

71  
2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Contaduría y Administración

## APLICACION DEL MODELO DE FIJACION DE PRECIOS DE ACTIVOS DE CAPITAL PARA DECISIONES DE INVERSION EN EL MERCADO ACCIONARIO MEXICANO

Seminario de Investigación Contable  
Que para obtener el título de  
LICENCIADO EN CONTADURIA  
p r e s e n t a  
JUAN LUIS ALVAREZ Y PEREZ

Asesor del Seminario: C.P. Jorge Rosa Monroy



México, D. F.

1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

*"Être dans le vent  
c'est avoir un destin  
de feuilles mortes..."*

**Jean Guilton**

A mi familia y otros ilustres personajes, por ser y estar como y cuando se debe; sus nombres los reservo de esta página, no así de mi profundo agradecimiento, ni mucho menos de mi más especial recuerdo.

El C.P. Jorge Resa Monroy ha tenido a bien invertir su valioso tiempo en asesorar el presente trabajo de investigación, por lo cual le estoy muy agradecido.

Juan Luis Alvarez y Pérez  
Enero de 1997

**APLICACIÓN DEL MODELO DE FIJACIÓN DE PRECIOS DE ACTIVOS DE CAPITAL PARA  
DECISIONES DE INVERSIÓN EN EL MERCADO ACCIONARIO MEXICANO**

**I N D I C E**

SUMARIO EJECUTIVO	i
INTRODUCCIÓN	ii
<b>CAPÍTULO I</b> <i>DINÁMICA DE LOS MERCADOS DE CAPITALES</i>	
1.1. DEFINICIÓN DE UNA ACCIÓN	2
1.2. EL RENDIMIENTO DE UNA ACCIÓN	6
1.3. EL VALOR DE UNA ACCIÓN	14
1.3.1. EL MODELO DE DESCUENTO DE DIVIDENDOS	14
1.3.1.1. EL CASO GENERAL CON DIVIDENDOS CONSTANTES	16
1.3.1.2. EL CASO DE DIVIDENDOS CON TASA DE CRECIMIENTO	17
1.3.1.3. EL CASO DE DIVIDENDOS CON CRECIMIENTO DIFERENCIADO	18
1.3.2. EL VALOR PRESENTE NETO DE LAS OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO	19
1.4. LA HIPÓTESIS DE LOS MERCADOS EFICIENTES	23
1.5. DETERMINACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE DIVIDENDOS	23
1.6. DETERMINACIÓN DE LA TASA REQUERIDA DE RENDIMIENTO	24
<b>CAPÍTULO II</b> <i>EL RENDIMIENTO REQUERIDO DE UN TÍTULO</i>	
2.1. DIFERENCIAS ENTRE APOSTAR, ESPECULAR E INVERTIR	27
2.2. DEFINICIÓN DE RIESGO	29
2.2.1. TÍTULOS SIN RIESGO	29
2.2.2. TÍTULOS ARRIESGADOS	34
2.2.3. LA PRIMA POR RIESGO	38
2.3. VALORACIÓN DEL RIESGO DE UN TÍTULO	41
2.3.1. LA VARIANZA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS RENDIMIENTOS	41
2.4. LA TEORÍA DE LAS CARTERAS DE INVERSIÓN	55
2.4.1. EL RENDIMIENTO DE UNA CARTERA DE TÍTULOS	55
2.4.2. VALORACIÓN DEL RIESGO DE UNA CARTERA DE TÍTULOS	60
2.4.2.1. LA COVARIANZA DE DOS TÍTULOS	63
2.4.2.2. LA CORRELACIÓN DE DOS TÍTULOS	67
2.4.2.3. LA VARIANZA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE UNA CARTERA	70
2.4.3. LOS EFECTOS DE LA DIVERSIFICACIÓN	77
<b>CAPÍTULO III</b> <i>EL MODELO DE FIJACIÓN DE PRECIOS DE ACTIVOS DE CAPITAL</i>	
3.1. EL CICLO ECONÓMICO Y LAS UTILIDADES DE LAS EMPRESAS	80
3.1.1. EL FACTOR DE MERCADO	85
3.2. LA RELACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL MERCADO Y LOS RENDIMIENTOS PARTICULARES	90
3.2.1. LA ECUACIÓN DE LA REGRESIÓN LINEAL	98
3.2.1.1. EL COEFICIENTE BETA	102
3.2.1.1.1. LA VARIANZA DEL MERCADO	103
3.2.1.1.2. LA COVARIANZA DEL MERCADO Y LOS TÍTULOS PARTICULARES	106
3.2.1.1.3. LA ESTABILIDAD INTERTEMPORAL DE BETA	111
3.2.1.2. EL COEFICIENTE ALFA	116
3.2.1.3. LOS RESIDUOS DEL RIESGO NO SISTEMÁTICO	124
3.2.1.3.1. LA VARIANZA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS RESIDUOS	126
3.2.1.3.2. EL COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN	132
3.3. PROYECCIÓN DE RENDIMIENTOS	139
3.4. LAS CRÍTICAS AL MODELO	145
CONCLUSIONES	147
ANEXO A	150
BIBLIOGRAFÍA	167

# **APLICACIÓN DEL MODELO DE FIJACIÓN DE PRECIOS DE ACTIVOS DE CAPITAL PARA DECISIONES DE INVERSIÓN EN EL MERCADO ACCIONARIO MEXICANO**

## **SUMARIO EJECUTIVO**

El Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital (conocido como C.A.P.M por sus siglas del inglés: *Capital Assets Pricing Model*) o Modelo de Equilibrio de Activos Financieros se constituye como uno de los principales pilares teóricos de las finanzas modernas, sólo después de los principios relativos al valor del dinero en el tiempo.

Fundamentado en un sólido marco teórico-estadístico y sustentado ampliamente a través de evidencia empírica, el Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital desarrollado durante la década de los sesentas por los economistas William Sharpe, John Lintner y Jack Treinor, ofrece una explicación de la relación existente entre el riesgo y la rentabilidad de los activos financieros, a través de un modelo matemático determinístico. Dicho modelo integra las importantes aportaciones realizadas con anterioridad por Harry Markowitz para la selección de portafolios de títulos en su Teoría de Carteras (1952) y los modelos matemáticos de regresión lineal simple.

La idea subyacente en el CAPM consiste en afirmar que el rendimiento esperado para una acción determinada es una función de tres elementos primordiales, a saber: (1) el rendimiento de los títulos sin riesgo al plazo de inversión relevante; (2) el rendimiento del mercado en su conjunto al mismo plazo y, (3) la sensibilidad del título particular; o sea, la acción, al comportamiento de los rendimientos del mercado en su conjunto durante el mencionado plazo. De esta forma, es a través de estos elementos que el CAPM se constituye no sólo como una herramienta de proyección del desempeño de una inversión en acciones, sino que es en sí mismo, una explicación exhaustiva de los principios fundamentales de las finanzas modernas. Como todos los modelos, que no son otra cosa sino una representación simplificada de la realidad, el CAPM no representa una verdad ni absoluta ni última sobre la causalidad de los eventos económicos que se suscitan al interior de los mercados de valores, pero su gran valor radica en su cualidad de interpretar razonablemente estos fenómenos, atendiendo a éstos con la rigidez de la teoría matemática y el sentido común de su extenso respaldo empírico.

## INTRODUCCIÓN

Existe una concepción equivocada muy generalizada entre la mayoría de las personas, sobre todo en nuestro país, de que los mercados financieros y, más específicamente, el mercado de capitales, son lugares donde se fabrican grandes fortunas a base de ganancias rápidas y esfuerzos mínimos. Para muchos, una bolsa de valores se asemeja más bien a un casino, donde se realizan día con día innumerables apuestas en las que los menos diestros pagan el precio de desafiar a los viejos lobos de mar del mercado.

Si bien es cierto que los mecanismos de los mercados financieros no son precisamente el sitio donde más se desarrollen las cualidades humanas, mucha de la concepción errónea de éstos se debe primordialmente a la falta de información respecto a la forma en que interactúan los participantes de los mercados y de los principios financieros básicos en que se fundamentan las transacciones.

El desarrollo de las finanzas a lo largo de este siglo, ha conducido inevitablemente a una complejidad extravagante que ha traído consigo la necesidad de desarrollar distintas ramas de especialización sobre volúmenes de información considerables. La integración global de los mercados financieros a través de medios electrónicos ha permitido enlazar las transacciones realizadas en regiones distantes del planeta en condiciones de tiempo real, contribuyendo así a aumentar la ya de por sí enmarañada red de instrumentos financieros.

A fin de cuentas, lo único difícil de lograr en un sitio donde todo el mundo busca ganancias rápidas, es poder hacer ganancias rápidas. Gracias a la gran competencia que se vive minuto a minuto en los mercados financieros tanto nacionales como internacionales, se asegura que los precios de los activos que ahí se negocian sean *precios de equilibrio*, es decir, precios que tienden a reflejar exhaustivamente la información disponible sobre los activos en negociación. Es por lo anterior que se afirma que en un mercado eficiente es imposible realizar transacciones con un valor presente neto positivo y, por lo tanto, la idea generalizada de que es muy fácil hacer ganancias rápidas en el mercado de valores, tal vez no tenga mucho de cierta.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar la aplicación en el ámbito nacional de las teorías y modelos financieros que buscan dar certidumbre a los participantes del mercado de valores sobre una de las cuestiones quizá más básicas pero al mismo tiempo una de las más importantes: *¿cuál es el nivel de desempeño que razonablemente puede esperarse de una inversión en acciones para un período determinado?*. Para dar respuesta a esta interrogante general, se abordan una serie

lineamientos particulares sobre la relación entre la rentabilidad y el riesgo asociado de los títulos accionarios, sirviendo esto de excusa para demostrar que los principios financieros modernos son aplicables en el contexto mexicano.

Con este objetivo, en el Capítulo I, *Dinámica de los Mercados de Capitales*, se abordan los tópicos elementales para la comprensión de las acciones. Se define lo que es una acción en razón de su origen y se señalan las razones por las cuales los individuos se interesan en la compraventa de acciones de las distintas compañías. Asimismo, se establecen los razonamientos elementales que caracterizan a los mercados eficientes y se presentan distintos casos para la valuación de acciones. Se subraya la importancia del manejo de rendimientos reales, lo cual evita las distorsiones originadas por los efectos inflacionarios y se plantean las incógnitas generales a resolver en este trabajo de investigación.

El Capítulo II, *El Rendimiento Requerido de un Título*, profundiza sobre la relación básica entre el riesgo y la rentabilidad. Se definen las distintas categorías del riesgo y se identifican dentro del contexto financiero mexicano. Este capítulo parte de un tratamiento del riesgo para los títulos individuales hacia uno extensivo para las carteras de inversión, constituyéndose como el puente entre las medidas relevantes del riesgo visto de manera global y la descomposición de éste en sus porciones integrantes.

En el Capítulo III, *El Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital*, se hace un tratamiento profundo del modelo, explicando sus elementos principales y sus fundamentos matemático-estadísticos. El papel de los métodos de regresión lineal simple, utilizados como herramientas para las decisiones de inversión en acciones, es discutido y explicado elemento por elemento, haciéndose constantes referencias a las consideraciones de carácter económico que hacen posible y razonable la aplicación del modelo de fijación de precios de activos de capital.

Por último, se ha incluido al final de este trabajo el Anexo A que contiene los datos necesarios para calcular los distintos valores que se muestran a lo largo de los tres capítulos. La información contenida allí se compone de cuadros sobre algunos instrumentos e índices relativa a sus precios o valor promedio, así como un cuadro resumen de las medidas analizadas a lo largo del texto. El origen de todos y cada uno de los valores mostrados en éstos y los demás cuadros de este trabajo se explica a través de ejemplos particulares; aún así, se ha preferido incluir los datos base para calcularlos de manera que el lector cuyo interés sea comprobarlos, pueda hacerlo mediante el uso de una hoja electrónica de cálculo.

## Capítulo I

# DINÁMICA DE LOS MERCADOS DE CAPITALES

El martes 10 de septiembre de 1996 las acciones de Teléfonos de México, cuyas claves de pizarra son TELMEX \*A y TELMEX \*L, cerraron la jornada bursátil a un precio de \$ 12.42 y \$ 12.26 por acción, respectivamente. Cada una de estas series contaba a la fecha con 9,783.3 millones de acciones en circulación, lo que significa que el valor de mercado de esta compañía, que se calcula multiplicando el número de acciones en circulación de cada una de sus series por su precio de mercado, ascendía a poco más de \$ 241,451.84 millones. Solamente el día anterior éstas mismas acciones cerraron a \$ 12.50 y \$ 12.46 por acción, respectivamente, lo cual se traduce en un valor de mercado de aproximadamente \$ 244,191.17 millones. Es decir, en el transcurso de 24 horas y con unas pequeñísimas variaciones de centavo en la cotización de sus títulos, Teléfonos de México experimentó una variación negativa en su valor de mercado de alrededor de \$ 2,739.33 millones. El dato relevante es, sin duda: *"millones de pesos"*.

En diciembre de 1991, el valor de capitalización del mercado accionario mexicano; es decir, la sumatoria de todos y cada uno de los valores de mercado de las compañías cuyos títulos cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, era de alrededor de \$ 303,271 millones, y para diciembre de 1995, éste se ubicaba en \$ 698,797 millones. Aunque es cierto que la composición del mercado accionario pudo variar entre ambas fechas, y de hecho así fue aunque no en una proporción que pudiera explicar la variación total, estas cifras no dejan lugar a dudas sobre la variación del valor de los títulos en el mercado accionario.

El número de títulos que se negociaron en operaciones de compraventa durante el año de 1992, por ejemplo, representó un volumen de 34,986.4 millones de acciones, para un importe de aproximadamente \$ 137,901.89 millones, según información de la Bolsa Mexicana de Valores. De nueva cuenta, el dato relevante es que estas transacciones se efectúan por miles de millones cada año.

Una vez asimiladas estas cifras, cualquier afirmación acerca de la importancia de conocer cómo se determina el valor de una acción para un período determinado y de cómo puede éste sufrir modificaciones resulta obvia.



Transacciones de cantidades tan exorbitantes de títulos que involucran sumas de dinero igualmente impresionantes evidencian el interés de muchas personas por comprar y vender acciones. Pero, ¿qué es exactamente lo que estos individuos compran o venden?; ¿cuáles son las consideraciones que los motivan a realizar una transacción de compraventa?; y, ¿cómo es que deciden en cuánto efectuar la operación? Este capítulo busca dar respuesta a éstas y otras interrogantes básicas sobre las acciones.

## 1.1. DEFINICIÓN DE UNA ACCIÓN

Un individuo que desea emprender un negocio se enfrenta a una serie de decisiones sobre la naturaleza del mismo. Una de las consideraciones básicas será la de elegir entre llevar a cabo el proyecto por su propia cuenta y riesgo, o invitar a otros individuos que como él deseen participar conjuntamente en una empresa de las características que se propone. Existen una serie de factores que inciden sobre esta primera decisión, entre ellos pueden citarse la cuantía de los recursos con que disponga el individuo por sí mismo, así como la importancia del monto necesario para ejecutar el proyecto, la calidad crediticia del sujeto, su preferencia personal entre la utilización del capital propio o capital ajeno, etc. Asimismo, la forma en que decida emprenderse el negocio caracterizará la manera en que habrán de percibirse los beneficios y/o perjuicios que de él se deriven. Esto, en términos generales, quiere decir que si la empresa es personal, los resultados de la misma son sólo responsabilidad de su titular; por el contrario, si se tratase de un negocio llevado a cabo de manera conjunta, la responsabilidad será también de dicha naturaleza. Los resultados que arroje el negocio, sean utilidades o pérdidas, son también tratados de acuerdo a la forma en que se organiza el negocio<sup>1</sup>.

En la práctica, la forma más común en que se organizan los individuos para constituir una empresa es la **sociedad anónima**. Por definición una sociedad anónima es aquella en la que los participantes de la misma responden ante las obligaciones de la sociedad hasta por el monto de sus aportaciones. Tales aportaciones pueden ser tanto en dinero como en especie, a fin de constituir el **capital contable de la sociedad**. La participación de los individuos en la sociedad anónima se encuentra representada por medio de títulos de crédito los cuales reciben el nombre de **acciones**. El poseedor de las acciones es llamado accionista y cada uno posee una cantidad de acciones proporcional a su aportación efectuada a la sociedad.

<sup>1</sup> La Ley General de Sociedades Mercantiles señala explícitamente cómo responden a sus derechos y obligaciones los participantes para cada tipo de sociedad mercantil. Cabe señalar que a lo largo de este capítulo se hace referencia a las sociedades anónimas cuya principal característica la constituyen las acciones

Existen diversas clasificaciones de las acciones atendiendo a su forma de circulación (acciones a la orden o nominativas); a su valor (acciones con o sin valor nominal); a su contenido (acciones provisionales o definitivas); al documento que las representa (simples o múltiples); a las obligaciones que las gravan (acciones liberadas o pagaderas), etc. No obstante, la clasificación que **atañe particularmente al tema que se trata es aquella que atiende a los derechos que confieren, es decir las acciones ordinarias o comunes y las acciones preferentes.**

Una acción ordinaria confiere a su poseedor el derecho de participar en las asambleas de la sociedad con derecho a voto sobre los asuntos que en ellas se traten respecto a los negocios de la misma, confiriendo igualmente el derecho de participar de las utilidades de la compañía así como de una participación en caso de disolución de la sociedad. Por lo tanto, en el caso general, todas las acciones ordinarias tienen un mismo valor y confieren exactamente los mismos derechos. Sin embargo, puede acordarse entre los socios de la sociedad que existan distintas clases de acciones ordinarias, cada una de las cuales goce de derechos especiales <sup>2</sup>.

Una acción preferente, en cambio, se caracteriza por tener voto limitado en las asambleas. Esta limitación en los derechos que confiere es compensada mediante el aseguramiento de su prevalencia al momento de pago de la participación en las utilidades, en la forma de dividendos, o en la liquidación de la sociedad, siendo inclusive posible que éstas obtengan un dividendo mayor que las acciones ordinarias <sup>3</sup>.

Esta clasificación de las acciones es de extrema importancia puesto que son las acciones que confieren los mismos derechos, es decir las ordinarias o comunes, las que comúnmente se negocian en los mercados de valores. Un mercado de valores es un lugar donde convergen oferentes y demandantes de títulos de crédito, entre los cuales se encuentran las acciones. Los mercados de valores cuentan con un mercado bursátil y un mercado intermedio o extrabursátil. El mercado bursátil es aquel cuyas operaciones se efectúan a través de una bolsa de valores; en tanto que el mercado extrabursátil contempla las operaciones que no se efectúan en bolsa. A éste último se le conoce también como mercado de mostrador u OTC (*over the counter*).

Los mercados de valores se integran generalmente por un mercado de dinero y un mercado de capitales. El mercado de dinero es aquel donde se negocian valores de deuda que vencen en el corto plazo - generalmente en plazos menores a un año - y a través de los

<sup>2</sup> Art. 112, Ley General de Sociedades Mercantiles.

<sup>3</sup> Art. 113, idem

recursos que con ellos se captan se financia el capital de trabajo de las empresas, o en su caso, el gasto corriente del gobierno. Por su parte el mercado de capitales es aquel donde se negocian valores de deuda a largo plazo y las acciones de empresas, y con los recursos a través de ellos captados se financia la formación de activos fijos para llevar a cabo proyectos de inversión rentables; es decir, los recursos se utilizan para la adquisición de bienes productivos que representan inversiones capitalizables <sup>4</sup>.

Las acciones no son los únicos títulos que se negocian en un mercado de capitales; no obstante, suelen ser los más representativos. El hecho de que las acciones se negocien en éste y no en cualquier otro mercado esta basado en varias de sus características inherentes. La primera de ellas es que las acciones son valores cuyos resultados, evaluados en términos de su rendimiento, no pueden prestablecerse y dependen totalmente del desempeño de la empresa emisora en el transcurso de al menos uno o varios años. La segunda, como se mencionó con anterioridad, es que los recursos que se obtienen vía colocación de acciones se destinan a la formación de activos, es decir, a la inversión real propiamente dicha.

Un mercado de valores organizado cumple varias funciones entre las que destacan la de agilizar el flujo de recursos de entidades económicas superavitarias hacia entidades económicas deficitarias de los mismos; la de establecer un punto de contacto para oferentes y demandantes de títulos, reduciendo considerablemente los costos de contactación tanto temporales como monetarios; regular el intercambio de valores estableciendo reglamentaciones y requisitos mínimos que garanticen la seguridad del inversionista; sancionar las conductas nocivas de los participantes del mercado; etc.

Cuando una compañía emite valores dentro de un mercado organizado con el objetivo de captar recursos para financiarse, sea a corto o largo plazo, y los coloca por primera vez entre el gran público inversionista, lo cual generalmente se realiza a través de una o varias casas de bolsa, se dice que se realiza una operación de **mercado primario**. Cuando se realizan operaciones subsecuentes con los títulos colocados entre unos y otros inversionistas, sin que tales transacciones afecten de manera directa al emisor, se dice que se realizan operaciones de **mercado secundario**. El mercado primario cumple la misión de hacer fluir de entidades económicas superavitarias a entidades económicas deficitarias los recursos financieros. El mercado secundario, por su parte, cumple la importante función de

<sup>4</sup> Algunos autores consideran al mercado de metales como un tercer integrante de los mercados de valores, no obstante, dado que se trata de metales amonedados (centenarios, onzas troy, ceplatas, etc.) éstos forman parte del mercado de dinero. El mismo caso se aplica al llamado mercado de divisas. Los mercados de instrumentos derivados se clasifican de acuerdo a la naturaleza de los activos financieros subyacentes ya sea en el mercado de dinero o en el de capitales.

diversificar las opciones de inversión en términos de riesgo, plazo y rendimiento, así como de generar la liquidez necesaria para los instrumentos negociados.

Para que los valores de una compañía puedan ser operados en una bolsa de valores se requiere: (1) que estén inscritos en el Registro Nacional de Valores e Intermediarios; (2) que los emisores soliciten su inscripción a la bolsa de que se trate; y (3) que satisfagan los requisitos que determine el reglamento interior de la bolsa <sup>5</sup>. En México, actualmente sólo existe la Bolsa Mexicana de Valores <sup>6</sup>, la cual establece de entre algunos de sus requisitos para suscripción de valores los siguientes: presentar una solicitud al Consejo de Administración de la bolsa, anexando información financiera, económica, legal y administrativa; definir las características de los valores a inscribir; acreditar solvencia y liquidez; etc. Específicamente para el caso de las acciones, las emisoras deben cumplir requisitos como el pago de una cuota de inscripción a la bolsa, contar con una capital contable mínimo de \$ 100 millones para el mercado principal y \$ 40 millones para el mercado intermedio <sup>7</sup>; haber reportado un promedio positivo en sus resultados de operación durante los últimos tres ejercicios fiscales; etc.

Recapitulando, una acción es un título de crédito negociable representativo del capital social de una empresa que confiere a su tenedor una serie de derechos de decisión y de participación en los negocios de la entidad emisora. Ahora bien, ¿qué es lo que motiva a los individuos a comprar y vender acciones? El siguiente apartado da respuesta a esta interrogante.

<sup>5</sup> Art. 33, Ley del Mercado de Valores.

<sup>6</sup> En 1976, existían además las bolsas de valores de Guadalajara y Monterrey; sin embargo, fueron liquidadas al no cumplir con el requisito de contar al menos con veinte casas de bolsa como socios establecido por la fracción VI del artículo 31 de la Ley del Mercado de Valores.

<sup>7</sup> Esta acepción de *mercado intermedio* difiere de aquella vista con anterioridad. En el mercado accionario por mercado intermedio se entiende aquel integrado por emisoras cuyas dimensiones son menores que las del mercado principal.

## 1.2. EL RENDIMIENTO DE UNA ACCIÓN

Una persona que compró 10,000 acciones de la compañía CEMEX, S.A. de C.V., en enero de 1989 pagó por cada una de ellas un precio de \$ 5.168; es decir el desembolso realizado por esta operación fue de \$ 51,680 <sup>8</sup>. Transcurrido un mes, esta misma persona consulta los precios de las acciones en las páginas financieras de los periódicos y descubre que cada una de sus acciones tiene ahora un valor en el mercado de \$ 5.258. Si decide vender sus acciones transcurrido un mes de la fecha de compra, o sea en febrero, ¿qué rendimiento obtendría por el monto total de sus acciones?

Dado que 5.258 es mayor que 5.168 este inversionista ha obtenido un resultado positivo sobre cada una de sus acciones de \$ 0.90, que multiplicado por el número total de acciones que poseía totaliza \$ 900 de **rendimiento absoluto** sobre su inversión mensual. Estos \$ 900 representan un 1.74 % del desembolso efectuado para comprar las acciones en enero. Nótese que los \$ 0.90 obtenidos por acción representan también el 1.74 % del precio de compra por acción de \$ 5.168 por lo que este porcentaje se mantiene fijo independientemente del número de acciones involucradas en la operación y se le conoce como el **rendimiento relativo** sobre la inversión, calculándose como a continuación se muestra:

$$\begin{aligned} &(\$ 52,580 - \$ 51,680) / \$ 51,680 = \\ &\$ 900 / \$ 51,680 = \\ &0.0174 = 1.74 \% \end{aligned}$$

Alternativamente puede calcularse como:

$$\begin{aligned} &(\$ 5.258 / \$ 5.168) - 1 = \\ &1.0174 - 1 = \\ &0.0174 = 1.74 \% \end{aligned}$$

El rendimiento relativo de una inversión permite evaluar el desempeño de la misma sin necesidad de conocer de antemano el monto total invertido.

Súpóngase ahora que esta persona ha decidido no vender sus acciones en febrero, sino conservarlas hasta el mes de junio en espera de que su precio aumente y su resultados

<sup>8</sup> En realidad, el precio de esta acción y de cualquier otra en 1989 habría estado expresado en "viejos" pesos, o sea \$ 5,168, se ha hecho la conversión a nuevos pesos de éste y todos los cálculos que se efectúan en este trabajo.

sean aún mejores. Si el precio en el mes de junio fuera de \$ 9.016 por acción, el rendimiento obtenido sería de 74.46 % sobre la inversión inicial (  $[\$ 9.016 / \$ 5.168] - 1 \times 100$  ) Al rendimiento obtenido en una inversión por el cambio experimentado en los precios del activo involucrado se le conoce como **ganancia o pérdida de capital**. No obstante, como se explicó en el apartado anterior, las acciones confieren a sus tenedores una participación sobre las utilidades del negocio, y en el mes de mayo del mismo año, CEMEX pagó un dividendo por acción de \$ 0.120, el cual debe considerarse para efectos del cálculo del rendimiento total obtenido.

El rendimiento total obtenido se calcula:

$$\begin{aligned} & (\$ 9.016 + \$ 0.120 / \$ 5.168) - 1 = \\ & (\$ 9.136 / \$ 5.168) - 1 = \\ & 1.7478 - 1 = \\ & 0.7478 = 76.78 \% \end{aligned}$$

El **rendimiento por dividendos** viene siempre a incrementar el rendimiento total obtenido por la inversión.

El cuadro 1.1. muestra los rendimientos totales mensuales para la acción CEMEX A comprendidos en el periodo de enero de 1989 a enero de 1994, los cuales fueron calculados utilizando el precio promedio de cada mes <sup>9</sup>. Se especifican además los dividendos efectivamente pagados en dicho periodo, incluyéndose para el cálculo del rendimiento total del mes del que se trate. La utilidad de ocupar una muestra de rendimientos de 60 datos se apreciará más tarde conforme se avance en la metodología de este trabajo.

De acuerdo con los datos contenidos en el Cuadro 1.1., CEMEX A mantuvo sus rendimientos mensuales en el periodo de enero de 1989 a enero de 1994 en un rango de 37.76 % a -21.48 %, obteniendo su rendimiento máximo entre septiembre y octubre de 1992, y su rendimiento mínimo entre agosto y septiembre de 1990. Sin embargo, considerando que se trata de un rango demasiado amplio, poca es la información que puede derivarse de los datos anteriores. En todo caso, la mejor descripción de los rendimientos en el periodo - el cual será denotado por la letra A de aquí en adelante -, es indicar que éstos resultan en un **rendimiento promedio** de 5.62 % comprendido en el rango antes señalado.

<sup>9</sup> Se utilizan los precios promedios mensuales con la finalidad de evitar escoger arbitrariamente para la medición de los rendimientos un día específico en que los precios se hayan encontrado o muy altos o muy bajos por circunstancias particulares o cuyo volumen asociado no sea representativo

CUADRO 1.1. RENDIMIENTO MENSUAL NOMINAL DE CEMEX-A, PERÍODO A (ENE89-ENE94)

8

	MES/AÑO	(A) PRECIO PROMEDIO	(B) DIVIDENDO PAGADO	(A)+(B)	RTD. MENS. NOMINAL
	Ene-89	5 168		5 168	
1	Feb-89	5 258		5 258	1.74%
2	Mar-89	5 394		5 394	2.60%
3	Abr-89	5 993		5 993	11.09%
4	May-89	6 977	0 120	7 097	18.43%
5	Jun-89	9 016		9 016	27.04%
6	Jul-89	9 559		9 559	6.02%
7	Ago-89	9 899		9 899	3.57%
8	Sep-89	10 338		10 338	4.43%
9	Oct-89	9 635		9 635	-6.80%
10	Nov-89	8 390		8 390	-14.99%
11	Dic-89	8 378		8 378	-2.29%
12	Ene-90	8 302		8 302	-0.91%
13	Feb-90	9 486		9 486	14.26%
14	Mar-90	9 300		9 300	-1.96%
15	Abr-90	8 785		8 785	-5.53%
16	May-90	10 973	0 120	11 093	26.24%
17	Jun-90	12 269		12 269	10.62%
18	Jul-90	12 110		12 110	-0.49%
19	Ago-90	9 728		9 728	-20.32%
20	Sep-90	7 638		7 638	-21.48%
21	Oct-90	8 962		8 962	17.33%
22	Nov-90	9 677		9 677	7.97%
23	Dic-90	10 530		10 530	8.82%
24	Ene-91	10 039		10 039	-4.66%
25	Feb-91	11 973		11 973	19.26%
26	Mar-91	15 622		15 622	30.48%
27	Abr-91	20 540		20 540	31.48%
28	May-91	26 213	0 155	26 368	28.38%
29	Jun-91	29 152		29 152	10.56%
30	Jul-91	34 219		34 219	17.38%
31	Ago-91	33 204		33 204	-2.97%
32	Sep-91	33 924		33 924	2.17%
33	Oct-91	38 658		38 658	13.96%
34	Nov-91	43 525		43 525	12.59%
35	Dic-91	42 210		42 210	-3.02%
36	Ene-92	50 872		50 872	20.59%
37	Feb-92	56 091		56 091	10.26%
38	Mar-92	59 425		59 425	5.94%
39	Abr-92	56 060	0 600	57 260	-3.64%
40	May-92	52 772		52 772	-7.84%
41	Jun-92	50 480		50 480	-4.34%
42	Jul-92	42 319		42 319	-16.17%
43	Ago-92	34 095		34 095	-19.43%
44	Sep-92	29 733		29 733	-12.79%
45	Oct-92	40 960		40 960	37.76%
46	Nov-92	42 254		42 254	3.16%
47	Dic-92	45 277		45 277	7.15%
48	Ene-93	48 314		48 314	6.71%
49	Feb-93	43 085		43 085	-10.82%
50	Mar-93	44 019		44 019	2.17%
51	Abr-93	47 483		47 483	7.87%
52	May-93	45 468	0 800	46 268	-2.36%
53	Jun-93	46 233		46 233	-0.08%
54	Jul-93	51 307		51 307	10.97%
55	Ago-93	55 373		55 373	8.31%
56	Sep-93	57 092		57 092	2.73%
57	Oct-93	62 706		62 706	9.81%
58	Nov-93	69 914		69 914	11.49%
59	Dic-93	83 688		83 688	19.70%
60	Ene-94	87 566		87 566	4.63%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Bolsa Mexicana de Valores.

El rendimiento promedio para un periodo determinado se calcula dividiendo la sumatoria de los rendimientos mensuales entre el número de datos contenidos en la muestra, para el caso particular del periodo A, la sumatoria de los rendimientos mensuales es de 3.3711, por lo tanto el rendimiento mensual promedio es de:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n (R_i) (1/n) \\ & 3.3711 / 60 = \\ & 0.0562 = 5.62 \% \end{aligned}$$

Hasta el momento se ha considerado para efecto de los cálculos realizados que la moneda no sufre pérdida alguna en su poder adquisitivo entre las fechas de compra y de venta. En un mundo en que no existiera inflación o en países donde la inflación es considerablemente baja, los rendimientos calculados expresarían correctamente las ganancias obtenidas por un inversionista. Aquellos rendimientos que no contemplan los efectos de la inflación sobre las inversiones se les conoce como **rendimientos nominales**. En nuestro país, existen niveles de inflación cuya consideración es fundamental para el cálculo de los rendimientos sobre las inversiones. Al fin de cuentas, los inversionistas se encuentran interesados en obtener un rendimiento que compense cuando menos la inflación del periodo. Los **rendimientos reales** son aquellos que contemplan los efectos de la inflación sobre las inversiones para un periodo determinado.

La inflación medida a través del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) permite incorporar a los rendimientos nominales los efectos de la pérdida del poder adquisitivo de la moneda <sup>10</sup>. Por ejemplo, si el INPC de enero de 1989 fue de 44.24 (año base = 1994) y el de febrero del mismo año de 44.84, la inflación mensual utilizando un cálculo similar al de los rendimientos mensuales sería:

$$\begin{aligned} P_{\text{ENERO-FEBRERO}} &= ( \text{INPC}_{\text{FEBRERO}} / \text{INPC}_{\text{ENERO}} ) - 1 = \\ & ( 44.84 / 44.24 ) - 1 = \\ & 1.0136 - 1 = \\ & 0.0136 = 1.36 \% \end{aligned}$$

<sup>10</sup> El Sistema Nacional del Índice de Precios al Consumidor recopila durante cada mes 170,000 cotizaciones directas en cuarenta y seis ciudades, sobre los precios de aproximadamente 1,600 artículos y servicios específicos. Los promedios de dichas cotizaciones dan lugar a los índices de los 313 conceptos genéricos sobre bienes y servicios que forman la canasta del Índice General en cada una de las ciudades y a nivel nacional. La fórmula utilizada para la elaboración de estos índices es la de ponderaciones fija de Laspeyres". *Indicadores Económicos*, BANXICO, Dirección General de Investigación Económica, Enero 1996



Una vez que se conoce la inflación experimentada en el período ésta se descuenta del rendimiento nominal mensual previamente calculado. La relación entre el rendimiento nominal, el rendimiento real y la inflación se explica a través de la ecuación de Fisher, llamada así en honor a su creador, Irving Fisher. Esta ecuación indica que:

$$(1 + R) = (1 + r) \times (1 + p)$$

donde

R = rendimiento nominal;

r = rendimiento real

p = inflación

o bien, reasignando términos:

$$R = r + p + r \times p$$

y despejando r, se tiene:

$$r = (R - p) / (1 + p)$$

El tercer componente de la ecuación de Fisher ( $r \times p$ ) en economías con niveles bajos de inflación es muchas veces suprimido por considerarse de poca magnitud. Para el caso de Estados Unidos, por ejemplo, la inflación anual promedio registrada durante el período de 1926 a 1993 fue de 3.1 % <sup>11</sup>. La comparación con 16.32 % ( $0.0136 \times 12$ ) derivada de la inflación de enero a febrero de 1989 recién calculada, da una idea de la importancia de incluir dicho tercer componente en el cálculo del rendimiento real en nuestro entorno inflacionario <sup>12</sup>.

Para el período de enero a febrero de 1989 se ha calculado un rendimiento nominal mensual de 1.74 % y una inflación mensual de 1.36 %, sustituyendo estos valores en la ecuación de Fisher se tiene:

$$\begin{aligned} (R - p) / (1 + p) &= \\ (0.0174 - 0.0136) / (1 + 0.0136) &= \\ 0.0038 / 1.0136 &= \\ 0.003749 &= 0.38 \% \end{aligned}$$

<sup>11</sup> *Stocks, Bonds, Bills and Inflation 1994 Yearbook*, Ibbotson Associates, Inc., Chicago.

<sup>12</sup> El "anualizar" la inflación multiplicando la inflación mensual por doce es sólo para fines comparativos, en la práctica un cálculo de tal naturaleza carece de sentido.

Un rendimiento real mensual de 0.38 % es muy distinto de uno nominal de 1.74 %, de ahí la importancia de estos cálculos. El cuadro 1.2. muestra comparativamente los rendimientos nominales y reales para el periodo A, incluyendo la inflación relativa a cada mes.

Los rendimientos reales se ubicaron en un rango de 36.78 % y - 22.59 %. Tanto el rendimiento real máximo como el mínimo se obtuvieron exactamente en los mismos meses que los nominales, influyendo la inflación para reducir la ganancia alcanzada en el máximo y para ampliar la pérdida sufrida en el mínimo. El rendimiento real promedio para el periodo se calcula dividiendo la sumatoria de los rendimientos reales mensuales ( 2.5467 ) entre el número de datos contenidos en la muestra, es decir:

$$\sum_{i=1}^n (r_i) (1/n)$$

$$2.5467 / 60 =$$

$$0.04244 = 4.24 \%$$

Se concluye entonces que en promedio, un individuo que mantuvo una inversión mensual en acciones CEMEX A en el período A, comprendido entre enero de 1989 y enero de 1994, obtuvo un rendimiento real de 4.24 % que se traduce en un rendimiento anual de 50.88 % (4.24 x 360 / 30 )<sup>13</sup>.

Resumiendo, los individuos compran o venden acciones en función del rendimiento que pueden obtener. Dicho rendimiento depende fundamentalmente de dos cosas: la ganancia de capital y la ganancia por dividendos. Asimismo, es importante considerar los efectos de la inflación sobre el rendimiento.

Finalmente, una nota aclaratoria respecto a la determinación del rendimiento de una inversión en acciones: un análisis sobre el rendimiento de esta clase de inversión resultaría incompleto si no se considera el tratamiento fiscal de las ganancias derivadas de la misma. El tratamiento fiscal es relevante cuando el inversionista obtiene un rendimiento de hecho en la realidad y no solamente sobre el papel; es decir, cuando la operación de compraventa se lleva a cabo efectivamente y no sólo en teoría. El efecto de los impuestos sobre el rendimiento obtenido en una inversión en acciones debe ser considerado por los

<sup>13</sup> En la práctica se manejan tasas de rendimiento anualizadas; no obstante la tasa efectiva y por tanto relevante es la de 4.24 % mensual.

CUADRO 1.2. RENDIMIENTOS MENSUALES NOMINALES Y REALES DE CEMEX-A. PERÍODO A 12

	MESES	RETO. NOM. NOMINAL	RETO. REAL REAL	RETO. NOM. NOMINAL	RETO. REAL REAL
1	Ene-89		44.24		
2	Feb-89	1.74%	44.84	1.36%	0.38%
3	Mar-89	2.60%	45.32	1.07%	1.51%
4	Abr-89	11.09%	46.00	1.50%	9.45%
5	May-89	18.43%	46.64	1.39%	16.81%
6	Jun-89	27.04%	47.20	1.20%	25.53%
7	Jul-89	6.02%	47.67	1.00%	4.47%
8	Ago-89	7.57%	48.13	0.96%	2.58%
9	Sep-89	4.43%	48.59	0.96%	3.44%
10	Oct-89	-6.80%	49.31	1.48%	-8.16%
11	Nov-89	-14.99%	50.00	1.40%	-16.16%
12	Dic-89	2.29%	51.69	3.38%	-1.06%
13	Ene-90	-0.91%	54.18	4.83%	-5.46%
14	Feb-90	14.26%	55.41	2.27%	11.73%
15	Mar-90	-1.96%	56.39	1.77%	-3.67%
16	Abr-90	-5.53%	57.24	1.51%	-6.93%
17	May-90	26.24%	58.24	1.75%	24.08%
18	Jun-90	10.62%	59.53	2.21%	8.22%
19	Jul-90	-0.49%	60.61	1.81%	-3.26%
20	Ago-90	-20.32%	61.64	1.70%	-21.65%
21	Sep-90	-21.48%	62.52	1.41%	-22.59%
22	Oct-90	17.33%	63.42	1.44%	15.67%
23	Nov-90	7.97%	65.10	2.65%	5.18%
24	Dic-90	8.82%	67.16	3.16%	5.48%
25	Ene-91	-4.66%	68.87	2.55%	-7.03%
26	Feb-91	19.26%	70.07	1.74%	17.22%
27	Mar-91	30.48%	71.07	1.43%	28.64%
28	Abr-91	31.48%	71.81	1.04%	30.12%
29	May-91	28.38%	72.52	0.99%	27.12%
30	Jun-91	10.56%	73.28	1.03%	9.41%
31	Jul-91	17.38%	73.92	0.87%	16.36%
32	Ago-91	-2.97%	74.44	0.70%	-3.63%
33	Sep-91	2.17%	75.18	0.99%	1.16%
34	Oct-91	13.96%	76.06	1.17%	12.64%
35	Nov-91	12.59%	77.94	2.47%	9.87%
36	Dic-91	-3.02%	79.78	2.36%	-4.99%
37	Ene-92	20.52%	81.23	1.82%	18.37%
38	Feb-92	10.26%	82.19	1.18%	8.97%
39	Mar-92	5.94%	83.03	1.02%	4.87%
40	Abr-92	-3.64%	83.77	0.89%	-4.49%
41	May-92	-7.84%	84.32	0.66%	-8.44%
42	Jun-92	-8.34%	84.89	0.68%	-9.09%
43	Jul-92	-16.17%	85.43	0.64%	-16.70%
44	Ago-92	-19.43%	85.95	0.61%	-19.92%
45	Sep-92	-12.79%	86.70	0.87%	-13.55%
46	Oct-92	37.76%	87.32	0.72%	36.78%
47	Nov-92	3.16%	88.05	0.84%	2.10%
48	Dic-92	7.15%	89.30	1.42%	6.45%
49	Ene-93	6.71%	90.42	1.25%	5.39%
50	Feb-93	-10.82%	91.16	0.82%	-11.55%
51	Mar-93	2.17%	91.69	0.58%	1.58%
52	Abr-93	7.87%	92.22	0.58%	7.25%
53	May-93	-2.56%	92.75	0.52%	-3.12%
54	Jun-93	-0.08%	93.27	0.56%	-0.61%
55	Jul-93	10.97%	93.72	0.48%	10.44%
56	Ago-93	8.31%	94.22	0.53%	7.74%
57	Sep-93	2.73%	94.92	0.74%	1.98%
58	Oct-93	9.81%	95.30	0.40%	9.40%
59	Nov-93	11.49%	95.73	0.45%	13.81%
60	Dic-93	19.70%	96.45	0.75%	18.81%
61	Ene-94	4.63%	97.20	0.78%	3.83%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la BMV y BANXICO

inversionistas al momento de efectuar una decisión de venta de sus títulos, así como cuando se reciben dividendos en efectivo <sup>14</sup>.

