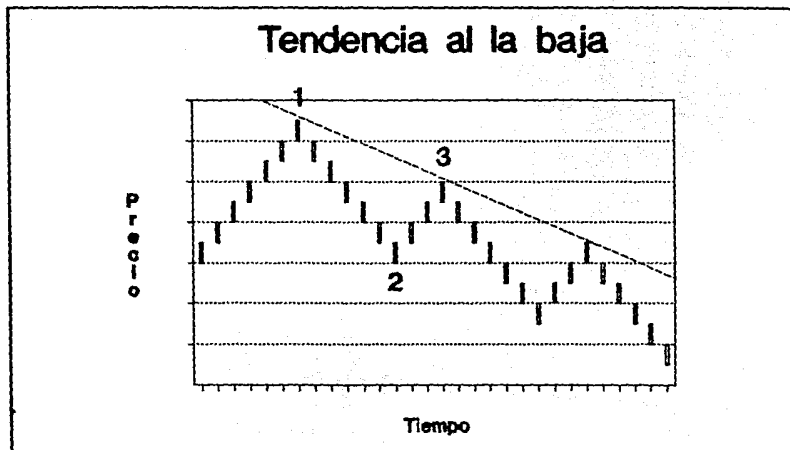


Figura 4.15 Gráfica con una tendencia a la baja.

#### 4.1.12 El volumen.

Es una herramienta indispensable en el análisis de las gráficas de barras, se utiliza para la confirmación de formaciones y de tendencias. El volumen es una medida de la intensidad de la oferta y la demanda de valores; es obvio que si el precio de una acción sube estrepitosamente en una sola operación y con un lote mínimo, lo único que significa que un sólo individuo (por razones que solo él conoce) estuvo dispuesto a pagar un precio exagerado por la pequeña cantidad de acciones que estuvieron disponibles.

Por otra parte, en la medida en que mayor sea el volumen de operación (y el número de operaciones) mayor significado tendrá el movimiento del precio.

En una tendencia alcista el volumen tiene a incrementarse cuando el precio se aleja de la línea y a disminuir cuando retrocede la misma.

En una tendencia a la baja el volumen es mayor cuando los precios se alejan de la línea y disminuye al regresar a la misma. Un cambio inesperado en el comportamiento del volumen constituye una señal de una

posible reversión de la tendencia, esto queda confirmado cuando se da un penetración significativa (3-5%) y con un incremento considerable del volumen.

#### 4.1.13 Soportes y resistencia.

Un soporte es aquel nivel de precios en el que se puede esperar un considerable aumento de la demanda o compra de un valor.

Una resistencia es aquel nivel de precios en el que se puede esperar un considerable aumento de la oferta o venta de un valor.

En general, aquel nivel de precios donde se observa un gran intercambio de valores puede considerarse un nivel de soporte o resistencia.

#### 4.1.14 Proyecciones de precio.

Una vez confirmada la penetración de una línea de tendencia, soporte o resistencia, se pueden realizar estimaciones del posible comportamiento de los precios trazando una línea paralela a aquella que fue penetrada. Esta nueva línea se trazará a una distancia igual al ancho de la tendencia original. Un ejemplo es mostrado en la figura 4.16.

#### 4.1.15 Las medidas móviles.

La media móvil es un método estadístico que tiene la finalidad de establecer una tendencia en los precios. Consistente en calcular el promedio (aritmético, ponderado o exponencial) de los precios en un período fijo y "mover" este promedio conforme transcurre el tiempo; con esto se logra eliminar los movimientos no significativos y obtener una curva suavizada de la tendencia.

En la medida que se aumenta el período fijo que se toma para el cálculo de la media móvil, mayor suavidad tendrá y representará una tendencia de mayor plazo.

## Proyecciones de precio

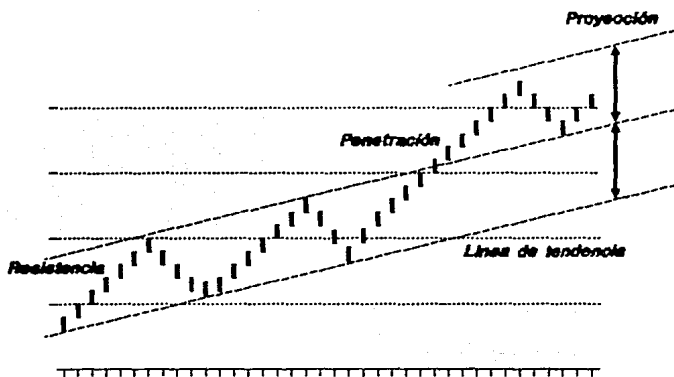


Figura 4.16 Estimación de una proyección de precio

La media móvil se utiliza como línea de tendencia y los analistas determinan señales de compra o venta cuando esta línea es penetrada. Una media móvil con pendiente positiva significa un movimiento con tendencia alcista, el inversionista de largo plazo mantendrá su posición todo el tiempo hasta que esta línea sea penetrada, el inversionista de corto plazo determinará "entradas" o señales de compra cerca de esta línea y de venta en la medida que los precios se alejen de la misma y acerquen una resistencia (con el riesgo que implica la penetración de la media). Lo análogo se aplica para la línea de pendiente negativa. Lo anterior se muestra en la figura 4.17.

### 4.2 Análisis fundamental.

Es una herramienta basada principalmente en el estudio de la situación económico-financiera de la economía, sus sectores y las empresas en particular. El análisis fundamental se enfoca al estudio de los estados financieros: Balances, estados de resultados, flujos de efectivo; analiza cambios de productos, surgimiento de empresas en competencia, fusiones, capacidad de los directivos. Toda esta información se maneja

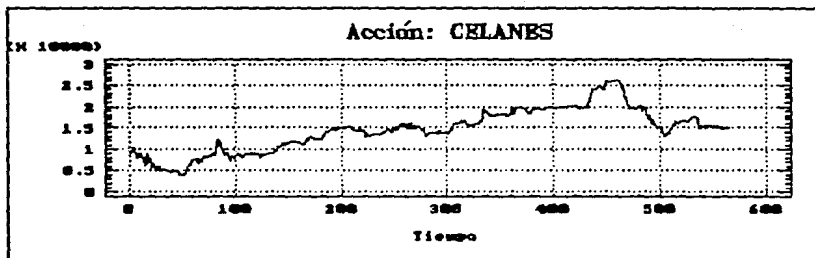


FIGURA 4.17 Media Móvil de Celanes

estadísticamente, con ella se pretende establecer el valor intrínseco (valor presente de los flujos descontados que se estima que la empresa pueda generar) y comparando con su valor de mercado determinar si se encuentra sub o sobrevaluado.

Además en este tipo de análisis se han incluido los factores psicológicos y las características de la empresa. Los factores psicológicos pueden tener efectos tanto a largo como a corto plazo y quizá en mayor medida en plazos breves. Sin embargo, dado que se origina la mayoría de las veces fuera de la bolsa de valores, se le incluye en el análisis fundamental.

Aunque para muchos analistas las características de las empresas ocupan toda una categoría a parte se les incluye en el análisis fundamental, ya que sus efectos tienden a ser a largo o mediando plazo y considerando que se generan fuera de la bolsa de valores.

Se revisan a continuación algunas de las principales consideraciones con respecto a los factores fundamentales.

#### 4.2.1 Factores económicos.

Las principales variables que se revisan con respecto a su posible influencia sobre el mercado de valores son las mismas que se utilizan para valuar la marcha de la economía, tanto nacional como internacional.



#### 4.2.2 Producto nacional bruto (PNB).

El producto nacional bruto es el valor de todos los bienes y servicios producidos durante un período determinado que normalmente es anual.

En teoría el comportamiento de los precios de las acciones y muy en particular del índice de precios y cotizaciones de la bolsa, está estrechamente relacionado con el comportamiento del PNB.

Algunos otros índices estrechamente relacionados en el PNB son el índice de volumen físico de la producción y el de producción agrícola.

#### 4.2.3 Inflación.

La inflación es un incremento en el nivel general de precios. La inflación puede tener diferentes efectos sobre los precios de las acciones y el resultado de éstos depende muy probablemente de su combinación con otros factores.

El aumento en los precios de los bienes y servicios ocasiona, en principio, que aumenten los precios de las acciones. Esto se debe a que, al aumentar los precios aumentan también los precios de los bienes y/o servicios, que las empresas ofrecen y al mismo tiempo aumenta el valor de los activos de la empresa por su revaluación.

Sin embargo, al mismo tiempo que la inflación tiene los efectos mencionados en el párrafo anterior, una tasa de aumento de los precios muy elevada normalmente ocasiona severos problemas a las empresas. Por ejemplo, si el poder adquisitivo de la población se rezaga mucho con respecto al aumento de los precios, se dan bajas notables en las ventas con el consiguiente efecto negativo sobre las finanzas de las empresas. Estos efectos se reflejan también, en las empresas que cotizan en la bolsa e implican una disminución en la calidad de la inversión de sus acciones. En este punto es importante tener presente que las condiciones económicas difíciles tienen impactos de diferente magnitud en empresas de diferentes ramos, por ejemplo las empresas del ramo de la construcción son algunas de las primeras en sufrir los efectos de la inflación.

#### 4.2.4 Tipo de cambio de pesos a dólares.

El efecto de las variaciones en el tipo de cambio de nuestra moneda con respecto al dólar, es considerable tanto en su magnitud como en sus manifestaciones. Por un lado, la devaluación del peso propicia aumentos en las exportaciones, ya que disminuyen los precios de nuestros productos en el exterior y por otro lado, hace que se encarezcan los productos de importación. Este encarecimiento hace que se reduzcan las importaciones y ocasiona aumentos en los costos de las empresas que deben acudir a ella. Así, se puede plantear en términos muy esquemáticos que las devaluaciones del peso favorecen a las empresas exportadoras y plantean dificultades a las que deben realizar compras en el exterior, por ejemplo en la devaluación de fines de noviembre del 87 fue notable el aumento que sufrieron las cotizaciones en la bolsa de las empresas del ramo minero, que exportan en gran medida su producción de metales preciosos.

#### 4.2.5 Rendimientos de otras alternativas de inversión.

Entre estas alternativas sobresalen las tasas que pagan los bancos por inversionistas a plazo fijo o pagarés con rendimiento liquidable al vencimiento, ya que son la alternativa preferida de una gran cantidad de pequeños inversionistas. Si, por ejemplo, el mercado accionario pasa por un período de inestabilidad, los riesgos aumentan y las perspectivas de obtener rendimientos elevados se reducen. En estas circunstancias, si los instrumentos bancarios ofrecen tasas atractivas a los ahorradores, es probable que muchos de ellos decidan invertir en estas instituciones, tanto para garantizar los rendimientos como para evitar los peligros que implica la inversión en acciones. Esto ocasionaría una disminución en la demanda de acciones que podría traducirse en bajas en los precios.

Por otro lado, si el mercado accionario experimenta un período de alzas, aunque sean moderadas, en medio de un clima de estabilidad, y si los rendimientos que se pueden obtener en otro tipo de instrumentos son

sensiblemente más bajos que los que pueden esperarse al invertir en acciones, entonces se vuelve probable que una cantidad apreciable de inversionistas decidan incursionar en este tipo de valores, aumentando la demanda de títulos, con el aumento consecuente en los precios.

#### 4.2.6 Tasas de interés activas en instituciones financieras.

Si las tasas de interés que se tienen que pagar por préstamos son bajas en comparación con los posibles rendimientos de la inversión en acciones, entonces es probable que se canalicen recursos obtenidos de esta manera a este tipo de instrumentos. En cambio, si el rendimiento que puede esperarse obtener en el mercado accionario no es suficiente para cubrir el costo del asociado con el mayor riesgo, entonces la situación se revierte: en estas circunstancias no es probable que fluyan hacia el mercado accionario este tipo de recursos.

#### 4.2.7 Circulante.

Este indicador se refiere al total de moneda y otros instrumentos monetarios que se encuentran en circulación en la economía en un período determinado. Uno de ellos es el que comúnmente se denomina  $M_1$  y que se calcula sumando el total de billetes, monedas metálicas y cuenta de cheques que circulan.

El posible impacto de este factor sobre los precios de las acciones de las empresas que cotizan en la bolsa de valores se puede dar por su estrecha relación con la cantidad de dinero que va a inversionistas en la bolsa. Si el circulante aumenta en gran medida, y otras condiciones lo permiten, aumenta la cantidad de recursos que se destinan a la inversión bursátil. Esto ocasiona un aumento en la demanda de acciones y esta a su vez impulsa los precios al alza. Una reducción drástica en el circulante tendría en un principio, un efecto contrario.

#### **4.2.8 Precio internacional del petróleo.**

Los ingresos que el país obtiene por la exportación de petróleo son de tal magnitud que su impacto sobre las finanzas nacionales es enorme. El notable incremento del precio del petróleo mexicano de exportación en 1979 y la subsecuente caída aunados a otros factores como las tasas de interés internacionales, aumentos en los precios de metales preciosos, etc., han influido sobre el comportamiento de los precios de las finanzas nacionales y sobre el comportamiento de los precios de las acciones que se cotizan en la bolsa.

#### **4.2.9 Factores políticos.**

Es evidente que los relevos presidenciales de cada seis años afectan el comportamiento de los precios de las acciones que se cotizan en la bolsa. Un claro ejemplo son los aumentos en el índice de precios y cotizaciones ocasionados por las bruscas devaluaciones del peso en 1976 y 1982, que se presentaron precisamente en el último informe o cerca de éste de los Presidentes Luis Echeverría y José López Portillo.

Recordemos que el índice de precios y cotizaciones de la bolsa es un índice de precios, y su crecimiento acelerado es consecuencia en gran parte de la emisión de dinero y valores gubernamentales, es decir, inflación.

En el informe final de José López Portillo se decretó la expropiación de los bancos que estaban en manos de particulares, lo cual ocasionó entre otras cosas, una considerable fuga de divisas al exterior (fenómeno, que de por sí, se había venido presentando desde muchos meses atrás). Aún cuando la mayoría de los observadores coincidieron en afirmar que la expropiación constituía un fuerte golpe a la confianza de los inversionistas, y en contra de lo que en consecuencia pudiera pensarse, el IPC mostró considerables aumentos a partir precisamente de 1982 y hasta fines de 1987.

Durante los últimos años se estuvo insistiendo en que los inversionistas habían recuperado la confianza en el gobierno y en el futuro del país y, ante los elevados rendimientos que ofrecían las inversiones del mercado mexicano, (no solo en acciones sino también en otros instrumentos), se revirtió el fenómeno de la fuga de

capitales, que se convirtió en repatriación y que produjo un considerable aumento en el flujo de inversiones hacia el mercado accionario.

En este punto existen diferentes opiniones en el sentido de que los elevados rendimientos de las acciones no es un reflejo de confianza o mejores perspectivas de la situación económica del país. Solo refleja que hay mucho dinero (inflación) canalizado hacia la compra de acciones; por otra parte hay que recordar que los mayores crecimientos del mercado accionario en México se han dado cuando la economía del país ha estado muy mal, 1986 y 1987 años marcados por fuertes recesiones, lo que provocó la ausencia de ampliaciones y nuevas inversiones debido a la poca actividad económica, casi ninguna empresa colocó nuevas acciones en la bolsa ocasionando que la oferta de acciones no creciera en la misma proporción que la demanda, lo que originó que el precio de las acciones se fuera al alza.

#### 4.2.10 Regulación gubernamental.

La severidad en el control del mercado de valores por parte de las autoridades competentes (principalmente la S.H.C.P. y la Comisión Nacional de Valores) de alguna manera fomenta o disminuye el ánimo de los inversionistas y esto, por supuesto influye sobre el comportamiento de la oferta y de la demanda, con el consecuente efecto sobre el efecto sobre los precios de las acciones. Un ejemplo es lo que sucedió el lunes 5 de octubre de 1987. El fin de semana anterior se había anunciado la candidatura de Carlos Salinas de Gortari para suceder a Miguel de la Madrid en la Presidencia de la República y tal como muchas personas esperaban el mercado accionario mostró una fuerte tendencia al alza desde el inicio de las operaciones. A media mañana, las autoridades de la Comisión Nacional de Valores decidieron suspender las transacciones para detener lo que consideraron condiciones irregulares. En los días siguientes, el IPC empezó a mostrar movimientos erráticos, mismos que culminaron en ese mismo mes y en el noviembre con el "crac" bursátil, muchos observadores adjudicaron parte de esa caída en los precios a la disminución en la desconfianza de los inversionistas motivada por aquella intervención de la C.N.V.

Aunque por supuesto no se puede comprobar una relación de causa-efecto en ambos sucesos, el ejemplo

nos indica el efecto que puede tener la intervención de las autoridades o la legislación sobre las operaciones bursátiles.

#### **4.2.11 Factores psicológicos.**

El ánimo de los inversionistas tiene efectos claros sobre el comportamiento de los precios de las acciones. El año de 1987 contiene evidentes muestras de lo que la euforia y el pánico del público puede provocar.