Cuando la operación de compraventa de un título se realiza de hecho, también es importante considerar para el cálculo del rendimiento efectivo los ajustes relativos al ejercicio de derechos tales como el pago de dividendos, la partición de acciones o split, el split inverso, los derechos de suscripción, etc. Estos ajustes tienen la intención de expresar en las mismas magnitudes los precios de compra y venta de la acción de que se trate <sup>15</sup>. De igual forma, las comisiones que cobran las casas de bolsa por efectuar la compraventa de títulos deben considerarse al calcularse el rendimiento de una operación efectivamente realizada.

Dado que en este trabajo se utilizan compraventas teóricas y precios promedio, el tratamiento fiscal y ciertos ajustes por ejercicio de derechos han sido omitidos en el cálculo de los rendimientos. Tanto los dividendos pagados en efectivo como los splits de acciones de que se tiene noticia, han sido incluidos en los cálculos relativos. Los meses en que se efectuaron los splits pueden consultarse en el Anexo A al final de este trabajo.

---

<sup>14</sup> El tratamiento fiscal de los dividendos encuentra su fundamento en el artículo 10-A de la Ley del Impuesto Sobre la Renta; en tanto que el de la ganancia por enajenación de acciones se encuentra en los artículos 19 y 19-A de la misma ley.

<sup>15</sup> Un tratamiento exhaustivo sobre este tipo de ajustes se presenta en el capítulo IV del libro *El Mercado de Valores en México*; de Efraín Caro et al.; Editorial Ariel Divulgación, México, 1995.

### 1.3. EL VALOR DE UNA ACCIÓN

Hasta ahora se han tomado los precios de las acciones como dados y los movimientos de los mismos como algo meramente incidental. Pero, ¿cuáles son los elementos que definen en cuánto se valora una acción para un momento determinado? En principio, la compra de una acción puede resumirse como una compra de esperanza. Esta esperanza consiste en que el precio de la acción aumente o se paguen dividendos, en el mejor de los casos, cada vez mayores <sup>16</sup>.

La acción comprada se convierte en un activo para su poseedor y el valor de todo activo consiste en la cuantificación de los beneficios económicos futuros fundamentalmente esperados <sup>17</sup>. De esta forma, el valor de una acción debe considerarse como la sumatoria de sus flujos de efectivo futuros descontados a una tasa conveniente. Existen diversos métodos para la valuación de acciones, en este trabajo se estudia el modelo de descuento de dividendos.

#### 1.3.1. EL MODELO DE DESCUENTO DE DIVIDENDOS

Considérese el precio actual de una acción  $x$  como  $P_0$ ; este precio según se mencionó anteriormente es el resultado de descontar los flujos de efectivo futuros de la acción. ¿Cuáles son tales flujos de efectivo futuros? De acuerdo con la explicación del apartado anterior estos flujos de efectivo deben tomar la forma ya sea de dividendos o de un precio futuro.

Denótese el dividendo futuro a recibir como  $D_1$  y el precio futuro de la acción como  $P_1$ . Si dichos flujos deben descontarse a una tasa conveniente, entonces se tiene que:

$$P_0 = D_1 / (1 + i) + P_1 / (1 + i)$$

En realidad, la ecuación anterior no resuelve el problema, por el contrario, ahora se desconoce además  $P_1$ , es decir el precio a una fecha futura denotada como 1. ¿Cuál sería entonces el valor de  $P_1$ ?

$$P_1 = D_2 / (1 + i) + P_2 / (1 + i)$$

<sup>16</sup> Obviamente esta compra de esperanza de las acciones es un concepto básico. La compra de acciones a nivel corporativo puede tener otros fines tales como adquirir el control de una compañía, garantizar el abasto de una materia prima, eliminar a la competencia, etc.

<sup>17</sup> *Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados*, Boletín A-11, párrafo 11; Instituto Mexicano de Contadores Públicos; México, 1992.

Sustituyendo  $P_1$  en  $P_0$  se tiene:

$$P_0 = D_1 / (1 + i) + D_2 / (1 + i)^2 + P_2 / (1 + i)^2$$

Está por demás claro que esta fórmula no resuelve el problema puesto que a cada sustitución siempre aparece un nuevo precio  $P_n$ . No obstante se sabe que conforme se sigan realizando las sustituciones el elemento  $P_n$  irá perdiendo representatividad ya que el valor presente de un flujo de efectivo futuro distante disminuye en mucho mayor proporción que un flujo de efectivo futuro próximo a causa del descuento. Lo cual quiere decir que el valor de una acción se forma de la sumatoria de los dividendos futuros descontados, dado que  $P_n$  tiende a un valor infinitamente pequeño. La ecuación general del modelo es por tanto:

$$\sum_{t=1}^{\infty} D_t / (1 + i)^T$$

o bien

$$P_0 = D_1 / (1 + i) + D_2 / (1 + i)^2 + \dots + D_T / (1 + i)^T$$

Como puede apreciarse, el precio de una acción depende directamente de la capacidad de la compañía emisora para generar utilidades. Estas utilidades son producto de llevar a cabo proyectos de inversión con un valor presente neto positivo. Sea que las utilidades se paguen o no en forma de dividendos en efectivo, el potencial generador de utilidades de una empresa debe verse reflejado en el precio de sus acciones.

Para la aplicación del modelo de descuento de dividendos debe considerarse la manera en que la compañía emisora lleva a cabo su política de dividendos. Existen básicamente tres casos de aplicación del modelo: (1) el caso general con dividendos constantes; (2) el caso de dividendos con tasa de crecimiento; y (3) el caso de dividendos con crecimiento diferenciado.

### 1.3.1.1. EL CASO GENERAL CON DIVIDENDOS CONSTANTES

Supóngase la existencia de una empresa que paga un dividendo de \$ 1.80 pesos por acción a intervalos constantes y cuya política de dividendos permanecerá inmutable por un período indefinido de tiempo. El poseedor de esta acción tiene la certeza de recibir una serie de flujos de efectivo equivalentes al dividendo por un número de intervalos indeterminados, se trata pues de una perpetuidad.

La fórmula para conocer el valor presente de un flujo de efectivo perpetuo es:

$$VP = I / i$$

donde

VP = valor presente

I = monto a recibir perpetuamente

i = tasa de descuento

El proceso de factorizar la ecuación general del modelo de descuento de dividendos conduce exactamente a la misma fórmula, es decir:

$$P_0 = D / i$$

donde

$P_0$  = precio actual

D = dividendo a recibir perpetuamente

i = tasa de descuento

Considerando una tasa de descuento del 15 % y sustituyendo los valores en la fórmula se obtiene que el precio actual de la acción es:

$$\begin{aligned} P_0 &= D / i \\ &= \$ 1.80 / 0.15 \\ &= \$ 12 \end{aligned}$$

Es decir, \$ 12 es el valor actual de los dividendos futuros de esta acción. Para que el precio de esta acción aumentara sería necesario que ocurriera cualquiera de los siguientes dos supuestos: (1) que el dividendo esperado aumentara; o (2) que la tasa de descuento disminuyera.

Para el primer supuesto tenemos que si el dividendo fuera de \$ 1.90, entonces:

$$\begin{aligned} P_0 &= D / i \\ &= \$ 1.90 / 0.15 \\ &= \$ 12.67 \end{aligned}$$

en tanto que si la tasa de descuento disminuyera:

$$\begin{aligned} P_0 &= D / i \\ &= \$ 1.80 / 0.14 \\ &= \$ 12.86 \end{aligned}$$

Un aumento en los dividendos depende en forma directa de la política de dividendos adoptada por la compañía y de su potencial generador de utilidades. La discusión sobre el papel de la tasa de descuento se reserva para un poco más adelante, baste recalcar por el momento su efecto sobre el valor esperado del título y señalar que es precisamente el Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital el que permite determinar la tasa apropiada de descuento.

### 1.3.1.2. EL CASO DE DIVIDENDOS CON TASA DE CRECIMIENTO

Retomando el ejemplo del apartado anterior, supóngase que la compañía emisora anuncia que su próximo dividendo, pagadero en un año, será de \$ 1.80 y que los subsiguientes crecerán a una tasa del 10 % anual. ¿Cuál es el precio de esta acción?

En este caso se trata de una perpetuidad creciente, la cual se valúa mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = D_1 / (Rd - g)$$

donde

$P_0$  = precio actual

$D$  = dividendo a recibir perpetuamente

$Rd$  = tasa de descuento

$g$  = tasa de crecimiento de los dividendos



Sustituyendo los valores se tiene que:

$$\begin{aligned}
 P_0 &= D_1 / (Rd - g) \\
 &= \$ 1.80 / (0.15 - 0.10) \\
 &= \$ 1.80 / 0.05 \\
 &= \$ 36
 \end{aligned}$$

El precio de esta acción es mayor que el de la anterior porque el importe de sus dividendos va aumentando a través del tiempo. Por definición la tasa de crecimiento de dividendos no puede ser mayor que la tasa de descuento ya que sería inconsistente con el modelo. En el penúltimo apartado de este capítulo se retoma el estudio de la tasa de crecimiento.

### 1.3.1.3. EL CASO DE DIVIDENDOS CON CRECIMIENTO DIFERENCIADO

Supóngase que el anuncio de la empresa sobre sus dividendos consiste en establecer que para los próximos cuatro años sus dividendos crecerán a una tasa del 10 %, para después crecer a una tasa del 5 % por un periodo indefinido. Se conoce además que el último dividendo pagado fue por \$ 1.80 .

El precio actual de esta acción se obtiene en dos pasos: (1) calcular el valor presente de las cuatro anualidades; y (2) calcular el valor presente de la perpetuidad de los años siguientes.

Se tiene entonces que los dividendos de los próximos cuatro años serán de \$ 1.98 ( \$ 1.80 x 1.10 ) para el primer año; \$ 2.178 ( \$ 1.98 x 1.10 ) para el segundo; \$ 2.396 ( \$ 2.178 x 1.10 ) para el tercero; y \$ 2.635 ( \$ 2.178 x 1.10 ) para el cuarto.

Estos dividendos traídos a valor presente:

$$\begin{aligned}
 \$ 1.980 ( 1.15 )^{-1} &= \$ 1.7217 \\
 \$ 2.178 ( 1.15 )^{-2} &= \$ 1.6469 \\
 \$ 2.396 ( 1.15 )^{-3} &= \$ 1.5754 \\
 \$ 2.635 ( 1.15 )^{-4} &= \$ \underline{1.5066} \\
 &= \$ \underline{6.4506}
 \end{aligned}$$

El valor presente de los dividendos de los próximos cuatro años es de \$ 6.4506

El dividendo del quinto año es igual a \$ 2.767 ( \$ 2.635 x 1.05 ), de donde se calcula la siguiente perpetuidad:

$$\begin{aligned} P_4 &= D_5 / (Rd - g) \\ &= \$ 2.767 / (0.15 - 0.05) \\ &= \$ 2.767 / 0.10 \\ &= \$ 27.67 \end{aligned}$$

No obstante, ese es el valor de la perpetuidad en el cuarto año, para obtener el valor presente aún es necesario descontarlo cuatro períodos:

$$\begin{aligned} P_0 &= \$ 27.67 ( 1.15 )^{-4} \\ &= \$ 27.67 ( 0.5718 ) \\ &= \$ 15.8204 \end{aligned}$$

Adicionando el valor presente de los dividendos de los cuatro próximos años y el valor presente de la perpetuidad de los años subsiguientes, se obtiene el precio actual de la acción, que es :

$$\begin{aligned} P_0 &= \$ 6.4506 + \$ 15.8204 \\ &= \$ 22.2710 \end{aligned}$$

### **1.3.2. EL VALOR PRESENTE NETO DE LAS OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO**

Considérese que existe en el mercado una acción perteneciente a la empresa A con un precio de \$ 50 y una cantidad de títulos en circulación de 1,000,000 . ¿Qué tendría que suceder para que el precio de esta acción aumentara ? De los apartados anteriores se deduce que el precio de una acción se modifica en función del incremento o decremento del potencial generador de utilidades de la compañía emisora.

Si la compañía A anuncia que llevará a cabo un proyecto de inversión con un monto a invertir de \$ 3 millones dentro de un año, el cual generará a partir de los años subsiguientes flujos de efectivo netos anuales de \$ 500,000, en adición a los que actualmente generan las

actividades del negocio, ¿cuál es el impacto del proyecto sobre el precio actual de la acción?

El valor presente neto del proyecto a la fecha de la inversión se calcula como:

$$VPN_1 = C_1 + \sum_{t=1}^{\infty} FEN_t / (1 + Rd)^t$$

donde

$VPN_1$  = valor presente neto del proyecto a la fecha de la inversión

$C_1$  = monto de la inversión a la fecha de la inversión

$FEN$  = flujo de efectivo neto

$Rd$  = tasa de descuento

Sustituyendo a una tasa de descuento del 10 % se tiene:

$$\begin{aligned} VPN_1 &= - \$ 3,000,000 + ( \$ 500,000 / 0.10) \\ &= - \$ 3,000,000 + \$ 5,000,000 \\ &= \$ 2,000,000 \end{aligned}$$

El proyecto de la compañía A tiene un valor presente neto de \$ 2,000,000 en la fecha de la inversión, es decir, dentro de un año. Como lo que se desea determinar es su efecto sobre el valor de la acción el día de hoy y no dentro de un año, este valor debe descontarse un período, o sea:

$$\begin{aligned} VPN_0 &= \$ 2,000,000 (1.10)^{-1} \\ &= \$ 2,000,000 (0.9091) \\ &= \$ 1,818,181.82 \end{aligned}$$

Lo cual dividido entre el número de acciones en circulación produce una utilidad por acción de \$ 1.82 ( \$ 1,818,181.82 / 1,000,000 ). Añadiendo este resultado al precio actual de \$ 50 se obtiene: \$ 51.82 por acción. En resumen, el valor de la acción aumenta porque la compañía ha sido capaz de invertir en proyectos con un valor presente neto positivo. Por el contrario, llevar a cabo inversiones en proyectos con un valor presente neto negativo reduce el valor de las acciones <sup>18</sup>.

<sup>18</sup> Las empresas pueden verse forzadas a invertir en proyectos con VPN negativo por cumplir disposiciones de carácter impositivo o por continuar una estrategia de crecimiento en periodos de recesión

Suponiendo que un inversionista tiene una perspectiva diferente sobre las condiciones económicas futuras en las que ha de desarrollarse el proyecto de la compañía A, y tras evaluar el proyecto considera que los flujos de efectivo neto anuales no serán superiores a \$ 250,000, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar este inversionista por la acción?

De acuerdo con sus propias estimaciones el valor del proyecto es de:

$$\begin{aligned} \text{VPN}_1 &= - \$ 3,000,000 + ( \$ 250,000 / 0.10 ) \\ &= - \$ 3,000,000 + \$ 2,500,000 \\ &= - \$ 500,000 \\ \text{VPN}_0 &= - \$ 500,000 ( 1.10 )^{-1} \\ &= - \$ 500,000 ( 0.9091 ) \\ &= - \$ 454,550 \end{aligned}$$

Por lo que en vez de una ganancia, el hecho de que la compañía A emprenda el proyecto causará una pérdida por acción de \$ 0.45 ( \$ 454,550 / 1,000,000 ). El inversionista no debería estar dispuesto a pagar más de \$ 49.55 ( \$ 50 - \$ 0.45 ) por la acción.

Muy difícilmente una empresa emisora como la compañía A puede engañar a los inversionistas sobre su potencial real de generación de utilidades. Si efectivamente la empresa llevara a cabo el proyecto con pérdidas, sus accionistas estarían muy molestos por la disminución en el valor de sus acciones, y el empleo de los directivos de la compañía A estaría pendiendo de un hilo. Por lo tanto, los directivos de la compañía A tendrán que pensarlo dos veces antes de tomar esta decisión.

En los mercados de valores existe un gran número de participantes, todos ellos realizando evaluaciones concienzudas sobre el potencial de generación de utilidades de las emisoras y, por consiguiente, del precio de sus acciones. Es por esto que el consenso al que se llega sobre el precio de una acción entre los participantes del mercado suele ser aceptado como el valor correcto de la misma para un momento determinado. Lo anterior conduce a uno de los temas pilares de las finanzas modernas: **la hipótesis de los mercados eficientes.**

#### 1.4. LA HIPÓTESIS DE LOS MERCADOS EFICIENTES

Retomando el ejemplo anterior en el que el proyecto de inversión genera utilidades por \$ 1.82 por acción ¿ Qué sucedería si un inversionista se enterara antes que los demás sobre los planes de la Compañía A para efectuar el proyecto de inversión ? Sucedería que el enterado estaría dispuesto a pagar \$ 50.80 por acción ( o cualquier otra cantidad que le permita obtener un diferencial positivo ) a los poseedores de las acciones de la compañía A que, para su mala suerte, desconocen el proyecto. De momento, todos se jactarían del inocente inversionista que está pagando \$ 50.80 por una acción que "vale" \$ 50 . Cuando el proyecto de la compañía A deje de ser un secreto y salga a la luz pública, se verá en realidad quién engañó a quién. Seguramente el inversionista enterado habrá perdido muchos amigos, pero también habrá ganado mucho dinero.

Un mercado eficiente se define como aquel en que los precios de las acciones reflejan exhaustivamente toda la información disponible para un momento determinado. Es decir, en un mercado eficiente no existen inversionistas mañosos como el del ejemplo anterior. Puesto que todo el mundo tiene acceso a la misma información se dice que los precios de las acciones son precios de equilibrio.

Dado que los precios actuales de las acciones reflejan toda la información pertinente, las variaciones en los mismos sólo pueden deberse a nueva información. Un mercado eficiente reacciona inmediatamente y de una sola vez a las noticias frescas ajustando el valor de la acción para incluir en él los efectos de la noticia. La idea de los mercados eficientes es muy atractiva, pero en la práctica el mercado suele sobre-reaccionar a la información inflando o desvalorizando el precio de una acción y corrigiéndolo un poco más tarde; o reaccionar lentamente a la noticia hasta finalmente alcanzar el nuevo precio.

Como la nueva información se desconoce - de otro modo no sería nueva -, la variación en los precios futuros también se desconoce, por lo que se afirma que los precios siguen un recorrido aleatorio. A través del análisis técnico se intenta conocer información valiosa sobre el comportamiento pasado de los precios de las acciones, aunque resulta imposible predecir el futuro movimiento de una acción basándose en datos históricos. Cuando más, el análisis técnico indica una estimación de qué debería un inversionista esperar del comportamiento de una acción, mas nunca podrá predecir su comportamiento real. El análisis fundamental, por su parte consiste en indagar información sobre la compañía emisora de las acciones así como de su entorno económico, político y social; procurando descubrir nuevas evidencias sobre su potencial generador de

utilidades. Ambos tipos de análisis colaboran a que los mercados de valores, en general, tiendan a la eficiencia.

Existen tres vertientes de aplicación de la hipótesis de los mercados eficientes de acuerdo con H. V. Roberts <sup>19</sup>. La primera y más elemental afirma que los mercados son débilmente eficientes, lo que significa que aunque reflejan toda la información pasada sobre la tendencia en el comportamiento de los precios, aún pueden aprovecharse tanto la información pública como la información privilegiada al momento de efectuar transacciones <sup>20</sup>. El uso de la información privilegiada se encuentra sin embargo restringido de acuerdo con ordenamientos legales. Un analista fundamental podría en este nivel de eficiencia ser de gran utilidad. La segunda vertiente indica que el mercado es eficiente de forma semifuerte, lo cual implica que la información pública no revela ninguna información valiosa sobre la tendencia futura de los precios de las acciones y sólo la información privilegiada puede ser provechosa. La tercera vertiente consiste en afirmar que el mercado es fuertemente eficiente, y por lo tanto, no hay manera de "vencerlo" (*to beat the market*).

El hecho de que el mercado sea fuertemente eficiente no significa de ninguna manera que sea imposible generar ganancias invirtiendo en capitales. Si el mercado es eficiente, el simple hecho de comprar acciones no representa en sí mismo un valor presente positivo, pero si se conservan las acciones, las noticias futuras pueden generar ganancias - o pérdidas en un caso desafortunado -.

## 1.5. DETERMINACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE DIVIDENDOS

En los apartados 1.3.1.2. y 1.3.1.3. se introdujo el concepto de la tasa de crecimiento de los dividendos, la cual se consideró como un dato dado. En realidad, la tasa de crecimiento de los dividendos es función de dos conceptos, el primero de ellos es la **tasa de retención de utilidades**, que resulta de dividir el importe de las utilidades retenidas de un

<sup>19</sup> Citado por R. A. Brealey y S.C. Myers en *Principios de Finanzas Corporativas*, McGraw-Hill, cuarta edición, España, 1993.

<sup>20</sup> El art. 116 Bis. de la Ley del Mercado de Valores establece que la información privilegiada es el conocimiento de actos, hechos o acontecimientos capaces de influir en los precios de los valores, mientras que esta información no se haya hecho del conocimiento público.

ejercicio entre el monto total de utilidades obtenidas durante el mismo, y el segundo es el **rendimiento requerido sobre el capital**.

La fórmula es la siguiente:

$$g = ( PR ) ( ROE )$$

donde

$g$  = tasa de crecimiento de los dividendos

$PR$  = porcentaje de retención de utilidades

$ROE$  = rendimiento requerido sobre el capital

Supóngase un monto de utilidades del ejercicio de \$ 380,000, del cual se retienen \$ 120,000; asimismo, el promedio histórico de rendimiento requerido sobre el capital de esta compañía es de 18 % anual. ¿Cuál sería la tasa de crecimiento de los dividendos ?

$$\begin{aligned} g &= ( \$ 120,000 / \$ 380,000 ) ( 0.18 ) \\ &= ( 0.3158 ) ( 0.18 ) \\ &= 0.0568 = 5.68 \% \end{aligned}$$

De los datos involucrados en este cálculo, uno se ha determinado totalmente de forma arbitraria. Los datos relativos al monto de utilidades retenidas así como el de las utilidades totales son datos que el inversionista no puede manipular; no obstante, el rendimiento requerido sobre el capital fue sencillamente impuesto para el ejemplo anterior. ¿ De dónde proviene dicho dato ? La determinación de dicho dato constituye precisamente uno de los objetivos de este trabajo.

## 1.6. DETERMINACIÓN DE LA TASA REQUERIDA DE RENDIMIENTO

Con anterioridad se había pospuesto el responder a la interrogante de dónde proviene la tasa de rendimiento. Desafortunadamente, tampoco en este apartado se dará respuesta a tal cuestionamiento; por el contrario, la finalidad de este apartado es la de enfatizar la importancia de la tasa requerida de rendimiento en el cálculo de los valores de las acciones y las consideraciones a que debe sujetarse dicho cálculo.

Un primer acercamiento, basado en los ejemplos presentados en los apartados previos, indica que se puede deducir la tasa requerida de rendimiento despejando  $R_d$  de la fórmula vista en el apartado 1.3.1.2. , es decir:

$$P_0 = D_1 / (R_d - g)$$

de donde se obtiene que

$$R_d = (D_1 / P_0) + g$$

Sin embargo, del apartado anterior se sabe que  $g$  es función de ROE que es otra forma de denotar a  $R_d$ , por lo que esta fórmula no resuelve la incógnita planteada. Como se vio en el apartado 1.3.1.1., los efectos de la tasa de interés sobre el precio de una acción son de suma importancia, y en virtud de ello, un modelo capaz de estimar el valor de dicha tasa resulta muy valioso.

Intuitivamente, puede deducirse que el valor de la tasa de descuento es igual al rendimiento que los accionistas desean recibir de su inversión en acciones, pero ¿a cuánto asciende dicho valor? En principio, un inversionista con suficiente autoestima no debería esperar ganar menos en su inversión en acciones que aquello que el resto de los inversionistas en acciones ganan en promedio; es decir, del rendimiento promedio del mercado accionario. Pero este rendimiento promedio del mercado es sólo un acercamiento al valor real de la tasa de descuento para una acción determinada. Así que, ¿por qué no valuar a la acción de acuerdo con su propio desempeño? Esto es precisamente lo que se aborda en los siguientes capítulos a través del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital, entendiendo el desempeño de una acción particular como aquello que los inversionistas esperan fundadamente que sea el rendimiento a recibir por poseer dicho título en propiedad.



## Capítulo II

### EL RENDIMIENTO REQUERIDO DE UN TÍTULO

En el capítulo anterior se determinó que el rendimiento real promedio para las acciones CEMEX-A en el periodo comprendido de enero de 1989 a enero de 1994 fue de 4.24 % mensual. Si basándose en lo anterior un inversionista hubiese decidido comprar la acción en enero de 1994 a un precio de \$ 87.566 esperando una rentabilidad como la antes mencionada habría sido gratamente sorprendido al mes siguiente (febrero 1994), puesto que esta acción se cotizó en promedio a un precio de \$ 96.366. Lo cual le significaría un rendimiento real de 10.05 % ; es decir, 5.81 [10.05 - 4.24] puntos porcentuales por arriba del rendimiento real promedio. ¿ Se necesitan acaso más razones para estar contento ? Desafortunadamente si.

Si este mismo inversionista hubiese mantenido como suya esta acción un mes más (marzo 1994), el precio promedio hubiese sido de \$ 84.204. Lo que representa un rendimiento negativo de - 12.62 % respecto a la cotización de febrero y de - 3.84 % respecto al mes de compra, o sea enero de 1994. Estos rendimientos definitivamente no se parecen en nada a un rendimiento promedio de 4.24 %. La pregunta es: ¿ por qué ?

La primera razón consiste en que afirmar que el futuro se parece al pasado es un supuesto demasiado peligroso. El rendimiento promedio calculado con anterioridad, si bien representa la mejor descripción numérica del comportamiento pasado de los rendimientos, no garantiza que los rendimientos futuros se limiten a la misma. En otras palabras, el rendimiento de 4.24 % representa lo que estadísticamente se conoce como una medida de tendencia central; la cual, la mayoría de las veces, carece de significado si no se acompaña de otra serie de medidas conocidas como de dispersión.

La segunda razón es que la complejidad de los mercados de valores va mucho más allá del cálculo de un promedio aritmético, lo cual viene a reforzar el planteamiento de que hacer ganancias rápidas no es tan sencillo como parece. La variabilidad de los precios de una acción representa un abanico de posibilidades, tanto positivas como negativas. En términos generales, este número de posibilidades es lo que se considera como el riesgo para una acción determinada; es decir, la eventualidad de que un rendimiento esperado no llegue a realizarse. Por ejemplo, si existen dos acciones, A y B, las cuales ofrecen

exactamente el mismo rendimiento, pero la acción A tiene un mayor riesgo de que dicho rendimiento no llegue a realizarse. ¿Cuál acción debería adquirir un inversionista? En principio, el inversionista debería comprar la acción B, puesto que ofrece el mismo rendimiento con un menor riesgo asociado; o en todo caso, demandar de la acción A una mayor rentabilidad que compense el nivel de riesgo asumido. Un inversionista sensato no asume un mayor riesgo de manera gratuita.

Una tercera razón, que probablemente resume las dos anteriores, es que invertir es un proceso diametralmente distinto al de apostar. Nadie pondría en duda la buena fortuna de un inversionista que, como el del ejemplo del inicio de este capítulo, obtiene en sólo un mes una rentabilidad del 10.05 %; como tampoco cabrían dudas acerca de su mala fortuna si el mes inmediato posterior obtiene un rendimiento negativo de -12.62 %. Invertir es un proceso que se basa en cálculos, por lo tanto no depende ni de la buena, ni de la mala fortuna.

En este capítulo se estudia la relación existente entre el riesgo y la rentabilidad de las acciones. La comprensión de los elementos que a continuación se describen resulta primordial para el desarrollo posterior del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital.

## **2.1. DIFERENCIAS ENTRE APOSTAR, ESPECULAR E INVERTIR**

Se ha querido dar inicio a este capítulo haciendo un pequeño paréntesis en la desarrollo del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital ( CAPM ) para brindar una justificación a su uso y, por tanto, al tema de este trabajo de investigación. Puesto que de este punto en adelante se realizan una serie considerable de cálculos para arribar finalmente a un modelo matemático, cabría preguntarse si el esfuerzo empleado vale realmente la pena. He aquí una consideración al respecto.

De acuerdo con Samuel Nelson la especulación se define como "emprender un curso de acción basado en cálculos". Nelson distingue la especulación de la apuesta, concluyendo que apostar consiste en emprender un curso de acción sin haberlo basado en cálculos<sup>1</sup>. Tanto apostadores como especuladores se encuentran interesados exclusivamente en obtener ganancias de capital; es decir, un diferencial positivo entre los precios de compra y venta. Por el contrario, los inversionistas consideran además sus

<sup>1</sup> Citado por Martin J. Pring en *Investment Psychology Explained*, John Wiley & Sons, Inc. U.S.A.; 1993.

necesidades presentes y futuras de efectivo cuando realizan una decisión de inversión. El horizonte de inversión de éstos últimos es, por supuesto, mucho más largo que el de los apostadores o el de los especuladores y, en consecuencia, asumen mucho menores riesgos que aquellos, obteniendo menores rendimientos en períodos mayores de tiempo; en tanto que los especuladores obtienen mayores rendimientos en períodos relativamente cortos de tiempo.

Un apostador no encontrará nada de interés en las páginas siguientes. Por el contrario, tanto especuladores como inversionistas habrán de encontrarse con más que un simple modelo matemático; habrán de encontrarse con uno de los activos más preciados en los mercados financieros: la información.

Ningún modelo matemático, ni siquiera el CAPM, puede predecir el futuro y, por tanto, todos tienden a la imperfección. Como indica Hamilton Bolton, uno de los analistas financieros que probablemente ha trabajado más que cualquiera en cuanto a indicadores financieros: *"Resulta tal vez irónico que para ser de algún valor, un indicador debe estar lejos de ser ideal, sujeto a una considerable controversia, y sujeto además a cierta discrecionalidad en su empleo. Un indicador perfecto sería inútil; uno imperfecto podría ser de valor en las inversiones"* <sup>2</sup>. Independientemente de la utilidad que pueda reconocerse al CAPM, su importancia radica en que permite plantear una serie de importantes consideraciones sobre los aspectos que deben tenerse en cuenta al realizar una decisión de inversión.

Lo que finalmente se obtiene de un modelo como el CAPM es una mayor y mejor comprensión sobre la manera en que interactúan los participantes en los mercados financieros, de tal suerte que el inversionista cuente con una visión perfeccionada al momento de decidir realizar una operación bursátil. En la opinión del autor de este trabajo, este esfuerzo de búsqueda de información decididamente vale la pena.

---

<sup>2</sup> Hamilton Bolton; *Money and Investment Profits*; citado por Martin J. Pring; ídem.

## 2.2. DEFINICIÓN DEL RIESGO

Una acepción comúnmente aceptada del riesgo es aquella que señala a éste como la eventualidad de que un resultado esperado no llegue a realizarse. El lanzar un par de dados al aire, por ejemplo, en espera de que un determinado número aparezca es un proceso en el cual figura el riesgo. Del apartado anterior se deduce que una persona que realiza una apuesta escogería cualquier número y atribuiría al azar cualquier resultado sea positivo o negativo. Un inversionista escogería un número de acuerdo con sus cálculos, en este caso, de probabilidades. El cuadro 2.1. muestra todas las combinaciones posibles de números con los dos dados. Lo que se desprende de este cuadro es que el número con la mayor esperanza matemática de aparecer es el 7, ya que su probabilidad asociada es de  $6/36$ .

Ninguna persona sensata esperaría a la larga que un número distinto al 7 apareciera el mayor número de ocasiones. No obstante, el hecho de que el 7 sea el número con la mayor probabilidad de aparecer no significa, ni por mucho, que la próxima vez que los dados sean lanzados el número que aparezca sea un 7. No por nada la probabilidad de que el número que aparezca no sea un 7 es de  $30/36$ . ¿Qué se gana entonces al saber que el 7 tiene la mayor esperanza matemática? Se gana información, lo que ayuda a reducir la incertidumbre.

El riesgo de una acción difiere en gran medida al de un juego de dados pero, en esencia, el análisis que se hace de la probabilidad de ocurrencia de un evento revela información importante para la toma de decisiones.

El riesgo de los activos financieros está en función de la eventualidad de que el rendimiento que de ellos se espera no llegue a suceder. La variabilidad de sus resultados determina el nivel de riesgo inherente a los mismos. ¿Cuáles son dichos niveles de riesgo? Éstos se describen a continuación.

### 2.2.1. TÍTULOS SIN RIESGO

En principio, si en el mundo existiese una empresa con una certidumbre absoluta acerca de su existencia, de su capacidad para solventar sus obligaciones y con el más alto prestigio crediticio, los valores emitidos por dicha empresa, fueran obligaciones o acciones, contarían con un riesgo nulo, puesto que sus excelentes características asegurarían el pago oportuno de los rendimientos. Estos instrumentos considerarían en su rendimiento

**CUADRO 2.1. MAYOR ESPERANZA MATEMÁTICA EN UN PAR DE DADOS**

1	1	2
1	2	3
1	3	4
1	4	5
1	5	6
1	6	7
2	1	3
2	2	4
2	3	5
2	4	6
2	5	7
2	6	8
3	1	4
3	2	5
3	3	6
3	4	7
3	5	8
3	6	9
4	1	5
4	2	6
4	3	7
4	4	8
4	5	9
4	6	10
5	1	6
5	2	7
5	3	8
5	4	9
5	5	10
5	6	11
6	1	7
6	2	8
6	3	9
6	4	10
6	5	11
6	6	12

solamente el costo de oportunidad de los inversionistas por invertir sus recursos en ellos en vez de consumirlos hoy; es decir, el valor del dinero en el tiempo propiamente dicho.

En la realidad, lo más parecido a una empresa de tales características, por increíble que parezca, es el gobierno. Lo menos que se espera de un gobierno es que su existencia sea cierta. La capacidad de un gobierno para solventar sus obligaciones deriva básicamente de dos cualidades privativas del mismo que son: su facultad de establecer impuestos y su facultad de emitir circulante. El más alto prestigio crediticio no puede ser de otro sino de aquel que rige la política monetaria a través de un banco central.

No obstante, el gobierno tiene claras diferencias con las empresas. En primer lugar el gobierno no emite acciones. Luego entonces los valores que emite el gobierno se limitan a instrumentos de deuda. La emisión y características de este tipo de instrumentos depende fundamentalmente del tipo de gasto que se pretende efectuar. Así, los instrumentos de deuda a corto plazo se destinan a financiar el **gasto corriente** del gobierno; en tanto que los instrumentos de deuda a largo plazo se destinan a financiar el **gasto de capital** del gobierno. Algunas partidas que integran el gasto corriente son: sueldos y salarios de la burocracia, papelería, mantenimiento, etc. Las partidas de gastos de capital incluyen conceptos relativos a la creación de infraestructura de hospitales, carreteras, universidades, etc.

En segundo lugar el gobierno no es un negocio en sí mismo; es decir, su fin no es el lucro y, por tanto, los rendimientos que pagan los instrumentos que emite consideran sólo el uso de los recursos financieros a través del tiempo y, en todo caso, una ganancia mínima. Un inversionista generalmente no se interesa en valores gubernamentales sino en función de su aversión al riesgo. El riesgo de que el gobierno no pague sus valores es mínimo, por lo tanto, a los valores que éste emite se les considera como títulos sin riesgo y al rendimiento que pagan como **tasa libre de riesgo**.

Este concepto de **tasa libre de riesgo** es bastante engañoso, sobre todo en economías altamente inflacionarias como la nuestra. Existe un riesgo implícito en cualquier inversión y dicho riesgo se llama **inflación**. Los rendimientos pagaderos de los valores gubernamentales se establecen a priori, en tanto que la inflación se conoce a posteriori. Aunque los rendimientos establecidos suelen contemplar la inflación esperada del período relevante, no debe resultar sorprendente que ésta muchas veces rebase cualquier expectativa y termine afectando los rendimientos incluso negativamente.

Existen, pues, diferentes tasas libres de riesgo dependiendo del plazo del instrumento; existiendo además entre ellas una **tasa líder**<sup>3</sup>. Para el caso de México, la tasa líder es la tasa de CETES (Certificados de la Tesorería), más específicamente la de 28 días. El cuadro 2.2. muestra los rendimientos promedio ponderados, los rendimientos nominales y los rendimientos reales de los CETES a 28 días para el período A ( de enero de 1989 a enero de 1994 ).

La columna denominada **rendimiento promedio ponderado** muestra el rendimiento de estos valores en forma anualizada. Se le llama promedio ponderado porque durante cada mes se efectúan de entre cuatro y cinco colocaciones semanales de estos valores obteniéndose en cada una distintas tasas de rendimiento. La ponderación se efectúa de acuerdo al número de títulos colocados en cada semana con su tasa respectiva del total de títulos colocados en el mes.

Al estar expresada esta tasa en términos anuales, es necesario llevarla al plazo efectivo de inversión, o sea 28 días. Para tales fines se multiplica esta tasa por el plazo de inversión y se divide entre el número de días del año<sup>4</sup>. Se tiene entonces para el caso de enero de 1989:

$$\begin{aligned} & ( 50.82 \% \times 28 ) / 360 = \\ & \qquad \qquad \qquad 3.95 \% \end{aligned}$$

Al rendimiento nominal de esta inversión hay que descontarle los efectos de la inflación del período de la misma forma en que se procedió en el capítulo anterior:

$$\begin{aligned} r &= ( 0.0395 - 0.0136 ) / ( 1 + 0.0136 ) \\ &= 0.0259 / 1.0136 \\ &= 0.02556 = 2.56 \% \end{aligned}$$

En estricto sentido, no debería descontarse una inflación mensual a un rendimiento obtenido tan sólo durante 28 días. En todo caso, debería calcularse la tasa de inflación

<sup>3</sup> Perdomo Moreno define la tasa líder como "una medida gradual que influye decisivamente en el comportamiento de otras tasas de interés". *Administración Financiera del Capital de Trabajo*; ECASA; capítulo 3; México; 1993.

<sup>4</sup> Si bien un año de calendario cuenta con 365 días, la convención habitual para inversiones a menos de un año es de 360 días por año.

CUÁDRO 2.2. RENDIMIENTO MENSUAL DE CETES 28 DÍAS, PERÍODO A

	RENTA NOMINAL	RENTA NOMINAL CON IMPUESTO	RENTA MENSA NOMINAL	INFLACIÓN MENSUAL	RENTA MENSA REAL
1	Jan-89	50 820	3.95%	1.36%	2.56%
2	Feb-89	49 170	3.82%	1.07%	2.72%
3	Mar-89	47 860	3.72%	3.30%	2.18%
4	Abr-89	50 110	3.90%	1.39%	2.47%
5	May-89	51 870	4.03%	1.20%	2.80%
6	Jun-89	56 680	4.41%	1.00%	3.38%
7	Jul-89	47 780	3.72%	0.96%	2.72%
8	Ago-89	34 860	2.71%	0.96%	1.74%
9	Sep-89	34 300	2.67%	1.48%	1.17%
10	Oct-89	37 870	2.95%	1.40%	1.52%
11	Nov-89	38 790	3.02%	3.38%	-0.35%
12	Dic-89	40 430	3.14%	4.83%	-1.60%
13	Jan-90	41 220	3.21%	2.27%	0.92%
14	Feb-90	45 130	3.51%	1.77%	1.71%
15	Mar-90	46 710	3.63%	1.51%	2.09%
16	Abr-90	44 430	3.40%	1.75%	1.68%
17	May-90	36 800	2.86%	2.21%	0.63%
18	Jun-90	32 320	2.52%	1.81%	0.69%
19	Jul-90	30 230	2.35%	1.70%	0.64%
20	Ago-90	29 740	2.31%	1.43%	0.87%
21	Sep-90	30 130	2.35%	1.44%	0.89%
22	Oct-90	29 840	2.32%	2.65%	-0.32%
23	Nov-90	24 130	1.96%	3.16%	-1.19%
24	Dic-90	23 940	2.02%	2.55%	-0.52%
25	Jan-91	23 630	1.84%	1.74%	0.09%
26	Feb-91	23 200	1.80%	1.43%	0.37%
27	Mar-91	22 030	1.71%	1.04%	0.67%
28	Abr-91	21 360	1.66%	0.99%	0.67%
29	May-91	19 880	1.55%	1.05%	0.49%
30	Jun-91	17 640	1.38%	0.87%	0.50%
31	Jul-91	18 480	1.44%	0.70%	0.73%
32	Ago-91	16 680	1.30%	0.99%	0.30%
33	Sep-91	17 500	1.36%	1.17%	0.19%
34	Oct-91	17 850	1.39%	2.47%	-1.06%
35	Nov-91	16 620	1.29%	2.36%	-1.04%
36	Dic-91	16 640	1.29%	1.82%	-0.51%
37	Jan-92	15 350	1.19%	1.16%	0.03%
38	Feb-92	14 490	1.13%	1.05%	0.10%
39	Mar-92	11 780	0.92%	0.89%	0.02%
40	Abr-92	12 470	0.97%	0.66%	0.31%
41	May-92	13 570	1.06%	0.68%	0.38%
42	Jun-92	13 080	1.00%	0.64%	0.35%
43	Jul-92	16 170	1.26%	0.61%	0.65%
44	Ago-92	16 900	1.31%	0.87%	0.44%
45	Sep-92	17 430	1.36%	0.72%	0.64%
46	Oct-92	19 180	1.51%	0.84%	0.67%
47	Nov-92	18 110	1.41%	1.42%	-0.01%
48	Dic-92	16 840	1.31%	1.25%	0.05%
49	Jan-93	16 720	1.30%	0.82%	0.48%
50	Feb-93	15 340	1.18%	0.88%	0.29%
51	Mar-93	17 490	1.36%	0.58%	0.78%
52	Abr-93	16 130	1.26%	0.57%	0.68%
53	May-93	15 020	1.17%	0.56%	0.60%
54	Jun-93	15 300	1.21%	0.48%	0.72%
55	Jul-93	13 820	1.07%	0.35%	0.54%
56	Ago-93	13 660	1.06%	0.74%	0.32%
57	Sep-93	13 700	1.07%	0.40%	0.66%
58	Oct-93	13 090	1.02%	0.45%	0.50%
59	Nov-93	14 350	1.12%	0.75%	0.36%
60	Dic-93	11 780	0.92%	0.78%	0.14%

fuente: Elaboración propia en base a datos de BANXICO



relevante para el periodo de 28 días o calcular el rendimiento mensual equivalente a una inversión de CETES a 28 días. Recuérdese, sin embargo, que se ha trabajado con rendimientos promedio, por lo que este desfase de dos días, que se mantendrá constante para los próximos cálculos, no modifica sustancialmente las conclusiones a las que se pretende arribar.

Una vez obtenidos todos los rendimientos tanto nominales como reales se puede establecer que el rendimiento nominal mensual promedio para el periodo A fue de 2.02 %, en tanto que el rendimiento real promedio fue de tan sólo 0.69 % mensual. Es decir, del 8.28 % anual ( $0.69\% \times 12$  meses).

Si los títulos sin riesgo otorgan un rendimiento de 0.69 % mensual, ¿debería un inversionista adquirir un título arriesgado que otorgue un rendimiento mensual menor? La lógica más elemental indica que no.

### **2.2.2. TÍTULOS ARRIESGADOS**

Cualquier título o valor emitido por una entidad económica distinta al gobierno se considera posee un mayor riesgo implícito que los títulos sin riesgo. De esta manera es sencillo identificar al menos dos niveles de riesgo basándose en las entidades emisoras. El primer nivel lo constituyen las instituciones de crédito; es decir, los bancos. Un banco es muy probablemente la segunda empresa más segura de un país, puesto que cuenta con un prestamista de última instancia, que es el banco central, para cumplir con sus obligaciones.

Pero un banco no es el gobierno, y por ello debe al menos ofrecer un rendimiento mayor en sus valores - aceptaciones bancarias, certificados de depósito, etc. - que el que ofrecen los instrumentos gubernamentales, de manera que compense su mayor riesgo. Lo anterior no significa que todos los bancos ostenten el mismo nivel de riesgo, éste más bien depende de sus características particulares.

El segundo nivel lo constituyen el resto de las empresas, sean industriales, comerciales o de servicios. Cada una ostenta un riesgo diferente en virtud de su giro, su capacidad económica y su estructura financiera, entre otros aspectos. Aunque algunas empresas cuentan con el respaldo de grandes grupos financieros, la generalidad no cuenta con más recursos que aquellos que figuran en sus estados financieros.

Existen pues, infinidad de "subniveles" de riesgo en cada uno de los niveles descritos y ninguno de ellos, al menos en teoría, debe ofrecer un rendimiento menor al que ofrecen los valores emitidos por el gobierno.

Con la finalidad de medir el rendimiento que en su conjunto experimenta un mercado accionario - en donde se encuentran tanto títulos de instituciones de crédito como de empresas en general - se utilizan los llamados *índices de precios*. Un índice de precios es una muestra de ciertas acciones del mercado que por una serie de razones se consideran representativas del mismo. El tamaño de la empresa, participación del público inversionista, estabilidad en sus precios acorde con la tendencia del mercado, liquidez, etc., son factores que determinan que una empresa entre a formar parte del índice <sup>5</sup>. En México este índice es conocido como *índice de precios y cotizaciones* (IPC), el cual es el principal indicador del mercado accionario <sup>6</sup>. Para su formulación se considera el índice de Fisher, que es una derivación de las formulaciones hechas por Laspeyres y Paasche, el cual mide el cambio total en el valor de una cartera a través del tiempo utilizando como ponderador el valor de capitalización de cada emisora. Su fórmula es:

$$I_t = I_{t-1} \times [ \sum ( P_{it} \times Q_{it} ) / \sum ( P_{it-1} \times Q_{it-1} \times F_{it} ) ]$$

donde

$I_t$  = índice para el día t

$I_{t-1}$  = índice para el día t - 1

$P_{it}$  = precio de la acción i el día t

$Q_{it}$  = número de acciones i inscritas el día t

$F_{it}$  = factor de ajuste para derechos para la acción i en el día t

$P_{it-1}$  = precio de la acción i el día t - 1

$Q_{it-1}$  = número de acciones i inscritas el día t - 1

i = 1, 2, 3, ..., n

base = 0.78 ( 30 de octubre de 1978 )

<sup>5</sup> *Inducción al mercado de valores*, Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles, A.C.; material de apoyo; México, 1995

<sup>6</sup> El IPC no es el único índice de precios existente en nuestro país, el INMEX ( índice México ) y otros índices desarrollados por instituciones financieras distintas de la Bolsa Mexicana de Valores constituyen valores de referencia alternativos.

El factor de ajuste tiene la función de estandarizar los valores de una y otra fecha por motivo de pago de dividendos en efectivo, pago de dividendos en acciones, suscripción de acciones, splits o partición de acciones, aumento por conversión de obligaciones en acciones, conversión de acciones preferentes en comunes y/o reducción del capital <sup>7</sup>.

El cuadro 2.3. muestra el valor del IPC para los distintos meses comprendidos en el período A . Al igual que en el cuadro anterior, se calcula el rendimiento nominal y el rendimiento real para cada uno de los meses del período. Por ejemplo, el cálculo correspondiente considerando el IPC de julio y agosto de 1991 sería:

$$\begin{aligned} R &= (IPC_{AGO91} / IPC_{JUL91}) - 1 \\ &= (1185.39 / 1163.71) - 1 \\ &= 1.0186 - 1 = 0.01863 = 1.86 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= (0.01863 - 0.0070) / (1 + 0.0070) \\ &= 0.01163 / 1.0070 \\ &= 0.01155 = 1.15 \% \end{aligned}$$

El rendimiento nominal mensual promedio del IPC para el período A es de 4.57 % y el rendimiento real mensual promedio del IPC en el mismo período es, en cambio, de 3.20%. La interpretación de estos rendimientos es como sigue: el mercado en su conjunto, durante el período comprendido entre enero de 1989 y enero de 1994, obtuvo un rendimiento mensual promedio de 4.57 % , el cual ajustado por la inflación, constituyó un rendimiento mensual promedio de 3.20 % . Esto no significa que todos los inversionistas que participaron en el mercado durante este período hayan obtenido efectivamente 3.20 % mensual sobre su inversión original, sino que si hubiese que describir con sólo un número lo acontecido para todos los inversionistas durante el período, dicho número sería sin duda el mejor. Ciertamente, los rendimientos promedio de acciones particulares se encontraron por arriba o por abajo de 3.20 % . Finalmente, un rendimiento mensual promedio de 3.20% representa uno de 38.4 % (3.20 x 12 ) en términos anualizados.

<sup>7</sup> El apéndice B del libro *Invierta en la Bolsa* de Alfredo Díaz Mata ofrece las fórmulas relevantes para cada uno de los ajustes mencionados. ( Grupo Editorial Iberoamérica; segunda edición; México; 1994.)

CUADRO 2.3. RENDIMIENTO MENSTRUAL DEL IPC, PERIODO A

PERIODO	INDICE	VAR. MENS. %	ACUMULADA MENSUAL	ACUMULADA ANUAL
Ene-89	209 648			
Feb-89	211 842	1.05%	1.36%	-0.31%
Mar-89	216 963	2.42%	1.07%	1.33%
Abr-89	244 897	12.88%	1.50%	11.21%
May-89	267 143	4.52%	1.35%	12.82%
Jun-89	338 670	20.89%	1.20%	19.46%
Jul-89	363 874	7.44%	1.00%	6.38%
Ago-89	381 647	4.88%	0.96%	5.88%
Sep-89	420 877	10.26%	0.98%	9.22%
Oct-89	422 308	0.36%	1.48%	-1.11%
Nov-89	381 546	-9.65%	1.46%	-10.90%
Dic-89	408 311	7.01%	3.38%	5.52%
Ene-90	434 790	6.48%	4.82%	1.59%
Feb-90	471 213	8.38%	2.27%	5.97%
Mar-90	480 543	1.98%	1.77%	0.21%
Abr-90	514 994	7.17%	1.51%	5.58%
May-90	612 351	18.90%	1.75%	16.80%
Jun-90	627 428	2.46%	2.21%	0.24%
Jul-90	649 872	3.58%	1.81%	1.73%
Ago-90	618 979	-4.75%	1.70%	-6.35%
Sep-90	557 264	-9.97%	1.43%	-11.24%
Oct-90	581 285	4.31%	1.44%	2.83%
Nov-90	614 432	5.70%	2.65%	2.97%
Dic-90	639 499	4.08%	3.16%	0.89%
Ene-91	599 272	-6.29%	2.55%	-8.62%
Feb-91	648 622	8.23%	1.74%	6.38%
Mar-91	736 925	13.61%	1.43%	12.02%
Abr-91	886 600	20.31%	1.04%	19.07%
May-91	1 011 970	14.14%	0.99%	13.02%
Jun-91	1 088 820	7.59%	1.03%	6.48%
Jul-91	1 163 710	6.88%	0.87%	5.95%
Ago-91	1 185 390	1.86%	0.70%	1.15%
Sep-91	1 271 020	7.22%	0.99%	6.17%
Oct-91	1 333 690	4.93%	1.13%	3.72%
Nov-91	1 400 080	4.98%	2.47%	2.45%
Dic-91	1 357 070	-3.07%	2.36%	-5.31%
Ene-92	1 355 000	-0.15%	1.82%	12.54%
Feb-92	1 747 380	28.92%	1.89%	10.51%
Mar-92	1 831 380	5.23%	1.02%	4.16%
Abr-92	1 832 900	0.08%	0.89%	-0.86%
May-92	1 815 010	-0.12%	0.66%	-0.54%
Jun-92	1 734 800	-4.46%	0.68%	-6.10%
Jul-92	1 612 420	-7.05%	0.64%	-7.64%
Ago-92	1 478 810	-8.29%	0.61%	-8.84%
Sep-92	1 320 430	-10.71%	0.87%	-11.48%
Oct-92	1 492 380	13.02%	0.72%	12.23%
Nov-92	1 638 900	9.82%	0.84%	8.91%
Dic-92	1 730 200	5.57%	1.42%	4.09%
Ene-93	1 772 150	2.42%	1.25%	1.16%
Feb-93	1 598 370	-9.81%	0.82%	-10.54%
Mar-93	1 668 090	4.36%	0.76%	3.76%
Abr-93	1 733 170	3.90%	0.58%	3.30%
May-93	1 630 010	-5.95%	0.57%	-6.49%
Jun-93	1 615 140	-0.91%	0.56%	-1.46%
Jul-93	1 717 590	6.31%	0.48%	3.52%
Ago-93	1 857 220	8.15%	0.53%	7.87%
Sep-93	1 873 440	0.87%	0.74%	0.13%
Oct-93	1 943 910	3.76%	0.49%	3.35%
Nov-93	2 114 960	8.80%	0.41%	8.31%
Dic-93	2 448 130	15.75%	0.75%	14.80%
Ene-94	2 613 470	6.75%	0.78%	5.93%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la INMV y BANCO

### 2.2.3. LA PRIMA POR RIESGO

Se ha visto que el rendimiento mensual promedio ofrecido por los CETES a 28 días durante el período A fue de 0.69 % ( $R_f = 0.0069$ ); en tanto que el rendimiento mensual promedio ofrecido por el mercado medido a través del IPC fue de 3.20 % ( $R_m = 0.0320$ ). Resulta lógico que el mercado pague un rendimiento mayor que el gobierno, dado que su riesgo asociado, tal y como se describió anteriormente, es igualmente mayor. Esta es una evidencia práctica de la relación básica entre riesgo y rentabilidad: a mayor riesgo, mayor rentabilidad.

El diferencial entre la tasa libre de riesgo y cualquier otro rendimiento obtenido durante un mismo plazo es lo que se conoce como la prima por riesgo. La prima por riesgo es el premio que obtiene un inversionista por asumir un nivel de riesgo mayor.

Con los datos que se tienen puede calcularse la prima por riesgo promedio del mercado para el período A, sustrayendo del rendimiento del mercado la tasa libre de riesgo, como a continuación se muestra:

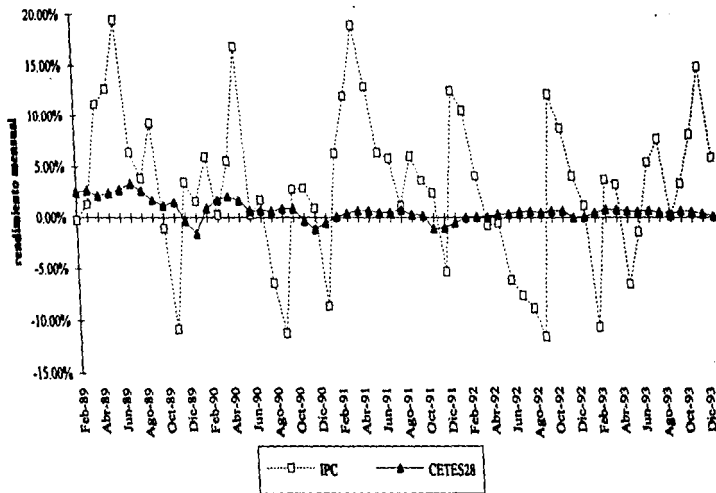
$$\begin{aligned}(R_m - R_f) &= 0.0320 - 0.0069 \\ &= 0.0251 = 2.51 \%\end{aligned}$$

Es decir, para compensar su mayor riesgo, el mercado accionario debió pagar un premio a los inversionistas de 2.51 %, de otra forma, cualquier inversionista racional hubiese preferido invertir su dinero en CETES a 28 días.

Es importante no perder de vista que estos datos se refieren a rendimientos promedio. Un vistazo rápido a los rendimientos reales tanto de CETES a 28 días como del IPC contenidos en los cuadros 2.2. y 2.3. permite establecer que de hecho, durante ciertos meses los CETES pagaron un rendimiento mayor que el IPC. ¿Acaso la relación descrita de riesgo / rentabilidad resulta falsa ante esta evidencia? Por el contrario.

En el gráfico 2.1. se muestran los rendimientos antes mencionados tanto de CETES como del IPC para el período A. Efectivamente, en ciertos casos el rendimiento del IPC fue menor que el de CETES; sin embargo, este gráfico muestra algo mucho más importante: la variabilidad de los rendimientos del IPC es considerablemente mayor que la de CETES, lo cual queda evidenciado por la línea totalmente accidentada de los

GRÁFICO 2.1 RENDIMIENTOS HISTÓRICOS PARA EL PERÍODO A



rendimientos del IPC, en tanto que la línea de los rendimientos de CETES tiende más bien a ser recta. Esto tiene que ver precisamente con el riesgo implícito de ambos. La dispersión de los rendimientos de CETES es mínima; mientras que la dispersión de los rendimientos del IPC es alta.

Un inversionista que adquiere CETES sabe que su rendimiento es pequeño pero muy seguro; en tanto que un inversionista en el mercado accionario sabe que su rendimiento puede ser mayor pero más incierto. Una vez más; a mayor riesgo, mayor rentabilidad. En los siguientes apartados se abordan a profundidad estos conceptos.

La prima por riesgo puede calcularse asimismo para cualquier título arriesgado en lo particular. Por ejemplo, del capítulo anterior se sabe que el rendimiento real promedio de la acción CEMEX-A es de 4.24 % mensual para el período A. El rendimiento de CETES a 28 días es, como se sabe, de 0.69 % , por lo que la prima de riesgo promedio de CEMEX-A es de:

$$\begin{aligned} (R_{\text{CEMEX-A}} - R_f) &= 0.0424 - 0.0069 \\ &= 0.0355 = 3.55 \% \end{aligned}$$

Como puede apreciarse, la prima por riesgo de la acción CEMEX-A ( 3.55 % ) es mayor que la prima por riesgo del mercado ( 2.51 % ); es decir, los inversionistas consideran que CEMEX-A es una acción más riesgosa que el promedio de las acciones del mercado y por ello le exigen una mayor rentabilidad que la de éste. Lo anterior no significa que CEMEX-A sea la acción más riesgosa del mercado; de hecho, en el mercado pueden existir - y las hay - acciones más riesgosas y menos riesgosas que CEMEX-A, que a su vez son más o menos riesgosas que el mercado en su conjunto. A estas alturas resulta indispensable una medida que permita comparar el riesgo de diversas acciones.

## 2.3. VALORACIÓN DEL RIESGO DE UN TÍTULO

El rendimiento real promedio de la acción CEMEX-A para el período A fue de 4.24%, el cual se obtuvo dentro de un rango de + 36.78 % a - 22.59 % . El gráfico 2.2. muestra la distribución de frecuencia de los rendimientos mensuales de esta acción para el período A. Aunque se trate de una muestra de tan sólo 60 observaciones, el gráfico resultante se asemeja mucho a una distribución normal.

Poco más del 60 % de las observaciones se situaron en un rango de entre (+) 9.99 % y (-) 10 % , lo cual influyó significativamente para que el rendimiento promedio se ubicara en 4.24 % . No obstante, lo anterior no significa que los próximos rendimientos vayan a ubicarse también dentro de dicho rango; por lo pronto, aproximadamente 40 % de las observaciones ya no lo hicieron. Se necesita encontrar una medida que describa cuánto se alejan en promedio cada una de los rendimientos contenidos en la muestra de su media. Tal clase de medidas se conocen estadísticamente bajo el nombre de **medidas de dispersión**.

### 2.3.1. LA VARIANZA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS RENDIMIENTOS

La varianza y la desviación estándar de los rendimientos miden en esencia lo mismo; es decir, la variabilidad promedio de una serie de observaciones con respecto de su media. La única distinción entre ambas es que los resultados de la varianza se encuentran expresados en términos cuadráticos, en tanto que los de la desviación estándar no.

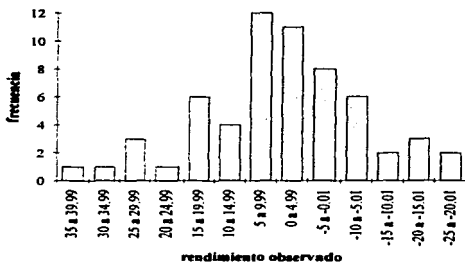
La **varianza** ( $\sigma^2$ ) es la sumatoria de las desviaciones cuadradas de la media dividida entre el número de observaciones de la muestra con la pérdida de un grado de libertad. La **desviación estándar** ( $\sigma$ ) es la raíz cuadrada de la varianza. En este sentido, la **desviación estándar** no consiste en otra cosa sino en devolver los términos cuadráticos de la varianza a su magnitud original.

Las definiciones de estas medidas de dispersión son en realidad mucho más complicadas que su metodología. A continuación se presentan ambas para el caso específico de CEMEX-A en el período A.

A partir de aquí, cuando se haga referencia al *rendimiento mensual promedio* se asume que se trata del rendimiento real mensual promedio; en tanto que cuando se haga



**GRÁFICO 2.2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE RENDIMIENTOS DE CEMEX-A, PERÍODO A**



**FRECUENCIA DE RENDIMIENTOS CEMEX-A (PERÍODO A)**

RANGO en %	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUM.
35 a 39.99	1	1
30 a 34.99	1	2
25 a 29.99	3	5
20 a 24.99	1	6
15 a 19.99	6	12
10 a 14.99	4	16
5 a 9.99	12	28
0 a 4.99	11	39
-5 a -0.01	8	47
-10 a -5.01	6	53
-15 a -10.01	2	55
-20 a -15.01	3	58
-25 a -20.01	2	60

referencia simplemente al *rendimiento real* se asume que se trata del rendimiento que de hecho se obtuvo para un mes específico. Los rendimientos nominales por ser inexactos carecen de utilidad.

Para comenzar se necesita el dato correspondiente al rendimiento mensual promedio del período, o sea 4.24 % ( $\bar{X} = 0.042444$ ) y los rendimientos mensuales de cada uno de los meses comprendidos entre enero de 1989 a enero de 1994<sup>8</sup>.

En seguida, se sustrae el rendimiento promedio de cada uno de los rendimientos mensuales para establecer la desviación de cada rendimiento real respecto del rendimiento promedio. Por ejemplo, considérese el rendimiento real de enero de 1989 que, como se vio con anterioridad, fue de 0.38 %. Dicho rendimiento expresado con seis decimales es igual a  $X_{ene89} = 0.003755$ . La desviación de este rendimiento respecto del promedio es:

$$\begin{aligned}(X_n - \bar{X}) &= X_{ene89} - \bar{X} \\ &= 0.003755 - 0.042444 \\ &= -0.03869\end{aligned}$$

Entonces, el rendimiento real de enero de 1989 se desvía o aleja del rendimiento promedio del período A - 3.869 puntos porcentuales. Este procedimiento se repite para todos y cada uno de los rendimientos de la muestra obteniéndose al final 60 desviaciones tal como se muestra en el cuadro 2.4.

Puesto que se calculan las desviaciones de todos los rendimientos reales respecto de su propia media aritmética, la sumatoria de las desviaciones debe tener por resultado cero. Esto sucede porque las desviaciones con valor positivo compensan exactamente las desviaciones con valor negativo. Esta misma cualidad de las desviaciones impide trabajar con estos números. Para resolver este problema se elevan todas y cada una de las desviaciones al cuadrado, ya que, como se sabe, el cuadrado de cualquier número siempre es positivo. La columna denominada como "DES. RTO.^2 A" muestra precisamente este valor para cada uno de los elementos de la muestra. La sumatoria de esta columna es, ahora sí, distinta de cero e indica la variación de todos los elementos de la muestra

<sup>8</sup> Cuando se presentó inicialmente el cálculo de rendimientos, para facilitar su comprensión, se expresaron estos como porcentajes con solo dos decimales. Se recomienda, sin embargo, el uso de al menos seis decimales para los próximos cálculos.

	RENTA REAL	RENTA A	RENTA RENTA-A	
1	Feb-89	0.003753	-0.038690	0.001497
2	Mar-89	0.015114	-0.027331	0.000747
3	Abr-89	0.064456	0.032011	0.002205
4	May-89	0.168061	0.125617	0.013780
5	Jun-89	0.255341	0.212897	0.045325
6	Jul-89	0.049700	0.007256	0.000053
7	Ago-89	0.025755	-0.016690	0.000279
8	Sep-89	0.034433	-0.008012	0.000064
9	Oct-89	-0.081648	-0.124092	0.015390
10	Nov-89	-0.161636	-0.204080	0.041649
11	Dic-89	-0.010553	-0.052997	0.002809
12	Ene-90	-0.054619	-0.097064	0.009421
13	Feb-90	0.117270	0.074823	0.005599
14	Mar-90	-0.036679	-0.079124	0.006261
15	Abr-90	-0.069317	-0.11762	0.012491
16	May-90	0.240772	0.198328	0.039334
17	Jun-90	0.082230	0.039785	0.001583
18	Jul-90	-0.022583	-0.065027	0.004229
19	Ago-90	-0.216529	-0.258973	0.067067
20	Sep-90	-0.225878	-0.268322	0.071992
21	Oct-90	0.196654	0.143209	0.013044
22	Nov-90	0.051839	0.009394	0.000088
23	Dic-90	0.054835	0.012191	0.000154
24	Ene-91	-0.070284	-0.112728	0.012708
25	Feb-91	0.172189	0.129744	0.016834
26	Mar-91	0.286406	0.243962	0.059517
27	Abr-91	0.301341	0.258796	0.066975
28	May-91	0.271213	0.228769	0.052335
29	Jun-91	0.094115	0.051671	0.002670
30	Jul-91	0.163639	0.121194	0.014688
31	Ago-91	-0.036453	-0.078897	0.006225
32	Sep-91	0.011629	-0.030813	0.000950
33	Oct-91	0.126378	0.083933	0.007045
34	Nov-91	0.098721	0.056276	0.003167
35	Dic-91	-0.052377	-0.095021	0.009029
36	Ene-92	0.183707	0.141263	0.019955
37	Feb-92	0.089712	0.047268	0.002234
38	Mar-92	0.048721	0.036377	0.000039
39	Abr-92	-0.044944	-0.087389	0.007637
40	May-92	-0.084391	-0.126835	0.016087
41	Jun-92	-0.049855	-0.092249	0.008519
42	Jul-92	-0.166967	-0.209411	0.043853
43	Ago-92	-0.199208	-0.241652	0.058396
44	Sep-92	-0.135480	-0.177925	0.016537
45	Oct-92	0.367813	0.325368	0.057864
46	Nov-92	0.023039	-0.019405	0.000177
47	Dic-92	0.056344	0.014100	0.000199
48	Ene-93	0.053859	0.011414	0.000130
49	Feb-93	-0.135469	-0.157913	0.024936
50	Mar-93	0.013772	-0.026472	0.000711
51	Abr-93	0.072494	0.000390	0.000901
52	May-93	-0.031136	-0.073601	0.005417
53	Jun-93	-0.006327	-0.048772	0.002379
54	Jul-93	0.104420	0.061976	0.003841
55	Ago-93	0.077399	0.034954	0.001222
56	Sep-93	0.019757	-0.022687	0.000514
57	Oct-93	0.093953	0.051509	0.002653
58	Nov-93	0.109941	0.067497	0.004556
59	Dic-93	0.188078	0.145633	0.021209
60	Ene-94	0.038265	-0.004179	0.000017
			0.000000	0.973022

RENDIMIENTO PROMEDIO DEL PERÍODO A = 0.042444 = 4.24 %

respecto de su media. En este caso, la sumatoria de las desviaciones cuadradas (SCD) es de 0.973022 .

Para conocer la varianza de CEMEX-A para el período A se debe dividir la sumatoria de las desviaciones cuadradas entre el número de elementos de la muestra considerando la pérdida de un grado de libertad <sup>9</sup>, es decir, (n - 1). Se tiene entonces que:

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= 0.973022 / (60 - 1) \\ &= 0.973022 / 59 \\ &= 0.016492\end{aligned}$$

Como la varianza se encuentra expresada en términos cuadráticos su interpretación resulta confusa. Para devolver la magnitud original a los términos se obtiene la raíz cuadrada de la varianza, o sea, la desviación estándar.

$$\begin{aligned}\sigma &= 0.016492^{(1/2)} \\ &= 0.128421 = 12.84\%\end{aligned}$$

Lo cual quiere decir que los rendimientos de CEMEX-A durante el período A se ubican entre + y - 12.84 puntos porcentuales respecto del rendimiento mensual promedio de 4.24 %. Es decir, entre - 8.6 % [4.24 - 12.84] y +17.08 % [4.24 + 12.84] .

Para una distribución que tiende a normal, un 60 % de los datos se concentran en un rango de más/menos una desviación estándar y aproximadamente 90 % de los datos en más/menos dos desviaciones estándar.

Si en el mercado existiese una acción que pagase el mismo rendimiento que CEMEX-A, es decir, 4.24 % mensual pero cuya desviación estándar fuese mayor, por ejemplo de 15%, un inversionista sensato preferiría la acción de CEMEX-A puesto que ofrece el mismo rendimiento con un menor riesgo asociado. Por el contrario, si otra acción tuviese una desviación estándar menor, por ejemplo del 10 % y ofreciese el mismo rendimiento que CEMEX-A, el inversionista no tendría argumentos coherentes para

<sup>9</sup> Al introducir una pérdida de un grado de libertad la varianza resultante es más grande de lo que sería al dividir entre una muestra de 60 observaciones. Con ello se busca hacer un cálculo de la varianza conservador, puesto que esta deriva de datos históricos.

preferir CEMEX-A ya que ostenta un riesgo mayor sobre un mismo rendimiento. Cabe hacer valer aquí el famoso dicho de que vale más pájaro en mano.

En el supuesto de que una acción tuviese exactamente la misma desviación estándar que CEMEX-A, la decisión habría de estar en función del rendimiento ofrecido. Si CEMEX-A ofrece un rendimiento mayor que otra acción con un mismo nivel de riesgo, un inversionista debe preferir CEMEX-A y viceversa. Es decir, si de todas formas el inversionista va a tener el mismo grado de incertidumbre para obtener un rendimiento, más le valdría arriesgarse por el mayor.

A continuación se presentan los rendimientos promedios y sus respectivas desviaciones estándar para el mismo período A de una serie de valores, entre ellos, algunas otras acciones. Los datos necesarios para su cálculo ( precios promedio y dividendos pagados ) se encuentran en el Anexo A al final de este trabajo.

VALOR	RENDIMIENTO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
CEMEX-A	4.24 %	12.84 %
KIMBER-A	3.33 %	7.77 %
CIFRA-B	4.48 %	11.14 %
ALFA-A	0.23 %	10.78 %
CETES28	3.20 %	0.99 %

Con respecto a este cuadro, si el inversionista fuera un tomador de riesgo, seguramente elegiría la acción de CIFRA-B pues compensa su nivel de riesgo con un alto rendimiento. ¿Habría alguna razón por la que el inversionista deba preferir la acción de CEMEX-A a la de CIFRA.B ? Aparentemente no. CIFRA-B ostenta un menor riesgo y un rendimiento mayor. El rendimiento de ALFA-A, por su parte, deja mucho que desear. Por el contrario, si se tratase de un inversionista algo más conservador, la acción de KIMBER-A ofrece un rendimiento más modesto, pero al mismo tiempo un riesgo menor asociado. Si en definitiva el inversionista fuera totalmente averso al riesgo, los CETES a 28 días ofrecen un rendimiento mínimo con una desviación prácticamente nula, lo cual confirma los argumentos de que se trata de una tasa libre de riesgo.

En estas circunstancias, para hacer que la acción de CEMEX-A sea más atractiva para un inversionista se necesitaría cualquiera de los siguientes supuestos: (1) que la acción pague un rendimiento mayor manteniendo su nivel de riesgo; (2) que la acción disminuya su nivel de riesgo manteniendo su nivel de rendimiento; o, en el mejor de los casos, (3) que la acción aumente su nivel de rendimiento y disminuya al mismo tiempo su riesgo asociado.

El análisis de la dispersión de los rendimientos de una acción debe realizarse tanto mediante la comparación entre títulos diversos como con los cambios que presente la propia relación de riesgo / rentabilidad para cada acción en particular.

Los cuadros 2.5., 2.6., 2.7. 2.8. y 2.9. muestran las tablas resumen del análisis efectuado para CEMEX-A, KIMBER-A, CIFRA-B, ALFA-A y el mercado en su conjunto medido a través del IPC, respectivamente, para una serie de medidas de dispersión de períodos móviles de 60 meses desde enero de 1989 hasta diciembre de 1995 <sup>10</sup>. En ellos puede apreciarse una notable disminución en los rendimientos reales promedio entre el período A ( Febrero de 1989 a Enero de 1994 ) y al período X ( Enero de 1991 a Diciembre de 1995 ) que se deriva de una disminución generalizada en los rendimientos nominales <sup>11</sup> y, en gran medida, de los mayores niveles de inflación registrados durante 1995.

Entre el período A y el período X, tanto KIMBER-A como CIFRA-B disminuyeron su rendimiento mensual - de 3.33 % a 1.92 %, la primera; y de 4.48 % a 1.61 %, la segunda -, aunque compensaron éste manteniendo y reduciendo, respectivamente, su nivel de riesgo asociado - de 7.77 % a 7.81 %, la primera; y de 11.14 % a 10.38 %, la segunda. Cumpliéndose en este último caso aquello de que a menor riesgo, menor rentabilidad.

Los casos de ALFA-A y CEMEX-A son extremos. Mientras que la primera aumenta excepcionalmente su rendimiento de 0.23 % a 1.76 %, reduciendo además su riesgo asociado de 10.78 % a 9.30 %; la segunda disminuyó su rendimiento de 4.24 % a 2.92 %, aumentando su riesgo asociado de 12.84 % a 14.73 %. La explicación de estos fenómenos radica en la naturaleza de las entidades emisoras. CEMEX, S.A., entidad emisora de las acciones CEMEX-A, es una empresa de la industria de la construcción cuyos resultados son altamente sensibles a los períodos de recesión económica como el de 1995. Por el

<sup>10</sup> Los datos necesarios para el cálculo de estas tablas se encuentran en el Anexo A al final de este trabajo.

<sup>11</sup> Se deduce que esta disminución fue generalizada puesto que en la tabla 2.9. del Índice de Precios y Cotizaciones se aprecia el mismo fenómeno. No obstante, existen excepciones como el caso de ALFA-A que, a pesar de lo descrito, aumentó su rendimiento promedio y redujo su desviación estándar.