Desde fines de 1986 el IPC mostró marcada tendencia al alza, que se prolongó hasta septiembre del año siguiente. Los incrementos en los precios de las acciones eran tan espectaculares que finales de septiembre el IPC había llegado a los 343,545 puntos, siendo que había cerrado en 1986 con 47,101, una alza promedio de 729%. Se difundió entre el gran público este comportamiento y abundaban los ejemplos de las personas que habían obtenido enormes ganancias. Esto provocó euforia por la inversión en acciones y el número de nuevos inversionistas impulsó el índice al alza.

Cuando se comenzaron a experimentar fuertes bajas en los precios de las acciones a principios de octubre, el miedo se apoderó de muchos de los inversionistas y en especial de los de reciente ingreso que eran además y, por lo general los más inexpertos. Esto provocó que una gran cantidad de inversionistas decidiera vender sus acciones, muchas veces al precio que fuera, con tal de salir del espiral. Además de otros factores que influyeron, este considerable aumento en la oferta de las acciones, sin un aumento compensatorio en la demanda, ayudó a desencadenar el desplome.

#### **4.2.12 Características de la empresa.**

El análisis de las empresas cuyas acciones cotizan en la bolsa debe abarcar diversos aspectos que se enumeran a continuación, y de los cuales es probable que los más importantes sean los que se refieren a su estructura financiera, según se refleje en sus estados financieros y el análisis estratégico de la empresa.

El análisis de los estados financieros se puede llevar a cabo con los estados financieros que todas las empresas que colocan acciones en la bolsa deben entregar cada tres meses en la Bolsa Mexicana de Valores. Esta institución vende al público esta información a precios accesibles a través de publicaciones que contienen datos sobre:

- Balance General
- Estado de resultados
- Estado de origen y aplicación de recursos
- Razones y proporciones sobre rendimiento, actividad, apalancamiento, liquidez, flujo de efectivos y otras.
- Posición en moneda extranjera.
- Créditos en moneda nacional y en moneda extranjera.
- Subsidiarias.
- Utilidades.

#### 4.2.13 Análisis estratégico de la empresa.

Algunos de los principales aspectos que se revisan son:

- Productos. Competividad en el mercado. Ventas en el extranjero.
- Accionistas mayoritarios. Qué intereses tienen en otras empresas.
- Tecnología. Modernidad u obsolescencia.
- Empresas subsidiarias. Efectividad en éstas. Grados de integración.
- Renegociación de adeudos en moneda extranjera. Qué tan favorable puede ser de llevarse a cabo.

- Efectividad, historial y reputación de sus funcionarios.
- Planes de expansión o de lanzamiento de nuevos productos.
- Aparición, resurgimiento o desaparición de competidores importantes.

#### 4.3 Metodología de Box-Jenkins

La metodología de Box-Jenkins ha permitido aplicar conceptos fundamentales de la estadística, como es la construcción de modelos paramétricos, al estudio de fenómenos observados en la forma de series de tiempo.

Box-Jenkins toma de la estadística descriptiva el análisis de la gráfica y en la estadística inferencial analiza una serie de tiempo como un proceso estocástico.

Al definir Box-Jenkins una serie de tiempo por un proceso estocástico, cuyo conjunto índice se toma en relación al tiempo, la inferencia que se realice será acerca de las características del proceso estocástico generador de la serie observada. De tal manera que una serie de tiempo observada no es más que una realización de un proceso estocástico, lo cual significa que bien pudo haberse observado otra realización del mismo proceso, pero cuyo comportamiento fuese distinto al que se observó en la realidad.

Un proceso estocástico el cual tiene  $N$  variables aleatorias involucradas podría describirse mediante la función de densidad conjunta  $f(Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_N)$  la cual nos permite caracterizar completamente al proceso.

En series de tiempo se supone que existe toda una estructura de correlación entre las observaciones, de tal manera que aunque pasemos en la serie de tiempo como un proceso estocástico al no ver las  $N$  variables aleatorias independientes, entonces en general no podremos obtener fácilmente la función de densidad conjunta que nos describa la serie de datos.

No obstante, puesto que los primeros momentos de las variables aleatorias resumen en buena medida a su distribución Box-Jenkins sugiere estudiar el 1º y 2º momentos, es decir, a las medias, las varianzas y las



covarianzas de las variables involucradas en el proceso estocástico

#### 4.3.1 Estacionariedad.

Un proceso estocástico será estrictamente estacionario si la función de densidad para un conjunto arbitrario de variables

$$(Z_t, Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+n})$$

es invariante con respecto a desplazamientos en el tiempo, es decir, se cumple que:

$$f(Z_t, Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+m}) = f(Z_{t+k}, Z_{t+k+1}, Z_{t+k+2}, \dots, Z_{t+k+m})$$

para toda  $t, m, k$

Si una serie de tiempo es graficada y no muestra un cambio en la media y en la varianza en el tiempo (ver figura 4.18) entonces decimos que la serie es estacionaria en la media y en la varianza.

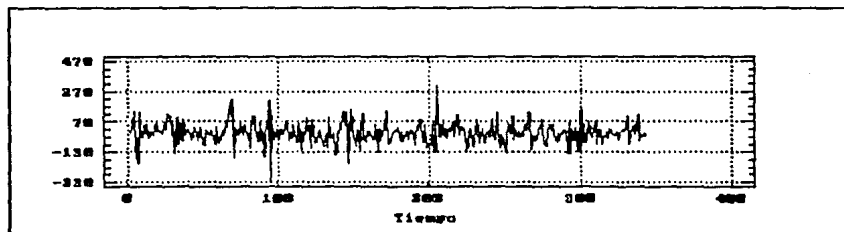


Figura 4.18 Serie estacionaria en la media y la varianza

La figura 4.19 nos muestra una serie de datos donde la media varía con algún patrón de tendencia en el tiempo, además la varianza no es razonablemente constante en el tiempo.

#### 4.3.2 Ruido Blanco

Los modelos para los procesos estocásticos que serán analizados, se basan en la idea de que una serie de tiempo, cuyos valores sucesivos pueden ser altamente dependientes, puede considerarse generada a partir de

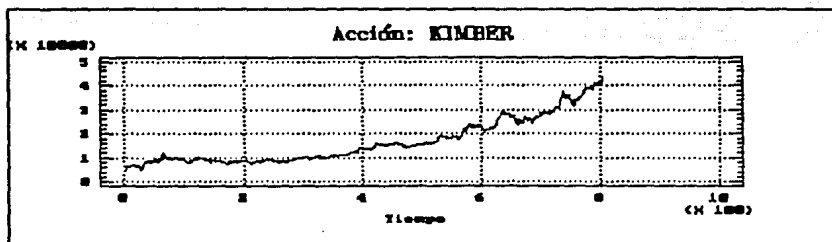


Figura 4.19 Varianza no constante en el tiempo

una serie de choques aleatorios independientes (a.) Estos choques aleatorios se considera que son realizaciones independiente de una variable aleatoria cuya media es cero y varianza es  $\sigma_a^2$ . A esta sucesión de variables aleatorias se les conoce como proceso de ruido blanco.

#### 4.3.3 Operador de Retraso.

El operador de retraso se denotará por la letra B y se define como:

$$BZ_t = Z_{t-1}$$

para toda t

al aplicar sucesivamente el operador B obtenemos

$$B^2 Z_t = B(BZ_t) = Z_{t-2}$$

$$B^k Z_t = B(B^{k-1} Z_t) = Z_{t-k}$$

#### 4.3.4 Operador diferencia

El operador diferencia se denotará por  $\nabla$  y se define como:

$$\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1}$$

y además existe la relación:

$$\nabla = 1 - B$$

de tal manera que

$$\nabla Z_t = (1 - B) Z_t$$

Si aplicamos el operador diferencia dos veces obtenemos:

$$\nabla^2 Z_t = (1-B)^2 Z_t = Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2}$$

y al aplicarlo K veces obtenemos:

$$\nabla^K Z_t = (1-B)^K Z_t$$

#### 4.3.5 Función de autocorrelación

En la serie de tiempo la media del proceso (nivel de la serie) ni su variabilidad dependen del tiempo, lo cual implica en el caso de la media que aún cuando durante un cierto período el proceso se aleje de la media éste siempre regresará a una vecindad de la misma.

En lo que respecta a la covarianza, no existe dependencia del tiempo, pero sí de la separación (k) que hay entre las variables. Lo anterior conduce a pensar que la serie mostrará el mismo comportamiento en términos generales sin importar el momento en el que se observe.

Podemos concluir que en general para poder describir el comportamiento de una serie de tiempo estacionaria (proceso estocástico) es suficiente conocer la media, la varianza y la función de autocovarianza (covarianza en observaciones de la misma variable aunque retrasada).

De tal forma que al hacer el análisis de una serie de tiempo es fundamental que la serie tenga un comportamiento estacionario.

Box-Jenkins prefiere trabajar con las autocorrelaciones, las cuales generan la función de autocorrelación en lugar de las autocovarianzas.

En una serie de tiempo no estacionaria la función de autocorrelación tiende hacia cero muy lentamente y éste es en la práctica el comportamiento más común. Lo cual no es de preocupar ya que existen formas para volver estacionaria una series que no lo era. Esto se presenta en la figura 4.20.

En el caso de que la no estacionariedad de la serie es únicamente en el nivel (no estacionariedad homogénea), debido a que existe alguna tendencia polinomial adaptativa. En la ilustración 21 se muestra

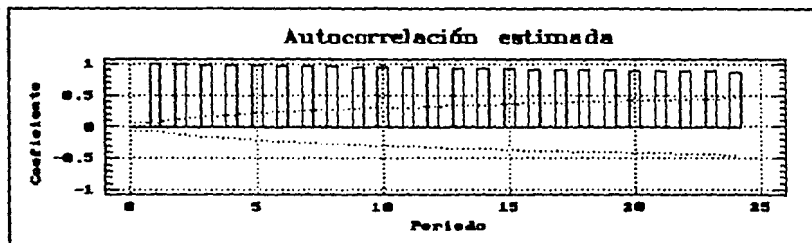


Figura 4.20 Autocorrelación que no tiende a cero

la tendencia polinomial; en estos casos es posible eliminar dicha tendencia, mediante el operador diferencia ( $\nabla$ ) un número apropiado de veces, como se puede observar en la ilustración 22.

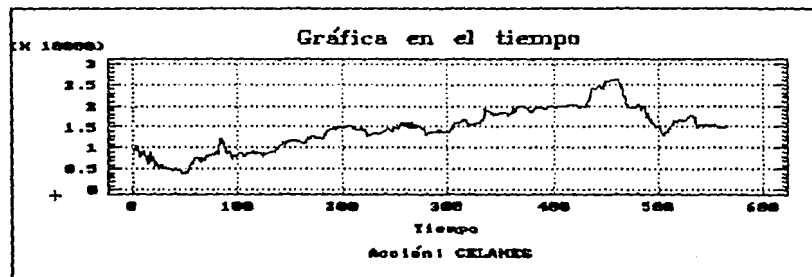


Figura 4.21 Muestra de la tendencia polinomial

#### 4.3.6 Función de autocorrelación parcial

En general el orden de un proceso  $AR(p)$  no es posible detectarlo con el solo uso de la función de autocorrelación muestral, en consecuencia se hará uso de otro instrumento que permita efectuar la identificación de procesos AR de manera clara, dicho instrumento es la función de autocorrelación parcial.

Las autocorrelaciones parciales son usadas para medir el grado de asociación entre  $Z_t$  y  $Z_{t-2}$  sin tener en cuenta a  $Z_{t-1}$ .

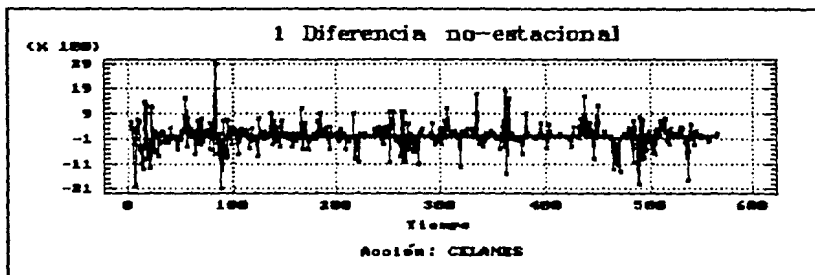


Figura 3.22 Muestra con una diferencia

El coeficiente de autocorrelación parcial de orden  $p$  es detectado como el último coeficiente de un modelo  $AR(p)$ , es decir, cuando solamente  $p$  autocorrelaciones parciales son significativamente diferentes de cero decimos que el proceso es un  $AR(p)$ . Cuando las autocorrelaciones parciales decaen a cero exponencialmente el proceso es un  $NA(1)$ .

#### 4.3.7 Procesos de promedios móviles

Estos se representan mediante la expresión :

$$Z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \dots \dots \dots (1)$$

En donde la  $\mu$  denota a la media de la serie, llamada el nivel del proceso.  $\{a_t\}$  es una sucesión de variables aleatorias y  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  son parámetros. (1) se puede expresar como:

$$Z_t = \mu + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) a_t$$

en donde

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

es conocido como el polinomio de retraso  $\theta(B)$ .

Entonces un proceso de promedios móviles se denota de manera compacta por:

$$Z_t = \mu + \theta(B) a_t$$

si

$$\bar{Z}_t = Z_t - \mu$$

tenemos

$$\bar{Z}_t = \theta(B) a_t$$

la manera de definir los procesos MA es la siguiente:

Dado un proceso que se encuentre en equilibrio, las fluctuaciones al rededor del punto de equilibrio,  $\{Z_t\}$  son causadas por choques asociados con eventos inesperados; tales choques no necesariamente se asimilan de manera instantánea, sino que pueden seguir causando efectos aún después de transcurridos un cierto número de períodos y además, la intensidad del choque se refleja en el valor de su ponderación  $\theta_1$ .

Un modelo MA(q) solamente tendrá las q primeras autocorrelaciones diferentes de cero.

#### 4.3.8 Procesos autoregresivos

Los modelos autoregresivos se definen como:

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

con  $\{a_t\}$  ruido blanco y  $\mu$  al nivel del proceso.

Si utilizamos un polinomio de retraso tenemos:

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

entonces

$$\phi(B) Z_t = \mu + a_t$$

es decir

$$Z_t = \mu + \psi(B) a_t$$

en donde

$$\psi(B) = \phi^{-1}(B)$$

y si

$$\bar{Z}_t = Z_t - \mu$$

tenemos que el modelo autoregresivo se define como:

$$\phi(B)\bar{Z}_t = a_t$$

el modelo AR(p) solamente tendrá las p primeras autocorrelaciones parciales diferentes de cero.

El proceso AR definido por  $\phi(B)$  será estacionario siempre y cuando las raíces de la ecuación característica  $\phi(x)=0$  se encuentren fuera del círculo unitario. Donde

$$\phi(x) = 1 - \phi_1 x - \phi_2 x^2 - \dots - \phi_p x^p$$

#### 4.3.9 Procesos autoregresivos de promedios móviles. (ARMA)

Se les representa mediante la expresión:

$$\phi(B)\bar{Z}_t = \mu + \theta(B)a_t \quad \dots \dots \dots \bar{Z}$$

$$\bar{Z}_t = Z_t - \mu$$

en donde  $\phi(B)$  y  $\theta(B)$  son polinomios de retraso de orden p y q respectivamente ( $a_t$ ) es un proceso de ruido blanco y  $\bar{Z}_t$  es la series de desviaciones de la variable  $Z_t$  respecto a nivel  $\mu$ .

La generalización de los modelos ARMA surge del hecho que en la práctica muchas series de tiempo presentan características tanto autoregresivas como de promedios móviles.

#### 4.3.10 MODELOS AUTOREGRESIVOS INTEGRADOS Y DE PROMEDIOS MÓVILES (ARIMA)

Los cuales se representan de la siguiente manera:

$$\phi(B) \nabla^d Z_t = \theta(B) a_t - \mu$$

Interpretando el modelo, si el proceso original  $Z_t$  adolece de no estacionaridad causada por una tendencia polinomial no determinista, es posible construir el proceso estacionario  $(W_t)$  en donde  $W_t = \nabla^d Z_t$  para toda  $t$  para esta nueva serie podría ser ya posible obtener un modelo ARMA.

$$\phi(B) W_t = \mu + \theta(B) a_t$$

lo cual sería equivalente a considerar el modelo ARIMA

$$\phi(B) \nabla^d Z_t = \mu + \theta(B) a_t \quad \text{con } d \geq 1$$

para  $(Z_t)$  en donde  $(a_t)$  es un proceso de ruido blanco.

#### 4.3.11 Estacionalidad en modelos ARIMA.

De la misma manera que los datos observados podrían exhibir propiedades de modelos AR, MA, ARMA, ARIMA, estos mismos datos separados por una cierta estación (un año, un semestre, un cuatrimestre) podrían exhibir las mismas propiedades.