**CUADRO 2.5. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE DISPERSIÓN DE LOS RENDIMIENTOS** <sup>48</sup>

C I N I N A

	PERÍODO	RTO.NOM. PROCESADO	RTO.REAL PROCESADO	SCD	VAR. (s-1)	DESVEST
A	FEB.89-ENE.94	0.056185	0.042444	0.973022	0.016492	0.128421
B	MAR.89-FEB.94	0.057571	0.043963	0.974134	0.016511	0.128494
C	ABR.89-MAR.94	0.055034	0.041532	1.003470	0.017008	0.130415
D	MAY.89-ABR.94	0.049878	0.036584	1.058711	0.017944	0.133956
E	JUN.89-MAY.94	0.048769	0.035657	1.047129	0.017748	0.133221
F	JUL.89-JUN.94	0.042253	0.029320	1.022242	0.017326	0.131629
G	AGO.89-JUL.94	0.041922	0.029087	1.021864	0.017320	0.131604
H	SEP.89-AGO.94	0.045149	0.032383	1.059014	0.017949	0.133975
I	OCT.89-SEP.94	0.045884	0.033155	1.061315	0.017988	0.134121
J	NOV.89-OCT.94	0.046791	0.034203	1.050767	0.017810	0.133453
K	DIC.89-NOV.94	0.049474	0.036992	1.012762	0.017165	0.131017
L	ENE.90-DIC.94	0.047286	0.035231	1.033777	0.017522	0.132369
M	FEB.90-ENE.95	0.043651	0.031889	1.109347	0.018802	0.137122
N	MAR.90-FEB.95	0.039307	0.027370	1.135348	0.019243	0.138720
O	ABR.90-MAR.95	0.034325	0.022039	1.276917	0.021643	0.147114
P	MAY.90-ABR.95	0.040564	0.026890	1.307038	0.022153	0.148839
Q	JUN.90-MAY.95	0.040257	0.026113	1.289232	0.021851	0.147822
R	JUL.90-JUN.95	0.037208	0.022990	1.302726	0.022080	0.148594
S	AGO.90-JUL.95	0.041651	0.027308	1.345123	0.022799	0.150992
T	SEP.90-AGO.95	0.046274	0.031861	1.285282	0.021784	0.147596
U	OCT.90-SEP.95	0.050371	0.035794	1.218398	0.020651	0.143704
V	NOV.90-OCT.95	0.044509	0.029934	1.254975	0.021271	0.145845
W	DIC.90-NOV.95	0.042185	0.027697	1.266807	0.021471	0.146531
X	ENE.91-DIC.95	0.043781	0.029226	1.280072	0.021696	0.147296

**RENTI R A**

PERIODO	RTO.NOM. PROMEDIO	RTO.REAL PROMEDIO	SCD	VAR. (s-1)	DESVEST	
A	FEB.89-ENE 94	0.046976	0.033322	0.356275	0.006039	0.077708
B	MAR.89-FEB 94	0.045930	0.032441	0.347765	0.005894	0.076774
C	ABR.89-MAR 94	0.043002	0.029628	0.354078	0.006001	0.077468
D	MAY.89-ABR 94	0.042600	0.029193	0.355635	0.006028	0.077638
E	JUN.89-MAY 94	0.044594	0.031526	0.359611	0.006095	0.078071
F	JUL.89-JUN 94	0.043749	0.030806	0.360215	0.006105	0.078137
G	AGO.89-JUL 94	0.042175	0.029341	0.353931	0.005999	0.077452
H	SEP.89-AGO 94	0.041149	0.028410	0.349398	0.005922	0.076954
I	OCT.89-SEP 94	0.040373	0.027683	0.348737	0.005911	0.076882
J	NOV.89-OCT 94	0.040302	0.027767	0.348156	0.005901	0.076818
K	DIC.89-NOV 94	0.040160	0.027760	0.348224	0.005902	0.076825
L	ENE.90-DIC 94	0.037805	0.025837	0.368415	0.006244	0.079021
M	FEB.90-ENE 95	0.036034	0.024300	0.381929	0.006473	0.080457
N	MAR.90-FEB 95	0.032259	0.020323	0.388147	0.006579	0.081110
O	ABR.90-MAR 95	0.031148	0.018596	0.394150	0.006681	0.081734
P	MAY.90-ABR 95	0.032436	0.018712	0.395058	0.006696	0.081828
Q	JUN.90-MAY 95	0.032188	0.018063	0.393636	0.006672	0.081681
R	JUL.90-JUN 95	0.033733	0.019418	0.384385	0.006515	0.080716
S	AGO.90-JUL 95	0.033640	0.019283	0.381472	0.006466	0.080409
T	SEP.90-AGO 95	0.035074	0.020699	0.376619	0.006383	0.079896
U	OCT.90-SEP 95	0.035948	0.021452	0.376128	0.006375	0.079844
V	NOV.90-OCT 95	0.035142	0.020554	0.374413	0.006346	0.079652
W	DIC.90-NOV 95	0.034768	0.020220	0.374750	0.006352	0.079698
X	ENE.91-DIC 95	0.033740	0.019207	0.360271	0.006106	0.078143



**CUADRO 2.7. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE DISPERSIÓN DE LOS RENDIMIENTOS**

**CIRAB**

	<b>PERÍODO</b>	<b>RTO.NOM. PROMEDIO</b>	<b>RTO.REAL PROMEDIO</b>	<b>SCD</b>	<b>VAR. (σ-1)</b>	<b>DESVEST</b>
<b>A</b>	FEB 89-ENE 94	0.058538	0.044853	0.732461	0.012415	0.111421
<b>B</b>	MAR 89-FEB 94	0.053792	0.040302	0.709192	0.012020	0.109637
<b>C</b>	ABR 89-MAR 94	0.049180	0.035825	0.677341	0.011480	0.107146
<b>D</b>	MAY 89-ABR 94	0.047758	0.034577	0.689411	0.011685	0.108097
<b>E</b>	JUN 89-MAY 94	0.047007	0.033993	0.687604	0.011654	0.107955
<b>F</b>	JUL 89-JUN 94	0.045789	0.032899	0.694371	0.011769	0.108485
<b>G</b>	AGO 89-JUL 94	0.045291	0.032495	0.696114	0.011799	0.108621
<b>H</b>	SEP 89-AGO 94	0.047803	0.035077	0.707106	0.011985	0.109475
<b>I</b>	OCT 89-SEP 94	0.046381	0.033712	0.699610	0.011858	0.108894
<b>J</b>	NOV 89-OCT 94	0.044194	0.031704	0.707208	0.011987	0.109483
<b>K</b>	DIC 89-NOV 94	0.045242	0.032872	0.691141	0.011714	0.108232
<b>L</b>	ENE 90-DIC 94	0.049284	0.037176	0.594505	0.010076	0.100381
<b>M</b>	FEB 90-ENE 95	0.044494	0.032750	0.620444	0.010516	0.102548
<b>N</b>	MAR 90-FEB 95	0.039599	0.027716	0.684760	0.011606	0.107732
<b>O</b>	ABR 90-MAR 95	0.038233	0.025684	0.671874	0.011388	0.106713
<b>P</b>	MAY 90-ABR 95	0.036971	0.023242	0.618981	0.010491	0.102427
<b>Q</b>	JUN 90-MAY 95	0.035185	0.021127	0.633573	0.010739	0.103627
<b>R</b>	JUL 90-JUN 95	0.033550	0.019380	0.638927	0.010829	0.104064
<b>S</b>	AGO 90-JUL 95	0.033318	0.019110	0.634825	0.010760	0.103729
<b>T</b>	SEP 90-AGO 95	0.031036	0.016872	0.660348	0.011192	0.105794
<b>U</b>	OCT 90-SEP 95	0.032035	0.017753	0.653975	0.011084	0.105282
<b>V</b>	NOV 90-OCT 95	0.028929	0.014599	0.660452	0.011194	0.105802
<b>W</b>	DIC 90-NOV 95	0.031541	0.017175	0.636944	0.010796	0.103902
<b>X</b>	ENE 91-DIC 95	0.030457	0.016109	0.636309	0.010785	0.103850

**CUADRO 2.8. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE DISPERSIÓN DE LOS RENDIMIENTOS** <sup>51</sup>



	PERÍODO	RTQ.NORM. PROCESADO	RTQ.REAL PROCESADO	SCD	VAR. (n-1)	DESVEST
<b>A</b>	FEB.89-ENE.94	0.015514	0.002286	0.685291	0.011615	0.107773
<b>B</b>	MAR.89-FEB.94	0.016042	0.002954	0.688428	0.011668	0.108200
<b>C</b>	ABR.89-MAR.94	0.015762	0.002762	0.689474	0.011686	0.108102
<b>D</b>	MAY.89-ABR.94	0.013964	0.001155	0.683057	0.011577	0.107598
<b>E</b>	JUN.89-MAY.94	0.010438	-0.002173	0.643509	0.010907	0.104436
<b>F</b>	JUL.89-JUN.94	0.007138	-0.005313	0.586476	0.009940	0.099701
<b>G</b>	AGO.89-JUL.94	0.004896	-0.007436	0.554239	0.009394	0.096922
<b>H</b>	SEP.89-AGO.94	0.006548	-0.005709	0.569791	0.009657	0.098272
<b>I</b>	OCT.89-SEP.94	0.010231	-0.002007	0.644620	0.010926	0.104526
<b>J</b>	NOV.89-OCT.94	0.010406	-0.001669	0.646509	0.010958	0.104679
<b>K</b>	DIC.89-NOV.94	0.012278	0.000325	0.643640	0.010909	0.104447
<b>L</b>	ENE.90-DIC.94	0.009040	-0.002444	0.648951	0.010999	0.104877
<b>M</b>	FEB.90-ENE.95	0.008860	-0.002449	0.648957	0.010999	0.104877
<b>N</b>	MAR.90-FEB.95	0.008635	-0.002987	0.648254	0.010987	0.104821
<b>O</b>	ABR.90-MAR.95	0.008220	-0.004055	0.646977	0.010966	0.104717
<b>P</b>	MAY.90-ABR.95	0.008429	-0.004918	0.642991	0.010898	0.104394
<b>Q</b>	JUN.90-MAY.95	0.013630	-0.000267	0.653342	0.011074	0.105231
<b>R</b>	JUL.90-JUN.95	0.020008	0.005803	0.582014	0.009865	0.099321
<b>S</b>	AGO.90-JUL.95	0.024972	0.010637	0.567418	0.009617	0.098068
<b>T</b>	SEP.90-AGO.95	0.028590	0.014202	0.520956	0.008830	0.093967
<b>U</b>	OCT.90-SEP.95	0.030740	0.016220	0.494880	0.008388	0.091585
<b>V</b>	NOV.90-OCT.95	0.028750	0.014167	0.508706	0.008622	0.092855
<b>W</b>	DIC.90-NOV.95	0.030410	0.015814	0.503396	0.008532	0.092370
<b>X</b>	ENE.91-DIC.95	0.032312	0.017641	0.510941	0.008660	0.093059

contrario, el Grupo Industrial ALFA, S.A. de C.V., emisora de las acciones ALFA-A, es una compañía controladora de empresas cuyos giros no se ven tan afectados por tales circunstancias, e incluso, algunas se benefician de éstas a consecuencia del aumento de sus exportaciones. Este par de casos evidencian la gran importancia del análisis fundamental al momento de efectuar inversiones en acciones.

El cuadro 2.9. muestra la tendencia general del mercado, se aprecia una disminución en los rendimientos promedio de 3.20 % a 1.35 %, acompañado, sin embargo, de un aumento en el nivel de riesgo asociado de 7.45 % a 8.45 % . Considerando el cambio en las condiciones económicas de los últimos años tales como la apertura comercial, la política económica y la crisis financiera estos resultados parecen lógicos.

Por último, y para finalizar la conceptualización de las diferencias entre activos arriesgados y activos sin riesgo, se presenta el cuadro 2.10, que muestra el análisis de dispersión para el caso de CETES a 28 días. Los rendimientos disminuyeron de 0.69 % a 0.29 %; en tanto que el "riesgo" asociado disminuyó de 0.99 % a 0.80 % . Como se recordará, los valores gubernamentales tienden a compensar sólo el valor de los recursos ajustado a la inflación esperada, lo que explica las variaciones mínimas mostradas.

INDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES

	PERIODO	RTO.NOM. PERIODO	ESP.NOM. PERIODO	RCO	VAR. (N-1)	DESVEZT
A	FEB.89-ENE.94	0.045655	0.032024	0.327709	0.005554	0.074528
B	MAR.89-FEB.94	0.046311	0.032815	0.326595	0.005536	0.074401
C	ABR.89-MAR.94	0.044359	0.030966	0.343020	0.005814	0.076249
D	MAY.89-ABR.94	0.040342	0.027155	0.357346	0.006057	0.077825
E	JUN.89-MAY.94	0.038845	0.025836	0.347508	0.005890	0.076746
F	JUL.89-JUN.94	0.035375	0.022522	0.319284	0.005412	0.073564
G	AGO.89-JUL.94	0.033978	0.021229	0.318793	0.005403	0.073507
H	SEP.89-AGO.94	0.035738	0.023066	0.334623	0.005672	0.075310
I	OCT.89-SEP.94	0.034617	0.021998	0.329804	0.005590	0.074766
J	NOV.89-OCT.94	0.034003	0.021544	0.332333	0.005633	0.075052
K	DIC.89-NOV.94	0.034654	0.022318	0.322330	0.005463	0.073914
L	ENE.90-DIC.94	0.032621	0.020731	0.328803	0.005573	0.074652
M	FEB.90-ENE.95	0.029741	0.018128	0.354287	0.006005	0.077491
N	MAR.90-FEB.95	0.025909	0.014119	0.391179	0.006630	0.081426
O	ABR.90-MAR.95	0.023868	0.011540	0.418457	0.007092	0.084217
P	MAY.90-ABR.95	0.025519	0.012017	0.421791	0.007149	0.084552
Q	JUN.90-MAY.95	0.023334	0.009464	0.396885	0.006727	0.082017
R	JUL.90-JUN.95	0.023103	0.009085	0.397713	0.006741	0.082103
S	AGO.90-JUL.95	0.025721	0.011613	0.422827	0.007167	0.084655
T	SEP.90-AGO.95	0.026955	0.012834	0.417106	0.007070	0.084081
U	OCT.90-SEP.95	0.028851	0.014599	0.401614	0.006807	0.082505
V	NOV.90-OCT.95	0.026648	0.012336	0.416018	0.007051	0.083971
W	DIC.90-NOV.95	0.026475	0.012198	0.415797	0.007047	0.083949
X	ENE.91-DIC.95	0.027845	0.013509	0.421365	0.007142	0.084509

CI 11828

PERÍODO	RTO.NOM. PROMEDIO	RTO.REAL PROMEDIO	SCD	VAR. (N - 1)	DESVEST
---------	----------------------	----------------------	-----	-----------------	---------

A	FEB.89-ENE.94	0.020176	0.006880	0.005886	0.000100	0.009988
B	MAR.89-FEB.94	0.019654	0.006503	0.005541	0.000094	0.009691
C	ABR.89-MAR.94	0.019139	0.006084	0.005119	0.000087	0.009315
D	MAY.89-ABR.94	0.018645	0.005765	0.004876	0.000083	0.009091
E	JUN.89-MAY.94	0.018200	0.005477	0.004515	0.000077	0.008748
F	JUL.89-JUN.94	0.017739	0.005137	0.004005	0.000068	0.008239
G	AGO.89-JUL.94	0.017214	0.004710	0.003183	0.000054	0.007344
H	SEP.89-AGO.94	0.016814	0.004396	0.002682	0.000045	0.006743
I	OCT.89-SEP.94	0.016545	0.004170	0.002511	0.000043	0.006524
J	NOV.89-OCT.94	0.016279	0.004067	0.002455	0.000042	0.006451
K	DIC.89-NOV.94	0.015964	0.003899	0.002330	0.000039	0.006284
L	ENE.90-DIC.94	0.015640	0.003988	0.002279	0.000039	0.006214
M	FEB.90-ENE.95	0.015376	0.003902	0.002513	0.000043	0.006527
N	MAR.90-FEB.95	0.015331	0.003541	0.002747	0.000047	0.006823
O	ABR.90-MAR.95	0.015280	0.002832	0.003372	0.000057	0.007560
P	MAY.90-ABR.95	0.015589	0.002100	0.003677	0.000062	0.007894
Q	JUN.90-MAY.95	0.015983	0.002082	0.003646	0.000062	0.007862
R	JUL.90-JUN.95	0.016263	0.002198	0.003753	0.000064	0.007975
S	AGO.90-JUL.95	0.016456	0.002350	0.003921	0.000066	0.008152
T	SEP.90-AGO.95	0.016595	0.002493	0.004063	0.000069	0.008299
U	OCT.90-SEP.95	0.016664	0.002456	0.004040	0.000068	0.008275
V	NOV.90-OCT.95	0.016708	0.002396	0.004007	0.000068	0.008241
W	DIC.90-NOV.95	0.016843	0.002559	0.003991	0.000068	0.008225
X	ENE.91-DIC.95	0.017207	0.002896	0.003816	0.000065	0.008043

## 2.4. LA TEORÍA DE LAS CARTERAS DE INVERSIÓN

Hasta este punto se ha supuesto que la decisión de inversión en acciones se realiza de manera excluyente; es decir, el inversionista decide entre una u otra acción de acuerdo con sus rendimientos esperados y sus riesgos asociados. De esta forma, en octubre de 1996 un inversionista podría elegir en el mercado principal de entre 142 empresas con 188 series de acciones inscritas en la Bolsa Mexicana de Valores. El cuadro 2.11. muestra la integración de estas acciones de acuerdo con el sector al que pertenecen.

CUADRO 2.11. INTEGRACIÓN DEL MERCADO PRINCIPAL (OCTUBRE 1996)

SECTOR	SERIES	EMPRESAS
Industria extractiva	4	3
Industria de la transformación	50	46
Industria de la construcción	16	13
Comercio	21	15
Comunicaciones y transportes	10	8
Servicios (No Financieros)	7	6
Servicios financieros	22	16
Varios	58	35
<b>TOTAL</b>	<b>188</b>	<b>142</b>

En la realidad, no existen limitaciones importantes para que un mismo inversionista compre acciones de dos o más compañías diferentes. Cuando un inversionista adquiere acciones de diversas compañías forma lo que se conoce como una **cartera o portafolio de inversión**. ¿Porqué razones podría un inversionista estar interesado en invertir en más de un tipo de acciones en el mercado? Lo que resta de este capítulo se dedica a resolver este cuestionamiento, basándose en los estudios efectuados por Harry Markowitz <sup>12</sup>.

### 2.4.1. EL RENDIMIENTO DE UNA CARTERA DE TÍTULOS

Considérese el siguiente ejemplo: tres inversionistas, los cuales se denotarán por las letras A, B y C, decidieron efectuar una inversión en acciones en abril de 1990. El

<sup>12</sup> H.M. Markowitz "Portfolio selection"; Journal of Finance, marzo, 1952. La relativa longevidad de los estudios de Markowitz no significa de ninguna manera obsolescencia de sus conclusiones, sino mas bien resalta su fortaleza que las ha mantenido a lo largo de las últimas décadas hasta nuestros días.

inversionista A adquirió exclusivamente acciones CEMEX-A; el inversionista B adquirió exclusivamente acciones KIMBER-A; y el inversionista C adquirió con el 50 % de su inversión acciones CEMEX-A y con el otro 50 % acciones KIMBER-A. ¿Cuál de ellos tuvo el mejor desempeño en su inversión ?

El gráfico 2.3. contiene los rendimientos mensuales promedio experimentados en el transcurso de cuatro meses, contados a partir de mayo de 1990, para las acciones de CEMEX-A y KIMBER-A; asimismo, contiene los rendimientos mensuales de dicho período para la cartera del inversionista C.

El rendimiento de una cartera se calcula como un promedio ponderado de las rentabilidades de las acciones que integran la cartera. La fórmula general es:

$$r = W_1X_1 + W_2X_2 + \dots + W_nX_n$$

donde

$r$  = rendimiento de la cartera

$W_n$  = proporción de la inversión total en el título  $n$

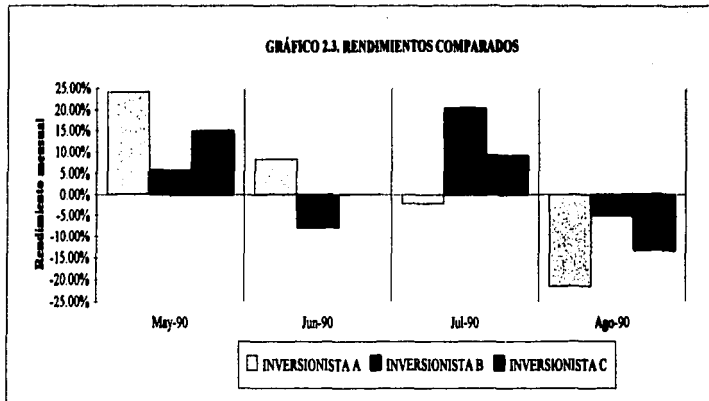
$X_n$  = rendimiento del título  $n$

Por ejemplo, el rendimiento de la cartera del inversionista C para mayo de 1990 se obtiene como a continuación se indica:

$$\begin{aligned} r &= W_{\text{CEMEXA}}X_{\text{CEMEXA}} + W_{\text{KIMBERA}}X_{\text{KIMBERA}} \\ &= (0.50)(0.2408) + (0.50)(0.0561) \\ &= 0.1484 = 14.84\% \end{aligned}$$

Hay algunas consideraciones interesantes en el gráfico 2.3. Para comenzar estos cuatro meses muestran todas las posibles combinaciones de los rendimientos de CEMEX-A y KIMBER-A; es decir, en mayo ambas acciones obtuvieron un rendimiento positivo, durante junio y julio una de las acciones obtuvo un rendimiento positivo mientras que la otra lo obtuvo negativo, en tanto que en agosto ambas acciones obtuvieron un rendimiento negativo. El comportamiento de los rendimientos de estas acciones durante estos cuatro meses es más bien inusual. Como se verá más adelante la generalidad de las acciones se encuentran positiva, aunque no perfectamente correlacionadas; esto es, se mueven en una misma dirección aunque no en las mismas proporciones.

GRÁFICO 2.3. RENDIMIENTOS COMPARADOS



MES	INVERSIONISTA A	INVERSIONISTA B	INVERSIONISTA C
May-90	24.08%	5.61%	14.84%
Jun-90	8.22%	-7.88%	0.17%
Jul-90	-2.26%	20.29%	9.02%
Ago-90	-21.65%	-5.11%	-13.38%



¿ Qué rendimiento obtuvieron en agosto de 1990 cada uno de estos inversionistas por cada peso invertido en abril de ese mismo año ? A continuación se muestra el cálculo de los rendimientos:

$$\text{Inversionista A} = (1.2408)(1.0822)(0.9774)(0.7835) = 1.0283 - 1 = 0.0283 = 2.83 \%$$

$$\text{Inversionista B} = (1.0561)(0.9212)(1.2029)(0.9489) = 1.1105 - 1 = 0.1105 = 11.05 \%$$

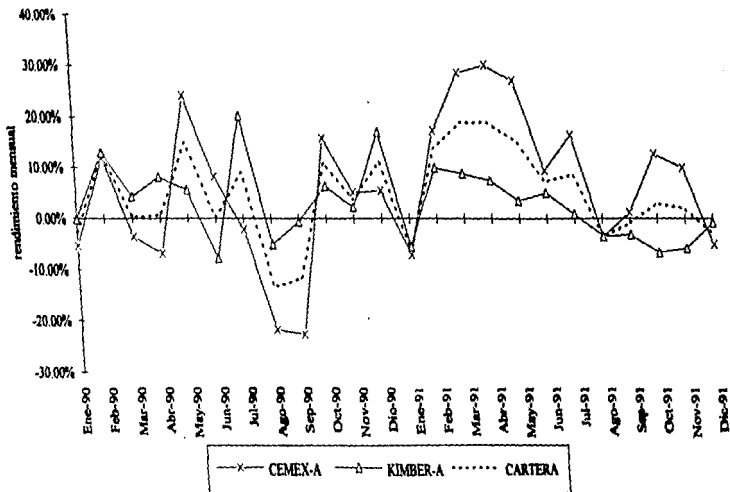
$$\text{Inversionista C} = (1.1484)(1.0017)(1.0902)(0.8662) = 1.0863 - 1 = 0.0863 = 8.63 \%$$

La cartera del inversionista C superó en rendimiento a la inversión en acciones CEMEX-A del inversionista A; sin embargo, la inversión en KIMBER-A del inversionista B tuvo todavía un mejor desempeño que dicha cartera.

De acuerdo con estos resultados, el inversionista A estaría dispuesto a modificar su inversión, pero ¿porqué ganar solamente el 8.63 % de la cartera si se puede ganar el 11.05% sólo con acciones KIMBER-A? El inversionista B, por su parte, tendría que renunciar a valiosos puntos porcentuales de su rendimiento si cambiase su inversión por la de la cartera. En este momento sería una tarea muy difícil tratar de convencer a cualquiera de los dos de que la mejor inversión es la del inversionista C. No obstante, si se extiende el período de tiempo en que se analizan los rendimientos se pueden apreciar sus beneficios.

El gráfico 2.4. muestra los rendimientos mensuales de estas inversiones para el período comprendido entre enero de 1990 y diciembre de 1991, o sea dos años. La línea punteada que representa la inversión en la cartera se ubica siempre entre las líneas de CEMEX-A y KIMBER-A. Estas últimas se cruzan varias veces durante el período analizado. Así, cuando es CEMEX-A quien se encuentra arriba, el inversionista A está satisfecho; por el contrario, cuando se encuentra abajo, el inversionista B está satisfecho. El inversionista C nunca se encuentra ni tan arriba ni tan abajo como cualquiera de las dos acciones por sí solas, lo que sugiere que la variabilidad de sus rendimientos es menor. El lector debe tomar con cierto escepticismo esta última afirmación; después de todo, no es posible determinar a simple vista en el gráfico 2.4. que la variabilidad de los rendimientos de esta cartera realmente sea menor. En el apartado siguiente se demuestra que el riesgo de una cartera es generalmente menor que el promedio ponderado del riesgo de los títulos que la integran.

GRÁFICO 24. RENDIMIENTOS COMPARADOS (ENE.1990/DIC.1991)



De los apartados anteriores se sabe que la variabilidad de los rendimientos de los títulos es equiparable a su riesgo asociado, luego entonces, invertir en más de una acción contribuye a disminuir el riesgo en la inversión; esto, mencionado aquí a grosso modo, es lo que constituye los llamados efectos de la diversificación.

## **2.4.2. VALORACIÓN DEL RIESGO DE UNA CARTERA DE TÍTULOS**

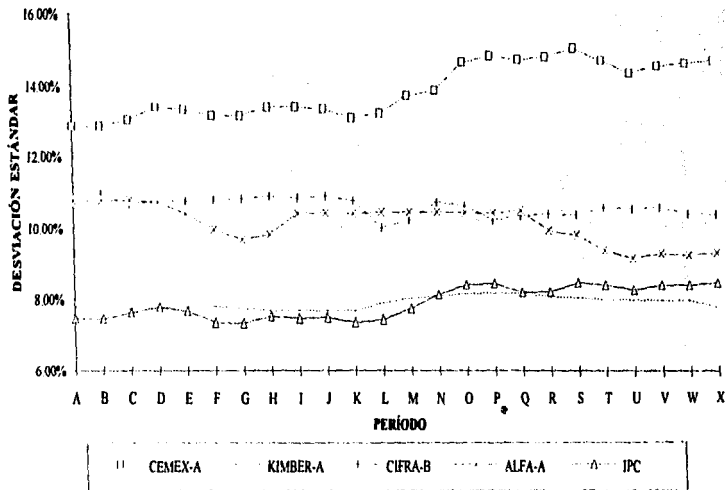
Existen al menos dos formas de comprobar que generalmente la variabilidad de los rendimientos de una cartera de títulos es menor que la variabilidad de los rendimientos de acciones particulares.

La primera consiste en retomar los datos de los cuadros 2.5., 2.6., 2.7., 2.8. y 2.9. en donde se calcula la desviación estándar - la medida del riesgo de los títulos individuales - para CEMEX-A, KIMBER-A, CIFRA-B, ALFA-A y el mercado en su conjunto medido a través del IPC, respectivamente, para una serie de períodos móviles de 60 meses desde enero de 1989 hasta diciembre de 1995. El gráfico 2.5. muestra estos valores en forma comparativa.

Recuérdese que el IPC es precisamente una cartera formada por las acciones de empresas representativas del mercado en su conjunto; para ser más precisos, el IPC se compone de alrededor de 37 series de acciones de 30 empresas. Expuesto lo anterior, se comprende que no es obra de la casualidad el hecho de que la línea que representa el riesgo asociado del IPC, es decir, su desviación estándar, sea aquella que se encuentra generalmente por debajo de las demás líneas que corresponden a acciones particulares. Cabe recalcar que este fenómeno se observa en la generalidad de las acciones; no obstante existen, como se afirmó con anterioridad, acciones menos riesgosas que el mercado en su conjunto, como KIMBER-A en ciertas ocasiones.

La segunda manera de comprobar la menor variabilidad de los rendimientos de una cartera es calcular el riesgo para una cartera específica. La intuición indica que si el rendimiento de una cartera es igual al promedio ponderado de los rendimientos de los títulos que la integran, la desviación estándar de una cartera debería ser igual al promedio ponderado de las desviaciones estándar de los títulos que la integran.

GRÁFICO 2.5. DESVIACIONES ESTÁNDAR HISTÓRICAS



Supóngase que un inversionista desea invertir en una cartera conformada por 50 % de acciones CEMEX-A y 50 % de acciones KIMBER-A en febrero de 1994. Considérense los datos que se conocen hasta el momento relativos al período A que se extiende desde febrero de 1989 hasta enero de 1994 <sup>13</sup>. Se sabe que el rendimiento mensual promedio de CEMEX-A fue de 0.042444 ( 4.24 % ) y el de KIMBER-A fue de 0.033322 ( 3.33 % ), por lo que el rendimiento promedio de la cartera es:

$$\begin{aligned} r &= W_{\text{CEMEXA}}X_{\text{CEMEXA}} + W_{\text{KIMBERA}}X_{\text{KIMBERA}} \\ &= (0.50)(0.042444) + (0.50)(0.033322) \\ &= 0.021222 + 0.016661 \\ &= 0.037883 \approx 3.79\% \end{aligned}$$

Por otra parte, y siguiendo a la intuición, la desviación estándar de CEMEX-A para el período A fue de 0.128421 ( 12.84 % ) y la de KIMBER-A fue de 0.077708 ( 7.77 % ); por lo tanto, la desviación estándar ponderada es:

$$\begin{aligned} \sigma &= W_{\text{CEMEXA}}\sigma_{\text{CEMEXA}} + W_{\text{KIMBERA}}\sigma_{\text{KIMBERA}} \\ &= (0.50)(0.128421) + (0.50)(0.077708) \\ &= 0.064211 + 0.038854 \\ &= 0.103065 = 10.31\% \end{aligned}$$

¿ Es realmente la desviación estándar ponderada la medida que se está buscando ?

Un poco de reflexión sobre esta medida recién calculada puede revelar que la intuición no es siempre una buena consejera. ¿ Cumple la desviación estándar ponderada su objetivo de medir la variabilidad media de los rendimientos de la cartera ? En cierta forma sí lo hace, pero de una manera imperfecta. La desviación estándar ponderada contempla la variabilidad de los rendimientos de CEMEX-A y de KIMBER-A en sus proporciones relevantes; sin embargo, no considera que parte de dichas variabilidades se explica conjuntamente; es decir, hay ciertas ocasiones en que la dispersión de los rendimientos tanto de CEMEX-A como de KIMBER-A se efectúa en distintos sentidos y, por lo tanto, la parte que se compensa de ambos movimientos puede considerarse como una disminución en su variabilidad como cartera.

<sup>13</sup> Se ha venido usando indistintamente enero o febrero de 1989 como el mes de inicio del período A; lo anterior en realidad no afecta las conclusiones que se obtienen puesto que una acción comprada en enero obtiene su rendimiento mensual en febrero, de tal forma que lo importante es que se trata de una muestra de 60 rendimientos mensuales.

Pues bien, para medir la variabilidad de los rendimientos de una cartera de títulos se requiere: (1) considerar la variabilidad de los rendimientos de los títulos particulares por sí mismos y, (2) determinar qué cantidad de dichas variabilidades puede explicarse de manera conjunta; es decir, cuánto covarian los títulos.

Para el punto 1 basta determinar la dispersión de los rendimientos para cada acción en particular tal y como se efectuó en el apartado 2.3.1.; en tanto que para el punto 2 se necesita una medida que indique cómo se relacionan las dispersiones de los títulos particulares. Esta clase de medidas se estudian en los apartados siguientes.

#### 2.4.2.1. LA COVARIANZA DE DOS TÍTULOS

La varianza conjunta de dos títulos se calcula mediante el uso de una medida estadística conocida como **covarianza** ( $\sigma_{ij}$ ). La covarianza mide la dispersión de los rendimientos de dos títulos respecto de sus medias aritméticas como si se tratase de un solo título. La covarianza se define como la sumatoria del producto de las desviaciones de los rendimientos de dos títulos respecto de su rendimiento promedio dividida entre el número de observaciones de la muestra con la pérdida de un grado de libertad.

Se procede a continuación a desglosar la definición en su propia metodología para la cartera de 50 % de CEMEX-A y 50 % de KIMBER-A del apartado anterior.

Para comenzar se necesita conocer cada una de las desviaciones de los rendimientos mensuales del rendimiento promedio para cada una de las acciones que integran la cartera. Las desviaciones de los rendimientos de CEMEX-A para el periodo A se calcularon, como se recordará, en el apartado 2.3.1. (ver cuadro 2.4.). En el cuadro 2.12. se calculan las desviaciones de los rendimientos mensuales de la acción KIMBER-A para el periodo A. Así, resolviendo en el caso de KIMBER-A para noviembre de 1992 se tiene que la desviación de dicho mes fue de:

$$\begin{aligned} (Y_n - Y) &= Y_{\text{nov92}} - Y \\ &= 0.078147 - 0.033322 \\ &= 0.044825 \end{aligned}$$

En el cuadro 2.13. se incluyen tanto las desviaciones de KIMBER-A como las desviaciones de CEMEX-A, de tal manera que es posible calcular el producto de las

CUADRO 2.12. DESVIACIONES DE LOS RENDIMIENTOS DE KIMBER-A, PERIODO A

	RENTA MENSUAL	RENTA ANUAL EAC	RENTA PERIODO A
1	Feb-89	0.139815	0.106493
2	Mar-89	0.096741	0.063419
3	Abr-89	-0.018688	-0.032010
4	May-89	-0.018003	-0.031323
5	Jun-89	0.045783	0.012461
6	Jul-89	0.109766	0.076444
7	Ago-89	0.097382	0.064060
8	Sep-89	0.037423	0.024101
9	Oct-89	-0.032842	-0.066163
10	Nov-89	-0.054433	-0.087755
11	Dic-89	-0.003042	-0.036364
12	Ene-90	-0.002090	-0.035412
13	Feb-90	0.128583	0.095261
14	Mar-90	0.042310	0.030998
15	Abr-90	0.060702	0.047380
16	May-90	0.056106	0.022784
17	Jun-90	-0.078810	-0.112132
18	Jul-90	0.202931	0.169609
19	Ago-90	-0.051056	-0.084377
20	Sep-90	-0.006936	-0.040238
21	Oct-90	0.063855	0.030533
22	Nov-90	0.021090	-0.011331
23	Dic-90	0.169115	0.133833
24	Ene-91	-0.055188	-0.088510
25	Feb-91	0.100201	0.066879
26	Mar-91	0.088779	0.055457
27	Abr-91	0.074053	0.040731
28	May-91	0.033918	0.001596
29	Jun-91	0.049920	0.016398
30	Jul-91	0.008243	-0.025079
31	Ago-91	-0.034090	-0.067412
32	Sep-91	-0.031730	-0.065052
33	Oct-91	-0.064030	-0.101352
34	Nov-91	-0.059683	-0.093007
35	Dic-91	-0.007943	-0.041267
36	Ene-92	0.088504	0.053182
37	Feb-92	0.081736	0.050434
38	Mar-92	0.056272	0.022950
39	Abr-92	0.012118	-0.021204
40	May-92	-0.244394	-0.277716
41	Jun-92	0.098287	0.064965
42	Jul-92	0.010196	-0.023126
43	Ago-92	-0.049606	-0.082928
44	Sep-92	-0.091546	-0.124868
45	Oct-92	0.189136	0.153814
46	Nov-92	0.078147	0.044825
47	Dic-92	0.036353	0.003031
48	Ene-93	0.009178	-0.024144
49	Feb-93	-0.094162	-0.127484
50	Mar-93	-0.032441	-0.063763
51	Abr-93	0.036670	0.023248
52	May-93	0.015874	-0.017448
53	Jun-93	0.055231	0.021909
54	Jul-93	0.102248	0.068926
55	Ago-93	0.083114	0.049792
56	Sep-93	0.035676	0.002354
57	Oct-93	0.127923	0.094601
58	Nov-93	0.081626	0.048304
59	Dic-93	0.073813	0.040491
60	Ene-94	0.072254	0.038932
			0.033322

RENTIMIENTO PROMEDIO DEL PERIODO A = 0.033322 = 3.33 %

desviaciones para los 60 meses del período en cuestión. El producto de las desviaciones para noviembre de 1992 es, por ejemplo:

$$\begin{aligned} (X_{\text{nov92}} - X) (Y_{\text{nov92}} - Y) &= (-0.019405) (0.044825) \\ &= -0.000870 \end{aligned}$$

La racionalidad detrás de este cálculo consiste en equiparar el producto de las desviaciones de dos títulos distintos, al cálculo que se hace al elevar al cuadrado la desviación de los rendimientos cuando se busca la varianza de un título. Es decir, la expresión  $(X_n - X)^2$  es a la varianza lo que la expresión  $[(X_n - X) (Y_n - Y)]$  es a la covarianza.

Como se puede apreciar en el cuadro 2.13., la sumatoria de ambas columnas de desviaciones es igual a cero; sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la varianza, el producto de las desviaciones no es necesariamente un número positivo, de tal suerte que la sumatoria del producto de las desviaciones tampoco tiene que ser necesariamente positiva. Como se verá en el siguiente apartado el signo de esta sumatoria indica las características de la relación entre los rendimientos de ambos títulos. Por lo pronto, la sumatoria del producto de las desviaciones de CEMEX-A y KIMBER-A sí es positiva para el caso del período A, siendo de 0.265201 .

Para poder expresarla en las mismas magnitudes que la varianza, se debe dividir esta sumatoria entre el número de observaciones de la muestra con la pérdida de un grado de libertad, o sea  $(n - 1)$ , obteniéndose:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{CEMEXA} / \text{KIMBERA}} &= 0.265201 / (60 - 1) \\ &= 0.265201 / 59 \\ &= 0.004495 \end{aligned}$$

Esta es la cantidad que explica la variabilidad conjunta de estas dos acciones para el período A. Carece de significación calcular la raíz cuadrada de esta cifra puesto que la dispersión que representa no está realmente expresada en términos cuadráticos; su interpretación resulta más clara si se prosiguen los cálculos hacia otra importante medida: el coeficiente de correlación de Pearson.



CUADRO 2.13. PRODUCTO DE LAS DESVIACIONES DE LOS RENDIMIENTOS DE CEMEX-A Y KIMBER-A, PERÍODO A

MES/AÑO	DESV. EST. A		PRODUCTO DESV.	
	CEMEX-A	KIMBER-A		
1	Feb-89	-0.038690	0.106493	-0.004120
2	Mar-89	-0.027331	0.063419	-0.001733
3	Abr-89	0.052011	-0.052010	-0.002705
4	May-89	0.125617	-0.012425	-0.003447
5	Jun-89	0.212897	0.012461	0.002653
6	Jul-89	0.007256	0.076444	0.000555
7	Ago-89	-0.016690	0.064060	-0.001069
8	Sep-89	-0.008012	0.024101	-0.000193
9	Oct-89	-0.124092	-0.096163	0.008210
10	Nov-89	-0.230485	-0.087755	0.017809
11	Dic-89	-0.052997	-0.036364	0.001927
12	Ene-90	-0.097064	-0.035412	0.003437
13	Feb-90	0.074825	0.095261	0.007128
14	Mar-90	-0.079124	0.008988	-0.000711
15	Abr-90	-0.111762	0.047380	-0.005295
16	May-90	0.198328	0.022784	0.004519
17	Jun-90	0.039785	-0.112132	-0.004461
18	Jul-90	-0.065027	0.169609	-0.011029
19	Ago-90	-0.228973	-0.084377	0.021852
20	Sep-90	-0.268322	-0.040258	0.010802
21	Oct-90	0.114209	0.030533	0.003487
22	Nov-90	0.009394	-0.011331	-0.000106
23	Dic-90	0.012391	0.135833	0.001683
24	Ene-91	-0.112728	-0.088510	0.009978
25	Feb-91	0.129744	0.066879	0.008677
26	Mar-91	0.243962	0.055457	0.013529
27	Abr-91	0.258796	0.040731	0.010541
28	May-91	0.228769	0.000596	0.000136
29	Jun-91	0.051671	0.016598	0.000858
30	Jul-91	0.121194	-0.025079	-0.003039
31	Ago-91	-0.078897	-0.067412	0.005319
32	Sep-91	-0.030815	-0.065052	0.002005
33	Oct-91	0.001933	-0.101352	-0.000607
34	Nov-91	0.056276	-0.093007	-0.005234
35	Dic-91	-0.095021	-0.041267	0.003921
36	Ene-92	0.141263	0.055182	0.007795
37	Feb-92	0.047268	0.050434	0.002384
38	Mar-92	0.062677	0.022950	0.000144
39	Abr-92	-0.087389	-0.021204	0.001853
40	May-92	-0.126835	-0.277716	0.035254
41	Jun-92	-0.092299	0.064965	-0.005996
42	Jul-92	-0.209411	-0.023126	0.004843
43	Ago-92	-0.241652	-0.082928	0.020040
44	Sep-92	-0.177925	-0.124868	0.022177
45	Oct-92	0.325368	0.155814	0.050697
46	Nov-92	-0.019405	0.044825	-0.000870
47	Dic-92	0.014100	0.003031	0.000043
48	Ene-93	0.011414	-0.024144	-0.000276
49	Feb-93	-0.157913	-0.127494	0.020131
50	Mar-93	-0.022672	-0.069762	0.001754
51	Abr-93	0.030050	0.023348	0.000702
52	May-93	-0.073601	-0.017448	0.001284
53	Jun-93	-0.048772	0.021909	-0.001069
54	Jul-93	0.061976	0.068926	0.004272
55	Ago-93	0.034954	0.049792	0.001740
56	Sep-93	-0.022687	0.002354	-0.000053
57	Oct-93	0.051509	0.094601	0.004873
58	Nov-93	0.067497	0.048304	0.003260
59	Dic-93	0.145633	0.040491	0.005897
60	Ene-94	-0.004179	0.038932	-0.000163
		0.000000	0.000000	0.265201

### 2.4.2.2. LA CORRELACIÓN DE DOS TÍTULOS

Al determinar la covarianza de dos títulos es posible conocer la cantidad de dispersión de sus rendimientos que se explica de manera conjunta. Esta variabilidad conjunta es sólo una parte de la variabilidad total, la otra parte está compuesta por las variabilidades exclusivas de cada título particular que conforma la cartera. Es decir, parte del riesgo de la cartera se origina de factores que afectan a todos los títulos que la integran, y otra parte del riesgo se origina por los factores que afectan a cada título de la cartera en particular. Un poco más adelante, en el apartado 2.4.3., se le dará nombre a estas dos porciones del riesgo.

Ahora bien, si se conocen las partes de un todo puede calcularse la proporción que cada una de ellas representa de la totalidad. Partiendo de la idea de que la covarianza es sólo una parte del riesgo total, cualquier cálculo de su proporción relativa no puede exceder de 1; es decir, del 100 %.

El coeficiente de correlación de Pearson ( $\rho$ ) es precisamente una medida de la proporción que guarda la porción del riesgo que se explica de manera conjunta - la covarianza - de la totalidad del riesgo, expresada ésta como el producto de las desviaciones estándar de los títulos particulares. Su fórmula es la siguiente:

$$\rho = \sigma_{i,j} / (\sigma_i)(\sigma_j)$$

donde

- $\rho$  = coeficiente de correlación
- $\sigma_{i,j}$  = covarianza de los títulos  $i, j$
- $\sigma_i$  = desviación estándar del título  $i$
- $\sigma_j$  = desviación estándar del título  $j$

El denominador de esta fórmula siempre es positivo porque corresponde básicamente al producto de dos expresiones que provienen de términos cuadráticos, o sea, de las varianzas de cada título en lo particular. El numerador, en cambio, puede ser positivo o negativo puesto que la covarianza de dos títulos puede adoptar cualquiera de dichos valores. Lo anterior implica que depende exclusivamente del signo de la covarianza el que el coeficiente de correlación sea positivo o negativo.

Recuérdese que la covarianza se obtiene a través del producto de las desviaciones de los títulos. Las reglas de los signos son muy claras al respecto: el producto de dos valores con el mismo signo es siempre positivo; el producto de dos valores con distinto signo es siempre negativo. Luego entonces, la covarianza tenderá a ser negativa cuando las desviaciones de los rendimientos de los títulos involucrados se muevan en opuestas direcciones; por el contrario, la covarianza tenderá a ser positiva cuando las desviaciones se efectúen en el mismo sentido.

Supóngase ahora que la dispersión de los rendimientos se efectúa en un mismo sentido y en proporciones idénticas siempre para ambos títulos, puede afirmarse entonces que la totalidad del riesgo se explica de manera conjunta; es decir, se tendría una correlación positiva perfecta, por lo que  $\rho = 1$ . En este caso, el valor de la covarianza sería idéntico al del producto de las desviaciones estándar de los títulos particulares, y, como consecuencia, la desviación estándar de la cartera sería exactamente igual a la de éstos.

Por el contrario, si la dispersión de los rendimientos se efectuara en sentidos opuestos y en proporciones idénticas siempre para ambos títulos, se estaría en presencia de una correlación perfecta negativa, por lo que  $\rho = -1$ . En estas circunstancias, cuando uno de los títulos gana, el otro pierde, ambos exactamente en la misma proporción.

Cuando  $\rho$  es igual a cero se dice que existe ausencia de correlación<sup>14</sup>; es decir, ambos títulos se mueven libremente sin que sus movimientos se encuentren ligados por algún tipo de patrón conjunto. Cuando  $\rho$  toma cualquier otro valor entre 1 y -1, éste debe interpretarse como un indicativo del grado de correlación existente entre los títulos.

Ahora es posible calcular el coeficiente de correlación de CEMEX-A y KIMBER-A para el período A, haciendo uso de los datos conocidos:

$$\begin{aligned} \rho &= \sigma_{\text{CEMEXA} / \text{KIMBERA}} / (\sigma_{\text{CEMEXA}})(\sigma_{\text{KIMBERA}}) \\ &= 0.004495 / (0.128421)(0.077708) \\ &= 0.004495 / 0.009979 \\ &= 0.450446 = 0.45 \end{aligned}$$

<sup>14</sup> Los estadísticos suelen afirmar que  $\rho = 0$  indica solamente ausencia de correlación lineal y no ausencia de correlación. Es decir, pueden existir patrones de correlación distintos al expuesto. Para efectos de este trabajo se considera suficiente la afirmación de que  $\rho = 0$  indica ausencia de correlación entre los títulos.

Un coeficiente de 0.45 indica la presencia de una correlación positiva relativamente débil entre la dispersión de los rendimientos de ambos títulos. Lo anterior señala que los rendimientos de CEMEX-A y KIMBER-A sostienen una tendencia de dispersarse en la misma dirección equivalente a 0.45. Como se mencionó anteriormente, si el valor de esta correlación fuera de 1, ambas acciones se moverían siempre en el mismo sentido en proporciones idénticas, lo cual significaría que los dos títulos tienen la misma desviación estándar. Si  $\rho = 1$ , un inversionista debería ser indiferente, en términos de riesgo, entre invertir en la cartera o invertir al 100 % en cualquiera de los dos títulos, puesto que la diversificación no le habría otorgado absolutamente ningún beneficio.

Los beneficios de la diversificación en el mundo real se basan en el hecho de que la generalidad de las acciones se encuentran positiva pero imperfectamente correlacionadas, lo que le permite a los inversionistas reducir el riesgo. Una correlación de 0.45, como la que se obtuvo, señala que la cartera es menos riesgosa que los títulos que la integran por sí solos, ya que éstos no siempre se mueven en la misma dirección, compensándose los rendimientos de signo contrario y disminuyéndose la variabilidad. Como puede apreciarse, la imperfección en estos casos es una meta digna de alcanzarse.

En el apartado 2.4.1. se indicó que una cartera conformada por 50 % de acciones CEMEX-A y 50 % de acciones KIMBER-A tendría una variabilidad menor en sus rendimientos, y, por lo tanto, un riesgo menor que una inversión al 100 % en cualquiera de las dos acciones por sí solas. Entonces se sugirió mantener cierto escepticismo respecto a tal afirmación. Ahora que se sabe que ambas acciones mantuvieron para el período A un coeficiente de correlación de 0.45; las preguntas serían: ¿ es suficiente una correlación como la de estos dos títulos para reducir el riesgo de una inversión en cartera ?, y si es así ¿ qué proporción debería guardar cada título de la cartera para maximizar los beneficios de la diversificación ? La respuesta a estas preguntas se contempla a lo largo del próximo apartado.

### 2.4.2.3. LA VARIANZA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE UNA CARTERA

Otra forma de ver el riesgo de la cartera de dos títulos es mediante la descomposición del riesgo de cada uno de los títulos que la integran. El riesgo de cada uno de éstos incluye una parte que representa la covarianza de un título con respecto al otro, y otra parte que incluye sólo la varianza exclusiva del título. Como se trata en este caso de una cartera de dos títulos ( i, j ), el riesgo de ésta puede descomponerse en los siguientes elementos:

- (1) la varianza exclusiva del título i
- (2) la covarianza del título i con respecto al título j
- (3) la varianza exclusiva del título j
- (4) la covarianza del título j con respecto al título i

Obsérvese que los elementos (1) y (2) corresponden al riesgo total del título i; en tanto que los elementos (3) y (4) corresponden al riesgo total del título j. Puede inferirse que la sumatoria de estos cuatro elementos representa la variabilidad total de la cartera. A continuación se define cada uno de estos elementos para la cartera de 50 % CEMEX-A y 50 % KIMBER-A.

El elemento número 1 corresponde a la varianza de CEMEX-A para el período A, la cual fue de  $\sigma^2 = 0.016492$  (ver cuadro 2.5.); como se sabe, la varianza se encuentra expresada en términos cuadráticos, por lo que es necesario expresar la proporción de acciones de CEMEX-A en la cartera también en términos cuadráticos. Este primer elemento sería entonces:

$$\begin{aligned} (W_i)^2(\sigma_i^2) &= (W_{\text{CEMEX-A}})^2(\sigma_{\text{CEMEX-A}}^2) \\ &= (0.50)^2(0.016492) \\ &= (0.25)(0.016492) \\ &= 0.004123 \end{aligned}$$

El elemento número 3 se calcula de la misma manera que el anterior, pero considerando los datos relativos a KIMBER-A. La varianza de esta acción es de  $\sigma^2 = 0.006039$  (ver cuadro 2.6.). Se tiene entonces que:

$$\begin{aligned}
 (W_j)^2 (\sigma_j)^2 &= (W_{\text{KIMBERA}})^2 (\sigma_{\text{KIMBERA}})^2 \\
 &= (0.50)^2 (0.006039)^2 \\
 &= (0.25) (0.006039)^2 \\
 &= 0.001510
 \end{aligned}$$

El elemento 2 se calcula multiplicando la covarianza de CEMEX-A respecto a KIMBER-A por las proporciones que ambos títulos guardan en la cartera; es decir:

$$[(W_{\text{CEMEXA}})(\sigma_{\text{CEMEXA} / \text{KIMBERA}})] \times [(W_{\text{KIMBERA}})(\sigma_{\text{CEMEXA} / \text{KIMBERA}})]$$

Simplificando la expresión se tiene:

$$(W_{\text{CEMEXA}})(W_{\text{KIMBERA}})(\sigma_{\text{CEMEXA} / \text{KIMBERA}})$$

La covarianza de CEMEX-A con respecto a KIMBER-A es exactamente igual a la covarianza de KIMBER-A con respecto a CEMEX-A, por lo tanto los elementos 2 y 4 son idénticos y se pueden resumir en una sola expresión que es:

$$2(W_{\text{CEMEXA}})(W_{\text{KIMBERA}})(\sigma_{\text{CEMEXA} / \text{KIMBERA}})$$

Como se recordará, la covarianza para estos dos títulos para el período A fue de 0.004495 (ver apartado 2.4.2.1). Sustituyendo en la expresión anterior se tiene:

$$2(0.50)(0.50)(0.004495) = 0.002248$$

Ahora que se conocen los cuatro elementos se procede a realizar la sumatoria de ellos para obtener la varianza total de la cartera. Integrando los cuatro elementos en una sola fórmula se obtiene la siguiente expresión:

$$(W_{\text{CEMEXA}})^2 (\sigma_{\text{CEMEXA}})^2 + 2(W_{\text{CEMEXA}})(W_{\text{KIMBERA}})(\sigma_{\text{CEMEXA} / \text{KIMBERA}}) + (W_{\text{KIMBERA}})^2 (\sigma_{\text{KIMBERA}})^2$$

Sustituyendo los valores calculados previamente se conoce la varianza de los rendimientos de la cartera, que es:

$$\begin{aligned}
 \text{Varianza de la cartera} &= 0.004123 + 0.002248 + 0.001510 \\
 &= 0.007881
 \end{aligned}$$

Como esta se encuentra expresada en términos cuadráticos, se procede a continuación a calcular su raíz cuadrada, con lo cual se obtiene la desviación estándar para esta cartera.

$$\begin{aligned} & \text{Desviación} \\ & \text{estándar} \\ & \text{de la cartera} = (0.007881)^{1/2} \\ & = 0.088775 = 8.88\% \end{aligned}$$

En el apartado 2.4.2. se determinó, siguiendo a la intuición, que la desviación estándar ponderada para esta cartera equivalía a 10.31 %, como puede apreciarse, la verdadera desviación estándar de esta cartera es de 8.88 %, una cifra menor de lo que inicialmente se había supuesto.

El cuadro 2.14, muestra veintinueve distintas carteras compuestas por distintas proporciones de CEMEX-A y KIMBER-A, todas ellas relativas al periodo A. Las primeras dos columnas señalan la proporción de cada acción en la cartera; la tercera y cuarta columna contienen los valores de la varianza y la desviación estándar de cada cartera; la quinta columna muestra el rendimiento promedio de las carteras; y, finalmente, la sexta columna muestra la desviación estándar ponderada de cada cartera.

La desviación estándar ponderada es mayor que la desviación estándar real de la cartera en todos los casos, salvo en los de las carteras I y XXI porque en realidad éstas dos no se refieren a carteras de títulos. Esto sucede siempre que la correlación entre los títulos sea menor que 1 ( $\rho < 1$ ), sin importar la proporción de cada título en la cartera.

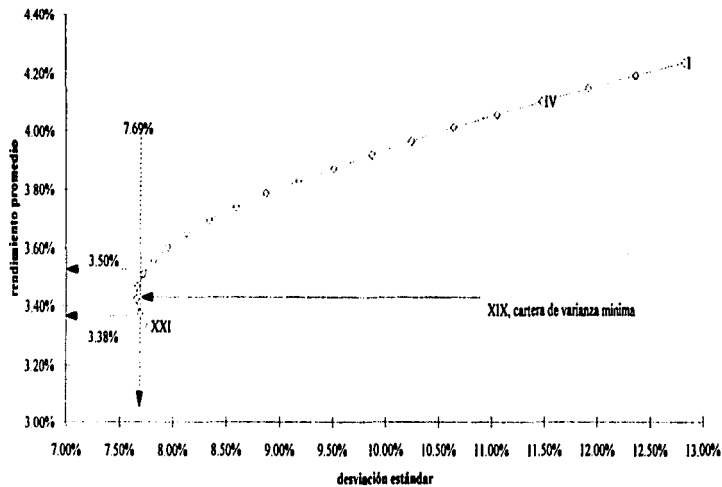
El gráfico 2.6. muestra la relación entre el rendimiento promedio y la desviación estándar para las carteras formadas por acciones CEMEX-A y KIMBER-A presentadas en el cuadro 2.14. La curva resultante es indicativa de varias consideraciones importantes. En primer lugar, un inversionista puede elegir cualquier combinación de los dos títulos partiendo de la cartera I, que en realidad significa una inversión al 100 % en CEMEX-A, y hasta la cartera XXI, que es a su vez una inversión al 100 % en KIMBER-A. Todas las combinaciones posibles conforman aquello que se denomina conjunto viable.

CUADRO 2.14. CONJUNTO VIABLE DE CARTERAS PARA CEMEX-A Y KIMBER-A, PERÍODO A

	PROPORCIÓN		VAR.	DEVEST.	RTO. PROM.	DEVEST FOND.
	CEMEX-A %	KIMBER-A %				
I	100%	0%	0.016492	12.84%	4.24%	12.84%
II	95%	5%	0.015326	12.38%	4.20%	12.59%
III	90%	10%	0.014228	11.93%	4.15%	12.33%
IV	85%	15%	0.013197	11.49%	4.11%	12.08%
V	80%	20%	0.012235	11.06%	4.06%	11.83%
VI	75%	25%	0.011340	10.65%	4.02%	11.57%
VII	70%	30%	0.010512	10.25%	3.97%	11.32%
VIII	65%	35%	0.009753	9.88%	3.93%	11.07%
IX	60%	40%	0.009061	9.52%	3.88%	10.81%
X	55%	45%	0.008437	9.19%	3.83%	10.56%
XI	50%	50%	0.007880	8.89%	3.79%	10.31%
XII	45%	55%	0.007391	8.60%	3.74%	10.05%
XIII	40%	60%	0.006970	8.35%	3.70%	9.80%
XIV	35%	65%	0.006617	8.13%	3.65%	9.55%
XV	30%	70%	0.006331	7.96%	3.61%	9.29%
XVI	25%	75%	0.006113	7.82%	3.56%	9.04%
XVII	20%	80%	0.005963	7.72%	3.51%	8.79%
XVIII	15%	85%	0.005880	7.67%	3.47%	8.53%
XIX	10%	90%	0.005865	7.66%	3.42%	8.28%
XX	5%	95%	0.005918	7.69%	3.38%	8.02%
XXI	0%	100%	0.006039	7.77%	3.33%	7.77%



GRÁFICO 2.6. CONJUNTO VIABLE PARA CEMEX-KIMBER-A, PERÍODO A



Si el inversionista fuera un tomador de riesgo probablemente elegiría una cartera como la IV. Por el contrario, si el inversionista fuera averso al riesgo elegiría la cartera XIX. Ningún inversionista con sentido común escogería una cartera más allá de la cartera XIX, puesto que esta representa el punto de inflexión en el cual la desviación estándar - el riesgo asociado - comienza a crecer pero el rendimiento promedio continúa en descenso. La cartera que se localiza precisamente en el punto de inflexión de la curva se conoce como la cartera de **varianza mínima** (vm). Esta cartera está formada por la proporción de títulos que maximiza los efectos de la diversificación; en este caso: 10% de acciones CEMEX-A y 90% de acciones KIMBER-A.

Considérese el caso de la cartera XX, su rendimiento es de 3.38 % y su riesgo asociado es de 7.69 %. Las flechas punteadas en el gráfico indican que exactamente sobre esta cartera existe otra que brinda un rendimiento mayor - aproximadamente de 3.50 % - y que ostenta el mismo riesgo; es decir, 7.69 %. Como se mencionó previamente, si de todas formas el inversionista va a tener el mismo grado de riesgo, más le valdría optar por el rendimiento mayor. Por lo anterior, todas las carteras que se encuentran por debajo de la varianza mínima deben descartarse desde un principio; en cambio, aquéllas que se localizan por encima de la varianza mínima se conocen con el nombre de **conjunto eficiente**.

Es de recalcar el hecho de que las inversiones al 100 % en CEMEX-A y en KIMBER-A denotadas con los números I y XXI, respectivamente, se ubican a los extremos de la curva, lo cual ratifica que la inversión en cartera es ciertamente más conveniente que en un sólo título, y que una correlación de 0.45, como la que mantienen estos títulos, es más que suficiente para reducir su riesgo asociado.

Supóngase ahora que la cartera del inversionista estuviera conformada por todos los títulos del mercado. Tras realizar los cálculos relativos a la determinación de las desviaciones estándar de los rendimientos de todos y cada uno de los títulos del mercado, así como de la covarianza entre todos y cada uno de ellos, el inversionista estaría en posibilidad de identificar un conjunto eficiente de carteras de títulos relativo, esta vez, a la totalidad del mercado accionario. Dentro de este conjunto eficiente existe una cartera óptima, que es aquella que ofrece el mayor rendimiento con el menor grado posible de riesgo asociado. Esta cartera óptima se localiza precisamente en el punto en el que el conjunto eficiente del mercado es tocado por la línea tangente que se traza a partir del nivel de rendimiento de los títulos libres de riesgo, implicando que, independientemente de su

grado de aversión al riesgo, un individuo debería escoger para su inversión aquella representada por la cartera óptima del mercado y combinarla, según su actitud hacia el riesgo, con una proporción de títulos sin riesgo que satisfaga sus características. Esto último conduce hacia un par de planteamientos, conocidos como el **teorema de separación**, que le valieron el Premio Nobel a William Sharpe y que son:

- (a) Si todos los inversionistas están en posibilidades de determinar las medidas relevantes del riesgo ( desviaciones estándar y covarianzas ) para todos los títulos del mercado, todos y cada uno de ellos obtendrían el mismo conjunto eficiente de carteras del mercado y, por lo tanto, la misma cartera óptima.
- (b) Una vez que se conoce la cartera óptima, cada uno de los inversionistas ajustaría su inversión con una proporción de títulos sin riesgo suficiente para satisfacer sus requerimientos en términos de rentabilidad y riesgo.

Es importante señalar que si todos los inversionistas tienen expectativas homogéneas dado el inciso (a) recién mencionado, entonces la cartera óptima puede denominarse como **cartera de mercado**, la cual, dada su relativa complejidad para manejarla debido a la gran cantidad de títulos que integran el mercado accionario, se equipara a una muestra de los títulos más representativos del mercado, que para el caso de México es el índice de precios y cotizaciones ( IPC ), estudiado con anterioridad.

### 2.4.3. LOS EFECTOS DE LA DIVERSIFICACIÓN

Alternativamente, existe otra manera de abordar el riesgo. Supóngase que un inversionista desea conformar una cartera de tres títulos. Para determinar la variabilidad de los rendimientos de esta cartera se realiza una descomposición del riesgo de los títulos como la que se efectuó al principio del apartado anterior. Denótese los títulos por las letras *i*, *j* y *k*. Se tendría entonces que el riesgo de esta cartera contaría con los siguientes elementos:

- (1) la varianza exclusiva del título *i*
- (2) la covarianza del título *i* respecto del título *j*
- (3) la covarianza del título *i* respecto del título *k*
- (4) la varianza exclusiva del título *j*
- (5) la covarianza del título *j* respecto del título *i*
- (6) la covarianza del título *j* respecto del título *k*
- (7) la varianza exclusiva del título *k*
- (8) la covarianza del título *k* respecto del título *i*
- (9) la covarianza del título *k* respecto del título *j*

Al comparar el número de elementos de esta cartera de tres títulos y el número de elementos de la cartera de dos títulos se llega a importantes conclusiones. En primer lugar, el número de elementos de la cartera de tres títulos es significativamente mayor. En segundo lugar, la composición de los elementos es claramente distinta. Mientras que en la cartera de dos títulos el 50 % de los elementos correspondía a varianzas exclusivas, en la cartera de tres títulos éstas solamente representan el 33.33 %. Es decir, el 66.66 % del riesgo de esta nueva cartera se explica a través de la covarianza de sus títulos. Resulta evidente que conforme se agregue un mayor número de títulos distintos a la cartera, los riesgos particulares irán perdiendo representatividad del riesgo total, en tanto que el riesgo conjunto - la covariabilidad - tendrá un papel más importante.

Si conforme a lo anterior, el riesgo particular de los títulos se diluye a medida que se incrementa el tamaño de la cartera, los beneficios de la diversificación deben incrementarse hasta un punto límite representado por la covarianza media de todos los títulos que integran la cartera. La generalidad de los autores considera que una cartera bien diversificada cuenta con alrededor de veinte a treinta títulos.

A la parte del riesgo de un título que se elimina mediante la diversificación se le llama **riesgo único, no sistemático o diversificable**. A la parte del riesgo que no puede ser diversificada se le conoce como **riesgo de mercado, sistemático o no diversificable**. En resumidas cuentas, la diversificación permite eliminar parte del riesgo, mas no su totalidad, debido a que el riesgo no sistemático tiende a compensarse y desaparecer entre los títulos de una cartera suficientemente amplia; no obstante, la parte del riesgo sistemático que afecta a todos los títulos en distintas magnitudes no puede eliminarse.

Los inversionistas no asumen riesgos de manera gratuita. De la misma forma, el mercado accionario no premia a los inversionistas por la parte del riesgo que pueden eliminar gratuitamente; es decir, la parte diversificable. Esta es una de las ideas más importantes en este trabajo:

*Quando se posee una cartera suficientemente amplia, el rendimiento de los títulos está en función solamente de la cantidad de riesgo sistemático que ostentan.*

Un inversionista al momento de elegir sobre incluir o no un determinado título en su cartera debe basar su decisión en dos aspectos: (1) la forma en que contribuye el título en el rendimiento global de la cartera; y, (2) la forma en que contribuye el título en el riesgo global de la cartera. La contribución al rendimiento es sencilla de calcular, tal como se ha visto, se trata simplemente de un promedio ponderado. La contribución al riesgo, en cambio, requiere de una medida capaz de indicar el nivel de riesgo sistemático que posee cada título en particular. El capítulo III abarca los pormenores de esta clase de medidas.

### Capítulo III

## EL MODELO DE FIJACIÓN DE PRECIOS DE ACTIVOS DE CAPITAL

A lo largo del capítulo precedente se estudió la relación existente entre el rendimiento y el riesgo asociado tanto de los títulos individuales como de las carteras de títulos. Se analizó que la medida del riesgo relevante para una inversión en una sola acción es su desviación estándar, en tanto que la medida del riesgo relevante para una inversión en cartera es la cantidad de riesgo sistemático que ostenta la acción.

Asimismo, se afirmó que el riesgo de un título particular se encuentra compuesto de una parte sistemática, que afecta en mayor o menor medida a la generalidad de los títulos, y una parte no sistemática o única, que afecta exclusivamente al desempeño del título particular. ¿Existe alguna evidencia práctica que dé sustento a esta afirmación? Considérese el siguiente ejemplo:

A finales de un año determinado, el gobierno anuncia su programa económico para el año siguiente, el cual considera, dadas ciertas condiciones generales, que el crecimiento proyectado de la economía nacional será del 4 % anual. Como el anuncio de las expectativas del gobierno coincide plenamente con el de los analistas privados - de la banca, de la industria, del comercio, etc.-, las empresas del país esperan fundadamente un año de auge económico y, cada una, en la medida de sus posibilidades, se esforzará por traducir esta fase general de prosperidad en utilidades para su negocio; es decir, en pesos contantes y sonantes. La noticia de un crecimiento de 4 % en la economía nacional tiene efectos de mayor o menor magnitud en la generalidad de las entidades económicas del país; en otra palabras, las afecta en forma sistemática.

Supóngase además que ya comenzado el año en cuestión, el departamento de investigación y desarrollo de Kimberly-Clark de México (KIMBER-A), una industria de la transformación del ramo del papel, anuncia el registro de una patente de exclusividad de un novedoso proceso para la elaboración de papel que permite una reducción en los costos de producción de aproximadamente el 40 %. Este anuncio hace mucho más promisorio el negocio de la compañía para este año, que ya de por sí se tenía como bueno.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Por otro lado, en Cementos Mexicanos (CEMEX-A) se anuncia un emplazamiento a huelga que amenaza con detener la producción al menos por dos meses y cuyo reflejo será en detrimento de los ingresos netos de la compañía en alrededor del 15 %. Esta es, sin lugar a dudas, una mala noticia para los accionistas de esta empresa.

No obstante la innegable importancia que ambos anuncios tienen para sus respectivas compañías, éstos difícilmente surtirán efectos de consideración en el desempeño global de la economía. Es decir, sus consecuencias son prácticamente exclusivas de la entidad en que se suscitan y, por lo tanto, su carácter no se considera sistemático. Ciertamente, la optimización de un proceso de producción o el cierre temporal de una industria afectan directamente a otras entidades económicas cuyas actividades se desenvuelven en torno a las compañías titulares de estos eventos; sin embargo, otra característica importante de los mercados eficientes es que ninguno de sus participantes tiene un peso lo suficientemente importante como para que su comportamiento particular explique la tendencia general del mercado.

El presente capítulo se dedica a estudiar la sensibilidad de los títulos particulares respecto del comportamiento de la economía vista en su conjunto, medida a través del índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. Para este fin, se hace un análisis de la cantidad de riesgo sistemático que ostentan los títulos, lo cual constituye la base del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital, para efectuar diversas aplicaciones de este modelo en el contexto financiero mexicano y evaluar, a la luz de los resultados, su utilidad.

### 3.1. EL CICLO ECONÓMICO Y LAS UTILIDADES DE LAS EMPRESAS

El ciclo económico se define como el patrón más o menos regular de expansión y contracción de la producción real en torno a la senda media o tendencia de crecimiento de la economía <sup>1</sup>. Esto es, la economía de un país sigue una serie de etapas generalmente identificables aunque de duración indeterminada que la llevan de un período de auge o prosperidad a uno de declive o estancamiento de su crecimiento.

Generalmente, para medir la tendencia a nivel macro de la actividad económica se utiliza la variable conocida como **producto interno bruto** (PIB). El PIB es la suma de los valores monetarios a precios de mercado de los bienes y servicios - libre de duplicaciones -

<sup>1</sup> *Economía*, S. Fischer, R. Dornbusch y R. Schmalensee; segunda edición; McGraw-Hill, México, 1992

producidos por un país dentro de su territorio en un año. Para su cómputo se adiciona exclusivamente el valor agregado durante cada una de las fases necesarias para la producción de los bienes y servicios de consumo final <sup>2</sup>.

El **valor agregado** es el resultado de sustraer del valor monetario ( precio ) de un bien o servicio de demanda final, el valor de las materias primas y de los bienes intermedios que se utilizaron para producirlo, de tal manera que sólo incluye el valor del esfuerzo de producción realizado en sí mismo, sin duplicar aquel de las materias primas o de los bienes intermedios utilizados en su elaboración. Los **bienes de consumo final** son aquellos que satisfacen la demanda de mercancías o servicios que pueden ser adquiridos por personas, familias, etc.; es decir, la población en general. Por su parte, los **bienes intermedios** son aquellos cuya demanda se origina de los procesos productivos de las empresas y que son incorporados mediante su consumo o transformación a otros productos mucho más elaborados.

Un incremento real en el PIB supone cierta prosperidad en la economía de un país que, de mantenerse por un período suficientemente prolongado, induce a alcanzar una fase de expansión. Por el contrario, un decremento real en el PIB supone cierto nivel de austeridad que, de mantenerse por un período suficientemente prolongado, provoca una etapa de contracción. Al mencionar "*un período suficientemente prolongado*" se busca establecer la irregularidad de la duración de estos períodos, la cual depende en gran medida de la conjunción en tiempo y espacio de una serie de factores coyunturales en la economía, tales como el nivel de inflación, el nivel de ocupación, el nivel de consumo, el nivel de inversión, el nivel de las tasas de interés, etc.

Generalmente, un incremento en el valor de capitalización del mercado accionario se relaciona directamente con un incremento en el PIB, aunque con cierto desfase cronológico y distinta proporcionalidad.

El desfase cronológico puede deberse a que el PIB se calcula sobre bases trimestrales, en tanto que el valor de capitalización del mercado accionario es un indicador de actualización continua. Lo anterior implica que los inversionistas no pueden esperar tres meses para conocer el valor real del PIB, sino que realizan sus propias estimaciones de manera que puedan incluirlo en la valuación diaria de sus acciones. Obviamente, estas

<sup>2</sup> *ABC de las Cuentas Nacionales*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; cuarta edición, México, 1995.



estimaciones mantienen cierto grado de discrecionalidad, que origina ajustes de más o de menos en el valor de las acciones cuando el valor real del PIB finalmente se da a conocer. En función de esta característica, muchos autores consideran que los mercados accionarios suelen anticipar los períodos de expansión o recesión económica.

La distinta proporcionalidad puede deberse a que el PIB es un indicador que abarca a todos los bienes y servicios producidos en el país sin importar que sus productores no se encuentren cotizando en el mercado bursátil; en tanto que el valor de capitalización accionario sólo contempla el valor de las emisoras que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores.

No obstante ambas deficiencias, el valor de capitalización del mercado accionario muestra una tendencia consistente a reflejar el estado general de la economía medido a través del comportamiento del PIB. El gráfico 3.1. contiene los valores históricos del PIB y del índice de precios y cotizaciones ( IPC ) de la Bolsa Mexicana de Valores desde el primer trimestre de 1984 hasta el cuarto trimestre de 1995. Como se recordará el IPC es el principal indicador del desempeño del mercado accionario.

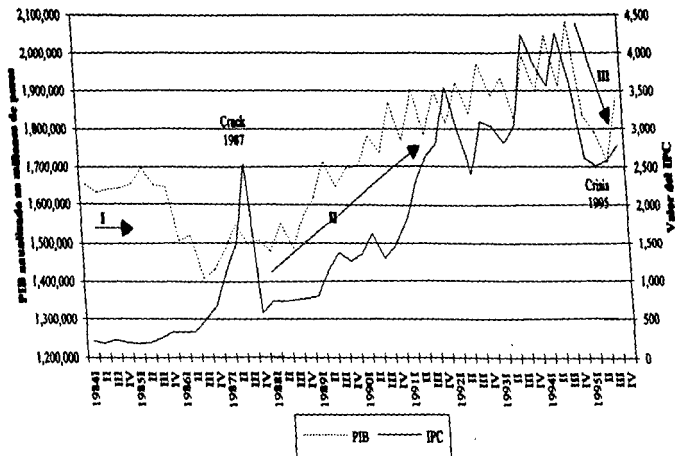
El valor trimestral del PIB se lee en el eje de las ordenadas de la izquierda y su valor se encuentra expresado en millones de pesos en forma anualizada. El valor trimestral del IPC se encuentra en el eje de las ordenadas de la derecha. Ambos valores han sido expresados en pesos de poder adquisitivo de diciembre de 1995, lo cual explica por qué el IPC alcanza en ciertas ocasiones valores superiores a los 4,000 puntos, cosa que hasta la fecha - octubre de 1996 - no ha sucedido en la realidad <sup>3</sup>.

La línea punteada en el gráfico 3.1. corresponde al PIB y la línea continua corresponde al IPC. Las flechas incluidas en el gráfico sugieren, mas no constatan, una tendencia coincidente en el comportamiento de ambos indicadores. Comenzando por la flecha denotada con el número I, la cual sugiere que en períodos de cierta estabilidad en el crecimiento de la economía, el valor del mercado accionario permanece más o menos constante <sup>4</sup>. La flecha II indica un período de crecimiento coincidente para ambos indicadores en el largo plazo, aunque con ciertos tropiezos en el corto plazo. La flecha III

<sup>3</sup> El IPC se encuentra expresado en puntos y no en pesos corrientes; sin embargo, dado que estos puntos se obtienen de una extrapolación del valor de mercado de las acciones, es posible expresarlo en pesos de poder adquisitivo de la fecha indicada.

<sup>4</sup> En realidad, la estabilidad debe verse como algo sumamente positivo que mas que estancamiento genera cierto crecimiento modesto, pero constante.

GRÁFICO 3.1. PIB E IPC TRIMESTRALES (1964-1995)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México (cifras expresadas en pesos de poder adquisitivo de diciembre de 1995).

señala un periodo de contracción coincidente del PIB y el IPC que hasta cierto punto fue anticipado por el mercado accionario.

Dos sucesos han sido remarcados en el gráfico 3.1. como referencias de lo que acontecía en el país durante los años en estudio. El primero es el pico extremadamente sobresaliente que antecedió al crack bursátil de 1987 y que alcanzó un nivel comparable, en términos de poder adquisitivo de diciembre de 1995, al valor del IPC de finales de 1995. No obstante, este inusitado incremento en el IPC no se vio acompañado de un incremento real de magnitud comparable en el PIB, dato que, en principio, puede explicar el desastre experimentado por muchos inversionistas novatos de aquel entonces. Es decir, no había un respaldo en la economía real que mantuviera la firmeza de un mercado accionario sobrevaluado.

El segundo evento corresponde a la crisis financiera de 1995, la cual parte de los tristemente célebres "errores de diciembre". Los efectos de la contracción de la economía nacional pueden verse reflejados tanto en la reducción de la producción real del país como en el valor del mercado accionario.

Resulta muy sano, sin embargo, mantenerse renuente a estos malabarismos gráficos. A fin de cuentas, basta un poco de imaginación y otro tanto de empeño para terminar viendo inclusive el perfil de doña Sara García en algún tramo sobre el eje de las abscisas. Vale más hacer una reflexión sobre la racionalidad de carácter económico que sustenta la relación entre el valor de las acciones y la marcha global de la economía.

Dicha reflexión es la siguiente: el PIB crece cuando los consumidores incrementan sus gastos, estimulando la producción de bienes y servicios que a su vez induce a los inversionistas a efectuar gastos de capital. Esto sucede porque la demanda de bienes y servicios durante los periodos de expansión económica crece mucho más rápido que la capacidad de producción instalada de las empresas. Los gastos de capital de las empresas no son otra cosa que proyectos de inversión cuyo objetivo es la generación de utilidades, las cuales, tal y como se explicó en el capítulo I, constituyen la base para que una acción aumente de valor. Si la generalidad de las empresas aumenta el valor de sus acciones durante los periodos de expansión, el valor del mercado accionario, medido a través del IPC, tiende a elevarse.

Sin embargo, al existir una demanda de bienes y servicios constantemente mayor a la oferta, los precios de los productos tienden a elevarse, lo cual es una característica de los procesos inflacionarios. Con precios más altos, los consumidores se ven obligados a destinar una mayor parte de sus ingresos para mantener su nivel de consumo y comienzan a demandar crédito para equilibrar sus gastos. Esto ejerce presión en las tasas de interés que, al elevarse, desestimulan tanto el consumo como la inversión real, originando ambas cosas que los proyectos de inversión; o sea, las utilidades de las empresas se desaceleren y se de inicio a la fase de contracción del ciclo económico que a su vez se refleja en el decremento del valor del mercado accionario.

Sin duda, la anterior es una interpretación simplista de la interacción de las variables económicas, pero ofrece una explicación intuitiva de la razón por la cual se considera que el valor del mercado accionario medido a través del IPC es una buena medida de la tendencia general de la economía del país. En la realidad, la determinación de la relación entre las variables económicas es mucho más compleja que lo expuesto, lo que hace que el trabajo de un buen analista financiero sea de suma importancia para las entidades económicas.

### 3.1.1. EL FACTOR DE MERCADO

El hecho de que el IPC constituya un buen indicador de la tendencia general de la economía involucra una importante serie de aplicaciones prácticas. En primera instancia, es posible generar una estimación sobre las posibles reacciones en el mercado accionario teniendo en cuenta la influencia que los indicadores macroeconómicos tienen sobre el rumbo del IPC.

Supóngase, por ejemplo, que un individuo realiza una inversión en una cartera de acciones que se conforma de las mismas acciones que el IPC en las proporciones exactas de este índice para cada título. Este inversionista no deberá preocuparse más por rastrear el desempeño de cada uno de los títulos que conforman su cartera, sino más bien sólo del desempeño del mercado en su conjunto. Lo anterior significa que cuando el IPC gana un 10 %, su cartera gana también un 10 %, y que cuando el IPC pierde un 10 %, su cartera pierde la misma cantidad; es decir, la relación entre el desempeño del mercado y su inversión es de 1 a 1.

Un segundo individuo que posee una inversión en una sola acción se percata de que comúnmente cuando el mercado gana 10 %, su inversión gana sólo el 5 %, mas cuando el mercado pierde 10 %, su inversión sólo retrocede 5 %. Concluye entonces que la relación entre el desempeño del mercado y su inversión es de aproximadamente 1 a 0.5 .

Un tercer individuo que de igual forma posee una inversión al cien por ciento en otra acción se percata de que la relación entre el desempeño del mercado y su inversión es aproximadamente de 1 a 1.5; es decir, generalmente, cuando el mercado gana 10 %, él gana 15 %, pero cuando el mercado pierde 7 %, él pierde 14 %.

¿Qué puede haber detrás de un comportamiento tan caprichoso como el de estas tres inversiones? Lo que hay detrás de ellas es algo de lo cual se ha venido hablando desde el capítulo anterior, que es la cantidad de riesgo sistemático que ostentan los títulos.

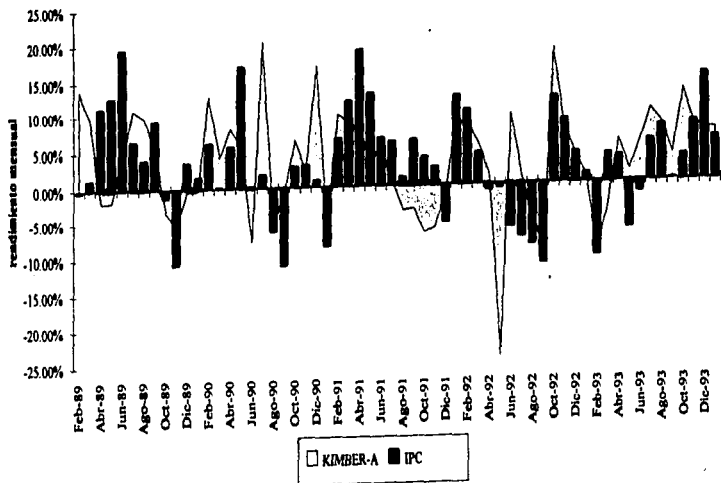
En principio, pudiera resultar difícil de creer que ciertas acciones ganen o pierdan más que el mercado en una proporción consistente a través del tiempo, y que algunas otras hagan lo contrario; es decir, ganar o perder consistentemente en una proporción menor a la del mercado. Para demostrar que esto sucede en la realidad, procédase a ponerle nombre a las acciones del segundo y tercer inversionista del ejemplo anterior.

Se dijo que la acción del segundo inversionista mantenía una relación aproximada de 1 a 0.5 respecto del mercado. Esta acción se llama KIMBER-A, que durante el período A (de enero de 1989 a enero de 1994) mantuvo una relación respecto del rendimiento del mercado -IPC- de 0.443784 .

Por otro lado, se mencionó que la acción del tercer inversionista mantenía una relación respecto del rendimiento del mercado de aproximadamente 1 a 1.5; esta acción es CEMEX-A, la cual mantuvo una relación de 1.496495 durante el período A.

Ambos números que describen la relación de KIMBER-A y CEMEX-A respecto del mercado en su conjunto han aparecido de repente, sin mayores explicaciones, como por arte de magia. Gran parte de este capítulo se dedica precisamente a desentrañar el origen de estos números. Por lo pronto, se puede vislumbrar en los gráficos 3.2. y 3.3. que cada uno de estos números resume a grandes rasgos el comportamiento observado por ambas acciones respecto del IPC durante el período A.

**GRÁFICO 1.2. RENDIMIENTOS COMPARADOS KIMBER-A e IPC (PERÍODO A)**

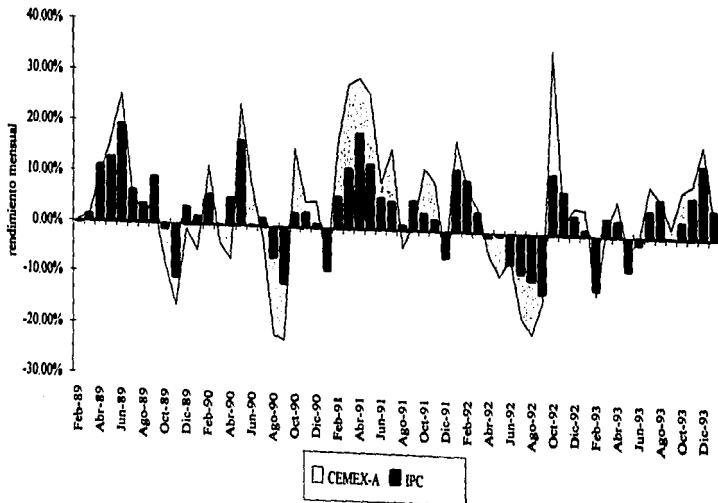


El gráfico 3.2. muestra los rendimientos comparados de KIMBER-A con el IPC. Poco antes se había establecido que la relación entre ambos es de 0.443784 para el período A. Como puede apreciarse, el área que representa la trayectoria histórica de los rendimientos de KIMBER-A se encuentra generalmente superada por las barras que representan los rendimientos históricos del mercado, ya sea positiva o negativamente, en una proporción que visualmente podría estimarse de 2 a 1. Es importante subrayar que esto sucede generalmente, mas no en todos los casos, lo cual se explica en función de que este número describe sólo la parte sistemática - de mercado - de la variación de los rendimientos de KIMBER-A, sin considerar aquella parte de la variación que se explica únicamente por factores que atañen sólo a esta acción; es decir, su parte no sistemática.

Algo parecido es lo que muestra el gráfico 3.3., mas en este caso la relación descrita por el número 1.496495 se refleja en que el área que indica la trayectoria histórica de los rendimientos de CEMEX-A se ubica generalmente por arriba de las barras que corresponden al desempeño del mercado. Una vez más, existe una parte no sistemática de la variación de los rendimientos de CEMEX-A que escapa a la descripción de este número.

Cabe recalcar que esta relación entre el mercado y los títulos particulares puede establecerse para cualquier acción, de tal forma que el IPC se considera un valor de referencia del comportamiento particular de cada uno de los títulos que integran el mercado accionario. Como al IPC se le considera un indicador en el cual se conjuntan los efectos de los diversos factores que inciden en la economía nacional, se le denomina **factor único o de mercado**.