Por ejemplo considere series de datos que se reúnan cuatrimestralmente, entonces, las diferencias estacionales pueden ser calculadas como sigue:

$$Z_t - Z_{t-4} = (1 - B^4) Z_t$$

La nueva serie de datos, representada por  $Z_t$  diría ahora las diferencias entre el cuatrimestre actual y el cuatrimestre anterior, es decir, como fue el primer cuatrimestre de este año en comparación con el primer cuatrimestre del año anterior. En el caso de datos



seleccionados mensualmente y que presentan una estacionalidad anual las diferencias debían de ser calculadas como sigue:

$$Z^1_t = Z_t - Z_{t-12} = (1-B^{12})Z_t$$

la notación ARIMA toma en cuenta estos efectos estacionales, la notación es la siguiente:

$$\text{ARIMA}(p,d,q) \times (P,D,Q)_S$$

donde  $S$  es el número de períodos por estación.  
 $p, d, q$ ; parámetros no estacionarios del modelo.  
 $P, D, Q$ ; Parámetros estacionales del modelo.

#### 4.3.12 EJEMPLOS

ARIMA (1,0,0) = AR (1)

Este es un modelo autoregresivo de orden 1 que se representa como:

$$Z_t(1-\phi_1B) = a_t$$

aplicando el polinomio de retraso tenemos:

$$Z_t - \phi_1 Z_{t-1} = a_t$$

$$Z_t = a_t + \phi_1 Z_{t-1}$$

notamos que  $Z_t$  depende de  $Z_{t-1}$

Para que esta serie sea estacionaria se requiere que la raíz de la ecuación  $1-\phi x=0$  se encuentre fuera del círculo unitario.

ARIMA (0,0,1) = MA (1)

se expresa mediante

$$Z_t = (1-\theta_1B)a_t$$

o también como:

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

$Z_t$  depende de  $a_{t-1}$

ARIMA (0,1,0)

se representa mediante la ecuación

$$(1-B)Z_t = a_t$$

o bien

$$Z_t - Z_{t-1} = a_t$$

esta ecuación muestra la primer diferencia de la serie  $Z_t$  en forma de un modelo aleatorio.

ARIMA (1,0,1)

este modelo esta dado por la ecuación:

$$(1-\theta_1 B)Z_t = (1-\theta_1 B)a_t$$

aplicando el operador de retraso B tenemos:

$$Z_t - \theta_1 Z_{t-1} = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

AR (2)

ARIMA (2,0,0)

este modelo se expresa como:

$$(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2)Z_t = a_t$$

aplicando el operador de retraso y despejando  $Z_t$  obtenemos:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} + a_t$$

para que el proceso sea estacionario debe cumplirse que las raíces de  $1-\phi_1 x - \phi_2 x^2 = 0$  se encuentran fuera del círculo unitario además que  $|\phi_1| < 1$ ,  $\phi_2 + \phi_1 < 1$  y  $\phi_2 - \phi_1 < 1$

**ARIMA (0,0,2)**

el modelo se expresa como:

$$Z_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) a_t$$

es decir

$$Z_t = -\theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} + a_t$$

**ARIMA (1,1,1)**

este modelo se puede escribir como:

$$(1-B)(1-\theta_1 B)Z_t = (1-\theta_1 B)a_t \quad \dots \dots \dots (3)$$

multiplicando los polinomios de retraso tenemos:

$$(1-B)(1-\phi_1 B) = 1 - \phi_1 B - B + \phi_1 B^2 = 1 - B(1 + \phi_1) + \phi_1 B^2$$

entonces (3) se puede expresar como :

$$[1 - B(1 + \phi_1) + \phi_1 B^2] Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

aplicando el retraso tenemos:

$$Z_t - (1 + \phi) Z_{t-1} + \phi_1 Z_{t-2} = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

$$Z_t = (1 + \phi_1) Z_{t-1} - (\phi_1) Z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

**ARIMA (2,2,2)**

este modelo se escribe de la siguiente forma:

$$(1-B)^2(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2) Z_t = (1-\theta_1 B - \theta_2 B^2) a_t$$

multiplicando los polinomios de retraso tenemos:

$$(1-2B+B^2)(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - 2B + 2\phi_1 B^2 + 2\phi_2 B^3 + B^2 - \phi_1 B^3 - \phi_2 B^4$$

reagrupando:

$$[1 - B(\phi_1 - 2) - B^2(\phi_2 + 2\phi_1 + 1) + B^3(2\phi_2 - \phi_1) - B^4(\phi_2)] Z_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) a_t$$

aplicando los operadores de retraso tenemos

$$Z_t(\phi_1 - 2) Z_{t-1} - (\phi_2 + 2\phi_1 + 1) Z_{t-2} + (2\phi_2 - \phi_1) Z_{t-3} - \phi_2 Z_{t-4}$$

$$= a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

entonces:

$$Z_t = (\phi_1 - 2) Z_{t-1} + (\phi_2 + 2\phi_1 + 1) Z_{t-2} - (2\phi_2 - \phi_1) Z_{t-3} + \phi_2 Z_{t-4} \\ = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

ARIMA (1, 1, 1) (1, 1, 1) 4

Este modelo puede escribirse como:

$$(1 - \phi_1 B) (1 - \phi_1 B^4) (1 - B) (1 - B^4) Z_t = (1 - \theta_1 B) (1 - \theta_1 B^4) a_t$$

multiplicando los polinomios de retraso y reagrupando tenemos:

$$[1 - B(\phi_1 + 1) + B^2(\phi_1) - B^4(\phi_1 + 1) + B^5(\phi_1 \phi_1 + \phi_1 + \phi_1 + 1) B^6 - (\phi_1 \phi_1 - \phi_1) + B^8(\phi_1) \\ + B^9(-\phi_1 \phi_1 - \phi_1) + B^{10}(\phi_1 \phi_1)] Z_t - \\ = [1 - \theta_1 B^4 - \theta_1 B + \theta_1 \theta_1 B^5] a_t$$

Aplicando los operadores de retraso y reagrupando tenemos:

$$Z_t = (1 + \phi_1) Z_{t-1} + (\phi_1) Z_{t-2} + (1 + \phi_1) Z_{t-4} - (1 + \phi_1 + \phi_1 + \phi_1 \phi_1) Z_{t-5} + (\phi_1 + \phi_1 \phi_1) Z_{t-6} \\ - (\phi_1) Z_{t-8} + (\phi_1 + \phi_1 \phi_1) Z_{t-9} - (\phi_1 \phi_1) Z_{t-10} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_1 a_{t-4} + \theta_1 \theta_1 a_{t-5}$$

#### 4.3.13 Construcción de modelos

La estrategia de construcción de modelos para series de tiempo desarrollada por Box-Jenkins es la siguiente:

1. Identificación de un posible modelo dentro de la clase de modelos ARIMA, es decir, determinación de los valores p, d, q que especifiquen el modelo ARIMA apropiado para la series en estudio.

Para lograr la identificación de un posible modelo se recomiendan los siguientes pasos:

- a) Hacer la serie estacionaria. Un análisis inicial de la gráficas de los datos puede mostrarnos cuando la serie es estacionaria en la media y en la varianza. Una diferencia de primer o de segundo orden (estacional o no estacional) generalmente quitará cualquier no estacionalidad en la media. Si

la varianza no es constante se procederá a estabilizarla

- b) Considerar aspectos no estacionales. Una revisión de las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales de la serie estacionaria obtenida en el paso a) pueden revelar algunas de las siguientes propiedades:
- i. AR(1): autocorrelaciones decaen exponencialmente, una autocorrelación parcial significativamente diferente de cero.
  - ii. MA(1): autocorrelaciones parciales decaen exponencialmente, una autocorrelación significativamente diferente de cero
  - iv. AR(2): decaimiento suave de las autocorrelaciones y dos autocorrelaciones parciales significativamente diferentes de cero.
  - v. MA(2): autocorrelaciones parciales decaen exponencialmente, dos autocorrelaciones significativamente diferentes de cero.
  - vi. ARMA(1,1): decaimiento exponencial tanto de las autocorrelaciones como de las autocorrelaciones parciales, 1 autocorrelación y 1 autocorrelación parcial significativamente diferentes de cero.
- c) Aspectos estacionales. Una revisión de las autocorrelaciones y de las autocorrelaciones parciales pueden ayudar a identificar un proceso SAR o SMA la inspección deberá observar las autocorrelaciones  $r_4, r_8, r_{12}, r_{16}$  en datos cuatrimestrales, y en el caso de datos mensuales examinar algunas autocorrelaciones para retrasos en múltiplos de 12 esto es  $r_{12}, r_{24}$ .

Debemos tener presente que la gráfica de autocorrelaciones es completamente diferente de la gráfica de los datos. La gráfica de los datos es una ayuda visual para identificar el tipo de

modelo. Las autocorrelaciones son un resumen del modelo existente en los datos.

2. Estimación de los parámetros. La etapa de estimación presupone que se ha identificado ya a un modelo y que, de ser éste adecuado, lo único que resta es encontrar los mejores valores de los parámetros para que dicho modelo represente apropiadamente a la serie de estudio.
3. Verificación de supuestos que el modelo proporciona un ajuste adecuado y de que los supuestos básicos, implícitos en el modelo, se satisfacen; de no cumplirse los supuestos, se determinan las modificaciones necesarias y de hecho, se repiten las etapas anteriores hasta que la verificación indique resultados aceptables.

Esta verificación se realizará a través del análisis de las residuales (miden las discrepancias entre los valores observados y los valores estimados por el modelo).

Cuando el tamaño de la muestra es grande los errores aleatorios y los residuales son prácticamente iguales, es decir, al analizar los residuales observados  $\{a_t\}$  se analiza básicamente el proceso de ruido blanco  $\{a_t\}$ .

Los supuestos acerca del proceso  $\{a_t\}$  o de los residuales que deben verificarse son los siguientes:

- a)  $\{a_t\}$  tiene media cero
  - b)  $\{a_t\}$  tiene varianza constante
  - c) Las variables  $\{a_t\}$  son mutuamente INDEPENDIENTES
  - d)  $\{a_t\}$  tiene una distribución normal, para toda  $t$ .
  - e) No existen observaciones aberrantes.
  - f) El modelo es admisible.
  - g) El modelo es estable en los parámetros.
4. Uso del modelo para los fines con que fue construido; dichos fines son por lo general de pronóstico de simulación o para la explicación del fenómeno.

En el siguiente capítulo presentamos ejemplos de series de tiempo correspondientes a los precios de cierre diarios de acciones que cotizan en la Bolsa Mexicana de valores en las cuales se llevarán a cabo las cuatro etapas anteriores con el objeto de encontrar pronósticos del precio de acciones.

## V. Pronóstico de precios de acciones con el método de Box-Jenkins

### 5.1 Pronóstico de la acción CMA

La gráfica de la figura 5.1 corresponde a los datos de precio de cierre diarios de la acción CMA.

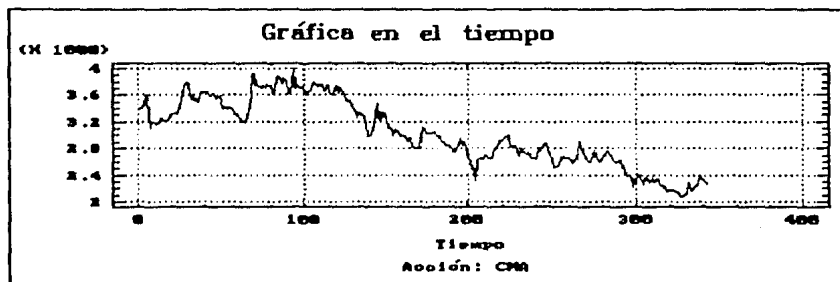


Figura 5.1 Gráfica de secuencia en el tiempo para la acción CMA.

Las observaciones van del 26 de octubre de 1989 al 20 de mayo de 1991 se observa claramente una tendencia por lo que procederemos a estacionalizar la serie aplicando el operador de diferencia.

Al aplicar el operador diferencia 1 vez encontramos que la serie ya tiene un comportamiento estacional (ver figura 5.2). Lo comprobaremos observando las autocorrelaciones y calculando la desviación estándar de la serie original con una diferencia, con dos diferencias etc. El valor mínimo de la desviación estándar corresponderá al grado de diferencia adecuado.

Notamos que salvo la primer y séptima autocorrelación (mostradas en la figura 5.3) son significativamente diferentes de cero las otras tienen valores cercanos a cero.



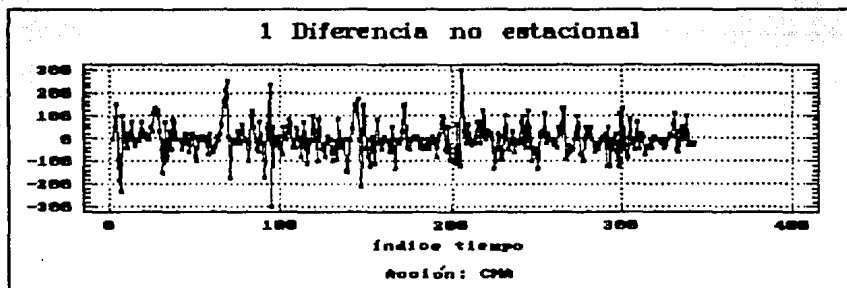


Figura 5.2 Gráfica de 1 diferencia no estacional para la acción CMA.

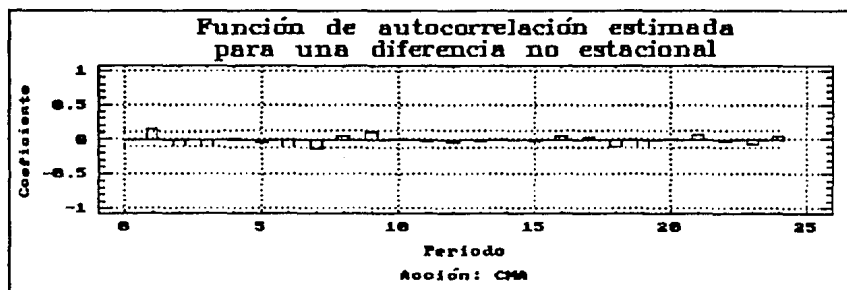


Figura 5.3 Gráfica de autocorrelación para 1 diferencia no estacional de la acción CMA.

La función de autocorrelación también nos indica un posible modelo ARIMA  $(0,1,1) \times (0,0,1)$

Al observar las autocorrelaciones parciales encontramos que salvo la primer autocorrelación que es significativamente diferente de cero, las demás tienen valores cercanos a cero.

Por otra parte concluimos que 1 fue el grado de desviación adecuado ya que la desviación estándar para la serie con una diferencia fue la mínima en comparación con la serie original y la serie con dos diferencias

$$S(Z_t) = 500.951 \quad S(\sqrt{Z_t}) = 71.2077 \quad S(\sqrt[2]{Z_t}) = 93.037$$

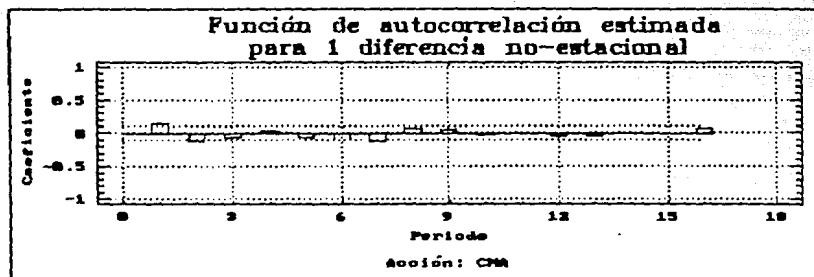


Figura 5.4 Gráfica de la función de autocorrelación parcial con 1 diferencia no estacional de la acción CMA.

Después de estimar el modelo  $ARIMA(0,1,1) \times (0,0,1)$  obtuvimos los siguientes resultados:

Parámetros	Valor estimado	Desviación estándar
MA(1)	-.16954	.05404
SMA(7)	.12937	.05456
Estadístico $\chi^2$ con las 20 primeras autocorrelaciones		22.8151
Número de observaciones		340
Media de los residuales		-3.25701
Desviación estándar de los residuales		69.7917

Pasaremos a verificar los supuestos que deben cumplir los residuales para admitir el modelo antes evaluado.

Si el modelo ha sido adecuado las autocorrelaciones de los residuales deben tener valores cercanos a cero, lo cual parece cumplirse al observar la figura 5.5

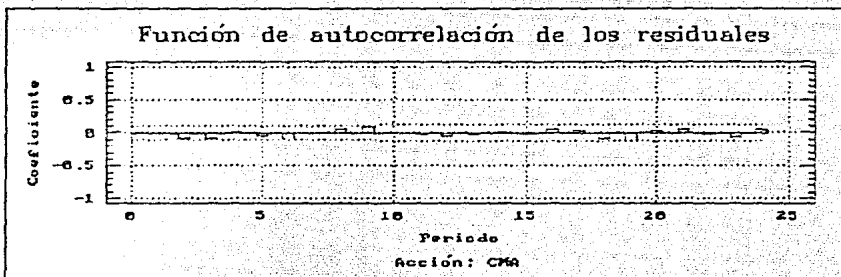


Figura 5.5 Gráfica de la función de autocorrelación de los residuales.