GRÁFICO 3.3. RENDIMIENTOS COMPARADOS CEMEX-A e IPC (PERÍODO A)





### 3.2. LA RELACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL MERCADO Y LOS RENDIMIENTOS PARTICULARES.

De los planteamientos hechos en el capítulo segundo respecto a los títulos arriesgados y los títulos sin riesgo se sabe que un inversionista con sentido común exigiría que el rendimiento de su inversión en acciones alcanzara al menos el nivel del rendimiento que hubiera obtenido de haber invertido en títulos sin riesgo. Es decir, el mínimo desempeño que debe esperarse de una inversión en títulos arriesgados, es el rendimiento que ofrecen los títulos sin riesgo al mismo plazo de inversión. La razón de esto es muy simple, ya que lo único que deben hacer los directivos de cualquier compañía para garantizar este rendimiento mínimo es comprar los títulos sin riesgo a nombre de su empresa para posteriormente repartir el rendimiento entre sus accionistas. Si los directivos de la compañía no pueden hacer por lo menos esto, los accionistas deberían someter a consideración la permanencia de estos sujetos en sus puestos.

Se puede deducir entonces que el rendimiento de un título accionario en particular se compone de:

- (1) un rendimiento esperado que es la tasa libre de riesgo del plazo relevante y,
- (2) un rendimiento inesperado que depende de las características propias del título en cuestión.

Esto podría expresarse como sigue:

$$R = R(E) + R(U)$$

donde

R = rendimiento real obtenido

R(E) = rendimiento esperado <sup>5</sup>

R(U) = rendimiento inesperado <sup>6</sup>

<sup>5</sup> Alternativamente, R(E) puede expresarse como R(f) que es la manera en que se denotó en el apartado 2.2.3. al rendimiento de los títulos sin riesgo.

<sup>6</sup> La letra U proviene de la palabra inglesa *unexpected*, se ha querido respetar la nomenclatura inglesa en la mayoría de las fórmulas presentadas en este trabajo con el fin de facilitar las referencias que pudiera hacer el lector de textos extranjeros.

El rendimiento inesperado a su vez puede descomponerse, según se ha visto hasta el momento, en una parte sistemática y otra no sistemática, de tal manera que sustituyendo en la pasada expresión se tendría:

$$R = R(E) + \mu + \varepsilon$$

Donde  $\mu$  indica la parte sistemática y  $\varepsilon$  indica la parte no sistemática del rendimiento. A  $\mu$  se le relaciona con el desempeño del mercado y a  $\varepsilon$  con el desempeño exclusivo del título en cuestión.

En el apartado 2.4.3. se mencionó que cuando se posee una cartera de inversión lo suficientemente amplia, el rendimiento de los títulos que la integran está en función solamente de la cantidad de riesgo sistemático que ostentan ( $\mu$ ), puesto que el riesgo particular ( $\varepsilon$ ) tiende a diluirse al compensarse con aquel de los demás títulos de la cartera. Considerando lo anterior, la expresión para el rendimiento real de un título dentro de una cartera quedaría como sigue:

$$R = R(E) + \mu$$

Supóngase ahora que un inversionista que realiza una inversión en enero de 1994 desea conocer, en función de esta expresión, el rendimiento mensual que debería esperar de una inversión en acciones CEMEX-A. Para comenzar, el inversionista sabe que al menos debe obtener el rendimiento mensual que garantizan los títulos sin riesgo y, puesto que los CETES a 28 días de la subasta del 4 de enero de 1994 aseguran un rendimiento de 10.78% anual que equivale a 0.8384 % mensual  $[(10.78 \times 28 / 360)]$ , su rendimiento mensual esperado se expresaría por lo pronto como:

$$R_{\text{CEMEX-A}} = 0.008384 + \mu$$

Por otro lado, este inversionista sabe que la relación de los rendimientos de CEMEX-A respecto de los rendimientos del mercado es, según se mencionó anteriormente, de 1.496495 y que el mercado, medido a través del IPC, obtuvo durante el período A un rendimiento mensual promedio de 3.20 % ( ver cuadro 2.9. ) que expresado con seis decimales es igual a 0.032024. Este inversionista considera que el rendimiento promedio

<sup>7</sup> Los datos relativos a las subastas de CETES se pueden obtener a través de las publicaciones del Banco de México.

del mercado es una buena medida de lo que puede suceder durante el próximo mes, ya que su análisis del entorno económico prevaleciente para el período de inversión es consistente con un rendimiento del mercado de 3.20 % mensual.

Para conocer el valor de  $\mu$  al inversionista le basta con multiplicar 1.496495 por el rendimiento esperado del mercado de 3.20 %, pero sustrayendo de éste la parte que inclusive el mercado accionario debe cubrir como rendimiento mínimo; es decir, la tasa libre de riesgo de los CETES a 28 días, esto con la finalidad de evitar duplicaciones. Sustituyendo este razonamiento se tiene:

$$\begin{aligned}
 R_{\text{CEMEX-A}} &= 0.008384 + \mu \\
 &= 0.008384 + 1.496495 (0.032024 - 0.008384) \\
 &= 0.008384 + 1.496495 (0.023640) \\
 &= 0.008384 + 0.035377 \\
 &= 0.043761 = 4.38 \%
 \end{aligned}$$

De acuerdo con lo anterior, el inversionista debería esperar un rendimiento de 4.38 % en febrero de 1994 para su inversión de enero del mismo año. ¿Es este el rendimiento que efectivamente obtuvo un mes después? Obviamente no, los cálculos hechos por el inversionista le permitieron hacer una estimación del rendimiento, lo cual es muy diferente a conocer de antemano el futuro.

En realidad, el rendimiento que obtuvo la acción CEMEX-A entre enero y febrero de 1994 fue de 9.49 %, lo cual se puede constatar en el cuadro de CEMEX-A que se incluye en el anexo A al final de este trabajo. La estimación realizada le indicó al inversionista que su rendimiento sería de 4.38 % y en realidad fue de 9.49 %, la diferencia es amplia entre ambas cifras. No obstante, como la diferencia es positiva, este inversionista podrá conciliar el sueño, pero ¿qué hubiera pasado si esta diferencia fuera negativa?, ¿acaso estas diferencias invalidan los planteamientos realizados hasta este punto? Afortunadamente no y, por si fuera poco, ayudan a recalcar ciertos aspectos que es importante no perder de vista.

En primer lugar, el rendimiento estimado calculado por el inversionista supuso que el rendimiento promedio del mercado de 3.20 % era un buen indicador de su futuro desempeño; no obstante, el rendimiento real del mercado entre enero y febrero de 1994 fue de 4.44 % (véase el cuadro del IPC en el anexo A); es decir, 1.24 puntos porcentuales

superior a la estimación hecha por el inversionista. En todo caso, este es un error de estimación que el inversionista debe asimilar en su cálculo dado que a la fecha de inversión se desconocía el dato futuro del rendimiento del mercado.

No obstante, aún corrigiendo el dato referente al rendimiento del mercado, el rendimiento estimado de CEMEX-A no se eleva sino hasta 6.17 % [ $0.008384 + 1.496495(0.0440 - 0.008384)$ ], cifra que dista todavía del rendimiento real obtenido por la acción de 9.49 %. ¿Por qué razón sucede esto? Resulta que la expresión  $R = R(E) + \mu$  tiene la facultad de integrar sólo la parte sistemática del rendimiento inesperado de la acción; sin embargo, el rendimiento real se compone también de la parte no sistemática del rendimiento inesperado; es decir, del elemento  $\epsilon$ , de tal suerte que la diferencia entre el rendimiento real de 9.49 % y el rendimiento estimado de 6.17 % se explica por factores que atañen solamente a CEMEX-A y no al mercado en su conjunto. Por supuesto, el elemento  $\epsilon$  carece de importancia cuando el inversionista posee una cartera suficientemente amplia y, por tanto, bien diversificada.

Una vez hecha esta aclaración, supóngase que el mismo inversionista desea estimar también el rendimiento mensual para KIMBER-A. Utilizando la misma fórmula y manteniendo el supuesto sobre el rendimiento futuro del mercado ( 3.20 % ), el único dato a cambiar es el que se refiere a la relación entre el desempeño del título respecto del rendimiento del mercado que para KIMBER-A es de 0.443784 . Se tendría entonces que:

$$\begin{aligned}
 R_{\text{KIMBER-A}} &= 0.008384 + \mu \\
 &= 0.008384 + 0.443784 ( 0.032024 - 0.008384 ) \\
 &= 0.008384 + 0.443784 ( 0.023640 ) \\
 &= 0.008384 + 0.010491 \\
 &= 0.018875 = 1.89 \%
 \end{aligned}$$

Nótese que el único dato que se modificó entre las expresiones  $R_{\text{CEMEX-A}}$  y  $R_{\text{KIMBER-A}}$  fue aquel relativo a la relación entre el rendimiento del título particular y el rendimiento del mercado; es decir, su cantidad de riesgo sistemático. El número que describe esta relación para CEMEX-A indica que por cada peso que gana o pierde el mercado, la acción gana o pierde \$ 1.496495; en tanto que para KIMBER-A, su número indica que por cada peso que gana o pierde el mercado, la acción gana o pierde \$ 0.443784. Esta relación vuelve a poner de manifiesto que a mayor riesgo, mayor rentabilidad, pero

además indica que esta relación es lineal; es decir, que a un aumento en el riesgo le corresponde un aumento proporcional en el rendimiento.

Para comprobar lo anterior considérese la siguiente expresión:

$$[(R_{\text{CEMEX-A}} - R_f) / 1.496495] = [(R_{\text{KIMBER-A}} - R_f) / 0.443784]$$

donde

$R_{\text{CEMEX-A}}$	= Rendimiento estimado para CEMEX-A
$R_{\text{KIMBER-A}}$	= Rendimiento estimado para KIMBER-A
$R_f$	= Rendimiento de los títulos sin riesgo
1.496495	= Número que describe la relación entre CEMEX-A e IPC
0.443784	= Número que describe la relación entre KIMBER-A e IPC

Cabe señalar que las expresiones  $[R_{\text{CEMEX-A}} - R_f]$  y  $[R_{\text{KIMBER-A}} - R_f]$  corresponden a la prima por riesgo de ambos títulos, que tal como se vio en el apartado 2.2.3., representa el premio que obtienen los inversionistas por asumir determinado nivel de riesgo.

Sustituyendo los valores conocidos, se tiene que:

$$\begin{aligned} [(0.043761 - 0.008384) / 1.496495] &= [(0.018875 - 0.008384) / 0.443784] \\ (0.035377 / 1.496495) &= (0.010491 / 0.443784) \\ 0.023640 &= 0.023640 \\ 2.36\% &= 2.36\% \end{aligned}$$

Lo cual quiere decir que a cada incremento unitario en la cantidad de riesgo sistemático que ostenta un título, le corresponde una prima por riesgo de 2.36 %, y de ahí la linealidad de la relación entre rentabilidad y riesgo. La expresión contenida a cada uno de los lados de la fórmula recién presentada se conoce como la razón de rentabilidad versus riesgo, también conocida como el índice Treynor y en un mercado eficiente guarda la misma proporción para todos los títulos.

Al número que describe la cantidad de riesgo sistemático que posee un título se le denomina como coeficiente beta ( $\beta$ ), o simplemente como la beta del título. Así, se tiene

que para el período A la beta de la acción CEMEX-A fue de 1.496495; en tanto que la beta de KIMBER-A fue de 0.443784 .

La linealidad de la relación entre rentabilidad y riesgo puede también apreciarse cuando se grafican los coeficientes beta de los títulos con sus respectivos rendimientos estimados. En el gráfico 3.4. se han graficado los resultados obtenidos con anterioridad para KIMBER-A y CEMEX-A. La intuición detrás de la recta resultante es que cada uno de los títulos existentes en el mercado accionario se ubica en algún punto sobre esta línea conocida como la línea del mercado de títulos.

La línea del mercado de títulos tiene su origen en la tasa libre de riesgo, dado que los instrumentos garantizados por el gobierno tienen una beta de cero, pues su rendimiento está asegurado independientemente de los movimientos del mercado accionario; en otras palabras, no ostentan riesgo sistemático. Cuando la beta es igual a 1, el rendimiento estimado es exactamente igual al del mercado, puesto que la relación descrita para el riesgo sistemático es de 1 a 1.

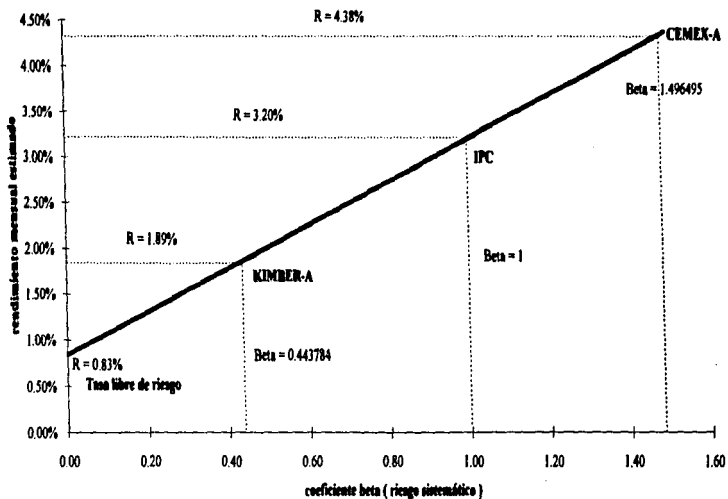
Visto de otra forma, si a cada incremento unitario de riesgo sistemático le corresponde una prima por riesgo de 2.36 % y el mercado tiene exactamente una beta de 1; entonces su rendimiento debe ser igual a 2.36 % más el rendimiento que es independiente al mercado, o sea la tasa libre de riesgo de 0.83 %, lo que a aproximadamente da por suma el rendimiento mensual promedio del mercado de 3.20 %.

Ahora bien, la utilidad más relevante de la linealidad entre rentabilidad y riesgo deriva en la fórmula general del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital. Considérese nuevamente una expresión de igualdad entre dos razones de rentabilidad versus riesgo, pero en esta ocasión entre CEMEX-A y el IPC. Se tendría entonces:

$$\left[ \frac{R_{CEMEX-A} - R_f}{\beta_{CEMEX-A}} \right] = \left[ \frac{R_{IPC} - R_f}{\beta_{IPC}} \right]$$

Como puede apreciarse, en vez del valor numérico de la beta de CEMEX-A y del IPC se han incluido las expresiones  $\beta_{CEMEX-A}$  y  $\beta_{IPC}$ , pero la fórmula es exactamente la misma. Realizando un despeje, se puede acomodar esta fórmula de tal forma que permita conocer el valor del rendimiento del título particular ( $R_{CEMEX-A}$ ) como a continuación se muestra:

GRÁFICO 3.4. LÍNEA DEL MERCADO DE TÍTULOS (PERÍODO A)



$$\begin{aligned} [(R_{\text{CEMEX-A}} - R_f) / \beta_{\text{CEMEX-A}}] &= [(R_{\text{IPC}} - R_f) / \beta_{\text{IPC}}] \\ R_{\text{CEMEX-A}} - R_f &= \beta_{\text{CEMEX-A}} \times [(R_{\text{IPC}} - R_f) / \beta_{\text{IPC}}] \\ R_{\text{CEMEX-A}} &= R_f + \beta_{\text{CEMEX-A}} \times [(R_{\text{IPC}} - R_f) / \beta_{\text{IPC}}] \end{aligned}$$

Es menester simplificar esta expresión para hacerla más accesible. Comiencese por generalizar la expresión para cualquier título accionario, el cual se denotará por la letra  $i$ , y expresando al IPC simplemente con la letra  $m$ . Se obtiene entonces:

$$R_i = R_f + \beta_i \times [(R_m - R_f) / \beta_m]$$

Como se sabe, la beta del mercado es igual a 1 ( $\beta_m = 1$ ), por lo tanto, sustituyendo dicho valor se llega a la fórmula general del CAPM, la cual se expresa como:

$$R_i = R_f + \beta_i \times [R_m - R_f]$$

Esta es una expresión categórica y determinista puesto que explica el rendimiento estimado de un título,  $R_i$ , como una función de tres elementos, que son:

- (1) El rendimiento de los títulos sin riesgo del plazo de inversión,  $R_f$ ;
- (2) el rendimiento del mercado en su conjunto al mismo plazo,  $R_m - R_f$ ; y
- (3) la sensibilidad del título particular al movimiento del mercado en su conjunto,  $\beta_i$ .

Como sucede con la generalidad de las expresiones categóricas, esta se encuentra sujeta a una gran probabilidad de error. Utilizar esta expresión matemática debe ser un ejercicio consciente de los principios económicos y estadísticos sobre los cuales encuentra su fundamento; de otra forma se corre el peligro de utilizarla como una receta mágica para ver el futuro. La fórmula general del CAPM es una simplificación de la realidad basada en principios financieros, muy útil para comprender el dinamismo de los mercados accionarios; no obstante, no se constituye como una verdad única ni última sobre éstos, sino sólo como una etapa indispensable para el análisis de la inversión en acciones.

Hasta el momento la mayoría de las explicaciones de este capítulo se han basado en la utilización de coeficientes beta cuyo origen se desconoce. Es tiempo de mostrar de dónde provienen estos números que describen la cantidad de riesgo sistemático de los títulos particulares, con este objetivo se emprenden los apartados siguientes.



### 3.2.1. LA ECUACIÓN DE LA REGRESIÓN LINEAL

La cuestión más importante que se ha tratado de establecer a lo largo de este trabajo ha sido la relación que existe entre el desempeño del mercado en su conjunto y el desempeño de los títulos particulares. En el apartado anterior se concluyó que existe una relación lineal entre el rendimiento y el riesgo sistemático de los títulos que integran el mercado accionario. Para comprobarlo se ocuparon al menos dos títulos, a continuación se comprueba esta misma linealidad utilizando solamente un título particular, el cual, para no perder la costumbre, será CEMEX-A.

Una vez que se ha definido como lineal la relación entre un título particular y el mercado, lo menos que debería esperarse es que al graficar los rendimientos históricos de CEMEX-A y del IPC como coordenadas de puntos, éstos se ubiquen a lo largo de una recta.

Considérense los rendimientos relativos al período A tanto del IPC como de CEMEX-A, los cuales originalmente se incluyeron en los cuadros 2.3. y 1.2., respectivamente, y que ahora se muestran juntos en el cuadro 3.1. De la mano de este cuadro se encuentra el gráfico 3.5., el cual muestra la dispersión de los rendimientos vistos como coordenadas de puntos. Las flechas en el gráfico señalan un par de puntos como evidencia para el lector de que las sesenta coordenadas de rendimientos del cuadro 3.1. han sido incluidas. Ciertamente, la figura resultante no es una línea recta perfectamente trazada ni mucho menos; no obstante, hay ciertas aseveraciones sobre las cuales trabajar para este gráfico.

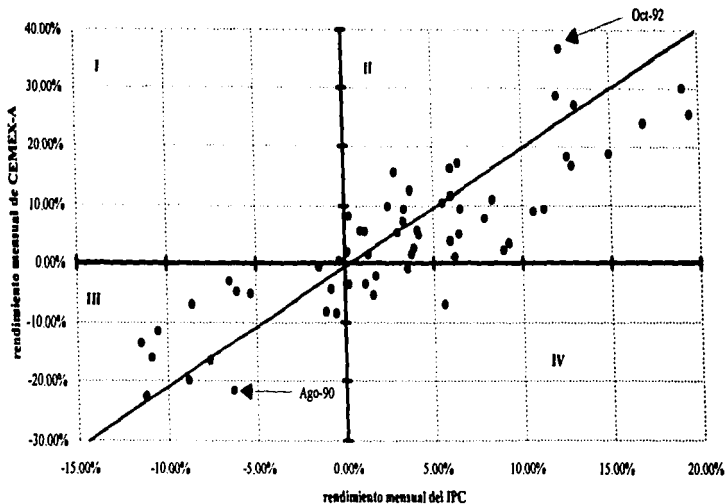
Una observación interesante es que la mayoría de los puntos se ubica en los cuadrantes II y III del eje cartesiano, lo que implica que generalmente los rendimientos del mercado y de CEMEX-A son coincidentes en la naturaleza de su signo. Como puede apreciarse, se ha trazado una línea recta de pendiente positiva a la cual todas las coordenadas de puntos pueden ajustarse. Como se verá en el apartado siguiente el valor de dicha pendiente es precisamente la beta de la acción.

Aunque la recta trazada en el gráfico ha sido ubicada de manera visual, los estadísticos han desarrollado un método que permite encontrar la recta a la cual se ajustan idealmente los puntos dispersos en el eje cartesiano. Por un ajuste ideal debe entenderse aquel mediante el cual se obtiene la menor sumatoria de las desviaciones de los puntos a la

CUADRO 3.1. RENDIMIENTOS HISTÓRICOS DEL IPC Y CEMEX-A COMO COORDENADAS DE PUNTOS. PERÍODO A

	MESES	RENDIMIENTO IPC	RENDIMIENTO CEMEX-A
1	Feb-89	-0.003036	0.003735
2	Mar-89	0.013324	0.015114
3	Abr-89	0.112066	0.094436
4	May-89	0.128223	0.168061
5	Jun-89	0.196573	0.233341
6	Jul-89	0.063821	0.049700
7	Ago-89	0.038820	0.025755
8	Sep-89	0.092170	0.034433
9	Oct-89	-0.011086	-0.081648
10	Nov-89	-0.109980	-0.161636
11	Dic-89	0.035139	-0.010553
12	Ene-90	0.015912	-0.054619
13	Feb-90	0.097114	0.117230
14	Mar-90	0.002077	-0.036679
15	Abr-90	0.055777	-0.069317
16	May-90	0.168629	0.240772
17	Jun-90	0.002418	0.082230
18	Jul-90	0.017314	-0.022583
19	Ago-90	-0.063453	-0.216329
20	Sep-90	-0.112377	-0.228878
21	Oct-90	0.028304	0.146654
22	Nov-90	0.029745	0.031839
23	Dic-90	0.008872	0.054835
24	Ene-91	-0.086171	-0.070284
25	Feb-91	0.063813	0.172189
26	Mar-91	0.120153	0.286406
27	Abr-91	0.180310	0.301241
28	May-91	0.130230	0.271211
29	Jun-91	0.064782	0.094115
30	Jul-91	0.059527	0.163639
31	Ago-91	0.011514	-0.036453
32	Sep-91	0.061684	0.011629
33	Oct-91	0.037167	0.126378
34	Nov-91	0.034457	0.098721
35	Dic-91	-0.053075	-0.052757
36	Ene-92	0.125397	0.183707
37	Feb-92	0.106143	0.089712
38	Mar-92	0.041642	0.048721
39	Abr-92	-0.008011	-0.044944
40	May-92	-0.003379	-0.084391
41	Jun-92	-0.060958	-0.049855
42	Jul-92	-0.076419	-0.056672
43	Ago-92	-0.088412	-0.199208
44	Sep-92	-0.114824	-0.135480
45	Oct-92	0.122198	0.367813
46	Nov-92	0.089074	0.023039
47	Dic-92	0.040931	0.036544
48	Ene-93	0.011359	0.051859
49	Feb-93	-0.103183	-0.115469
50	Mar-93	0.037587	0.015772
51	Abr-93	0.013043	0.072494
52	May-93	-0.064893	-0.031156
53	Jun-93	-0.014647	-0.006327
54	Jul-93	0.055244	0.104420
55	Ago-93	0.078696	0.077399
56	Sep-93	0.001294	0.019373
57	Oct-93	0.011478	0.093953
58	Nov-93	0.083106	0.109941
59	Dic-93	0.148839	0.188078
60	Ene-94	0.059300	0.038265

GRÁFICO 3.5. DISPERSIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE CEMEX-A e IPC (PERÍODO A)



**recta.** El procedimiento a través del cual es posible hacer lo anterior recibe el nombre de **método de los mínimos cuadrados.**

Recuérdese que lo que se trata de establecer es cierta dependencia de los rendimientos de la acción particular respecto del rendimiento del mercado en su conjunto. Por lo tanto, se está estableciendo que es posible estimar el rendimiento de un título particular anticipando el rendimiento del mercado. La utilidad de la recta descrita con anterioridad a este respecto es la siguiente: Matemáticamente, es posible trazar una recta a partir del conocimiento de dos datos fundamentales, a saber:

- (1) el punto de intersección de la recta con el eje de las ordenadas y,
- (2) la pendiente de la recta.

Una vez que estos dos datos son conocidos, cualquier punto a lo largo de la recta puede deducirse a través de la siguiente expresión, conocida como **la ecuación de la regresión lineal:**

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon$$

donde

$y$  = variable dependiente; es decir, aquella que será modelada u obtenida a partir de otro valor, en este caso, del rendimiento del IPC.

$x$  = variable independiente; es decir, aquella que explica el comportamiento de  $y$ .

$\alpha$  = punto de intersección donde la recta corta el eje de las ordenadas

$\beta$  = pendiente o inclinación de la recta por cada unidad de incremento en el valor de  $x$ .

$\varepsilon$  = residuo o error en el pronóstico.

Cualquier parecido entre esta expresión y la fórmula general del CAPM no es mera coincidencia. A decir verdad, el CAPM es un modelo de regresión lineal simple cuyo valor se sustenta en su capacidad de comprobación práctica de los principios generales de las finanzas modernas.

Los siguientes siete apartados se dedican a la explicación de la naturaleza e interpretación de cada uno de los componentes de la ecuación de la regresión lineal atendiendo a los fundamentos financieros que hacen posible su aplicación dentro del CAPM.

### 3.2.1.1. EL COEFICIENTE BETA

Algunos párrafos atrás se presentó al coeficiente beta ( $\beta$ ) como un número que describía la relación entre los rendimientos de un título particular y los rendimientos del mercado en su conjunto. Asimismo, se señaló que la beta indica la cantidad de riesgo sistemático que ostenta un título. Un poco más adelante se mencionó que la beta es también la pendiente de la recta a la cual se ajustan idealmente los rendimientos del IPC y del título particular como coordenadas de puntos. Todos estos enunciados son descriptivos de importantes cualidades del coeficiente beta, pero ninguno de ellos engloba en sí mismo una definición de este elemento.

El coeficiente beta se define como una medida de la sensibilidad de los rendimientos de un título particular al movimiento de los rendimientos del mercado en su conjunto; es decir, la sensibilidad hacia factores sistemáticos. Cuando se habla de la sensibilidad de una variable respecto a otra, lo que se busca es establecer la existencia de un patrón más o menos regular entre el comportamiento de una variable dependiente y la variable independiente que la explica.

La beta guarda estrecha similitud con el coeficiente de correlación de Pearson ( $\rho$ ) que se estudió en el apartado 2.4.2.2. Como se vio entonces, el coeficiente de correlación señala la proporción que la covarianza de dos títulos representa de la varianza total de ambos títulos, y como se recordará, se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\rho = \sigma_{ij} / (\sigma_i)(\sigma_j)$$

donde

- $\rho$  = coeficiente de correlación
- $\sigma_{ij}$  = covarianza de los títulos  $i, j$
- $\sigma_i$  = desviación estándar del título  $i$
- $\sigma_j$  = desviación estándar del título  $j$

El caso de beta es muy similar; no obstante, la fórmula requiere de ciertos ajustes para que sea útil al objetivo que se persigue; o sea, el de medir la sensibilidad del rendimiento de un título particular para un cambio marginal en el rendimiento del mercado en su conjunto.

Trabájese en principio con el numerador de la pasada expresión. Mientras que el coeficiente de correlación incluye en su numerador la covarianza de los rendimientos entre dos títulos; es decir, el riesgo que se explica de manera conjunta, en el coeficiente beta se incluye la covarianza de los rendimientos de un título particular y el mercado en su conjunto; es decir, la varianza de la acción que se explica por factores sistemáticos ( $\sigma_{im}$ ).

Por otra parte, en el denominador del coeficiente de correlación se expresa la totalidad del riesgo de ambos títulos como el producto de las desviaciones estándar de los títulos particulares; en tanto que para el coeficiente beta, el numerador incluye la varianza de los rendimientos del mercado; es decir, la varianza promedio de todos los títulos del mercado ( $\sigma_m^2$ ).

De esta manera, la fórmula del coeficiente beta quedaría como:

$$\beta = \sigma_{im} / \sigma_m^2$$

donde

$$\begin{aligned} \beta &= \text{coeficiente beta} \\ \sigma_{im} &= \text{covarianza del título } i \text{ y el mercado en su conjunto, } m \\ \sigma_m^2 &= \text{varianza del mercado en su conjunto} \end{aligned}$$

En los dos siguientes apartados se estudian los elementos de esta fórmula y se calcula la beta de algunos títulos particulares.

### 3.2.1.1.1. LA VARIANZA DEL MERCADO

Quando se calcula la varianza de los rendimientos del mercado, no se está haciendo otra cosa que determinar la magnitud de la dispersión de los rendimientos respecto de su media aritmética. La dispersión de los rendimientos del IPC es equiparable al riesgo promedio que ostentan todos los títulos del mercado accionario. En otras palabras, la

dispersión de estos rendimientos constituye un valor de referencia del riesgo promedio que ostentan todos los títulos del mercado <sup>8</sup>.

El cálculo de la varianza del mercado no difiere en nada de la metodología presentada en el apartado 2.3.1. para los títulos particulares. Es decir, se toman los rendimientos históricos relativos al período A para el IPC, los cuales fueron ya presentados en el cuadro 2.3., y se calcula su media aritmética dividiendo la sumatoria de los rendimientos históricos entre el número de rendimientos de la muestra. Tal como se obtuvo en el apartado 2.2.2., el rendimiento promedio del mercado para el período A es de 3.20 % (  $1.921411 / 60 = 0.032024$  ). A continuación, se calcula la desviación de cada rendimiento particular del rendimiento promedio (  $X_n - \bar{X}$  ) y se eleva cada desviación al cuadrado (  $X_n - \bar{X}$  )<sup>2</sup>. Se procede entonces a realizar la sumatoria de las desviaciones cuadradas y se divide esta entre el número de observaciones de la muestra menos un grado de libertad (  $n - 1$  ), con lo que finalmente se obtiene la varianza de los rendimientos.

El cuadro 3.2. muestra el procedimiento descrito en el párrafo anterior, obteniéndose una sumatoria de las desviaciones cuadradas de los rendimientos de 0.327709. Lo que resulta en una varianza de 0.005554 [  $0.327709 / ( 60 - 1 )$  ]. Verifíquese que este dato había sido previamente presentado en el cuadro 2.9. como parte del análisis de dispersión de los rendimientos del IPC.

Esta varianza de 0.005554 representa el riesgo promedio del mercado accionario para el período A; es decir, es la medida promedio del cambio mensual experimentado en el rendimiento del mercado como consecuencia de los eventos económicos suscitados en los últimos sesenta meses. Valga repetir una vez más que puesto que el IPC es una cartera bien diversificada, su rendimiento se debe tan sólo a factores sistemáticos y no a factores que son exclusivos de los títulos particulares que la integran.

Con el objeto de hacer ciertas precisiones, remóntese al gráfico 2.5. con el cual se demostró que la variabilidad de los rendimientos del IPC es menor que la variabilidad de los rendimientos de la generalidad de los títulos particulares. Esto implica que si se divide

<sup>8</sup> El IPC es sólo un valor de referencia y no uno absoluto, puesto que muy probablemente existen factores de orden sistemático que no se reflejan eficientemente en el valor del índice, ya sea porque la base de este sea reducida o porque no incluye otra serie de activos financieros y no financieros distintos de las acciones. Más adelante en este texto se analiza esta que es una de las principales críticas al CAPM y se ofrece una solución alternativa a esta limitación.

CUADRO 3.1. CÁLCULO DE LA VARIANZA DEL MERCADO. PERIODO A

MESES/AÑO	RTO. MENS. REAL	RTV. RTO. A	RTV. RTO. A <sup>2</sup>
1	Feb-89	-0.003056	-0.039079
2	Mar-89	0.013324	-0.018700
3	Abr-89	0.112066	0.000042
4	May-89	0.128223	0.096200
5	Jun-89	0.134375	0.162352
6	Jul-89	0.063827	0.011804
7	Ago-89	0.038820	0.006796
8	Sep-89	0.092170	0.060147
9	Oct-89	-0.011086	-0.043110
10	Nov-89	-0.108990	-0.141013
11	Dic-89	0.031559	0.003136
12	Ene-90	0.015912	-0.016112
13	Feb-90	0.059714	0.027691
14	Mar-90	0.002077	-0.029947
15	Abr-90	0.035777	0.023754
16	May-90	0.168629	0.136606
17	Jun-90	0.002418	-0.028605
18	Jul-90	0.017314	-0.014709
19	Ago-90	-0.063453	-0.095476
20	Sep-90	-0.112377	-0.144400
21	Oct-90	0.028304	-0.003720
22	Nov-90	0.029745	-0.002279
23	Dic-90	0.008872	-0.023151
24	Ene-91	-0.086171	-0.118194
25	Feb-91	0.063813	0.031790
26	Mar-91	0.120153	0.088130
27	Abr-91	0.190710	0.158686
28	May-91	0.130230	0.098207
29	Jun-91	0.064782	0.032759
30	Jul-91	0.059527	0.027504
31	Ago-91	0.011514	-0.020509
32	Sep-91	0.061684	0.029660
33	Oct-91	0.037167	0.003143
34	Nov-91	0.024457	-0.007566
35	Dic-91	-0.053075	-0.083098
36	Ene-92	0.125397	0.093373
37	Feb-92	0.106143	0.074119
38	Mar-92	0.041642	0.009618
39	Abr-92	-0.008011	-0.046035
40	May-92	-0.003179	-0.037403
41	Jun-92	-0.060958	-0.092981
42	Jul-92	-0.076419	-0.108443
43	Ago-92	-0.088412	-0.120435
44	Sep-92	-0.114824	-0.146847
45	Oct-92	0.123198	0.080174
46	Nov-92	0.089074	0.057051
47	Dic-92	0.040931	0.008907
48	Ene-93	0.011559	-0.020465
49	Feb-93	-0.105383	-0.137407
50	Mar-93	0.037587	0.005563
51	Abr-93	0.013043	0.001020
52	May-93	-0.064895	-0.096919
53	Jun-93	-0.014647	-0.046671
54	Jul-93	0.055244	0.023221
55	Ago-93	0.078696	0.046673
56	Sep-93	0.001294	-0.030729
57	Oct-93	0.031478	0.009402
58	Nov-93	0.083106	0.051082
59	Dic-93	0.148889	0.116866
60	Ene-94	0.059300	0.027277
		<b>6.000000</b>	<b>0.327709</b>

RENDIMIENTO PROMEDIO DEL PERIODO A = 0.032024 = 3.20 %



la varianza de casi cualquier título particular entre la varianza del mercado, el resultado excederá generalmente a la unidad.

Tómese el caso de CEMEX-A, cuya varianza para el período A es de 0.016492 (véase el cuadro 2.5.) y divídase entre la varianza del IPC recién calculada de 0.005554, se obtiene:

$$0.016492 / 0.005554 = 2.969391$$

Este número resultante excede el valor de la beta de CEMEX-A para el período A, el cual fue presentado en apartados anteriores y se sabe que es de 1.496495. Esto sucede porque la varianza de CEMEX-A representa la totalidad de su riesgo; es decir, tanto el sistemático como el no sistemático, en tanto que la beta sólo considera la parte del riesgo de CEMEX-A que se explica por factores de carácter sistemático. ¿Cómo puede conocerse la cantidad de riesgo sistemático contenida en la varianza de un título particular? La respuesta consiste en determinar la covarianza de la acción particular y el mercado en su conjunto, de tal suerte que se conozca la magnitud de su variabilidad conjunta.

Como la parte de la varianza de un título particular que se explica por factores sistemáticos puede ser mayor que la varianza promedio del mercado accionario, el valor de la covarianza ( $\sigma_{im}$ ) puede ser mayor que el valor de la varianza del mercado ( $\sigma_m^2$ ), trayendo esto como consecuencia que el coeficiente beta, a diferencia del coeficiente de correlación, pueda adoptar valores superiores a la unidad; es decir, al 100 %, indicando que el título es más sensible que el mercado a ciertos eventos económicos. El caso contrario, en el cual la covarianza es menor que la varianza del mercado por el cual se obtiene una beta menor a la unidad, no involucra que el título particular sea menos riesgoso que el mercado en su conjunto, sino menos sensible que éste a ciertas condiciones económicas de carácter sistemático. Ambos casos se apreciarán mejor a lo largo del próximo apartado.

### **3.2.1.1.2. LA COVARIANZA DEL MERCADO Y LOS TÍTULOS PARTICULARES**

Cuando en el apartado 2.4.2.1. se estudió la covarianza se dijo que esta era una medida capaz de describir la porción del riesgo de un par de títulos que se explicaba de

manera conjunta. La covarianza del mercado y los títulos particulares tiene una acepción muy similar e igualmente trascendente.

Para comenzar el IPC es una cartera amplia y bien diversificada de títulos, por lo tanto, su rendimiento se explica sólo por factores sistemáticos. Teniendo esto en cuenta, si la covarianza mide la variabilidad conjunta de dos elementos y uno de ellos - el IPC - sólo varía sistemáticamente, entonces la covarianza resultante se constituye exclusivamente de riesgo sistemático, para ser exactos, del riesgo sistemático del título particular.

La metodología para conocer esta covarianza es la misma que la presentada en el capítulo segundo. Se calculan las desviaciones de los rendimientos particulares del rendimiento promedio de cada elemento, posteriormente se obtiene la sumatoria del producto de las desviaciones de los dos elementos para cada observación de la muestra, para finalmente dividir esta sumatoria entre el número de observaciones con la pérdida de un grado de libertad.

El cuadro 3.3. muestra las columnas de las desviaciones tanto de CEMEX-A como del IPC para el período A, así como el producto de estas desviaciones que resulta en una sumatoria de 0.490414, que a su vez permite establecer que la covarianza del mercado y la acción CEMEX-A durante el período A es de 0.008312 [  $0.490414 / (60 - 1)$  ]. Este número representa la variabilidad de los rendimientos de CEMEX-A que se explica sólo por factores sistemáticos.

En este nivel puede ya calcularse el coeficiente beta de CEMEX-A para el período A; no obstante, esto puede diferirse tan sólo un poco más con la finalidad de plantear una cuestión que bien podría resultar interesante. Si se divide la covarianza recién obtenida de 0.008312 entre el producto de las desviaciones estándar para el período A de CEMEX-A y del IPC que son de 0.128421 y 0.074528 ( véanse cuadros 2.5. y 2.9.) se obtiene un coeficiente de correlación de 0.8685, el cual es indicativo de una fuerte tendencia de ambos rendimientos a dispersarse en la misma dirección en proporciones semejantes. Sin embargo, no debe perderse de vista que la desviación estándar de CEMEX-A utilizada en el cálculo anterior incluye una porción de riesgo no sistemático. Es por este motivo que el coeficiente de correlación no sirve al objetivo de medir la cantidad de riesgo sistemático de los títulos particulares.

	PERÍODO	DESVIACIÓN CEMEX-A (A)	DESVIACIÓN AL RENDIMIENTO IPC (B)	PRODUCTO (A) X (B)
1	Feb-89	-0.038690	-0.035079	0.001357
2	Mar-89	-0.027331	-0.018700	0.000511
3	Abr-89	0.053011	0.088042	0.004663
4	May-89	0.125617	0.096200	0.012084
5	Jun-89	0.212897	0.162352	0.034607
6	Jul-89	0.007256	0.031804	0.000231
7	Ago-89	-0.016690	0.006796	-0.000113
8	Sep-89	-0.008012	0.060147	-0.000482
9	Oct-89	-0.124092	-0.043110	0.005350
10	Nov-89	-0.205080	-0.141013	0.028778
11	Dic-89	-0.052987	0.003136	-0.000166
12	Ene-90	-0.097064	-0.016112	0.001564
13	Feb-90	0.074825	0.027691	0.002072
14	Mar-90	-0.079124	-0.029947	0.002369
15	Abr-90	-0.111762	0.023754	-0.002655
16	May-90	0.198328	0.136606	0.027093
17	Jun-90	0.039785	-0.029605	-0.001178
18	Jul-90	-0.063027	-0.014709	0.000957
19	Ago-90	-0.258973	-0.095476	0.024726
20	Sep-90	-0.266322	-0.144400	0.038746
21	Oct-90	0.114209	-0.003720	-0.000425
22	Nov-90	0.009194	-0.002279	-0.000021
23	Dic-90	0.012391	-0.023151	-0.000287
24	Ene-91	-0.112728	-0.118194	0.013324
25	Feb-91	0.129744	0.031790	0.004125
26	Mar-91	0.243962	0.088130	0.021500
27	Abr-91	0.258796	0.158686	0.041067
28	May-91	0.228769	0.098207	0.022467
29	Jun-91	0.051671	0.032759	0.001693
30	Jul-91	0.121194	0.027804	0.003333
31	Ago-91	-0.078897	-0.020509	0.001618
32	Sep-91	-0.030815	0.029660	-0.000914
33	Oct-91	0.083933	0.005143	0.000432
34	Nov-91	0.056276	-0.007566	-0.000426
35	Dic-91	-0.093021	-0.085098	0.008086
36	Ene-92	0.141263	0.003373	0.001196
37	Feb-92	0.047268	0.074119	0.003503
38	Mar-92	0.006277	0.009618	0.000060
39	Abr-92	-0.087389	-0.040035	0.003499
40	May-92	-0.126835	-0.037403	0.004744
41	Jun-92	-0.092299	-0.092981	0.008582
42	Jul-92	-0.209411	-0.108443	0.022709
43	Ago-92	0.341652	-0.120435	-0.029145
44	Sep-92	-0.177925	-0.146847	0.026128
45	Oct-92	0.329368	0.090174	0.029340
46	Nov-92	-0.019465	0.057051	-0.001107
47	Dic-92	0.014100	0.008907	0.000126
48	Ene-93	0.011414	-0.020465	-0.000234
49	Feb-93	-0.157913	-0.137407	0.021698
50	Mar-93	-0.026672	0.005563	-0.000145
51	Abr-93	0.030050	0.001020	0.000031
52	May-93	-0.073601	-0.096919	0.007133
53	Jun-93	-0.048772	-0.046671	0.002276
54	Jul-93	0.061976	0.023221	0.001439
55	Ago-93	0.034954	0.046673	0.001631
56	Sep-93	-0.022687	-0.030729	0.000697
57	Oct-93	0.051509	0.001454	0.000078
58	Nov-93	0.067497	0.051082	0.003448
59	Dic-93	0.145633	0.116466	0.017020
60	Ene-94	-0.004179	0.027277	-0.000114
		0.000000	0.000000	0.490814

Utilícese ahora la fórmula del coeficiente beta, para lo cual se divide la covarianza del mercado y CEMEX-A de 0.008312 entre la varianza del mercado de 0.005554 obtenida en el apartado anterior, ambos números pertenecientes, como se sabe, al período A. Se tiene entonces que la beta de CEMEX-A es de:

$$0.008312 / 0.005554 = 1.496495 ^9$$

Como puede apreciarse en esta expresión, el numerador es mayor que el denominador, lo que ocasiona que la beta sea mayor a la unidad. Esto sucede porque los rendimientos del mercado y de CEMEX-A suelen moverse en la misma dirección, con la particularidad de que los rendimientos de CEMEX-A exceden generalmente a los del mercado en cualquiera de los dos sentidos.