Las autocorrelaciones parciales de los residuales también deben ser valores cercanos a cero y al observar su gráfica en la figura 5.6 parece no haber violación a este supuesto

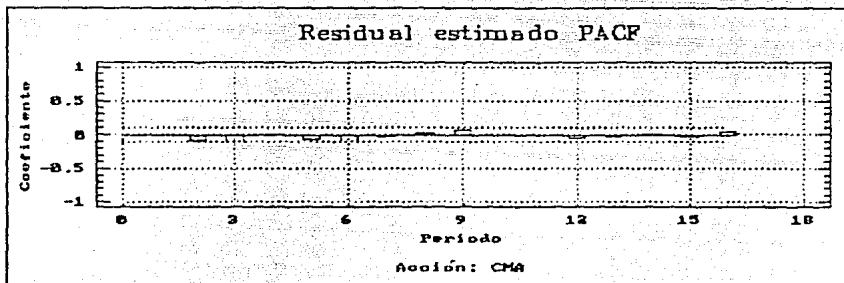


Figura 6.6 Gráfica de la función parcial de los residuales para la acción CMA.

### 5.1.1 Comprobación de los supuestos

1. La media de los residuales es cero<sup>2</sup>

$$| \sqrt{N-d-p} \quad m_n/\sigma_n | < 2$$

$$| \sqrt{393} \quad -3.25701/69.7917 | = 0.85924 < 2$$

2. Las variables  $(a_t)$  son mutuamente independientes<sup>2</sup>:

$$X^2_{1,9} = X^2_{k-p-q} = 30.1435$$

y el valores de  $Q' = 22.8151$

entonces concluimos que el valor de  $Q'$  no conduce al rechazo de la hipótesis de que los residuales son ruido blanco

3. El intervalo de confianza al 95% de nivel para  $\theta_1$  y  $\theta_2$

$$(\theta - 2\sqrt{\text{var}\theta}, \theta + 2\sqrt{\text{var}\theta}), (-.27762, -0.6146)$$

$$(\theta - 2\sqrt{\text{var}\theta}, \theta + 2\sqrt{\text{var}\theta}), (-0.02447, -0.2362)$$

Los intervalos de confianza de los parámetros nos indican que los dos parámetros son importantes para explicar el comportamiento del fenómeno, es decir, no se puede reducir el número de parámetros involucrados (PARSIMONIA).

---

<sup>1</sup>Para el caso de muestras grandes los estimadores puntuales tienen aproximadamente distribuciones muestrales normales. A partir de la media y la varianza muestral de los residuales se estima la media real  $\mu$  de los residuales, con un coeficiente de confianza del 95% (max. 9%  $(\sigma_n/\sqrt{n})$ )

<sup>2</sup>Estadístico  $Q'$  de Lung y Box (1978). Análisis estadístico de series de tiempo económicas, Victor Guerrero, capítulo IV.

4. El intervalo de confianza<sup>3</sup> para  $\theta_1$  y  $\theta_2$  esta dentro de la región admisible para modelos MA(1) que es el intervalo (-1,1) y para modelos SMA(1) que es también (-1,1).
5. La correlación entre los parámetros es de 0.08785<sup>4</sup> lo cual nos indica que prácticamente no están correlacionados lo que implicaría que el modelo sea estable en los parámetros, es decir, no hay redundancia de parámetros.
6. Supongamos que la varianza de los residuales es constante y al observar la gráfica (mostrada en la figura 5.7) de los residuales notamos que no existe violación a este supuesto.

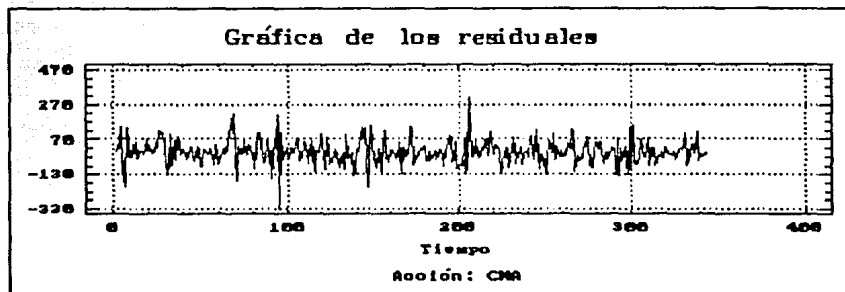


Figura 5.7 Gráfica de los residuales para la acción CMA

7. En la gráfica de los residuales también se observa que 12 de las residuales se encuentran fuera de la banda ( $-2\sigma_a$ ,  $2\sigma_a$ ) lo cual es consistente con el hecho de que solamente el 5% de los residuales (17) se encuentran fuera de dicha banda.

<sup>3</sup>La etapa de verificación para de la metodología Box-Jenkins tiene un origen en la idea de que todo modelo es erróneo, por lo que si hay que elegir entre varios modelos, habrá que elegir aquel que presente menos fallas, o bien fallas menos importantes, de manera que es posible obtener un modelo para el cual el valor estimado de los parámetros estuviera dentro de la región admisible pero su intervalo de confianza no.

<sup>4</sup>Todos los cálculos fueron hechos con el paquete estadístico STATGRAPHICS.

8. Este supuesto implica que no existan observaciones aberrantes, es decir, datos que no pertenecen a la serie histórica o datos que requieren de una explicación.

En la figura 4 notamos que existen 6 residuales grandes, es decir, que están fuera de la banda  $(-3\sigma_a, 3\sigma_a)$ , pero dentro del ámbito del mercado de valores es admisible este tipo de comportamiento nervioso de los precios de las acciones.

Después de haber cumplido con todos estos supuestos concluimos que el módulo  $(1-B)Z_t = (1-\theta_1 B)(1-\theta_2 B^2) a_t$  el cual es semejante a escribir ARIMA  $(0,1,1) \times (0,0,1)$  es el adecuado para representar la serie de precios de cierre diarios de la acción CMA.

$$Z_t = Z_{t-1} + (1 - \theta_1 B^2 - \theta_2 \theta_1 B + \theta_1 \theta_2 B^2) a_t$$

$$Z_t = Z_{t-1} + \theta_1 \theta_2 a_{t-2} - \theta_2 a_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

$$Z_t = Z_{t-1} - .021 a_{t-2} - .1293 a_{t-1} - .1695 a_{t-1} + a_t$$

Lo cual nos indicaría que la observación  $Z_t$  depende de la observación de un día anterior más un movimiento aleatorio ocurrido hace 8 observaciones mas un movimiento aleatorio ocurrido hace 7 períodos mas un movimiento aleatorio ocurrido el período anterior mas un movimiento ocurrido el día de la observación  $Z_t$ .

Consideremos un horizonte de pronóstico de una semana es decir, 5 observaciones ya que la naturaleza del mercado de valores estudiada en el capítulo referente es tal que no non permitirá confiar en un pronóstico que abarque más tiempo.

Además de que el pronóstico  $\hat{T}(Z_t)(1)$  pierde validez al conocerse la observación  $T(Z_{t+1})$ , de igual manera, los pronósticos siguientes serán de poca utilidad si no se toman en cuenta las nuevas observaciones.

Los 5 valores anteriores a la fecha de pronóstico de la acción CMA son:

FECHA	VALOR
15 \ 3 \ 91	2380
18 \ 3 \ 91	2350
19 \ 3 \ 91	2330
20 \ 3 \ 91	2300
21 \ 3 \ 91	2280

A continuación se presentan los pronósticos obtenidos a partir del modelo ajustado anteriormente.

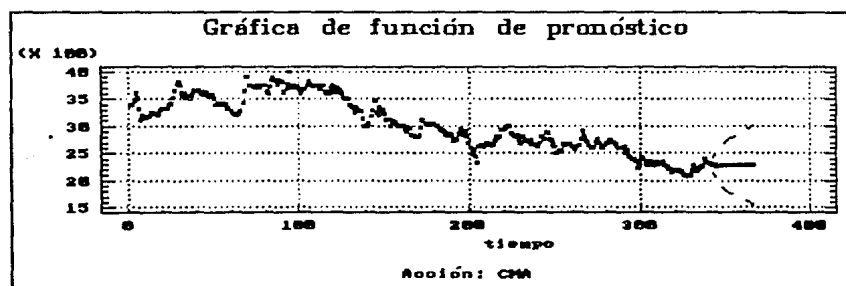


Figura 5.8 Gráfica de la función de pronóstico para la acción CMA

Los pronósticos obtenidos y sus intervalos de confianza fueron los siguientes

Fecha	Pronóstico	Intervalo de confianza al 95 %	Valor Verdadero
22/3/91	2278.28	(2140.91, 2415.59)	2260
25/3/91	2273.45	(2062.16, 2484.74)	2280
26/3/91	2258.67	(1993.28, 2524.06)	2300
27/3/91	2263.49	(1953.29, 2573.68)	2260

En seguida realizaremos un análisis de la capacidad del pronóstico en periodos post-muestrales (análisis efectuado con la serie recortada y en el cual se contrastan los resultados con valores post-muestrales)

La discrepancia entre los pronósticos y las observaciones (errores de pronóstico) permitirá distinguir la existencia de sub o sobre estimación en los pronósticos para ello se calcula la media de los errores de pronóstico.

$$\text{como } M_1 = \sum_{h=1}^H e_{\tau}(h) / H \quad h=1, \dots, H$$

donde  $e_{\tau}(h) = T(Z_{t+h}) - \hat{\tau}(Z_{\tau})(h)$  son los errores de pronóstico y  $T(Z_{t+h})$  son las observaciones.

También se pueden analizar los errores de pronóstico expresados en porcentajes como:

$$M'_1 = \sum_{h=1}^H e'_{\tau}(h) / H \quad h=1, \dots, H$$

donde  $M'_1$  representa la media de los errores de pronóstico en porcentaje.

$$e'_{\tau}(h) = 100 e_{\tau}(h) / T(Z_{t+h})$$

Mientras más cercanos a cero sean las medidas  $M_1$ ,  $M'_1$ , mejores serán los pronósticos, es decir la capacidad de pronóstico del modelo será mayor.

A continuación obtendremos las medidas  $M_1$ ,  $M'_1$ .

h	T(Z <sub>t</sub> )	$\hat{\tau}(Z_{\tau})(h)$	$e_{\tau}(h)$	$e'_{\tau}(h)$
1	2260	2278.28	-18.28	-0.8088
2	2280	2273.45	6.55	0.2872
3	2300	2258.67	41.33	1.796
4	2260	2263.45	-3.49	-0.1544

$$M_1 = -6.5275$$

$$M'_1 = -0.28$$



El modelo sobrevalúa el precio de las acciones en menos del 1% de su valor verdadero.

Obtendremos otra medida para medir la capacidad del pronóstico, el estadístico U desarrollado por Theil (1966), el cual eleva al cuadrado los errores de tal manera que a los errores grandes les da un peso mucho mayor que a los errores pequeños, otra característica es que brinda una base relativa de comparación con los métodos ingenuos<sup>3</sup>. Al estadístico U se le define como:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (\hat{T}(Z_{t+1}) - T(Z_{t+1}))^2}{T(Z_t)}}{\sum_{t=1}^{n-1} \left( \frac{T(Z_{t+1}) - T(Z_t)}{T(Z_t)} \right)^2}}$$

Los valores del estadístico U se interpretan de la siguiente manera:

- U = 1 El pronóstico ingenuo es tan bueno como la técnica de pronóstico utilizada.
- U < 1 La técnica de pronóstico que ha sido utilizada es mejor que el método ingenuo.
- U > 1 El método formal de pronóstico que ha sido utilizada es mejor que el método ingenuo.

En el caso de CMA U = .864

## 5.2 Pronóstico de la acción FEMSA

La gráfica de la figura 5.9 corresponde a los datos de precio de cierre diarios de la acción Femsa. Las observaciones van del 21 de octubre de 1987 al 20 de mayo de 1991. Se observa claramente una tendencia en la gráfica de los datos por lo que procederemos a estacionalizar la serie aplicando el operador de diferencia.

<sup>3</sup>Un pronóstico ingenuo utiliza el dato más recientemente obtenido como futuro pronóstico.

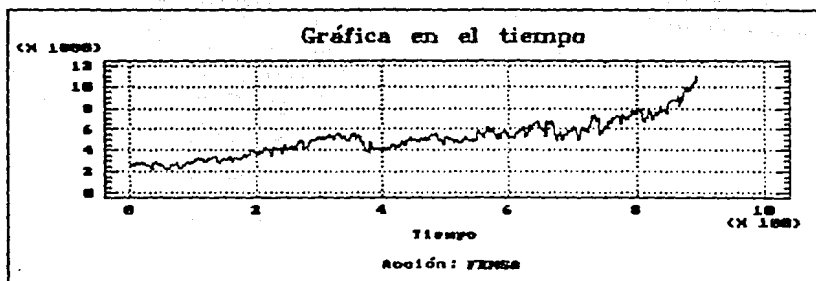


Figura 5.9 Gráfica en el tiempo para la acción FEESA

Al aplicar el operador de diferencia 1 vez encontramos que la serie ya tiene un comportamiento estacional (ver la figura 5.10).

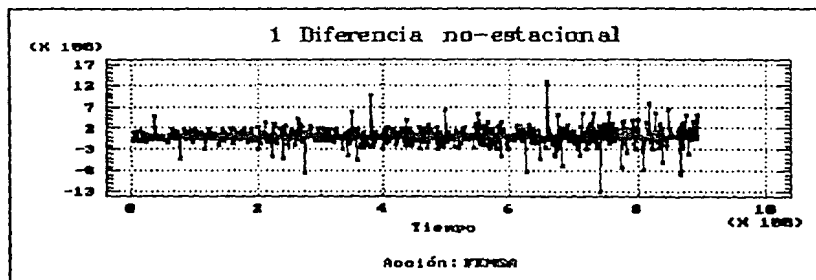


Figura 5.10 Gráfica de la función con 1 diferencia no estacional para la acción FEESA.

Por otra parte los resultados de encontrar las desviaciones estándar de la serie original y sus diferencias fueron:

$$S(Z_t) = 1698.99 \quad S(\nabla Z_t) = 173.51 \quad S(\nabla^2 Z_t) = 238.955$$

lo cual indica que el grado de diferenciación adecuado es 1 lo comprobaremos observando las autocorrelaciones.

Notamos que salvo la 13 autocorrelación (mostrada en la figura 5.11) que es significativamente diferentes de cero las otras correlaciones tienen valores cercanos a cero.

V. Pronósticos de precios de acciones con el método de Box-Jenkins

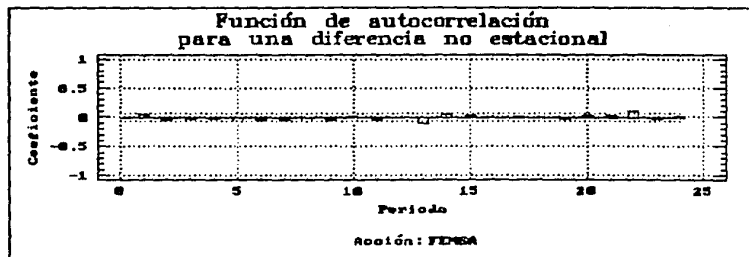


Figura 5.11 Gráfica de la función de autocorrelación para una diferencia no estacional de la acción FEMSA.

Las autocorrelaciones parciales (ver figura 5.12) nos indican nuevamente que solamente la autocorrelación parcial 13 es significativamente diferente de cero y por ser un valor menor a  $.5\sigma$  ensayaremos un modelo ARIMA  $(0,1,0) \times (0,0,1)_{13}$

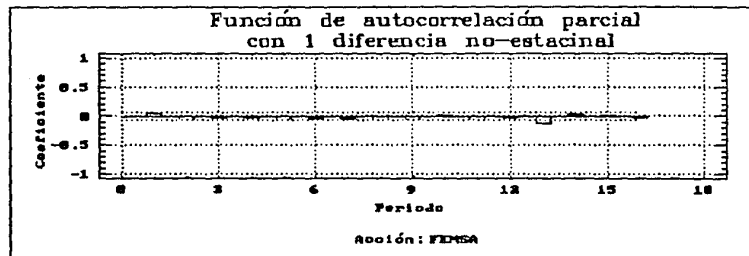


Figura 5.12 Gráfica de la función de autocorrelación estimada parcial para la acción FEMSA.

\*Ver modelos estadísticos para series de tiempo univariadas de Victor Guerrero pág. 121.

Después de estimar el modelo ARIMA (0,1,0)x(0,0,1)<sub>13</sub> tuvimos los siguientes resultados:

Parámetros	Valor estimado	Desviación estándar
SMA(13)	.09415	.03358
Estadístico $\chi^2$ con las 20 primeras autocorrelaciones		30.0075
Número de observaciones		891
Media de los residuales		10.1655
Desviación estándar de los residuales		173.026

A continuación verificamos los supuestos que deben cumplir los residuales para admitir el modelo antes evaluado.

Las autocorrelaciones de los residuales deben ser valores cercanos a cero, lo cual parece cumplirse al observar la gráfica que se muestra en la figura 5.13.

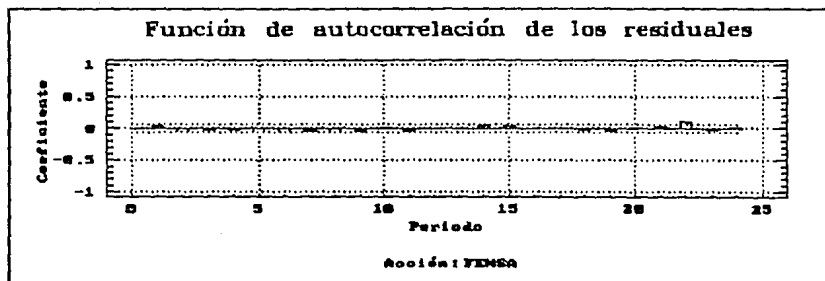


Figura 5.13 Gráfica de la función de autocorrelación de los residuales para la acción FENSA.

Las autocorrelaciones de los residuales también deben ser valores cercanos a cero y al observar su gráfica (figura 5.14) parece no haber variación a este supuesto.

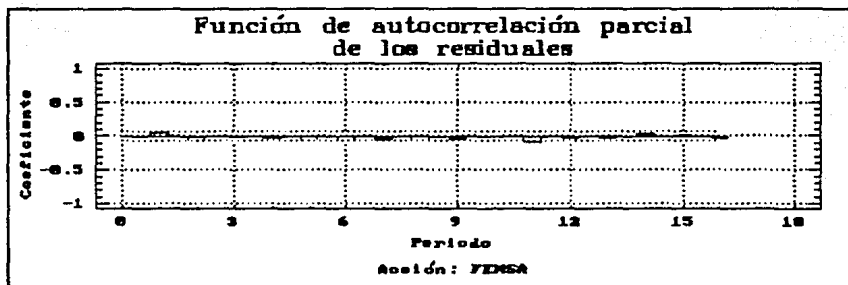


Figura 5.15 Gráfica de la función de autocorrelación parcial de los residuos para la acción FENSA.

### 5.2.1 Comprobación de los supuestos

1. La media de los residuos es cero

$$| \frac{\sum_{t=1}^N \hat{a}_t}{\sqrt{N-d-p}} \quad m_a / \sigma_a \quad | < 2$$

$$| \frac{\sum_{t=1}^N \hat{a}_t}{\sqrt{891-1}} \quad -10.1655/173.026 \quad | = 1.75 < 2$$

2. Las variables  $\{\hat{a}_t\}$  son mutuamente independientes:

$$\chi^2_{20} = 30.1435$$

$$\text{y el valor de } Q' = 30.60$$

por lo que concluimos que el valor de  $Q'$  no conduce al rechazo de la hipótesis de que los residuales son ruido blanco.

3. El intervalo de confianza para  $\theta_1$

$$(\theta - 2\sqrt{\text{var}\theta}, \theta + 2\sqrt{\text{var}\theta}), (-0.0271, -0.16131)$$

El intervalo de confianza del parámetro nos indica que el parámetro es importante para explicar el fenómeno.

4. El intervalo de confianza para  $\theta_1$  está dentro de la región admisible para un SMA(1) que es el intervalo (-1,1).

5. No hay redundancia de parámetros.
6. La varianza de los residuales es constante y al observar la gráfica de la figura 5.15 notamos que no existe violación a este supuesto.

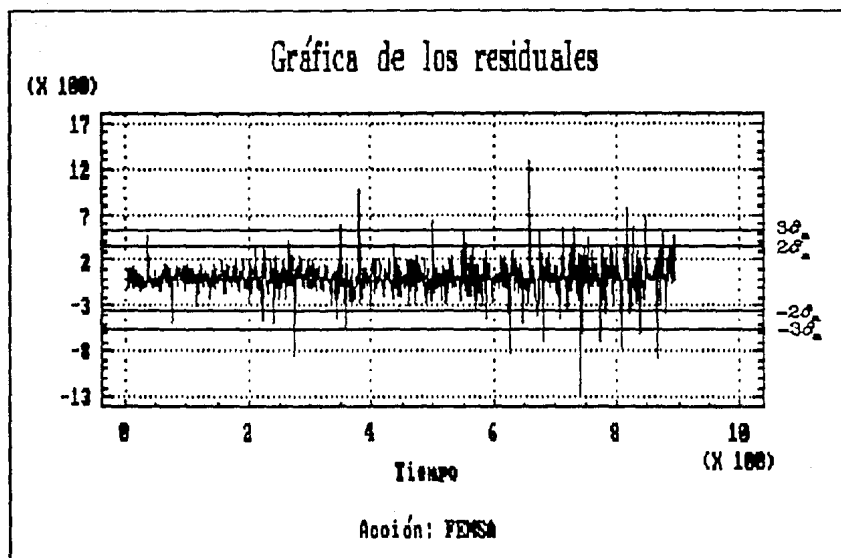


Figura 5.15 Gráfica de la de residuales para la acción FEESA.

7. En la gráfica de los residuales se observa también que 35 residuales están fuera de banda ( $-2\sigma_a$ ,  $2\sigma_a$ ) lo cual corresponde con la hipótesis de que solamente el 5% del total (45) están fuera de dicha banda.
8. No existen observaciones aberrantes, ya que los residuales grandes (14) que están fuera de la banda ( $-3\sigma_a$ ,  $3\sigma_a$ ), corresponden al comportamiento normal de la serie.

Después de revisar todos los supuestos concluimos que el modelo  $ARIMA(0,1,0) \times (0,0,1)_{13}$  es el cual es semejante a escribir

$$\nabla Z_t = (1 - \theta_1 B^{13}) a_t$$

es el adecuado para representar la serie de precios de cierre de la acción FEMSA.

$Z_t$  también puede expresarse como:

$$Z_t = Z_{t-1} - \theta_1 a_{t-13} + a_t$$

$$Z_t = Z_{t-1} - .094 a_{t-13} + a_t$$

Lo cual nos indica que la observación  $Z_t$  depende de la observación de un día anterior  $Z_{t-1}$  más un movimiento aleatorio ocurrido hace trece períodos mas un movimiento ocurrido el día de la observación  $Z_t$ .

Procederemos a revisar los pronósticos. La figura 5.16 nos muestra la gráfica de los pronósticos.

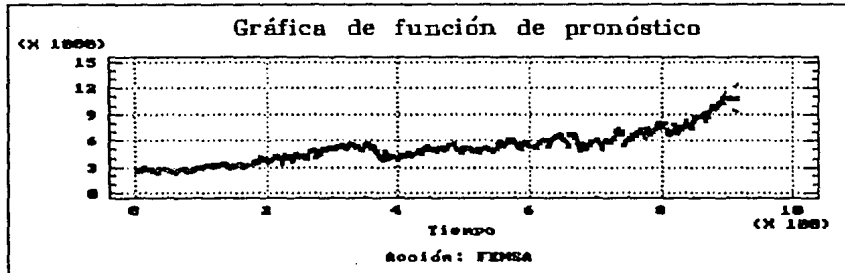


Figura 5.16 Gráfica de la función de pronóstico para la acción FEMSA

Utilizaremos el mismo horizonte de pronóstico que anteriormente (1 semana) y calcularemos la media de los errores de pronóstico como una medida de la capacidad del pronóstico.

Los 5 valores anteriores a la fecha de pronóstico de la acción FEMSA son:

FECHA	VALOR
15 \ 3 \ 91	10350
18 \ 3 \ 91	10300
19 \ 3 \ 91	10450
20 \ 3 \ 91	10450
21 \ 3 \ 91	10950

Los pronósticos obtenidos y sus intervalos de confianza son los siguientes:

Fecha	Pronóstico	Intervalo de confianza	Valor Verdadero
22/3/91	10929.4	(10589.7, 11269.1)	10900
25/3/91	10922	(10441.7, 11402.4)	10750
26/3/91	10921.9	(10333.6, 11510.2)	10600
27/3/91	10921.4	(10242, 11600.7)	10350

A continuación obtendremos las medidas  $M_1$ ,  $M'_1$ .

h	$T(Z_0)$	$T(Z_0(h))$	$e_r(h)$	$e'_r(h)$
1	10900	10929.4	-29.4	- .269
2	10750	10922	-172	1.6
3	10600	10921.9	-321.9	-3.03
4	10350	10921.4	-571.4	-5.516

$$M_1 = -273.35$$

$$M'_1 = -2.603$$



Los resultados nos indican que el modelo sobrevalúa las observaciones verdaderas en un 2.6% el valor de  $U=2.07$ .

### 5.3 Pronóstico de la acción CELANES

La gráfica de la figura 5.17 nos muestra los precios de cierre diarios de la acción CELANES en el período que abarca del 17 de octubre de 1987 al 20 de marzo de 1991.

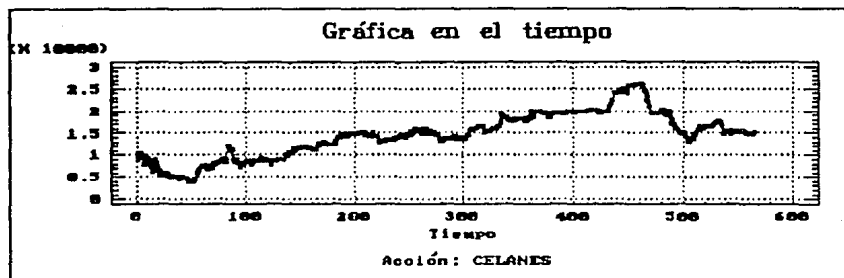


Figura 5.17 Gráfica en el tiempo para la acción CELANES

Claramente se observa que la serie muestra una tendencia es decir no es estacionaria, procedemos a aplicar una primer diferencia con el objeto de volver la serie estacionaria.

Después de aplicar una primer diferencia (ver figura 5.18) observamos que la serie muestra ya un comportamiento estacional.

Lo comprobaremos al observar las funciones de autocorrelación, además que los valores de la desviación estándar de la serie original y la serie con una y con dos diferencias fueron:

$$S(Z_t) = 4997.28 \quad S(\sqrt{Z_t}) = 454.268 \quad S(\sqrt{Z_t}) = 620.2$$

Observamos en la figura 5.19 que en efecto no existen valores de las autocorrelaciones significativamente diferentes de cero, salvo la autocorrelación número 11. Por otra parte pensamos que el modelo de la serie es solamente un ruido blanco.

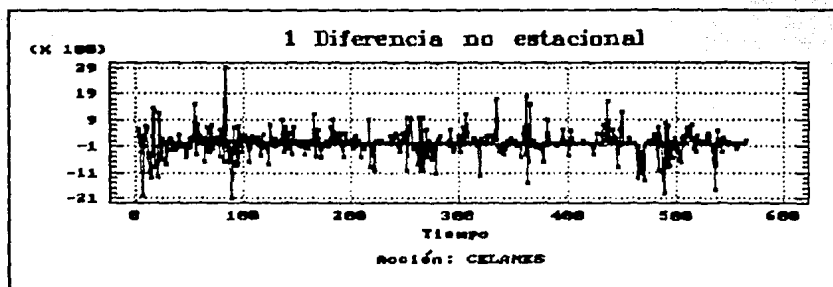


Figura 5.18 Gráfica con 1 diferencia no estacional para la acción CELANES

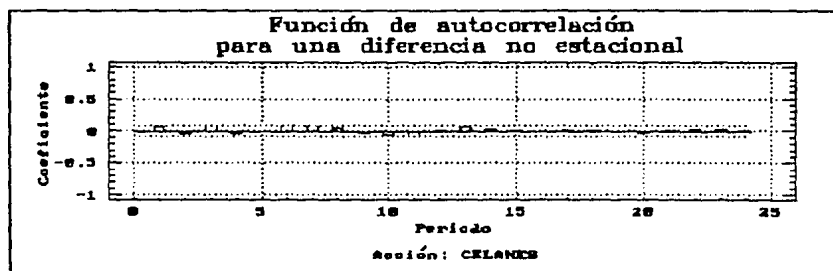


Figura 5.19 Función de autocorrelación con una diferencia no estacional para la acción CELANES

Al observar las autocorrelaciones parciales (ver figura 5.20) se refuerza más la idea de que el modelo de la serie sea un  $ARIMA(0,1,0)$  es decir un ruido blanco.

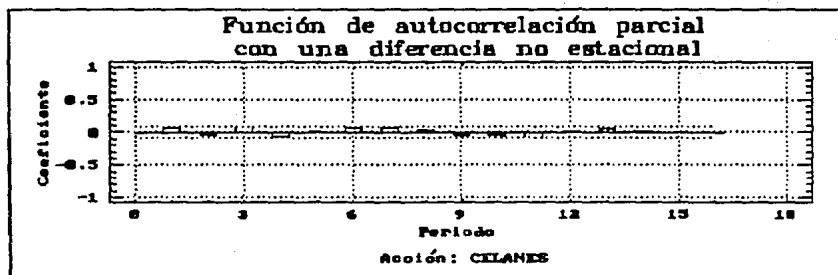


Figura 5.20 Gráfica de la función de autocorrelación para una diferencia no-estacional de la acción CELANES.

Al estimar el parámetro del posible modelo  $ARIMA(0,1,0) \times (0,0,1)_1$  encontramos:

Valor de parámetro es	$\theta_1 = .08785$
Desviación estándar del parámetro	.04185
Intervalo de confianza	(.004, .125)
La prueba estadística $Q^*$	22.0385

Por lo que al estimar el intervalo de confianza para el parámetro encontramos que el cero es un posible valor del parámetro  $\theta$  por lo que el modelo que se ajustará a la serie de precios de cierre de la acción CELANES será:

$$\sqrt{Z_t} = a_t$$

$$\text{entonces } Z_t - Z_{t-1} = a_t$$

$$\text{y } Z_t = Z_{t-1} + a_t$$

a esta última expresión aleatoria, en donde  $\{a_t\}$  es un proceso ruido blanco con media cero y varianza  $\sigma^2_{a_t}$ , se le conoce como caminata aleatoria  $a_t$  generado de manera independiente, donde  $a_t$  se distribuye como una normal con media cero y varianza uno.

A continuación se presenta la gráfica de los pronósticos (figura 5.21).

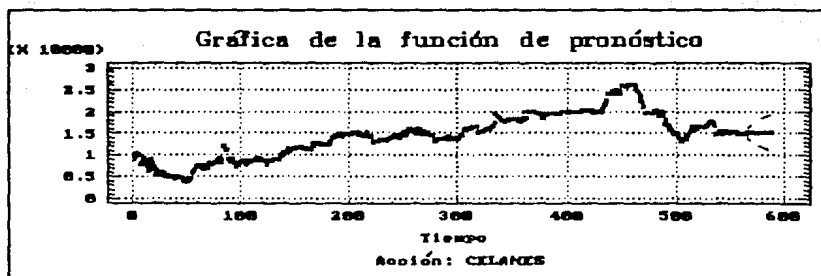


Figura 5.21 Gráfica de la función de pronóstico para la acción CELANES.

Los 5 valores anteriores a la fecha de pronóstico de la acción CELANES son:

FECHA	VALOR
15 \ 3 \ 91	150000
18 \ 3 \ 91	150000
19 \ 3 \ 91	150000
20 \ 3 \ 91	150000
21 \ 3 \ 91	151000

Los pronósticos obtenidos y sus intervalos de confianza fueron los siguientes:

Fecha	Pronóstico	Intervalo de confianza	Valor Verdadero
22/3/91	15098.5	(14280.9, 15988.1)	15150
25/3/91	15115.4	(13857.4, 16373.5)	15350
26/3/91	15115.9	(13575.1, 16656.6)	15600
27/3/91	15124.7	(13345.5, 16903.8)	15650

El valor de  $M_1=323.87$ ,  $M'_1=2.015$

Los valores de  $M_1$  y  $M'_1$  nos indican que el modelo subestima los valores reales del precio.

#### 5.4 Pronósticos para la acción KIMBER

Los datos corresponden a la acción KIMBER durante el período que va del 26 de noviembre de 1987 al 27 de marzo de 1991 y se muestran en la figura 5.22.