Otra forma de explicar esto es considerar que la cantidad del numerador que excede a la del denominador sólo puede explicarse como movimiento de los rendimientos de CEMEX-A, puesto que el IPC no puede moverse más allá de su varianza total de 0.005554. Es decir, la sensibilidad de los rendimientos de CEMEX-A a factores sistemáticos es mayor que la sensibilidad promedio del mercado.

Existen otros casos en los que el coeficiente beta no excede a la unidad. Considérese el caso de KIMBER-A cuya covarianza con el mercado para el período A es igual a 0.003330 <sup>10</sup>; obviamente el dato de la varianza del mercado es el mismo; o sea, 0.005554. El coeficiente beta para KIMBER-A es:

$$0.002465 / 0.005554 = 0.443784 ^{11}$$

En este caso se observa que el numerador es menor que el denominador, lo que indica que la sensibilidad de KIMBER-A a factores sistemáticos es menor que la sensibilidad promedio del mercado.

<sup>9</sup> En realidad, el cociente que se obtiene de esta división con los datos mostrados en el texto es de 1.496579; la diferencia con el dato mostrado deriva del redondeo a seis decimales en este cálculo. El dato que se muestra, en cambio, se obtuvo utilizando una hoja electrónica de cálculo ocupando la totalidad de los decimales; no obstante, para efectos de presentación sólo se muestran seis decimales.

<sup>10</sup> Los datos necesarios para efectuar este cálculo se encuentran en el Anexo A. La metodología a seguir es la misma que se presentó para el caso de CEMEX-A.

<sup>11</sup> Una vez más se ha preferido la exactitud en el dato de la beta. Se invita al lector a realizar sus propios cálculos ocupando una hoja electrónica o haciendo uso de la memoria de su calculadora financiera para guardar la totalidad de los decimales tanto del numerador como del denominador de esta expresión.

A partir de los dos casos expuestos puede intuirse que existen acciones que son más sensibles y otras que lo son menos a los factores de orden sistemático. Esta sensibilidad tiene una relación muy estrecha con la actividad o giro económico de la empresa emisora de las acciones. Por ejemplo, CEMEX-A es una acción de una compañía de la industria de la construcción, sector que es uno de los primeros en resentir los efectos en caso de recesión económica y uno de los que más rápido se recuperan durante las épocas de expansión. A grandes rasgos, esto puede explicarse en función de que al iniciarse una etapa de recesión en la economía los presupuestos para la construcción de infraestructura para llevar a cabo proyectos de inversión se suspenden y el gasto de los individuos en bienes inmuebles tiende a desacelerarse, lo que conduce a una reducción sustancial en los ingresos del sector de la construcción. Por otro lado, cuando el gobierno quiere reactivar la economía generalmente lo hace incrementando el gasto vía obras públicas, creando a la vez empleos y mercado para el sector construcción con lo cual fomenta el movimiento de los factores productivos y brinda incentivo al crecimiento. En ambos casos, la acción se ve afectada en su rendimiento, positiva o negativamente, casi en forma inmediata; en otras palabras, la acción es altamente sensible al estado general que guarda la economía en un momento dado.

Todo este tipo de información se refleja en el valor del coeficiente beta. No obstante, sería incompleto realizar un análisis de beta limitándose solamente a un período específico. En el apartado siguiente se estudia la estabilidad intertemporal de la beta de varias acciones. La finalidad de conocer la estabilidad de esta medida es el poder depositar la confianza en que este número describe consistentemente a través del tiempo la relación entre el rendimiento de un título y su riesgo sistemático.

### **3.2.1.1.3. LA ESTABILIDAD INTERTEMPORAL DE BETA**

Siendo el coeficiente beta un número al cual se le atribuye la facultad de describir la sensibilidad del rendimiento de un título particular al comportamiento del mercado en su conjunto, resulta de suma importancia establecer un parámetro de confianza para poder trabajar con él. La cuestión consiste en establecer si a través del tiempo el valor del coeficiente beta para una acción determinada es consistente o varía de forma tal que resulta infructuoso el análisis que a una fecha fija pueda hacerse de una inversión. Es decir, si bien difícilmente el valor de beta se mantiene inamovible por un largo período de tiempo, es importante conocer su tendencia de cambio para ajustar su valor a las condiciones económicas esperadas de manera que sea significativo.

El primer eslabón de este análisis de la estabilidad intertemporal de beta parte de la naturaleza de los datos con los cuales se ha venido calculando el coeficiente. En primera instancia, se ha mencionado con anterioridad en este trabajo que afirmar que el futuro se parece al pasado es un supuesto muy peligroso, entonces ¿por qué razón se han utilizado rendimientos históricos para calcular tanto la varianza del mercado como la covarianza de éste con los títulos particulares? La respuesta a esta pregunta es muy simple, ya que se trata de una mero convencionalismo que se explica de la siguiente manera:

Ciertamente, la beta de una acción puede estimarse a partir de proyecciones sobre el comportamiento futuro de los rendimientos del título en cuestión y no de su comportamiento pasado. Esto implicaría que a cada uno de los escenarios sugeridos donde suceden los rendimientos proyectados se le asigne determinada probabilidad de ocurrencia y que a partir de estos datos se desarrolle exactamente la misma metodología que se presentó en los dos apartados precedentes. Si bien este método evade fundamentarse explícitamente en datos históricos, en la práctica presenta una deficiencia tal vez mayor, que consiste en su excesiva dependencia en la discrecionalidad del analista y de su opinión personal - que puede o no estar bien sustentada - sobre los escenarios económicos futuros. En cambio, al utilizar datos del pasado se evita esta discrecionalidad y se adopta la convención de utilizar datos históricos. La finalidad en el uso de este tipo de datos no es la de establecer un ciclo claramente identificable en el movimiento de los rendimientos de los títulos y aprovecharlo para generar ganancias de capital - lo cual constituye más bien uno de los objetivos del análisis técnico y el CAPM no es parte de este tipo de análisis -, sino la de medir la respuesta típica en el rendimiento de los títulos particulares a factores exógenos que les afectan en conjunto.

En la práctica se utilizan comúnmente muestras de sesenta rendimientos mensuales para el cálculo de beta, ya que se considera que en este rango de tiempo pueden apreciarse de manera consistente las características que distinguen a un ciclo económico completo. Para el caso de México, un período de sesenta meses equivale a poco más del ochenta por ciento de un ciclo sexenal, cuyas fases, al menos durante las últimas dos décadas, han sido consistentemente identificables. A fin de cuentas, se trata simplemente de una convención, por lo que cada analista puede utilizar el número de rendimientos y periodicidad en éstos que juzgue conveniente, puesto que en un mercado eficiente las diferencias ocasionadas por este tipo de ajustes tiende a ser irrelevantes. Ocupar cinco años en el cálculo de beta es lo mismo que suponer que el comportamiento futuro de los rendimientos debe al menos parecerse a aquél de alguno de los sesenta comportamientos mensuales incluidos en la muestra. De esta forma, la discrecionalidad desaparece puesto que el pasado no puede ser manipulado por el analista y cada uno de los rendimientos de la muestra tiene la misma probabilidad de ocurrencia.

¿Qué sucede entonces si el valor obtenido de beta en base a datos históricos no es consistente con los resultados fundamentadamente esperados que el analista tiene sobre el futuro de la acción? Sucede que el analista deberá ajustar el valor obtenido de beta en la magnitud que considere conveniente. En este punto es importante recordar que un modelo de fijación de precios es sólo una herramienta para el analista y no una verdad absoluta en sí mismo. Un individuo sensato no cruza las vías del tren viendo que éste se acerca, aún cuando el semáforo se encuentre en luz verde; lo mismo pasa en el caso del valor de beta, el seguir ciertas reglas para su cálculo no descalifica el criterio profesional del analista. Al valor de beta que se ajusta por determinadas condiciones de carácter discrecional se le conoce como **beta ajustada**<sup>12</sup>.

El segundo eslabón en el análisis de la estabilidad de beta consiste en establecer precisamente su variabilidad a lo largo del tiempo. La tabla I del cuadro 3.4. muestra los valores del coeficiente beta para las acciones CEMEX-A, KIMBER-A, CIFRA-B y ALFA-A para una serie de períodos móviles de 60 meses desde enero de 1989 hasta diciembre de 1995. Como puede apreciarse existen al menos tres casos típicos para beta: (1) aquél en que la beta es consistentemente mayor a la unidad (CEMEX-A); (2) aquél en el que la beta es aproximadamente igual a la unidad (CIFRA-B); y, (3) aquél en que la beta es consistentemente menor a la unidad (KIMBER-A). El caso de ALFA-A es particular pues

<sup>12</sup> Dado su carácter discrecional, las betas ajustadas no se estudian en este trabajo.

CUADRO 3.4. ESTABILIDAD INTERTEMPORAL DE BETA

TABLA I VALOR DE LA BETA

PERÍODO	CEMEX-A	KIMBER-A	CFRA-B	ALFA-A
A	1.496495	0.443784	0.779985	0.859513
B	1.499217	0.458905	0.798642	0.866698
C	1.491430	0.479411	0.799199	0.842402
D	1.517196	0.496777	0.825290	0.795795
E	1.526488	0.530196	0.836517	0.760057
F	1.556534	0.571812	0.927960	0.691088
G	1.555506	0.562123	0.937908	0.660097
H	1.555299	0.537865	0.938462	0.675825
I	1.578478	0.539283	0.933945	0.678267
J	1.564548	0.539236	0.946262	0.666458
K	1.540835	0.544235	0.935697	0.645440
L	1.550233	0.570793	0.944776	0.654534
M	1.567961	0.583270	0.959509	0.612001
N	1.502728	0.583049	0.993699	0.553916
O	1.553978	0.577576	0.935056	0.527613
P	1.585430	0.578410	0.919643	0.518894
Q	1.601686	0.599688	0.973549	0.601483
R	1.608992	0.597968	0.977783	0.589143
S	1.593507	0.625256	0.961977	0.601921
T	1.570552	0.620860	0.971065	0.571078
U	1.550790	0.635152	0.983003	0.542660
V	1.558903	0.614826	0.978681	0.557894
W	1.556307	0.614678	0.985672	0.561896
X	1.556946	0.623684	0.968210	0.570101

TABLA II PROMEDIO ARITMÉTICO DE LA BETA

	PROMEDIO PERÍO-DIC79 24 PERÍODOS	PROMEDIO PERÍO-DIC78 12 PERÍODOS	PROMEDIO AGO78-DIC78 6 PERÍODOS	PROMEDIO DIC78-DIC75 2 PERÍODOS
CEMEX-A	1.551668	1.567315	1.564501	1.556627
KIMBER-A	0.563702	0.604535	0.622409	0.619181
CFRA-B	0.925520	0.967321	0.974768	0.976941
ALFA-A	0.650199	0.567383	0.567592	0.565999

TABLA III DISPERSIÓN DE LA BETA

	DEVST PERÍO-DIC79 24 PERÍODOS	DEVST PERÍO-DIC78 12 PERÍODOS	DEVST AGO78-DIC78 6 PERÍODOS	DEVST DIC78-DIC75 2 PERÍODOS
CEMEX-A	0.032374	0.028389	0.015630	0.000452
KIMBER-A	0.053175	0.020446	0.007639	0.006368
CFRA-B	0.065424	0.021265	0.009191	0.012347
ALFA-A	0.105583	0.029675	0.019723	0.005802



su valor de beta muestra una clara inestabilidad con tendencia a disminuir en el transcurso del tiempo.

La tabla II del cuadro 3.4. contiene una serie de promedios históricos para las betas de estas cuatro acciones. La racionalidad detrás de esta tabla consiste en asumir que si el valor promedio de beta es consistente, independientemente del número de elementos utilizados en el cálculo de su promedio aritmético, es más factible que el valor de la beta sea real y no que derive de un proceso numérico meramente aleatorio. De esta forma, CEMEX-A, KIMBER-A y CIFRA-B confirman su estabilidad en los casos típicos que ocupan intertemporalmente a los cuales se hizo referencia en el párrafo anterior. Para ALFA-A puede apreciarse, en cambio, que su estabilidad se ha venido incrementando hacia el final del periodo en estudio.

La tabla III del mismo cuadro indica, mediante el valor de la desviación estándar, la dispersión de las betas de su promedio. De esta suerte, un inversionista de largo plazo tendría que considerar la desviación estándar a 12 o inclusive a 24 meses del valor medio de beta al realizar sus proyecciones a una fecha determinada. Por el contrario, un especulador estaría mucho más interesado en conocer el valor de la desviación estándar para periodos cortos de tiempo, que podrían ser de 6 ó 2 meses.

Algo sumamente alentador para el uso de los coeficientes betas es el hecho de que en todos los casos mostrados en esta tabla, la dispersión en el corto plazo es menor que aquella experimentada en el largo plazo. En la generalidad de los casos, las acciones con betas consistentemente mayores o menores a la unidad ( por ejemplo CEMEX-A y KIMBER-A ) son mucho más estables que el resto de los títulos. La estabilidad en su beta se debe, en principio, a que generalmente se trata de empresas cuyos giros están estrechamente relacionados a la inversión real y, por tanto, dependen fuertemente del estado global de la economía. Por el contrario, las empresas cuyas acciones tienen una beta poco estable pertenecen generalmente a compañías cuyo desempeño se ajusta, sin pesar demasiado en ellas el factor global de la economía; este es el caso común de las empresas de servicios ( por ejemplo ALFA-A que es una controladora ).

Algunos autores consideran que la beta real para una acción determinada se encuentra entre más dos y menos dos desviaciones estándar de su valor medio, suponiendo con esto que su distribución de frecuencia tiende a ser normal. Buscar una exactitud mayor en el valor de beta es una cuestión más de discusión académica que práctica, sobre todo si

se toma en consideración que el rendimiento a obtener es un rendimiento teórico y no el real propiamente dicho.

Ahora bien, la beta de una cartera de títulos es un promedio ponderado de las betas particulares de los títulos que la integran, lo cual quedaría expresado como:

$$\beta_{\text{CARTERA}} = W_1\beta_1 + W_2\beta_2 + \dots + W_n\beta_n$$

donde

$$\begin{aligned} \beta_{\text{CARTERA}} &= \text{Coeficiente beta de la cartera de títulos} \\ W_n &= \text{proporción de la inversión total en el título } n \\ \beta_n &= \text{coeficiente beta del título } n \end{aligned}$$

La decisión de incluir un determinado título accionario en una cartera de inversión, de acuerdo con el CAPM, está sujeta a dos factores:

- (1) la contribución del título al rendimiento de la cartera, y
- (2) la contribución del título al riesgo de la cartera.

Una vez realizado el análisis de la estabilidad de beta y conociendo de antemano la relación lineal entre riesgo y rentabilidad, un inversionista debería elegir para su cartera, de entre títulos con betas similares, aquel cuyo rendimiento sea mayor, de tal forma que pueda optimizar el rendimiento de su cartera.

Teóricamente, todos los títulos dentro de un mercado eficiente deben colocarse en algún punto a lo largo de la línea del mercado de títulos. Así, tal y como se afirmó con anterioridad, aquellos títulos con betas similares deben ofrecer rendimientos equiparables. Dentro de estos parámetros, ningún individuo con sentido común invertiría su dinero en una acción que teniendo un mayor riesgo - una beta más alta -, pagase un rendimiento menor que el de una acción menos riesgosa. La interrogante consiste en saber si al nivel de riesgo que ostenta una acción particular le corresponde o no su actual desempeño en su rendimiento. Es decir, gracias al coeficiente beta es posible comparar los niveles de riesgo sistemático de los títulos particulares entre sí; pero supóngase que se tienen dos títulos con exactamente el mismo coeficiente beta pero con distintos rendimientos esperados, ¿cómo saber cuál de ellos está pagando el nivel adecuado de rendimiento de acuerdo con su grado de riesgo asociado?. Una respuesta inicial a esta pregunta podría ser el utilizar la

racionalidad que sustenta a la línea del mercado de títulos presentada en el apartado 3.2., pues a partir de ella se sabe que a cada incremento unitario en el riesgo le corresponde un incremento proporcional en el rendimiento. Si un título no está pagando su nivel apropiado de rendimiento de acuerdo con su riesgo asociado, quiere decir que se desvía de la línea del mercado de títulos. El apartado siguiente se dedica a determinar la magnitud de dicha desviación mediante el uso del coeficiente alfa.

### 3.2.1.2. EL COEFICIENTE ALFA

Recuérdese que a lo largo del apartado 3.2.1. se han venido **analizando** los elementos que componen la ecuación de la regresión lineal. Esta ecuación, como se sabe, se expresa de la siguiente forma:

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon$$

Si se omite el elemento  $\varepsilon$ , asumiendo que se cuenta con una cartera amplia y bien diversificada de títulos, esta misma expresión queda como sigue:

$$y = \alpha + \beta x$$

Hágase un repaso del significado de las literales:

- y = rendimiento del título particular ( variable dependiente )
- x = rendimiento del mercado en su conjunto ( variable independiente )
- $\beta$  = pendiente o inclinación de la recta
- $\alpha$  = punto de intersección donde la recta corta el eje de las ordenadas

Haciendo el despeje apropiado, se puede acomodar esta expresión para conocer el valor de la intersección, siendo esto:

$$\alpha = y - \beta x$$

El valor de la intersección  $\alpha$ , en el contexto del método de los mínimos cuadrados, se encuentra indicado por el punto en el cual la línea característica del título; es decir, la línea de la regresión lineal, corta el eje de las ordenadas. En otras palabras, el valor de la intersección  $\alpha$  corresponde al rendimiento asociado para el título particular cuando el

mercado en su conjunto no efectúa movimiento alguno; es decir, cuando su rendimiento es igual a cero.

Para esclarecer lo anterior, reconsideréense los datos que hasta el momento se conocen para el período A para el caso de CEMEX-A. Se tiene que:

$$\begin{aligned}x &= 3.20 \% = 0.032024 \text{ ( Rendimiento promedio del mercado )} \\y &= 4.24 \% = 0.042444 \text{ ( Rendimiento promedio del título )} \\ \beta &= 1.496495 \text{ ( Coeficiente beta )}\end{aligned}$$

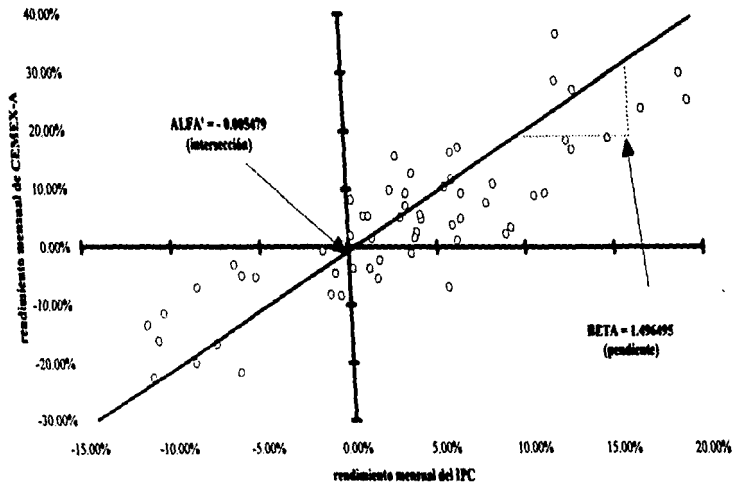
Obsérvese que los datos de  $x$  y  $y$  corresponden a los rendimientos promedio del período A, que son precisamente aquellos que se utilizaron para la determinación del coeficiente beta. Sustituyendo ahora estos datos en la expresión recién presentada se obtiene que:

$$\begin{aligned}\alpha &= y - \beta x \\ &= 0.042444 - 1.496495 ( 0.032024 ) \\ &= 0.042444 - 0.047924 \\ &= -0.005479\end{aligned}$$

Este es el valor de la intersección  $\alpha$  para la línea que mejor se ajusta a las desviaciones de los rendimientos históricos para el período A del IPC y de CEMEX-A como coordenadas de puntos. El gráfico 3.6. presenta este valor y el del coeficiente beta para CEMEX-A. En el gráfico, la intersección ha sido nombrada como ALFA', puesto que en realidad este valor es sólo una estimación y no el coeficiente alfa en sí mismo. Es importante distinguir entre el coeficiente alfa y la intersección ALFA', por las razones que enseguida se exponen.

Para poder llegar al coeficiente alfa se necesita realizar ciertas consideraciones. Para comenzar se sabe, de acuerdo con ciertos aspectos que se han hecho remarcar con anterioridad, que el rendimiento de los títulos sin riesgo es independiente a los movimientos del mercado en su conjunto ( su beta, por lo tanto, es de cero ). Por otro lado, para que la línea característica de un título cruce el eje de las ordenadas, la condición indispensable es que el valor del rendimiento del mercado sea de 0. Teniendo en cuenta ambos aspectos, un inversionista debe esperar que cuando el rendimiento del mercado es igual a 0, el rendimiento del título particular sea al menos aquel de los títulos sin riesgo.

GRÁFICO 34. VALORES DE BETA Y ALFA' PARA CEMEX-A, PERÍODO A



Recién se calculó ALFA' para CEMEX-A; es decir, la intersección al eje de las coordenadas de su línea característica, y se determinó que su valor para el período A era de - 0.005479. ¿ Es éste el rendimiento promedio de los títulos sin riesgo para el mismo período ? Un vistazo al cuadro 2.10. del apartado 2.3.1. permite establecer que el rendimiento promedio de los CETES a 28 días durante el período A fue de 0.006880. Entonces, la intersección ALFA' no es igual al valor del rendimiento promedio de los títulos sin riesgo del período en cuestión y esto es porque sólo constituye una estimación del mismo. Como ambas cantidades son muy próximas a cero, la diferencia entre ambas es ciertamente mínima, pero no irrelevante. Por lo pronto, mientras que el rendimiento de los títulos sin riesgo es positivo, el rendimiento de CEMEX-A cuando el mercado no efectúa movimientos es negativo. Ya se ha mencionado previamente que el rendimiento de las acciones debería garantizar al menos aquél de los títulos sin riesgo y eso, está claro, no es lo que está sucediendo en este caso. Esto indica un pobre desempeño de la acción, pero se desconoce su magnitud. Para determinarla se cuenta precisamente con el coeficiente alfa.

A la diferencia entre el rendimiento esperado para un título particular y el rendimiento obtenido por éste a través del modelo de regresión lineal cuando el rendimiento de mercado es igual a cero, se le conoce como el coeficiente alfa o simplemente como el alfa de la acción.

A partir de la definición del párrafo anterior podría malinterpretarse al valor de alfa como la simple y llana sustracción de la intersección ALFA' del rendimiento promedio de los títulos sin riesgo; o sea  $0.012359 [ 0.006880 - ( - 0.005479 ) ]$ . Desafortunadamente, su cálculo no es tan simple como eso. Unos párrafos más adelante se comprueba que el valor de esta sustracción es distinto al valor del coeficiente alfa.

Para conocer el valor real de alfa, es menester reinterpretar las literales de la expresión  $\alpha = y - \beta x$ , en términos de la fórmula general del modelo de fijación de precios de activos de capital. Entonces se tendría que:

$$y = R_i - R_f \text{ ( Rend. del título menos rend. de los títulos sin riesgo )}$$

$$x = R_m - R_f \text{ ( Rend. del mercado menos rend. de los títulos sin riesgo )}$$

De tal forma que  $\alpha = y - \beta x$ , quedaría como:

$$\alpha = R_i - R_f - \beta_i \times [R_m - R_f]$$

Supóngase que el valor de  $\alpha$  fuera igual a cero. Esta misma expresión se escribiría entonces como:

$$R_i - R_f - \beta_i \times [R_m - R_f] = 0^{13}$$

Procédase a demostrar esta igualdad utilizando los valores conocidos para CEMEX-A relativos al período A, los cuales se muestran nuevamente:

$$\begin{aligned} R_f &= 0.69 \% = 0.006880 \\ R_m &= 3.20 \% = 0.032024 \\ R_i &= 4.24 \% = 0.042444 \\ \beta_i &= 1.496495 \end{aligned}$$

Sustituyendo estos datos en la expresión relevante se obtiene:

$$\begin{aligned} R_i - R_f - \beta_i \times [R_m - R_f] &= 0 \\ 0.042444 - 0.006880 - 1.496495 [0.032024 - 0.006880] &= 0 \\ 0.042444 - 0.006880 - 1.496495 [0.025144] &= 0 \\ 0.042444 - 0.006880 - 0.037628 &= 0 \\ -0.002064 &\neq 0 \end{aligned}$$

Tal y como puede apreciarse, el valor de alfa difiere de cero y, ciertamente, es distinto de la simple sustracción del valor de ALFA' del rendimiento promedio de los títulos sin riesgo. ¿Cuál es la interpretación que debe darse a esta cifra? En principio, es conveniente recalcar que el coeficiente alfa está expresado en términos de puntos porcentuales. La naturaleza del signo del coeficiente alfa es indicativa de un punto muy importante.

Nótese que si el coeficiente alfa fuese igual a cero, tanto  $[R_i - R_f]$  como  $\beta_i \times [R_m - R_f]$  tendrían exactamente el mismo valor. De esta forma, cuando el coeficiente alfa adopta valores positivos, es porque el valor de  $[R_i - R_f]$  es superior al de  $\beta_i \times [R_m - R_f]$ , lo cual significa que el rendimiento esperado del título particular supera al rendimiento indicado para éste por el modelo de regresión lineal. Como se parte de la base de que el

<sup>13</sup> Esta es precisamente la fórmula general del CAPM si se resuelve para  $R_i$ .

modelo muestra *el debe ser del rendimiento*, y el título particular paga un "rendimiento extra", entonces se considera que un título con alfa positivo se encuentra subvaluado en su precio y constituye una buena estrategia el comprarlo.

Por el contrario, el coeficiente alfa adopta valores negativos cuando el rendimiento esperado del título en cuestión es inferior que aquél indicado por el modelo de regresión lineal. Esto significa que el desempeño en el rendimiento del título es pobre comparado con lo que debería ser y, por lo tanto, se considera que el título se encuentra sobrevaluado y no hay razón para comprarlo.

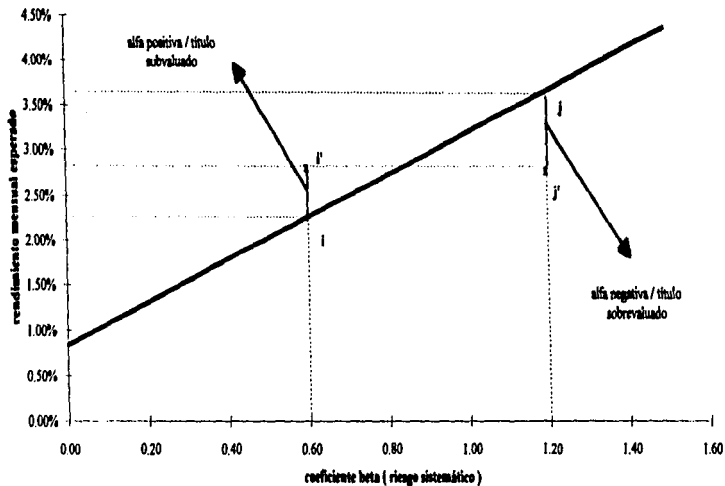
Como se indica en el gráfico 3.7., el valor de alfa es una desviación a la línea del mercado de títulos presentada en el apartado 3.2. Los dos ejemplos del gráfico se explican como sigue:

Un alfa positivo señala una desviación del rendimiento esperado del título *i* por encima del rendimiento indicado por la línea para títulos con coeficiente beta de 0.60; en tanto que un alfa negativo involucra un rendimiento menor que el indicado por la línea para el título *j* dada su beta de 1.20. En estas circunstancias, resultaría lógico que todo el mundo deseara tener siempre títulos con alfas positivos y deshacerse de títulos con alfas negativos. No obstante, los participantes del mercado al querer adquirir títulos con alfa positiva presionan los precios de esas acciones al alza ( en el gráfico el título *i* ), lo que disminuye paradójicamente su rendimiento. Caso contrario, cuando los inversionistas desean deshacerse de un título con alfa negativo (en el gráfico el título *j* ), castigan su precio a la baja con tal de atraer compradores, quienes se benefician de esta reducción en el precio, permitiéndoles elevar su rendimiento. ¿ Hasta qué punto estas presiones de oferta y demanda sobre los títulos llevan a los rendimientos ? Hasta alcanzar nuevamente el equilibrio en la línea del mercado de títulos. La evidencia práctica sugiere que mas que un reajuste inmediato al equilibrio, que correspondería a un fuerte nivel de eficiencia, el mercado sigue un proceso algo errático para alcanzar nuevamente la línea del mercado de títulos, lo que hace bastante provechoso el conocimiento de los coeficientes alfas de los títulos para efectuar operaciones bursátiles.

Como en el caso de beta, el coeficiente alfa de una cartera es un promedio ponderado de los coeficientes alfa de los títulos que la integran. Una utilidad más del coeficiente alfa es la de permitir evaluar el desempeño de una cartera de títulos, puesto que una cartera óptima debe tender siempre a alcanzar un valor de alfa de cero.



GRÁFICO 3.7. EL COEFICIENTE ALFA Y LA LÍNEA DEL MERCADO DE TÍTULOS



CUADRO 3.5. VALOR DEL COEFICIENTE ALFA A TRAVÉS DEL TIEMPO

PERIODO	A CEMEX-A	L KIMBERA	P CFEA-B	A ALFA-A
A	-0.002064	0.015283	0.018361	-0.026206
B	-0.001987	0.013863	0.012785	-0.026354
C	-0.001662	0.011615	0.009855	-0.024283
D	-0.001634	0.013002	0.011159	-0.021632
E	-0.000898	0.015255	0.011485	-0.023124
F	-0.002877	0.015728	0.011629	-0.022465
G	0.060465	0.015345	0.012292	-0.023050
H	-0.001050	0.013972	0.013160	-0.022723
I	0.000844	0.013899	0.012892	-0.018269
J	0.002792	0.014276	0.011099	-0.017384
K	0.004712	0.013837	0.011738	-0.015462
L	0.005287	0.012292	0.017370	-0.017391
M	0.005681	0.012100	0.015198	-0.015057
N	0.007933	0.010615	0.013664	-0.012387
O	0.005675	0.010734	0.014710	-0.011481
P	0.009067	0.010876	0.012022	-0.012164
Q	0.012207	0.011554	0.011858	-0.006789
R	0.009711	0.013102	0.010448	-0.000452
S	0.010197	0.011141	0.007849	0.002711
T	0.013127	0.011786	0.004337	0.005803
U	0.014507	0.011283	0.003360	0.007174
V	0.012043	0.012047	0.002475	0.006226
W	0.010137	0.011736	0.005115	0.007839
X	0.009806	0.009692	0.002937	0.008695

El cuadro 3.5. muestra el valor del coeficiente alfa desde el periodo A hasta el X, para las cuatro acciones a que se ha hecho referencia en este trabajo; es decir, CEMEX-A, KIMBER-A, CIFRA-B y ALFA-A. Puede apreciarse que el valor de este coeficiente es sumamente variable de un periodo a otro, lo cual se debe a que éste se ajusta de acuerdo al valor del rendimiento de los títulos sin riesgo del periodo relevante. No obstante lo anterior, es posible comparar el desempeño de los títulos entre sí en términos del valor de su alfa; por ejemplo, el desempeño de CEMEX-A y ALFA-A es generalmente más pobre que el de KIMBER-A y CIFRA-B.

### 3.2.1.3. LOS RESIDUOS DEL RIESGO NO SISTEMÁTICO

Regresando a la ecuación de la regresión lineal, se tendría que por ahora se conocen los dos elementos indispensables para poder trazar la recta que mejor se ajusta a los rendimientos históricos como coordenadas de puntos. Estos elementos son:

- (1) la pendiente de la recta ( $\beta$ )
- (2) la intersección al eje de las ordenadas ( $\alpha$ , ALFA')

Cabe subrayar que se utiliza el estimador ALFA' y no el coeficiente alfa en sí mismo, para poder trazar la línea del método de los mínimos cuadrados, por las razones expuestas en el apartado anterior. Esta línea que se obtiene de la ecuación  $y = \alpha + \beta x$ , se construye sustituyendo los rendimientos mensuales históricos del mercado de tal forma que para cada  $x_n$  se pronostique un valor para  $y_n$ , utilizando para este fin los valores constantes de  $\alpha$  y  $\beta$  para el periodo correspondiente.

Para el caso de CEMEX-A en el periodo A, se conocen hasta ahora los siguientes valores:

$$\alpha = - 0.005479$$

$$\beta = 1.496495$$

Por otra parte, los rendimientos históricos del mercado para el periodo A han sido presentados ya en diversas ocasiones. Tómese, por ejemplo, el rendimiento del IPC de diciembre de 1989 que fue de 3.52 % ( 0.035159 ) y resuélvase la ecuación del modelo para el rendimiento de CEMEX-A de ese mismo mes. Se tiene entonces que:

$$R(e) \text{ CEMEX-A}_{\text{DIC89}} = \alpha + \beta R(h) \text{ IPC}_{\text{DIC89}}$$

donde

$R(e) \text{ CEMEX-A}_{\text{DIC89}}$  = Rendimiento estimado a partir del modelo de regresión lineal para CEMEX-A en diciembre de 1989

$R(h) \text{ IPC}_{\text{DIC89}}$  = Rendimiento histórico del mercado en su conjunto medido a través del IPC para diciembre de 1989

Sustituyendo los datos conocidos:

$$\begin{aligned} R(e) \text{ CEMEX-A}_{\text{DIC89}} &= \alpha + \beta R(h) \text{ IPC}_{\text{DIC89}} \\ &= -0.005479 + 1.496495 (0.035159) \\ &= -0.005479 + 0.052615 \\ &= 0.047137 = 4.71\% \end{aligned}$$

Mediante el uso del modelo se estima un rendimiento para CEMEX-A de 0.047137 en diciembre de 1989. Es inevitable realizar la comparación entre el rendimiento estimado y el rendimiento real que obtuvo la acción en dicho mes. El rendimiento real obtenido por CEMEX-A en diciembre de 1989 fue de -0.010553 (véase el cuadro 1.2.). La clara diferencia entre ambas cifras no debería ser sorprendente a estas alturas, ya que el modelo explica sólo la parte sistemática de los rendimientos y cualquier diferencia debe atribuirse a factores del orden no sistemático; es decir, aquellos que afectan exclusivamente al título en cuestión.

Esto puede ser abordado a través del siguiente razonamiento: el rendimiento real,  $R$ , está compuesto, como se indicó en el apartado 3.2., por una parte esperada,  $R(E)$ ; y una inesperada,  $R(U)$ . A su vez,  $R(U)$  se compone de una parte sistemática,  $\mu$  y una no sistemática,  $E$ .

Considerando que  $R(E)$  es igual al rendimiento de los títulos sin riesgo para el período en cuestión, el rendimiento real de CEMEX-A para diciembre de 1989 se compone, en principio, de un rendimiento de -0.015958 (véase cuadro 2.2.) que corresponde al de los CETES a 28 días de diciembre de 1989. También se conoce  $\mu$  que asciende a 0.047137; como esta cifra ya incluye el rendimiento de los títulos sin riesgo,

debe sustraerse para evitar duplicaciones, quedando entonces que  $\mu$  es igual a 0.063095 [0.047137 - (-0.015958)]. Se concluye entonces que si:

$$R = R(E) + \mu + \varepsilon$$

entonces

$$-0.010553 = -0.015958 + 0.063095 + \varepsilon$$

y, por lo tanto

$$\varepsilon = -0.057690$$

para que

$$-0.010553 = -0.015958 + 0.063095 - 0.057690$$

De esta suerte, si bien el modelo de regresión lineal consideraba, dadas las condiciones del mercado, un rendimiento del orden sistemático de 0.047137, otros factores no sistemáticos exclusivos de CEMEX-A disminuyeron drásticamente las expectativas del rendimiento hasta -0.010553. Considerando esto último, un elemento muy importante a saber es sin duda ¿qué cantidad del rendimiento de un título particular puede explicarse a partir del modelo de regresión lineal?; o dicho de otra forma, ¿qué proporción del riesgo se explica por factores sistemáticos? A estas dos consideraciones se refieren los dos apartados siguientes.

### 3.2.1.3.1. LA VARIANZA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS RESIDUOS

Según se evidenció en el ejemplo del apartado anterior, el rendimiento real obtenido por un título puede diferir - y en la generalidad de los casos sucede - del rendimiento pronosticado por la ecuación de la regresión lineal. No obstante, como se recordará, se ha afirmado que los rendimientos proyectados se encuentran ajustados idealmente, gracias a las constantes  $\alpha$  y  $\beta$ , a una recta que minimiza sus desviaciones. Comiencese por comprobar que los rendimientos proyectados se ajustan idealmente a la recta de los mínimos cuadrados.

El cuadro 3.6. contiene los rendimientos proyectados para CEMEX-A para cada uno de los sesenta meses que componen el período A. Estos rendimientos han sido calculados de la misma forma que aquél del ejemplo del apartado anterior. Se incluye además una columna relativa a los rendimientos históricos del IPC correspondientes a dichos cálculos. Si se consideran los rendimientos pronosticados de CEMEX-A y del IPC como coordenadas de puntos se obtiene la figura del gráfico 3.8. que corresponde a la línea de los mínimos cuadrados. El hecho de que todos los puntos se ubiquen sobre la línea es indicativo de que responden proporcionalmente a los rendimientos del mercado; es decir, sólo a factores del orden sistemático.

Ahora bien, los rendimientos pronosticados a partir del modelo no son iguales a los rendimientos históricos. Retomando el ejemplo del apartado anterior, se tiene que el rendimiento pronosticado para diciembre de fue de 0.047137, en tanto que el rendimiento realmente obtenido fue de - 0.010553. La desviación del rendimiento pronosticado respecto del rendimiento real se calcula sustrayendo al primero del segundo. Esto en literales se podría expresar como  $(Y - \hat{Y})$ , donde Y es el rendimiento real obtenido y  $\hat{Y}$  es el rendimiento pronosticado. A la diferencia entre ambos se le denomina **residuo del riesgo sistemático** ( $\epsilon$ ), ya que constituye la porción del rendimiento no explicada por el modelo. Para el mes de diciembre de 1989 esta desviación fue, como se sabe de antemano, de -0.05769.

Las columnas del cuadro 3.7. contienen los rendimientos reales y pronosticados para CEMEX-A de cada uno de los meses que integran el período A, así como el cálculo de las desviaciones experimentadas para cada caso. El hecho de que la sumatoria de la columna de las desviaciones denominada como DESV.  $(Y, \hat{Y})$  A sea igual a cero, corrobora que la línea de los mínimos cuadrados constituye el ajuste ideal de los rendimientos. Esta misma peculiaridad impide que se pueda trabajar directamente con las desviaciones, por lo que éstas son elevadas al cuadrado en la columna DESV.<sup>2</sup>  $(Y, \hat{Y})$  A, cuya sumatoria es, ahora sí, distinta de cero y asciende a 0.239119 . Esta cantidad recibe el nombre de sumatoria cuadrada de los residuos (SCR).