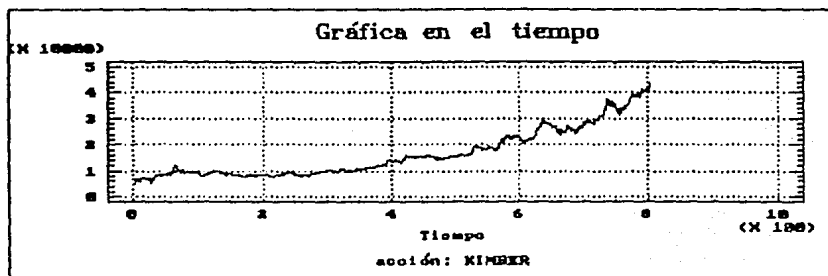


Figura 5.22 Gráfica en el tiempo para la acción KIMBER.

Las observaciones corresponden a los precios de cierre diarios de dicha acción. A los datos originales se les aplicó la transformación

$$T(Z_t) = \begin{cases} Z_t^\lambda & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \log(Z_t) & \text{si } \lambda = 0 \end{cases}$$

con el objeto de estabilizar la varianza<sup>7</sup> para el valor de  $\lambda = .5$ .

La gráfica de los datos transformados (ver figura 5.23) nos muestra una tendencia polinomial por lo que procederemos a diferenciar la serie para volverla estacionaria.

<sup>7</sup>Transformación potencia de Bartlett (1947) para establecer la varianza de la serie. Apéndice 2.A Modelos estadísticos para series de tiempo univariadas. Victor Guerrero.

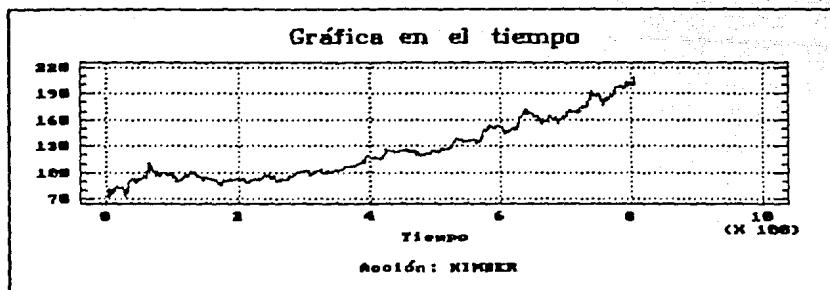


Figura 5.23 Gráfica de secuencia en el tiempo para los datos transformados de KIMBER.

En la figura 5.24 observamos que después de aplicar una primer diferencia el comportamiento de la serie ya es estacionaria.

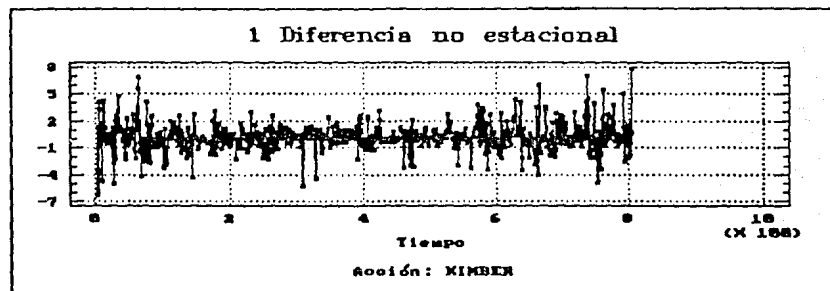


Figura 5.24 Gráfica con una diferencia no-estacional para la acción KIMBER

Los valores para las desviaciones estándar de la serie original y con una y dos diferencias fueron las siguientes:

$$S(Z_t) = 33.53 \quad S(\nabla Z_t) = 1.38 \quad S(\nabla^2 Z_t) = 1.74$$

Comprobamos que el grado de diferenciación adecuado es 1 ya que al observar la gráfica de las autocorrelaciones (ver figura 5.25) encontramos que salvo la primera de ellas el resto tienden al valor de cero.

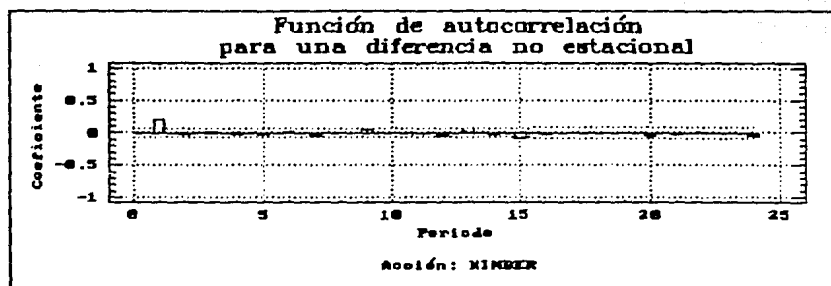


Figura 5.25 Gráfica de la función de autocorrelación parcial con una diferencia no estacional para la acción KIMBER

Lo mismo sucede para las autocorrelaciones parciales (ver figura 5.26). El hecho de que parezca una autocorrelación significativamente de cero nos indica que probablemente estemos frente a una serie que tiene un modelo ARIMA(0,1,1). Procederemos a tal modelo.

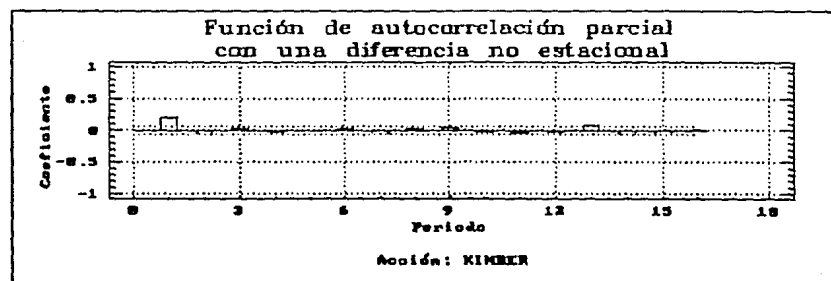


Figura 5.26 Gráfica de autocorrelación parcial con una diferencia no-estacional para la acción KIMBER

Después de estimar el modelo obtuvimos los siguientes resultados:

Parámetros	Valor estimado	Desviación estándar
MA(1)	-.22557	.03530
Estadístico $\chi^2$ con las 20 primeras autocorrelaciones		22.5044
Número de observaciones		803
Media de los residuales		0.131736
Desviación estándar de los residuales		1.36345

$$\sqrt{803} \frac{(0.13173)}{1.3634} = 2.73$$

Encontramos que al verificar el supuesto de que la media de los residuales es cero, el modelo ARIMA(0,1,1) no lo cumple por lo que corregiremos el modelo.

Obtenemos entonces la gráfica de la función de autocorrelación con dos diferencias ordinarias.

La gráfica de la figura 5.27 nos indica que puede tratarse de un modelo ARIMA(0,2,1).



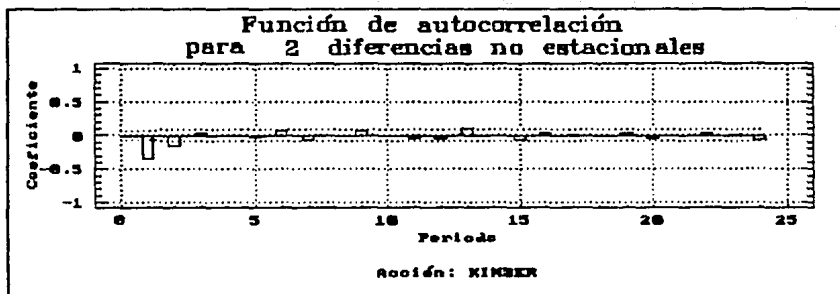


Figura 5.27 Gráfica de la función de autocorrelación para dos diferencias no estacionales de la acción Kimber

Notamos en la figura 5.28 que las primeras autocorrelaciones son significativamente diferentes de cero, pero en conjunto tienen decaimiento exponencial.

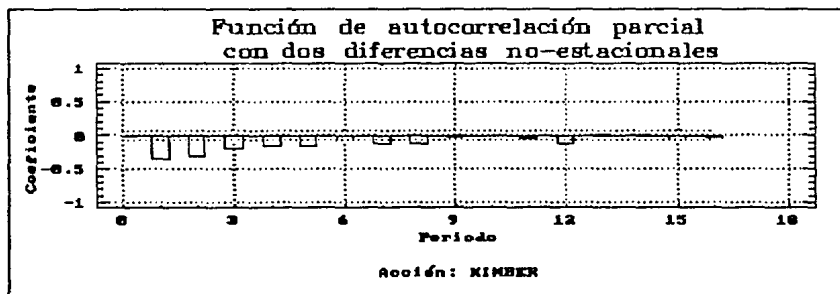


Figura 5.28 Función de autocorrelación parcial con dos diferencias no estacionales para la acción KIMBER.

Procederemos a evaluar el modelo ARIMA(1,2,1).

Después de obtener los valores de los parámetros para el modelo ARIMA(1,2,1) y observando los residuales encontramos que es adecuado tomar un posible modelo ARIMA(1,2,1) x (0,0,1) es el cual evaluaremos.

Estimamos el modelo donde obtuvimos los resultados siguientes

Parámetros	Valor estimado	Desviación estándar
AR(1)	.22441	.03526
AM(1)	.98660	.00166
SMA(13)	-.10335	.03631
Estadístico $\chi^2$ con las 20 primeras autocorrelaciones		16.5664
Número de observaciones		802
Media de los residuales		-0.053489
Desviación estándar de los residuales		1.37463

Al observar las autocorrelaciones de los residuales (mostrados en la figura 5.29) notamos que todos tienen un valor de cero lo que nos indica que el modelo es adecuado.

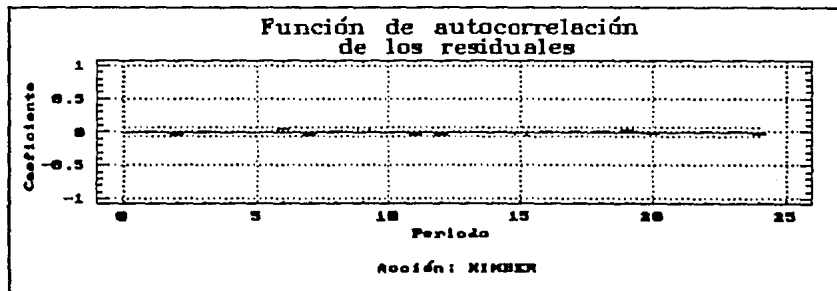


Figura 5.29 Función de autocorrelación de los residuales para la acción KIMBER

Lo mismo sucede con las autocorrelaciones parciales, todas tienen valores cercanos a cero (ver figura 5.30).

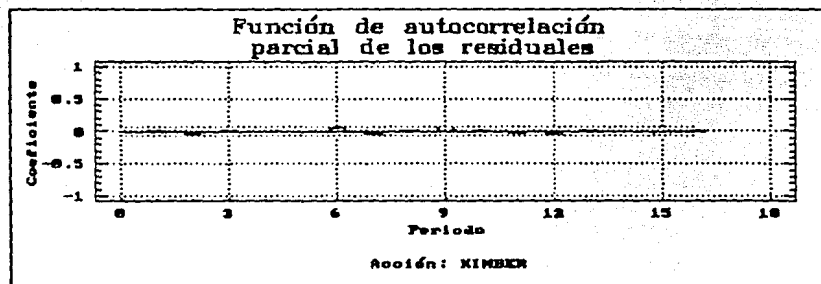


Figura 5.30 Función de autocorrelación parcial de los residuos para la acción KIMBER.

### 5.3.1 Comprobación de los supuestos

1. La media de los residuos es cero

$$\left| \frac{\sum_{t=1}^n \hat{e}_t}{\sqrt{n-d-p}} \quad m_a / \sigma_a \right| < 2$$

$$\left| \frac{\sqrt{801} \quad -0.053489}{1.37463} \right| = 1.1016 < 2$$

2. Las variables  $\{a_t\}$  son mutuamente independientes:

$$\chi^2_{19} = 30.1435$$

y el valor obtenido de  $Q' = 16.5564$

lo cual no conduce al rechazo de la hipótesis de que los residuales son ruido blanco.

3. El intervalo de confianza para  $\phi_1$ ,  $\theta_1$  y  $\theta_2$

$$(\phi_1 - 2\sqrt{\text{VAR}\phi_1}, \phi_1 + 2\sqrt{\text{VAR}\phi_1}), (0.15544, 0.29441)$$

$$(\theta - 2\sqrt{\text{var}\theta}, \theta + 2\sqrt{\text{var}\theta}), (-0.1753, -0.0313)$$

$$(\theta - 2\sqrt{\text{var}\theta}, \theta + 2\sqrt{\text{var}\theta}), (-0.1753, -0.0313)$$

Los intervalos de confianza de los parámetros nos indican que deben ser incluidos para poder explicar el fenómeno.

4. El intervalo de confianza para  $\phi_1$ ,  $\theta_1$  y  $\theta_2$  esta dentro de la región admisible para  $\phi_1$  que es (-1,1), para  $\theta_2$  que es (-1,1) y para  $\theta_1$  que es (-1,1)
5. No hay redundancia de parámetros ya que las correlaciones entre los parámetros es muy baja, la matriz de correlación es la siguiente:

	$\phi_1$	$\theta_2$	$\theta_1$
$\phi_1$	1	-.0369	.0691
$\theta_2$	-.0369	1	.097
$\theta_1$	-.0691	.097	1

el resto de los supuestos los comprobaremos en la gráfica de los residuales.

6. Observamos en la figura 5.31 que los residuales muestran una varianza constante.

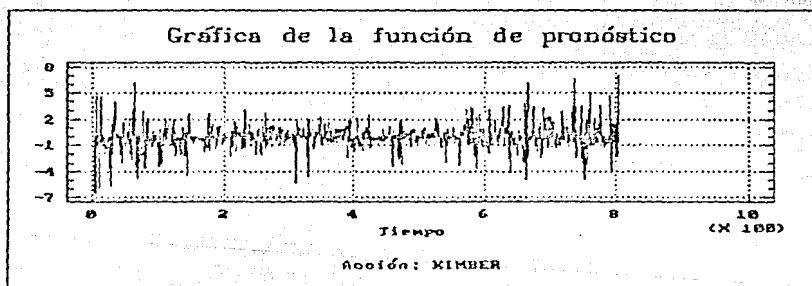


Figura 5.31 Gráfica de los residuales para la acción KIMBER

7. En la misma gráfica de la figura 5.31 observamos 28 de las residuales se encuentran fuera de la banda  $(-2 \sigma_n, 2\sigma_n)$  lo cual es consistente con el hecho de que solamente el 5% de

los residuales (en este caso 5% corresponde a un valor de 40)

8. Observemos que existen 6 residuales grandes, es decir, valores que están fuera de la banda  $(-3\sigma_a, 3\sigma_a)$ , pero dentro del ámbito del mercado de valores es admisible este tipo de comportamiento nervioso de los precios de las acciones.

En resumen el modelo ajustado es un  $ARIMA(1,2,1) \times (0,0,1)_{13}$ , es decir,

$$(1 - \phi_1 B) \nabla^2 W_t = (1 - \theta_1 B)(1 - \theta_2 B^2) a_t$$

$$(1 - .2244B) \nabla^2 W_t = (1 - .98B)(1 + .103^{13} B^{13}) a_t$$

A continuación presentamos la gráfica de la función de pronóstico en la figura 5.32. Debe observarse que los pronósticos que hemos obtenido son los correspondientes a los datos originales  $Z_t$  bajo una transformación y lo que nosotros queremos encontrar es el pronóstico para la serie original.

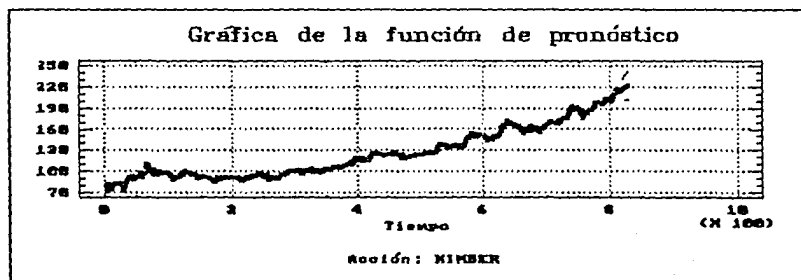


Figura 5.32 Gráfica de la función de pronóstico para la acción KIMBER.

ya que la función transformación utilizada fue

$$T(Z_t) = \begin{cases} Z_t^\lambda & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \log(Z_t) & \text{si } \lambda = 0 \end{cases}$$

para  $\lambda = .5$

Para esta transformación, es posible realizar el cálculo de un factor que permita corregir aproximadamente el sesgo que introduce la aplicación de la transformación inversa (para regresar a la escala original. Dicho factor puede estimarse mediante.

$$C_{t,\lambda}(h) = (1/2 + \sqrt{1 - (2(\lambda-1)/\lambda) [T(Z_t)(h)]^{-2} \text{VAR}_t[e_t(h)]})^{1/2}$$

$$\text{donde } \text{VAR}_t[e_t(h)] = \sum_{j=0}^{h-1} \psi_j \sigma_a^2$$

y donde

$$\psi_j = \begin{cases} \theta_j + \phi_1 \psi_{j-1} + \phi_2 \psi_{j-2} + \dots + \phi_{p-d} \psi_{j-p-d} & \text{para } j = 1, \dots, q \\ \phi_1 \psi_{j-1} + \phi_2 \psi_{j-2} + \dots + \phi_{p-d} \psi_{j-p-d} & \text{para } j < q \end{cases}$$

con  $\psi_0 = -1$  y  $\psi_{j-1} = 0$  si  $j < 1$

De tal manera que el pronóstico de la serie original  $Z_t$  será:

$$\hat{z}_t(h) = T^{-1} \{ \hat{\tau}(Z_t)(h) \} C_{t,\lambda}(h)$$

ahora si procederemos a obtener los pronóstico en la escala original

h	$T(Z_{t02})(h)$	$T^{-1} \{ \hat{\tau}(Z_{t02})(h) \}$	$C_{t02, \lambda}(h)$	$Z_{t02}(h)$
1	210.24	44200.857	1.00004	44202.6
2	211.092	44559.832	1.0004	44577
3	211.462	44716.177	1.0005	44738
4	211.962	44912.629	1.010	45361

Los 5 valores anteriores a la fecha de pronóstico de la acción KIMBER son:

FECHA	VALDR
15 \ 3 \ 91	40200
18 \ 3 \ 91	40700
19 \ 3 \ 91	40000
20 \ 3 \ 91	40299
21 \ 3 \ 91	43497

Los pronósticos obtenidos y sus intervalos de confianza fueron los siguientes

Fecha	Pronóstico	Intervalo de confianza	Valor Verdadero
22/3/91	44,202.6	(43074.98, 45328.22)	41600
25/3/91	44,577	(42779.20, 46226.84)	42000
26/3/91	44,738	(42416.47, 112.5)	42600
27/3/91	45,361	(42409.2, 47999.2)	43500

$M_1 = -2294.5$        $M_1' = 6.25$

El modelo pronosticado sobrevalúa el valor verdadero en un 6%. El valor del estadístico  $U=2.85$

### 5.5 Pronósticos para la acción BANAMEX

La gráfica de la figura 5.33 corresponde a los datos de precio de cierre diarios de la acción BANAMEX. Las observaciones van del 3 de noviembre de 1987 al 20 de marzo de 1991. Se observa claramente una tendencia por lo que aplicaremos el operador diferencia con el fin de volverla estacionaria.

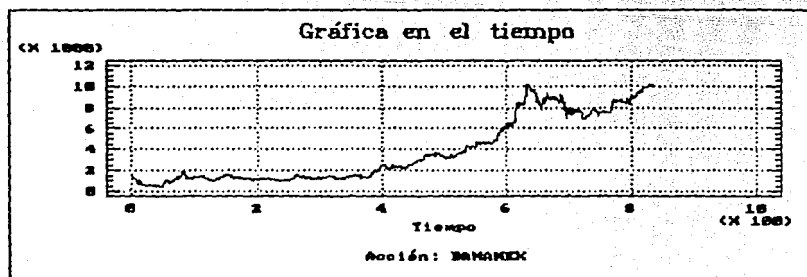


Figura 5.33 Gráfica de secuencia en el tiempo para la acción BANAMEX

Al aplicar el operador de diferencia 1 vez encontramos que la serie ya tiene un comportamiento estacional (como puede comprobarse en la figura 5.34), además de que al obtener las desviaciones estándar para la serie y la serie diferenciada hemos obtenido los siguientes valores:

$$S(Z_t) = 3082.16 \quad S(\nabla Z_t) = 121.559 \quad S(\nabla^2 Z_t) = 149.729$$

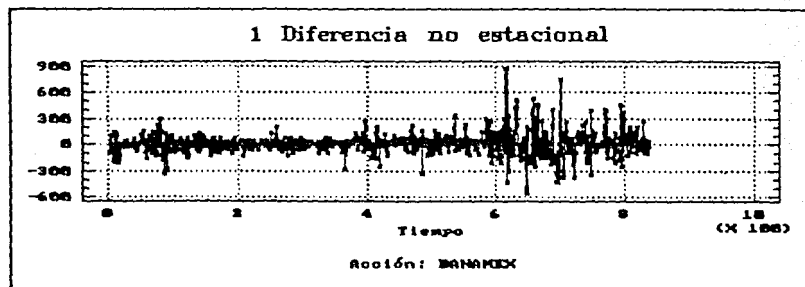


Figura 5.34 Gráfica con 1 diferencia no estacional para la acción BANAMEX.

Observando las autocorrelaciones únicamente la primera de ellas es significativamente diferente de cero (ver figura 5.35) lo cual nos da a pensar que se trata de un posible modelo ARIMA(0,1,1).

En las autocorrelaciones parciales tenemos que únicamente las dos primeras parciales son significativamente diferentes de cero. (ver figura 5.36)



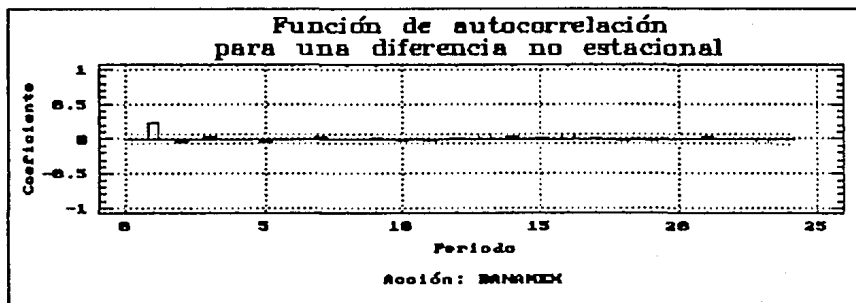


Figura 5.35 Gráfica de función de autocorrelaciones para una diferencia no estacional.

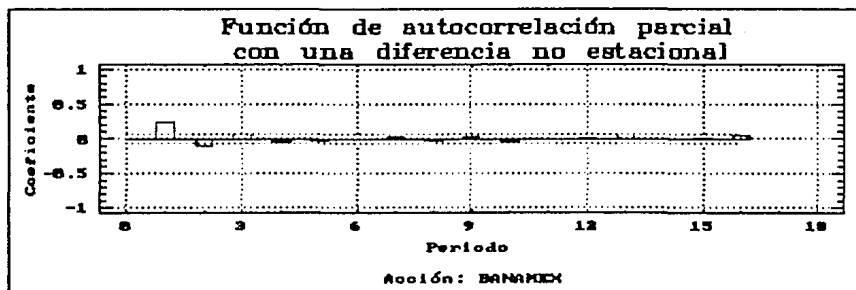


Figura 5.36 Gráfica de función de autocorrelaciones parciales con una diferencia no estacional para la acción BANAMEX

De todo lo anterior concluimos que el grado de diferenciación adecuado es 1, procederemos a estimar el modelo.

Después de estimar el modelo ARIMA (0,1,1) obtuvimos los siguientes resultados:

Parámetros	Valor estimado	Desviación estándar
MA(1)	-.228975	.03358
<i>Estadístico <math>\chi^2</math> con las 20 primeras autocorrelaciones</i>		15.1707
<i>Número de observaciones</i>		835
<i>Media de los residuales</i>		8.01519
<i>Desviación estándar de los residuales</i>		117.474

A continuación verificaremos los supuestos que deben cumplir los residuales para admitir el modelo antes evaluado.

Notamos que el comportamiento de las autocorrelaciones de los residuales mostrado en la figura 5.37 es el esperado, es decir sus valores son cercanos a cero.

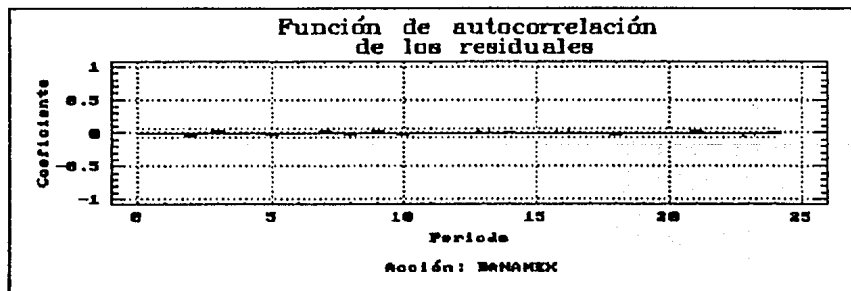


Figura 5.37 Gráfica de la función de autocorrelación de los residuales para la acción BANAMEX.

A si mismo sucede para las autocorrelaciones parciales, sus valores son cercanos a cero también.

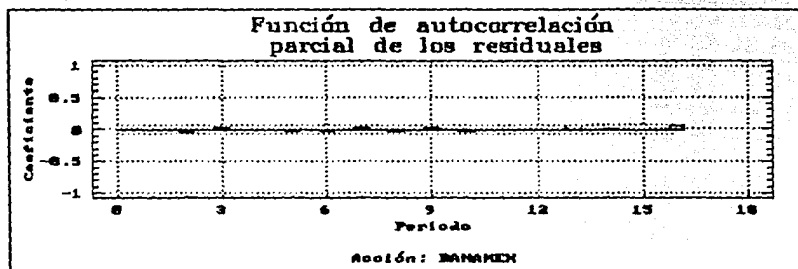


Figura 5.38 Función de autocorrelación parcial de los residuos.

### 5.5.1 Comprobación de los supuestos

1. La media de los residuos es cero

$$| \sqrt{N-d-p} \frac{m_a}{\sigma_a} | < 2$$

$$| \sqrt{834} \frac{-8.01519}{117.474} | = 1.9 < 2$$

2. Las variables  $\{a_t\}$  son mutuamente independientes:

$$\chi^2_{20} = 31.41$$

$$\text{y el valor de } Q' = 15.1707$$

concluimos que el valor de  $Q'$  no conduce al rechazo de la hipótesis de que los residuos son ruido blanco

3. El intervalo de confianza para  $\theta_1$  y  $\theta_2$

$$(\theta - 2\sqrt{\text{var}\theta}, \theta + 2\sqrt{\text{var}\theta}), (-.3569, -0.2227)$$

El intervalo de confianza de los parámetros no es importante para el parámetro lo cual quiere decir que su inclusión es importante para la explicación del fenómeno.

4. El intervalo de confianza para  $\hat{\theta}_1$  esta dentro de la región admisible para modelos MA(1) que es el intervalo (-1,1)

5. No hay redundancia de parámetros.
6. Supongamos que la varianza de los residuales es constante y al observar la gráfica (mostrada en la figura 5.39) de los residuales notamos que no existe violación a este supuesto.

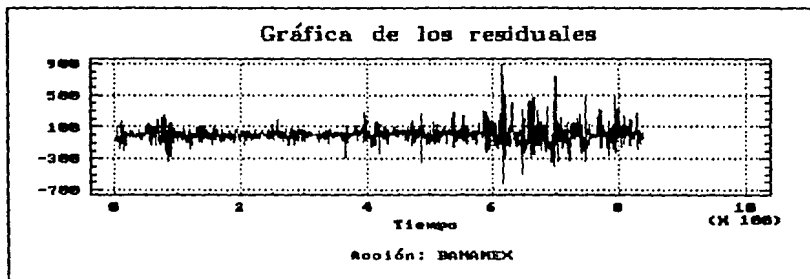


Figura 5.39 Gráfica de los residuales para la acción BANAMEX

7. En la gráfica de los residuales también se observa que 40 de los residuales se encuentran fuera de la banda  $(-2\sigma_a, 2\sigma_a)$  lo cual es consistente con el hecho de que solamente el 5% de los residuales (42) se encuentran fuera de dicha banda.
8. No existen observaciones aberrantes, todos los residuales que se encuentran fuera de la banda  $(-3\sigma_a, 3\sigma_a)$ , son parte del comportamiento normal del precio de los valores.

Concluimos que el modelo  $ARIMA(0,1,1) \times (0,0,1)$  que también puede escribirse como

$$\nabla Z_t = (1 - \theta_1) a_t$$

$$\text{o como } (1 - B)Z_t = (1 - \theta_1 B)a_t$$

es el adecuado para representar el comportamiento del precio de BANAMEX

$Z_t$  puede quedar expresado de la siguiente manera:

$$Z_t = Z_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

$$Z_t = Z_{t-1} + .2289 a_{t-1} + a_t$$

Lo cual nos indicaría que  $Z_t$  el día de hoy depende del valor de la acción el día anterior más un movimiento aleatorio ocurrido el día anterior pesado según el valor de  $\theta_1$  más un movimiento aleatorio el día de hoy.

Consideremos un horizonte de pronóstico de una semana es decir, 5 observaciones ya que la naturaleza del mercado de valores estudiada en el capítulo referente es tal que no nos permitirá confiar en un pronóstico que abarque más tiempo.

El pronóstico para el precio de la acción BANAMEX se muestra en la figura 5.40

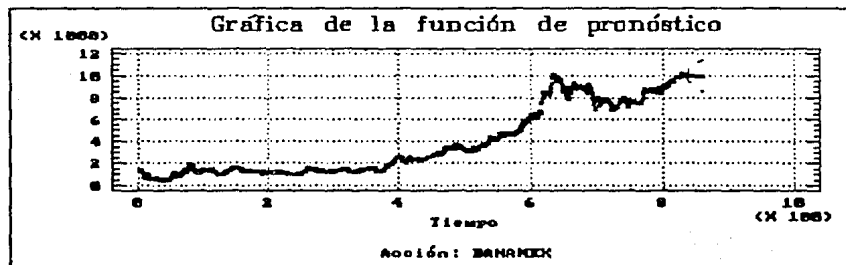


Figura 5.40 Gráfica de la función de pronóstico para la acción BANAMEX

Los 5 valores anteriores a la fecha de pronóstico de la acción BANAMEX son:

FECHA	VALOR
15 \ 3 \ 91	10100
18 \ 3 \ 91	10100
19 \ 3 \ 91	10000
20 \ 3 \ 91	9975
21 \ 3 \ 91	10000

Los pronósticos obtenidos y sus intervalos de confianza fueron los siguientes

Fecha	Pronóstico	Intervalo de confianza	Valor Verdadero
22/3/91	10006.9	(9776.25, 10237.5)	10000
25/3/91	10006.9	(9630.49, 10383.3)	9,900
26/3/91	10006.9	(9527.14, 10486.6)	10400
27/3/91	10006.9	(9442.41, 10571.4)	10800

El valor de  $M_1=271.55$ ,  $M'_1=2.49$

Los valores  $M_1$  y  $M'_1$  nos indican que el modelo subestima el precio de las acciones en un 2.49%. El valor de  $U=1.36$ .

#### 5.4 Pronóstico para la acción CAMESA

La figura 5.41 nos presenta los precios de cierre diarios de la acción CAMESA durante el período que va del 3 de marzo de 1988 al 20 de marzo de 1991.

La gráfica nos muestra claramente una tendencia por lo que le aplicaremos el operador de diferencia con el fin de volverla estacionaria.

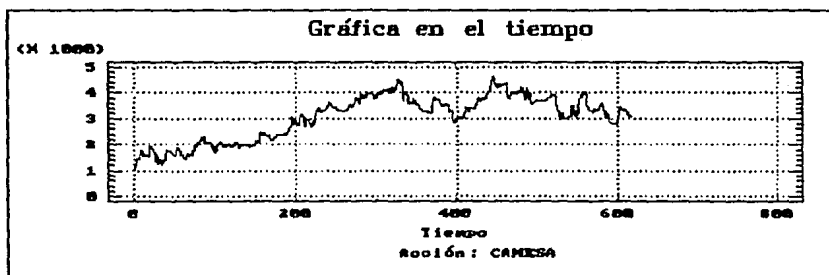


Figura 5.41 Gráfica de secuencia en tiempo para la acción CAMESA

En la figura 5.42 notamos que la serie es estacionaria después de aplicar la primer diferenciación, esto aunado a que los valores de las desviaciones estándar para la serie original con una y con dos diferencias cuyos valores fueron:

$$S(Z_t) = 853.71 \quad S(\nabla Z_t) = 92.96 \quad S(\nabla^2 Z_t) = 116.5$$

nos indican que el grado de diferenciación adecuado es el uno. Comprobaremos este hecho observando las autocorrelaciones.

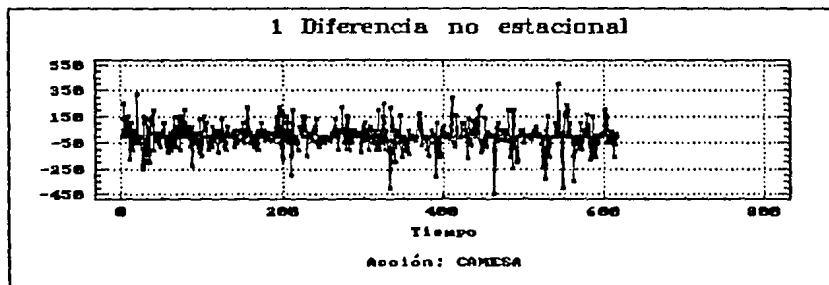


Figura 5.42 Gráfica de la diferencia no estacional para la acción CAMESA

En efecto la gráfica de las autocorrelaciones de la figura 5.43 nos indican que únicamente la primer autocorrelación tiene un valor significativo muy cercano a cero.

Además esta gráfica nos indica que estamos ante un posible modelo ARIMA(0,1,1).

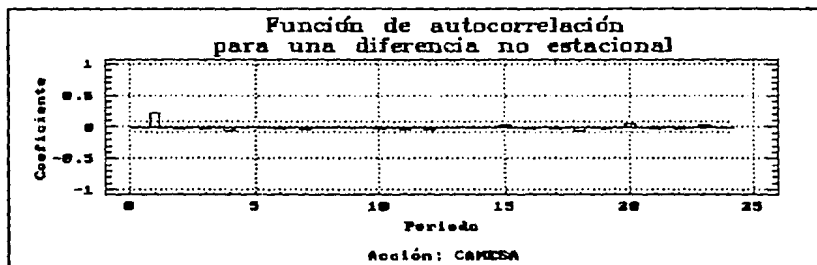


Figura 5.43 Gráfica de la función de autocorrelación parcial para 1 diferencia no-estacional con la acción CAMESA.

Igual que las autocorrelaciones, las autocorrelaciones parciales tienen valores cercanos a cero, menos la primera que tiene un valor diferente de cero. (Ver la figura 5.44)



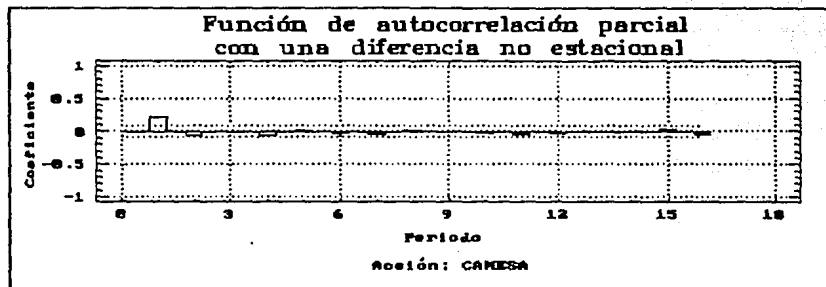


Figura 5.44 Función de autocorrelación parcial con una diferencial no estacional para la acción Banamex

Procederemos a evaluar el posible modelo. Después de estimar el modelo obtuvimos los siguientes resultados:

Parámetros	Valor estimado	Desviación estándar
MA(1)	-.22704	.03970
Estadístico $\chi^2$ con las 20 primeras autocorrelaciones		12.204
Número de observaciones		614
Media de los residuales		-.03970
Desviación estándar de los residuales		90.6547

Al observar la función de autocorrelación parcial de los residuales (ver figura 5.45), observamos que no existen valores significativamente diferentes de cero.

Lo mismo sucede con las autocorrelaciones parciales mostradas en la figura 5.46 lo cual nos indica que en efecto nuestro modelo ha sido adecuado.

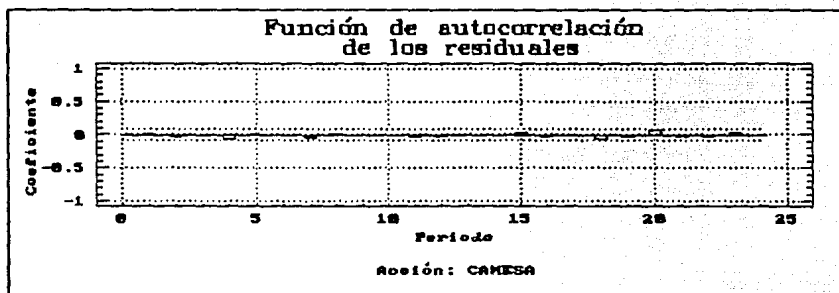


Figura 5.45 Gráfica de la función de autocorrelación de los residuos para la acción CAMESA.

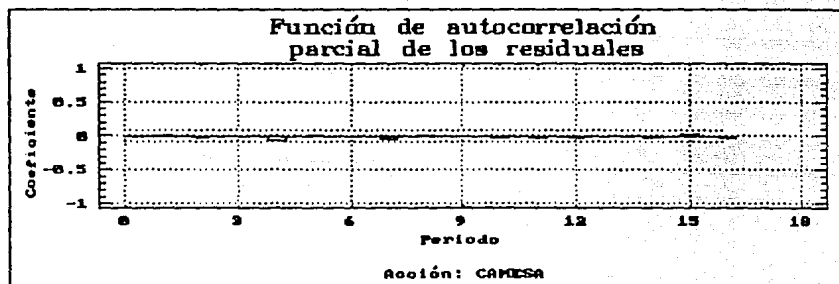


Figura 5.46 Gráfica de autocorrelación parcial de los residuos para la acción BANWEX

### 5.6.1 Comprobación de los supuestos

1. La media de los residuos es cero

$$| \sqrt{N-d-p} \frac{m_a}{\sigma_a} | < 2$$

$$| \sqrt{614-1} \frac{2.68668}{90.6547} | = 0.73376 < 2$$

2. Las variables  $\{a_t\}$  son mutuamente independientes:

$$\chi^2_{20} = 30.1435$$

$$\text{y el valor de } Q' = 12.204$$

Nos conduce al rechazo de la hipótesis de que los residuales son ruido blanco

3. El intervalo de confianza para  $\theta_1$   
 $(\theta - 2\sqrt{\text{var}\theta}, \theta + 2\sqrt{\text{var}\theta}), (-.30644, -0.14764)$

Observamos que el cero no es un valor razonable para el parámetro, lo cual nos indica que el parámetro debe ser incluido para explicar el fenómeno.

4. El intervalo de confianza para  $\theta_1$  y esta totalmente incluido dentro de la región admisible para modelos MA(1) que es el intervalo  $(-1, 1)$ .
5. No hay redundancia de parámetros.

El resto de los parámetros los comprobaremos en la gráfica de los residuales de la figura 5.47

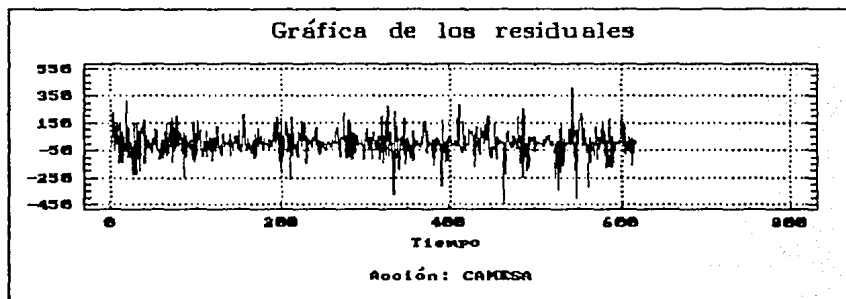


Figura 5.47 Gráfica de la función de residuales para la acción CAMESA.

6. Observamos que los residuales muestran una varianza constante.
7. En la gráfica de los residuales observamos que solamente 28 de los residuales se encuentran fuera de la banda  $(-2\sigma_a, 2\sigma_a)$  lo cual es consistente con el hecho de que solamente el 5% de los residuales se encuentran fuera de dicha banda (en este caso 31).

8. Existen 10 residuales grandes, es decir, valores que están fuera de la banda  $(-3\sigma_a, 3\sigma_a)$ , lo cual indicaría que las observaciones correspondientes a estos períodos deberían considerarse sospechosas de pertenecer a otra serie, o ameritarían una explicación.

En el caso de precios de acciones es común observar grandes variaciones en los precios por la naturaleza misma del mercado, por lo que esas observaciones que participan sospechosas no lo son ya que son reflejos de cambios normales en el comportamiento histórico de los precios.

En resumen tenemos que el modelo ajustado al comportamiento del precio de la acción diario de CAMESA es un ARIMA 0,0,1 o escrito de otra forma

$$Z_t = Z_{t-1} - \theta_1 a_{t-1} + a_t$$

$$Z_t = Z_{t-1} + 0.2270 a_{t-1} + a_t$$

Lo cual nos indica que la observación  $t$  depende de la observación de un día anterior más un movimiento aleatorio que ocurrirá en el instante  $t$ .

A continuación se presenta la función de la gráfica de la función de pronóstico en la figura 5.48

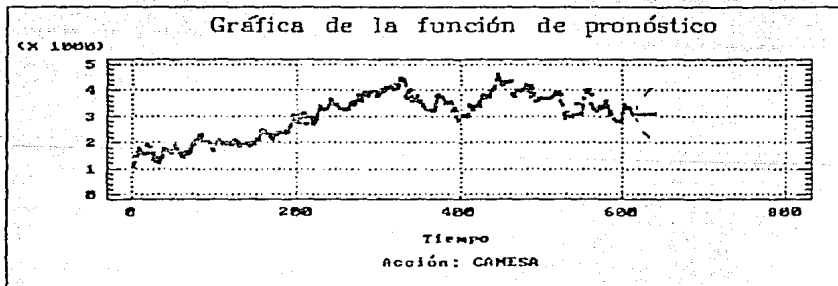


Figura 5.48 Gráfica de la función de pronóstico para la acción CAMESA.

Los 5 valores anteriores a la fecha de pronóstico de la acción CAMESA son:

FECHA	VALOR
15 \ 3 \ 91	3140
18 \ 3 \ 91	3080
19 \ 3 \ 91	3080
20 \ 3 \ 91	30100
21 \ 3 \ 91	30100

Los pronósticos obtenidos y sus intervalos de confianza fueron los siguientes:

Fecha	Pronóstico	Intervalo de confianza	Valor Verdadero
22/3/91	3099.15	(2921.08, 3277.22)	3250
25/3/91	3099.15	(2817.28, 3381.02)	3400
26/3/91	3099.15	(2742.51, 3455.79)	3400
27/3/91	3099.15	(2680.9, 3517.4)	3250

A continuación se presentan algunas medidas de la capacidad del pronóstico.

h	$T(Z \neq h)$	$T(Z \leq h)$	$e_{\tau}(h)$	$e^*_{\tau}(h)$
1	3250	3099.15	150.85	4.64
2	3400	3099.15	300.85	8.84
3	3400	3099.15	300.85	8.84
4	3250	3099.15	150.85	4.64

$$M_1 = 225.8 \quad M^*_1 = 6.74$$

Lo que indica que el modelo subvalúa el precio verdadero de las acciones en un 6.74%. El valor de  $U = 2.21$ .

## VI. Conclusiones

Es interesante hacer notar que ya que las gráficas son la principal herramienta del análisis técnico y puesto que en general los precios tienen un comportamiento aleatorio, es prácticamente imposible tener todas las gráficas que nos representen el comportamiento del mercado y en particular el comportamiento de las acciones por lo que, en algunas ocasiones podremos pronosticar adecuadamente un cambio de tendencia y en otros muchos casos no lo cual no nos brinda un apoyo seguro en la toma de decisiones.

Por su parte el análisis fundamental no toma en cuenta tendencias, volúmenes, índices de mercado que también son importantes en el momento de realizar el análisis lo que provocará una gran incertidumbre en cuanto a la veracidad de sus recomendaciones en la compra-venta de acciones.

Por último después de encontrar los pronósticos de precios de acciones en la Bolsa Mexicana de Valores con el método de Box-Jenkins tenemos las siguientes conclusiones:

En el caso de FEMSA el modelo obtenido sobrevaluó el valor verdadero de las acciones en un 2.6%, lo cual nos indica que teniendo en cuenta cambios en los precios durante la misma semana que van de 10900 a 10350 pesos lo que corresponde a variaciones de entre 0 y 6% un pronóstico que se aleja solamente en un 2.6% del valor verdadero es muy bueno. El caso de BANAMEX y CELANES es semejante al de FEMSA, BANAMEX queda debajo del valor verdadero solamente en un 2.49% mientras que CELANES sobrevalúa el valor verdadero de las acciones en un 2.015%, ambos pronósticos son muy buenos.

En el caso del modelo ajustado a CMA, el pronóstico difiere del valor verdadero en menos de 1%, lo cual nos indica que en el horizonte de planeación de una semana podríamos tomar decisiones casi con certeza.

Los modelos ajustados a CAMESA y KIMBER se alejan en un 6% en promedio del valor verdadero del precio de la acción, sin embargo, tomando en cuenta que durante la

semana KIMBER tuvo variaciones de precio de 41,600 a 43,500 es decir un cambio del 6%, el pronóstico no es malo, además durante la semana que se utilizó como horizonte de pronóstico, el valor verdadero aumentó cada día, de la misma manera el pronóstico también aumentó cada día pero no en la misma proporción.

Por su parte, el estadístico U nos mide la diferencia que hubo entre el pronóstico ingenuo con el pronóstico obtenido por el método de Box Jenkins, pero no nos brinda una magnitud que nos indique un cuánto estamos lejos del valor verdadero de la observación.

En resumen, los pronósticos obtenidos nos brindaran una gran ayuda en el momento de tomar una decisión para elegir un instrumento de inversión, ya que a pesar del alto riesgo que implica invertir en renta variable y que son solamente el 5.2% del total de capital que se maneja en el mercado de valores son la opción de inversión que más llama la atención de los inversionistas por los altos dividendos que en él se pueden lograr, por ejemplo si se hubiera comprado KIMBER a principios de 1990 en 15300 pesos y se hubiera vendido a finales de 1990 en 36,000 pesos se hubiese obtenido un rendimiento anual del 127.42% anual, lo cual es por mucho mayor cualquier instrumento de inversión de renta fija, pero también pudimos comprar a principios de 1990 CAMESA en 3467 pesos y venderla a fin de año en 3007 pesos lo que nos indica una pérdida del 13.3% a lo largo del año.

Los datos anteriores nos ejemplifican de manera clara el alto riesgo en el que se incurre al invertir en renta variable.

Sin embargo, conjuntando los métodos del análisis técnico, análisis fundamental, pronósticos de series de tiempo por el método de Box-jenkins además de un análisis económico que estudie el comportamiento de los principales indicadores nacionales e internacionales, para poder pronosticar los acontecimientos que afectan en alguna forma las diferentes alternativas de inversión o financiamiento, de tal manera que al tomar una decisión de compra o venta se trabajen conjuntamente los métodos antes dichos y no de una manera independiente como se ha hecho hasta el momento, pero esta alternativa implica un mayor trabajo en el proceso de análisis que sin embargo se verá ampliamente premiada en el momento de obtener los beneficios.

## VI. Conclusiones

---

A pesar de que la metodología de Box-Jenkins es una poderosa herramienta en la construcción de modelos para el análisis de series de tiempo, el mejor conocimiento del mercado de valores ayudará a obtener mas óptimos modelos ya que los resultados se podrán interpretar de una manera mas adecuada.

Por último se recalca, que la propuesta de este trabajo no es seguir fielmente el comportamiento de las acciones en el pronóstico, sino ayudarnos junto con el análisis técnico y fundamental a tomar una decisión en el momento de invertir.



## VII. Bibliografía

- Información Financiera Trimestral;  
Bolsa Mexicana de Valores, 1988, 1989, 1990, 1991
- Indicadores Financieros;  
Resumen Financiero;  
Bolsa Mexicana de Valores (IMEC), 1988, 1998, 1990,  
1991
- Indicadores Bursátiles;  
Bolsa Mexicana de Valores (IMEC), 1988, 1989, 1990,  
1991
- El Mercado de Valores Mexicano;  
Bolsa Mexicana de Valores (IMEC), 1991
- Forecasting methods for management;  
Spyros Makridakis, Steven C. Wheelwright;  
Ed. John Wiley & Sons, 1976
- Betas Banamex;  
Reportes especiales Banca de Inversión Banamex;  
Banco Nacional de México, 1990
- Inversión contra Inflación. Análisis y administración  
de inversiones en México;  
Timothy Heyman;  
Ed. Milenio, 1987
- La inversión en México;  
Timothy Heyman, Arturo León y Ponce de León;  
Ed. Universidad del Valle de México, 1988
- Manual de Técnicas de pronósticos;  
Spyros Makridakis, Steven C. Wheelwright;  
Ed. Noriega, 1989
- Time Series Analysis;  
Box and Jenkins;  
Ed. Holdan Day, 1976
- Forecasting;

Makridakis-Wheelwright-McGee;  
Ed. Wiley, 1983

- Modelos estadísticos para series de tiempo univariadas;  
Victor Guerrero;  
Centro de Investigación de estudios Avanzados del IPN, 1987
- The effect on Predictive Ability of Reducing the Number of Observations on a Time Series Analysis;  
Lorek, K.S. y J.C. McKeown;  
Journal of Accounting Research, 1978
- Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work;  
Journal of Finance, 1970
- Investments  
W.F. Sharpe  
Ed. Prentice-Hall, 1989