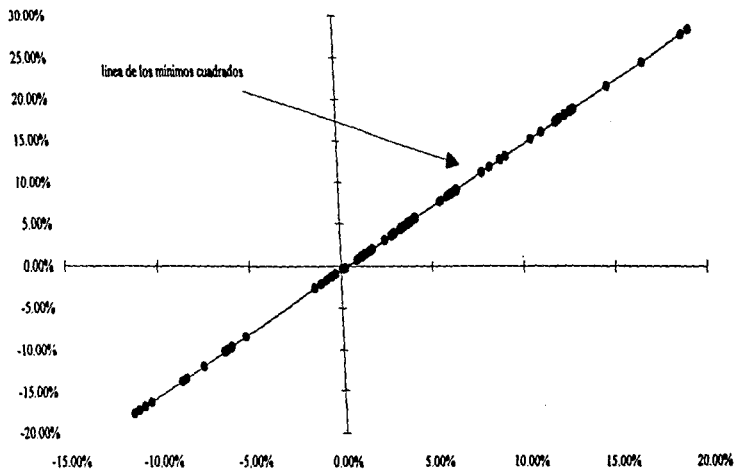
Para conocer la **varianza de los residuos** [VAR.(e)], se divide la sumatoria cuadrada entre el número de observaciones de la muestra menos la pérdida de un grado de libertad. Esto es:

$$0.239119 / (60 - 1) = 0.004053$$

CUADRO 3.6. AJUSTE IDEAL A LA RECTA DE LOS MÍNIMOS CUADRADOS, PERÍODO A

	MESES	RENTAMIENTO HISTÓRICO IPC	RENTAMIENTO PRONÓSTICO CEMEX-A
1	Feb-89	-0.003056	-0.010052
2	Mar-89	0.013324	0.014460
3	Abr-89	0.112066	0.162227
4	May-89	0.182213	0.186407
5	Jun-89	0.194575	0.285702
6	Jul-89	0.063827	0.090039
7	Ago-89	0.038820	0.052615
8	Sep-89	0.092170	0.132453
9	Oct-89	-0.011086	-0.022069
10	Nov-89	-0.108990	-0.168581
11	Dic-89	0.035159	0.047137
12	Ene-90	0.015912	0.018333
13	Feb-90	0.059714	0.083883
14	Mar-90	0.002077	-0.002371
15	Abr-90	0.055777	0.077991
16	May-90	0.168629	0.246874
17	Jun-90	0.002418	-0.001860
18	Jul-90	0.017314	0.020413
19	Ago-90	-0.063453	-0.100435
20	Sep-90	-0.112377	-0.173650
21	Oct-90	0.028304	0.036878
22	Nov-90	0.029745	0.039035
23	Dic-90	0.008872	0.007799
24	Ene-91	-0.086171	-0.134433
25	Feb-91	0.065813	0.090018
26	Mar-91	0.120153	0.174330
27	Abr-91	0.190710	0.279918
28	May-91	0.130230	0.189411
29	Jun-91	0.064782	0.091468
30	Jul-91	0.059527	0.083604
31	Ago-91	0.011514	0.011753
32	Sep-91	0.061684	0.086831
33	Oct-91	0.037167	0.050141
34	Nov-91	0.024457	0.031122
35	Dic-91	-0.053075	-0.084903
36	Ene-92	0.125397	0.182177
37	Feb-92	0.106143	0.153363
38	Mar-92	0.041642	0.056838
39	Abr-92	-0.080111	-0.017467
40	May-92	-0.005379	-0.013528
41	Jun-92	-0.060958	-0.096702
42	Jul-92	-0.076419	-0.119840
43	Ago-92	-0.088412	-0.137786
44	Sep-92	-0.114824	-0.177312
45	Oct-92	0.122198	0.177390
46	Nov-92	0.089074	0.127820
47	Dic-92	0.040931	0.055774
48	Ene-93	0.011539	0.011819
49	Feb-93	-0.105383	-0.163184
50	Mar-93	0.037587	0.050770
51	Abr-93	0.033043	0.043971
52	May-93	-0.064895	-0.102594
53	Jun-93	-0.014647	-0.027398
54	Jul-93	0.055244	0.077194
55	Ago-93	0.078696	0.122290
56	Sep-93	0.001294	-0.003342
57	Oct-93	0.033478	0.044621
58	Nov-93	0.083106	0.118889
59	Dic-93	0.148889	0.217333
60	Ene-94	0.059300	0.083264

**GRÁFICO 3.A. RENDIMIENTOS HISTÓRICOS DEL IPC Y PRONOSTICADOS DE CEMEX-A COMO COORDENADAS DE PUNTOS, PERÍODO A**





CUADRO 3.7. CÁLCULO DE LA VARIANZA DE LOS RESIDUOS, PERÍODO A

	RESIDUO	RTO. REAL	RTO. PROPUEST.	RESV. (Y.-Y)	RESV.2 (Y.-Y)
		A	A	A	A
1	Feb-89	0.003755	-0.010052	0.013807	0.000191
2	Mar-89	0.015114	0.014460	0.000653	0.000000
3	Abr-89	0.094456	0.162227	-0.067772	0.004393
4	May-89	0.168061	0.186407	-0.018346	0.000337
5	Jun-89	0.253341	0.285702	-0.030361	0.000922
6	Jul-89	0.049700	0.090019	-0.040339	0.001627
7	Ago-89	0.037353	0.032615	0.004738	0.000771
8	Sep-89	0.034433	0.132453	-0.098021	0.009608
9	Oct-89	-0.081648	-0.022069	-0.059579	0.003350
10	Nov-89	-0.161636	-0.168581	0.006945	0.000048
11	Dic-89	-0.010533	0.047137	-0.057690	0.003328
12	Ene-90	-0.054619	0.018333	-0.072953	0.005322
13	Feb-90	0.117270	0.083883	0.033386	0.001115
14	Mar-90	-0.036679	-0.002371	-0.034309	0.001177
15	Abr-90	-0.069317	0.077991	-0.147309	0.021700
16	May-90	0.240772	0.246874	-0.006102	0.000037
17	Jun-90	0.082230	-0.001860	0.084089	0.007071
18	Jul-90	-0.022583	0.020432	-0.043015	0.001850
19	Ago-90	-0.216289	-0.100433	-0.116094	0.013478
20	Sep-90	-0.223878	-0.173650	-0.050228	0.002728
21	Oct-90	0.156654	0.036878	0.119776	0.014346
22	Nov-90	0.051839	0.039035	0.012804	0.000164
23	Dic-90	0.054835	0.007799	0.047037	0.002212
24	Ene-91	-0.070284	-0.134433	0.064149	0.004115
25	Feb-91	0.172189	0.090018	0.082171	0.006752
26	Mar-91	0.286406	0.174330	0.112076	0.012561
27	Abr-91	0.301241	0.279918	0.021323	0.000455
28	May-91	0.271213	0.189411	0.081803	0.006692
29	Jun-91	0.094115	0.091468	0.002648	0.000007
30	Jul-91	0.163639	0.083604	0.080035	0.006406
31	Ago-91	-0.036433	0.011753	-0.048206	0.002324
32	Sep-91	0.011629	0.086831	-0.075202	0.003655
33	Oct-91	0.126378	0.050141	0.076237	0.005812
34	Nov-91	0.098721	0.031122	0.067599	0.004570
35	Dic-91	-0.052577	-0.084903	0.032328	0.001045
36	Ene-92	0.183707	0.182177	0.001530	0.000002
37	Feb-92	0.089712	0.153363	-0.063631	0.004051
38	Mar-92	0.048721	0.056838	-0.008117	0.000096
39	Abr-92	-0.043944	-0.017467	-0.027477	0.000735
40	May-92	-0.084391	-0.013528	-0.070862	0.005021
41	Jun-92	-0.049855	-0.096702	0.046847	0.002195
42	Jul-92	-0.166967	-0.119840	-0.047127	0.002221
43	Ago-92	-0.199208	-0.137786	-0.061421	0.003773
44	Sep-92	-0.135480	-0.177312	0.041831	0.001750
45	Oct-92	0.037311	0.173190	0.140623	0.036261
46	Nov-92	0.023039	0.127820	-0.104781	0.010979
47	Dic-92	0.056544	0.055774	0.000771	0.000001
48	Ene-93	0.053859	0.018119	0.042039	0.001767
49	Feb-93	-0.115469	-0.163184	0.047716	0.002277
50	Mar-93	0.015772	0.050770	-0.034998	0.001225
51	Abr-93	0.072494	0.043971	0.028523	0.000814
52	May-93	-0.031156	-0.103904	0.071438	0.003103
53	Jun-93	-0.006327	-0.027198	0.021070	0.000444
54	Jul-93	0.104420	0.077194	0.027226	0.000741
55	Ago-93	0.077399	0.112290	-0.034891	0.001217
56	Sep-93	0.019757	-0.001542	0.023299	0.000543
57	Oct-93	0.093953	0.044621	0.049332	0.002434
58	Nov-93	-0.118869	-0.118869	-0.000000	0.000000
59	Dic-93	0.188078	0.217333	-0.029256	0.000856
60	Ene-94	0.078264	0.081264	-0.003000	0.000205
				0.000000	0.239119

Dado que las desviaciones fueron elevadas al cuadrado para poder trabajar con ellas, ahora es necesario reexpresarlas en su magnitud original; es decir, obtener la desviación estándar de los residuos [DESVEST(e)]. Esto se hace calculando la raíz cuadrada de la varianza recién obtenida; o sea:

$$0.004053 \wedge 1 / 2 = 0.063662 = 6.37 \%$$

La desviación estándar de los residuos constituye el valor promedio en el cual se desvían los pronósticos hechos mediante el modelo de regresión lineal del valor real de los rendimientos del título. Mediante su conocimiento es posible ajustar el rendimiento pronosticado inicialmente para incluir en él los efectos del riesgo no sistemático. Considérese nuevamente el caso del rendimiento pronosticado para diciembre de 1989 de CEMEX-A. Resumiendo lo que se conoce se tendría que:

Rendimiento pronosticado	=	0.047137
Rendimiento real	=	- 0.010553
Desviación estándar de los residuos	=	0.063662

Partiendo del supuesto de que la distribución de frecuencia de los residuos es normal, en aproximadamente un 60 % de los casos el rendimiento real se ubicará dentro de un rango de más/menos una desviación estándar del rendimiento pronosticado, y alrededor de un 90 % de los casos dentro de un rango de más/menos dos desviaciones estándar. Se tiene entonces que el rango para el rendimiento pronosticado de diciembre de 1989 se extiende desde 0.110799 (0.047137 + 0.063662) hasta - 0.016525 (0.047137 - 0.063662), satisfaciendo lo establecido en este mismo párrafo, puesto que el rendimiento real para diciembre de 1989 se ubica efectivamente dentro de dicho rango.

La cantidad de riesgo no sistemático que ostenta cada título es distinta, por lo tanto, los efectos de ésta sobre los rendimientos pronosticados varía de acción en acción. Sin embargo, no debe perderse de vista que el riesgo no sistemático es relevante cuando no se posee una cartera amplia y bien diversificada de títulos. Alguien que invierte en una sola acción no debe inquietarse de todo lo que se ha visto a lo largo de este capítulo, puesto que la medida apropiada para el riesgo en una inversión al 100 % en un sólo título es simplemente la desviación estándar.

En cambio, como inversionistas de una cartera, los individuos están interesados en conocer la proporción del riesgo capaz de ser explicada por el CAPM para sus títulos; es decir, su porción sistemática. Este apartado permitió conocer la porción no sistemática; es decir, la dispersión atribuible a los residuos, lo que sin duda ayudará al objetivo del apartado siguiente.

### 3.2.1.3.2. EL COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN

Recapitulando algunas consideraciones importantes:

- (a) el riesgo total de una acción se mide a través de su desviación estándar
- (b) el riesgo total de una acción puede descomponerse en una parte sistemática y otra no sistemática.

Del capítulo segundo se conoce cómo calcular la desviación estándar de un título, y del apartado anterior se sabe cómo determinar la porción que corresponde a los residuos del riesgo no sistemático. En el conocimiento de ambos datos es posible establecer el dato faltante; es decir, la porción del riesgo sistemático de un título. Como puede intuirse, entre mayor sea la proporción de riesgo sistemático que ostenta una acción, mayor será también la utilidad del modelo de fijación de precios para el caso particular.

Cuando se calculan medidas de dispersión - la varianza y la desviación estándar - siempre se parte de una información fundamental, que es la sumatoria de las desviaciones cuadradas. Por ejemplo, la desviación estándar que se calculó para CEMEX-A en el apartado 2.3.1. correspondiente al periodo A de 12.84 %, se obtuvo en base a una sumatoria de las desviaciones cuadradas de 0.973022. Por otro lado, en el apartado anterior, se determinó una desviación estándar de los residuos para el mismo periodo de 6.37 %, a partir de una sumatoria cuadrada de 0.239119. Ambas sumatorias constituyen la materia prima para conocer el coeficiente de determinación.

El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) permite establecer la proporción de riesgo sistemático que ostenta una acción para un periodo determinado. Su fórmula general es:

$$r^2 = (SCD - SCR) / SCD$$

donde

$r^2$  = coeficiente de determinación  
 SCD = sumatoria cuadrada de las desviaciones  
 SCR = sumatoria cuadrada de los residuos

Para el caso específico de CEMEX-A para el periodo A esto sería:

$$\begin{aligned} r^2 &= (SCD - SCR) / SCD \\ &= (0.973022 - 0.239119) / 0.973022 \\ &= 0.733903 / 0.973022 \\ &\approx 0.754251 = 75.42\% \end{aligned}$$

Lo que significa que del riesgo total de CEMEX-A, 75.42 % corresponde a riesgo sistemático. Esta proporción, desafortunadamente, no suele ser tan elevada para la mayoría de los títulos accionarios. En Estados Unidos se considera habitual un  $r^2$  de alrededor de 30 % para la generalidad de las acciones que cotizan en bolsa. Un  $r^2$  de 75.42 % ratifica lo que ya se ha mencionado con anterioridad sobre la fuerte dependencia de las acciones de empresas de la industria de la construcción al estado general que guarda la economía en un momento dado.

A continuación se incluyen los cuadros 3.8., 3.9., 3.10. y 3.11., que muestran los valores del coeficiente beta, la intersección ALFA', la sumatoria cuadrada de las desviaciones (SCD), la sumatoria cuadrada de los residuos (SCR), la varianza y la desviación estándar de los residuos (VAR(e) y DESVEST(e)) así como el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) para CEMEX-A, KIMBER-A, CIFRA-B y ALFA-A, de una serie de periodos móviles de sesenta meses desde febrero de 1989 hasta diciembre de 1995. Estos cuadros pueden considerarse como un resumen del análisis hecho en los términos de este capítulo para las cuatro acciones y se obtienen a partir de los datos comprendidos en el Anexo A.

CONTINUA

	PERIODO	BETA (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> )	BETA (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> )	ALFA (B <sub>0</sub> )	R <sup>2</sup>	SE EST. YRES. (e)	SE EST. YRES. (e)	R <sup>2</sup>
A	FEB 89-ENE 94	0.973022	1.496495	-0.005479	0.239119	0.004053	0.063662	0.754251
B	MAR 89-FEB 94	0.974134	1.490217	-0.005234	0.240063	0.004069	0.063788	0.753562
C	ABR 89-MAR 94	1.003470	1.491430	-0.004652	0.240469	0.004076	0.063842	0.760362
D	MAY 89-ABR 94	1.058711	1.517196	-0.004616	0.236141	0.004002	0.063264	0.776954
E	JUN 89-MAY 94	1.047129	1.526488	-0.003781	0.237379	0.004023	0.063430	0.773305
F	JUL 89-JUN 94	1.022242	1.556534	-0.005736	0.248680	0.004215	0.064922	0.756730
G	AGO 89-JUL 94	1.021864	1.555506	-0.003935	0.250512	0.004246	0.065161	0.754848
H	SEP 89-AGO 94	1.059014	1.555299	-0.003491	0.249577	0.004230	0.065039	0.764331
I	OCT 89-SEP 94	1.061315	1.578478	-0.001568	0.239578	0.004061	0.063723	0.774264
J	NOV 89-OCT 94	1.050767	1.564548	0.000496	0.237280	0.004022	0.063417	0.774184
K	DIC 89-NOV 94	1.012762	1.540835	0.002603	0.247495	0.004195	0.064768	0.755623
L	ENE 90-DIC 94	1.033777	1.550233	0.003093	0.243592	0.004129	0.064255	0.764367
M	FEB 90-ENE 95	1.109347	1.567961	0.003465	0.238331	0.004040	0.063557	0.785161
N	MAR 90-FEB 95	1.135348	1.502728	0.006152	0.251992	0.004271	0.065355	0.778049
O	ABR 90-MAR 95	1.276917	1.553978	0.004106	0.246407	0.004515	0.067197	0.791367
P	MAY 90-ABR 95	1.307038	1.585430	0.007838	0.246829	0.004184	0.064680	0.811154
Q	JUN 90-MAY 95	1.289232	1.601686	0.010954	0.271064	0.004594	0.067781	0.789748
R	JUL 90-JUN 95	1.302726	1.608992	0.008372	0.273104	0.004629	0.068036	0.790359
S	AGO 90-JUL 95	1.345123	1.593507	0.008803	0.271453	0.004660	0.067830	0.798194
T	SEP 90-AGO 95	1.285282	1.570552	0.011705	0.256435	0.004341	0.065927	0.800484
U	OCT 90-SEP 95	1.218398	1.550790	0.012154	0.252538	0.004280	0.065424	0.792729
V	NOV 90-OCT 95	1.254973	1.559933	0.010703	0.248406	0.004315	0.065305	0.805363
W	DIC 90-NOV 95	1.266807	1.556307	0.008713	0.259708	0.004460	0.066346	0.794949
X	ENE 91-DIC 95	1.280072	1.556946	0.008193	0.258650	0.004384	0.066211	0.797941

NOTA: Otros datos como la covarianza y la correlación con el mercado se incluyen en los cuadros del Anexo A.

CUADRO 3.9. RESUMEN DEL ANÁLISIS DEL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL.

KNIBIRA X

	PERÍODO	SCD	BETA ( $\beta_1, \beta_{2a}$ )	ALFA ( $\beta_0, \beta_{2b}$ )	SCR	VAR. (e) (n-1)	DESVEST(e)	r <sup>2</sup>
A	FEB 89-ENE 94	0.356275	0.443784	0.019110	0.291734	0.004945	0.070318	0.181153
B	MAR 89-FEB 94	0.347765	0.458905	0.017382	0.278986	0.004729	0.068765	0.197774
C	ABR 89-MAR 94	0.354078	0.479411	0.014782	0.275240	0.004665	0.068301	0.222658
D	MAY 89-ABR 94	0.355635	0.496777	0.015902	0.267446	0.004533	0.067327	0.247975
E	JUN 89-MAY 94	0.359611	0.530196	0.017828	0.261924	0.004439	0.066629	0.271647
F	JUL 89-JUN 94	0.360215	0.571812	0.017928	0.255818	0.004336	0.065848	0.289817
G	AGO 89-JUL 94	0.353931	0.563123	0.017386	0.252839	0.004285	0.065463	0.285626
H	SEP 89-AGO 94	0.349398	0.537865	0.016003	0.252591	0.004281	0.065431	0.277066
I	OCT 89-SEP 94	0.348737	0.539283	0.015820	0.252821	0.004285	0.065461	0.275037
J	NOV 89-OCT 94	0.348156	0.539236	0.016149	0.251522	0.004263	0.065292	0.277539
K	DIC 89-NOV 94	0.348224	0.544235	0.015613	0.252752	0.004284	0.065452	0.274167
L	ENE 90-DIC 94	0.368415	0.570793	0.014004	0.261290	0.004429	0.066548	0.290774
M	FEB 90-ENE 95	0.381929	0.583270	0.013726	0.261399	0.004430	0.066562	0.315582
N	MAR 90-FEB 95	0.388147	0.583049	0.012091	0.255168	0.004325	0.065764	0.342601
O	ABR 90-MAR 95	0.394150	0.577576	0.011931	0.254555	0.004314	0.065685	0.354167
P	MAY 90-ABR 95	0.395058	0.578410	0.011761	0.253944	0.004304	0.065606	0.357198
Q	JUN 90-MAY 95	0.393636	0.599688	0.012387	0.250906	0.004253	0.065212	0.362594
R	JUL 90-JUN 95	0.384385	0.597968	0.013985	0.242176	0.004105	0.064068	0.369963
S	AGO 90-JUL 95	0.381472	0.625256	0.012021	0.216171	0.003644	0.060530	0.433326
T	SEP 90-AGO 95	0.376619	0.620860	0.012731	0.215818	0.003658	0.060484	0.426905
U	OCT 90-SEP 95	0.376128	0.635152	0.012179	0.214110	0.003629	0.060241	0.430753
V	NOV 90-OCT 95	0.374413	0.614826	0.012970	0.217153	0.003681	0.060668	0.420016
W	DIC 90-NOV 95	0.374750	0.614678	0.012723	0.217650	0.003689	0.060737	0.419213
X	ENE 91-DIC 95	0.360271	0.623684	0.010781	0.196368	0.003328	0.057691	0.454943

NOTA: Otros datos como la covarianza y la correlación con el mercado se incluyen en los cuadros del Anexo A.

CIRAB

PERÍODO	SCD	BETA (B <sub>1</sub> , B <sub>m</sub> )	ALFA* (A <sub>1</sub> , A <sub>m</sub> )	SCR	VAR. (σ) (σ-1)	DESVEST(σ)	r <sup>2</sup>
A FEB 89-ENE 94	0.732461	0.779985	0.019875	0.533091	0.009035	0.095055	0.272192
B MAR 89-FEB 94	0.709192	0.798642	0.014095	0.500881	0.008490	0.092138	0.293731
C ABR 89-MAR 94	0.677341	0.799199	0.011077	0.458248	0.007767	0.088130	0.323461
D MAY 89-ABR 94	0.689411	0.825290	0.012166	0.446021	0.007560	0.086946	0.353040
E JUN 89-MAY 94	0.687604	0.835517	0.012381	0.444432	0.007533	0.086791	0.353632
F JUL 89-JUN 94	0.694371	0.927960	0.012000	0.419431	0.007109	0.084315	0.395934
G AGO 89-JUL 94	0.696114	0.937908	0.012585	0.415681	0.007045	0.083937	0.402855
H SEP 89-AGO 94	0.707106	0.938462	0.013430	0.412400	0.006990	0.083605	0.416777
I OCT 89-SEP 94	0.699610	0.933945	0.013167	0.411937	0.006982	0.083558	0.411190
J NOV 89-OCT 94	0.707208	0.946262	0.011318	0.409634	0.006943	0.083324	0.420773
K DIC 89-NOV 94	0.691141	0.935697	0.011989	0.408933	0.006931	0.083253	0.408323
L ENE 90-DIC 94	0.594505	0.944776	0.017590	0.301015	0.005102	0.071428	0.493671
M FEB 90-ENE 95	0.620444	0.959509	0.015356	0.294267	0.004988	0.070623	0.525716
N MAR 90-FEB 95	0.684760	0.993699	0.013686	0.298495	0.005059	0.071128	0.564087
O ABR 90-MAR 95	0.671874	0.935056	0.014894	0.306004	0.005187	0.072017	0.544551
P MAY 90-ABR 95	0.618981	0.919643	0.012191	0.262254	0.004445	0.066671	0.576313
Q JUN 90-MAY 95	0.633573	0.973549	0.011913	0.237407	0.004363	0.066052	0.593722
R JUL 90-JUN 95	0.638927	0.977783	0.010497	0.238690	0.004385	0.066216	0.595118
S AGO 90-JUL 95	0.634825	0.961977	0.007939	0.243541	0.004128	0.064248	0.616364
T SEP 90-AGO 95	0.660348	0.971065	0.004410	0.267030	0.004526	0.067275	0.595621
U OCT 90-SEP 95	0.653975	0.983003	0.003403	0.265898	0.004507	0.067132	0.593413
V NOV 90-OCT 95	0.660452	0.978681	0.002527	0.261983	0.004440	0.066636	0.603328
W DIC 90-NOV 95	0.636944	0.985672	0.005152	0.232977	0.003949	0.062839	0.634228
X ENE 91-DIC 95	0.636309	0.968210	0.003029	0.241309	0.004090	0.063953	0.620768

NOTA: Otros datos como la covarianza y la correlación con el mercado se incluyen en los cuadros del Anexo A.

ANEXOS

	PERÍODO	SCB	BETA (B, Res)	ALFA (A, Res)	SCR	VAR. (σ) (σ-1)	DESVEST(σ)	r <sup>2</sup>
A	FEB 89-ENE 94	0.683291	0.859513	-0.025239	0.443192	0.007512	0.086670	0.353279
B	MAR 89-FEB 94	0.688428	0.866698	-0.025487	0.443101	0.007510	0.086661	0.356358
C	ABR 89-MAR 94	0.689474	0.842402	-0.023324	0.446653	0.007560	0.086950	0.353053
D	MAY 89-ABR 94	0.683057	0.795795	-0.020455	0.456753	0.007742	0.087986	0.331310
E	JUN 89-MAY 94	0.643509	0.760057	-0.021810	0.442759	0.007504	0.086628	0.311962
F	JUL 89-JUN 94	0.586476	0.691088	-0.020877	0.433985	0.007356	0.085765	0.260012
G	AGO 89-JUL 94	0.554239	0.660097	-0.021449	0.415331	0.007040	0.083902	0.250627
H	SEP 89-AGO 94	0.569791	0.675825	-0.021297	0.416955	0.007067	0.084066	0.268231
I	OCT 89-SEP 94	0.644620	0.678267	-0.016928	0.492895	0.008354	0.091401	0.235371
J	NOV 89-OCT 94	0.646509	0.666458	-0.016027	0.498898	0.008456	0.091956	0.228320
K	DIC 89-NOV 94	0.643640	0.645440	-0.014080	0.509360	0.008633	0.092915	0.208626
L	ENE 90-DIC 94	0.648951	0.645344	-0.016013	0.508087	0.008612	0.092799	0.217064
M	FEB 90-ENE 95	0.648957	0.612001	-0.013544	0.516261	0.008750	0.093542	0.204476
N	MAR 90-FEB 95	0.648254	0.553916	-0.010808	0.528231	0.008953	0.094621	0.185147
O	ABR 90-MAR 95	0.646977	0.527613	-0.010144	0.530488	0.008991	0.094823	0.180050
P	MAY 90-ABR 95	0.642991	0.518894	-0.011153	0.529423	0.008973	0.094727	0.176624
Q	JUN 90-MAY 95	0.653342	0.601483	-0.005959	0.509756	0.008640	0.092951	0.219771
R	JUL 90-JUN 95	0.582014	0.589143	0.000451	0.443972	0.007525	0.086746	0.237180
S	AGO 90-JUL 95	0.567418	0.601921	0.003647	0.414224	0.007021	0.083790	0.269984
T	SEP 90-AGO 95	0.520956	0.571078	0.006873	0.384925	0.006524	0.080772	0.261117
U	OCT 90-SEP 95	0.494880	0.542660	0.008297	0.376612	0.006383	0.079895	0.238982
V	NOV 90-OCT 95	0.508706	0.557894	0.007285	0.379222	0.006427	0.080172	0.254536
W	DIC 90-NOV 95	0.503396	0.561896	0.008960	0.372118	0.006307	0.079417	0.260785
X	ENE 91-DIC 95	0.510941	0.570101	0.009940	0.373991	0.006339	0.079617	0.268035

NOTA: Otros datos como la covarianza y la correlación con el mercado se incluyen en los cuadros del Anexo A.



Finalmente, es importante señalar que el valor de  $r^2$  no es una constante y su trayectoria histórica brinda valiosa información sobre el comportamiento de los rendimientos de los títulos accionarios. Existe una muy clara diferencia entre el significado del coeficiente beta y el del coeficiente de determinación. El primero mide la sensibilidad de los rendimientos de un título a factores del orden sistemático, mientras que el segundo indica la proporción que guarda el riesgo sistemático del riesgo total de un título.

Con esto se da por concluido el análisis hecho en este trabajo a la ecuación de la regresión lineal; es decir, a los fundamentos matemáticos del modelo de fijación de precios de activos de capital. Hasta este punto, las comprobaciones sobre las cualidades del modelo han sido justificadas en forma retroactiva, pronosticando a través del mismo rendimientos del pasado. Definitivamente, esta última frase debe causar ruido al lector, ya que pronosticar rendimientos del pasado es, ciertamente, una actividad nada rentable. Por principio de cuentas, el pasado es el pasado y nada de lo que se haga lo puede modificar. Un inversionista está interesado en conocer las cualidades del modelo de cara al futuro, de tal forma que le sirva efectivamente como una herramienta práctica y no tan sólo como un breviario académico. El siguiente apartado se dedica a evaluar la eficiencia del modelo para proyecciones de rendimientos, haciendo hincapié en las limitaciones del mismo.

### **3.3. PROYECCIÓN DE RENDIMIENTOS**

Para comenzar este apartado resulta primordial tener en cuenta que un modelo es sólo una representación de la realidad; su validez, por tanto, radica en establecer una serie de explicaciones razonables sobre la causalidad del fenómeno que atiende y de su capacidad de permanecer invariable a través del tiempo en sus condiciones elementales frente a la universalidad de los casos que explica.

Teniendo esto en cuenta, considérese el cuadro 3.12., el cual es una hoja de trabajo para una serie de proyecciones sobre los rendimientos de CEMEX-A a partir de febrero de 1994 y hasta diciembre de 1995. El objetivo de cada renglón del cuadro 3.12. es determinar el rendimiento proyectado para CEMEX-A en el mes correspondiente a través del CAPM y compararlo con el rendimiento realmente obtenido para dicho mes.

Para que dicha comparación sea relevante es fundamental el establecimiento de una serie de criterios de trabajo, que son:

- (a) A la fecha de proyección, se desconoce por completo el rendimiento futuro para el mes correspondiente, de tal forma que la proyección a realizar no se encuentre arreglada para obtener un resultado favorable.
- (b) Para cumplir con el inciso anterior, la información con que se realizan las proyecciones sólo es aquella que pudo haber estado disponible a la fecha de proyección y, por consiguiente, toda información posterior no es utilizada en el cálculo.
- (c) De esta manera, la columna REND. IPC (t-1) muestra el valor del rendimiento real del mercado para el mes anterior a la fecha de proyección. Por ejemplo, para proyectar el rendimiento del mes de febrero para CEMEX-A, un inversionista bien pudo contar con el dato del rendimiento del mes de enero del IPC y es ese el dato que se muestra. La expresión (t-1) señala precisamente que se trata del mes anterior al de la proyección. Bajo este esquema, se está haciendo el supuesto de que la mejor proyección que un inversionista tiene sobre el rendimiento futuro del mercado en su conjunto es aquél del mes inmediato anterior.
- (d) El valor de la tasa libre de riesgo, en este mismo orden de ideas, sólo puede ser aquella vigente a la fecha de la proyección. Así, en el cuadro 3.12. se incluyen los datos

referentes a la fecha de la subasta relevante de los CETES a 28 días y su rendimiento nominal. De esta suerte, por ejemplo, para el caso de la proyección de marzo de 1994, un inversionista debería incluir en su cálculo el rendimiento pagadero de los papeles gubernamentales a 28 días de la última subasta de febrero de dicho año ; o sea, del 23 de febrero de 1994 - que es aquella que a la fecha de proyección era posible conocer - . El rendimiento nominal al plazo correspondiente se encuentra en la columna denominada REND. NOM. CETES 28 DÍAS.

- (e) Como se sabe, los rendimientos nominales carecen de utilidad práctica, por lo que resulta indispensable transformar a términos reales los rendimientos de los CETES de la columna recién mencionada. Para ello es necesario descontar la inflación esperada para el mes de que se trate. Para efectos del cuadro 3.12., la inflación esperada en la fecha de proyección corresponde a la inflación del mes inmediato anterior, con esto, también se supone que la mejor estimación de la inflación mensual futura es la inflación mensual inmediata anterior. La columna REND.REAL CETES 28 DÍAS muestra el valor de los rendimientos reales de los papeles del gobierno para el mes correspondiente.
- (f) La columna BETA DISPONIBLE incluye los datos referentes a los coeficientes beta que un inversionista podría haber calculado con los datos conocidos a la fecha de proyección. Para proyectar el rendimiento del mes de febrero de 1994, por ejemplo, se dispondría con los datos del período A y, por tanto, de la beta correspondiente a dicho período.

Una vez establecidos estos criterios, se hace la proyección para cada mes obteniéndose los rendimientos proyectados de la columna indicada con la letra (A). Estos rendimientos, sin embargo, sólo contemplan la porción sistemática del riesgo, por lo que es conveniente ajustarlos por la porción no sistemática. La columna con la letra (B) muestra el valor de la desviación estándar de los residuos disponible al inversionista a la fecha de la proyección; es decir, la del período que termina el mes inmediato anterior. Estableciendo un rango de más/menos una desviación estándar, se muestran las columnas (A+B) y (A-B). La lógica detrás del establecimiento de este rango consiste en comprobar si el rendimiento realmente obtenido por la acción en el mes correspondiente se ubica dentro de los límites de dicho rango. De esta manera, en la columna REND.REAL se indica el valor del rendimiento real de CEMEX-A para los meses correspondientes ( el cual puede verificarse con los datos del anexo A ) y, finalmente, se incluye una columna que contiene las palabras

CUADRO 2.12. RENDIMIENTOS PROYECTADOS PARA CEMEX-A EN BASE A INFORMACIÓN DISPONIBLE

PERÍODO	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (A)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (B)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (C)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (D)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (E)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (F)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (G)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (H)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (I)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (J)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (K)	RENTIMIENTOS PROYECTADOS (L)
Feb-94	5.93%	26/01/94	0.87%	0.51%	0.30%	1.496493	8.73%	6.37%	15.09%	2.36%	9.69%	SI
Mar-94	4.44%	23/02/94	0.69%	0.52%	0.16%	1.499217	6.30%	6.38%	12.95%	0.20%	-13.07%	NO
Abr-94	-9.76%	30/03/94	0.90%	0.49%	0.41%	1.491430	-14.76%	6.39%	-4.39%	-21.14%	-20.34%	SI
May-94	-11.66%	27/04/94	1.26%	0.48%	0.78%	1.517196	-18.10%	6.33%	-11.77%	-24.42%	11.25%	NO
Jun-94	4.91%	15/05/94	1.28%	0.50%	0.78%	1.526488	7.09%	6.34%	13.43%	0.74%	-12.49%	NO
Jul-94	-0.43%	29/06/94	1.23%	0.44%	0.79%	1.556534	-1.11%	6.49%	5.38%	-7.40%	3.57%	SI
Ago-94	-1.37%	27/07/94	1.32%	0.47%	0.85%	1.555506	-2.60%	6.52%	3.91%	-9.12%	22.35%	NO
Sep-94	14.91%	31/08/94	1.09%	0.71%	0.38%	1.555299	22.98%	6.50%	29.48%	16.47%	8.08%	NO
Oct-94	2.81%	28/09/94	1.02%	0.52%	0.50%	1.578478	4.15%	6.37%	10.52%	-2.22%	-1.88%	SI
Nov-94	-3.83%	26/10/94	1.09%	0.54%	0.54%	1.564548	-6.30%	6.34%	0.04%	-12.64%	-0.57%	SI
Dic-94	-6.26%	30/11/94	1.03%	0.88%	0.15%	1.540835	-9.73%	6.48%	-3.25%	-16.21%	-11.62%	SI
Ene-95	-6.01%	28/12/94	2.41%	3.76%	-1.30%	1.590233	-8.60%	6.43%	-2.18%	-15.03%	-23.51%	NO
Feb-95	-14.02%	23/01/95	2.88%	4.24%	-1.30%	1.567961	-21.24%	6.36%	-14.89%	-27.60%	-15.39%	SI
Mar-95	-18.08%	22/02/95	4.59%	5.90%	-1.24%	1.502728	-26.55%	6.54%	-20.01%	-33.08%	-33.63%	NO
Abr-95	-15.27%	28/03/95	3.83%	7.96%	-1.97%	1.553978	-22.64%	6.72%	-15.92%	-29.36%	22.17%	NO
May-95	8.44%	25/04/95	5.56%	4.18%	1.32%	1.585430	12.61%	6.47%	19.07%	6.14%	19.42%	NO
Jun-95	1.53%	30/05/95	4.04%	3.17%	0.84%	1.601686	1.98%	6.78%	8.75%	-4.80%	-10.51%	NO
Jul-95	-2.03%	27/06/95	3.17%	2.04%	1.11%	1.608992	-3.94%	6.80%	2.86%	-10.74%	23.65%	NO
Ago-95	16.90%	25/07/95	3.00%	1.66%	1.32%	1.593507	26.15%	6.78%	32.93%	19.36%	5.66%	NO
Sep-95	0.98%	29/08/95	2.73%	2.07%	0.67%	1.570552	1.16%	6.59%	7.75%	-5.44%	1.01%	SI
Oct-95	-0.65%	26/09/95	2.64%	2.06%	0.57%	1.530790	-1.32%	6.54%	5.22%	-7.87%	-19.50%	NO
Nov-95	-10.75%	31/10/95	3.37%	2.47%	0.89%	1.538903	-17.25%	6.43%	-10.82%	-23.68%	-4.28%	NO
Dic-95	2.15%	28/11/95	4.16%	3.26%	0.87%	1.556307	2.86%	6.63%	9.50%	-3.77%	14.66%	NO

SI ó NO en función de que el rendimiento real se encuentre o no dentro del rango establecido por el modelo.

Existe una primera conclusión a todas luces evidente: para los meses comprendidos en el cuadro 3.12., el modelo proyecta correctamente el rendimiento del título dentro de los rangos correspondientes, en un 35 % de los casos; luego entonces, en un 65 % de los mismos, no lo hace. ¿Es esto necesariamente bueno o malo? En realidad no, ya que el número de meses que se proyectaron se estableció en forma arbitraria y, en todo caso, no debería esperarse más de un 60 % de eficiencia en el modelo dada la normalidad en términos de la distribución de los residuos. No obstante lo anterior, el modelo, de hecho, sí podría ser más eficiente y para comprobarlo, baste revisar la validez de los criterios de trabajo con que se realizaron los cálculos.

Los supuestos de los incisos (a), (b) y (d) no pueden ser modificados, puesto que todos ellos se basan en la disponibilidad de la información relativa al cálculo. El inversionista, a la fecha de proyección, no tenía forma alguna de conocer ni el rendimiento futuro del título, ni cualquier otra información futura. Por otro lado, tampoco podía modificar el valor del rendimiento pagadero de los CETES, ya que eso no depende de él. Estos datos, por lo tanto, no están sujetos a la discrecionalidad del inversionista.

Por el contrario, existen otros supuestos que sí pueden ser modificados. Para empezar, la mejor proyección sobre el rendimiento futuro del mercado no es necesariamente aquella del mes inmediato anterior; es decir, si el inversionista piensa a la fecha de proyección, que el rendimiento del mercado será más alto o más bajo, no está obligado a utilizar el rendimiento del mes anterior. Asimismo, la inflación esperada no es necesariamente la del mes inmediato anterior, y esto es obvio, ya que ciertos meses involucran una escalada de precios mayor que otros. Por último, el valor de beta se mantuvo tal cual se obtuvo para el período inmediato anterior, sin considerar ajustes a su valor. Si el inversionista considera que la acción cuenta con una mayor o menor sensibilidad a factores del orden sistemático por circunstancias particulares que aquella indicada por el coeficiente beta, debe realizar los ajustes que considere necesarios.

Con lo anterior, mas que una justificación a los valores proyectados, se pretende aclarar que la eficiencia del modelo no depende de sí mismo, sino de la habilidad del inversionista para incluir los datos correctos al momento de hacer su proyección. Sin haber

incluido los datos ideales en el ejemplo del cuadro 3.12., una eficiencia de casi el 35 % es bastante halagadora.

Una nota aclaratoria: conviene recordar que la variabilidad de los rendimientos en el corto plazo es mayor que aquella que se observa en el largo plazo, lo que haría esperar una mayor eficiencia del modelo en periodos más prolongados de tiempo. Esta característica es la que permite darle una utilidad muy trascendente al CAPM, que es la de determinar la tasa apropiada de descuento a la que se hizo referencia en los comienzos de este trabajo, en el apartado 1.3.1. que trata sobre el modelo de descuento de dividendos.

Para apreciar esta utilidad, reconsidérese la fórmula del caso general con dividendos constantes que, como se vio en el apartado 1.3.1.1. se expresa como:

$$P_0 = D / R_d$$

donde

$P_0$  = precio actual

$D$  = dividendo a recibir perpetuamente

$R_d$  = tasa de descuento

El valor de las utilidades por acción suele diferir del monto de los dividendos repartidos en forma de efectivo, así que esta misma expresión queda mejor explicada como:

$$P_0 = UPA / R_d$$

donde UPA son las utilidades por acción, sea que éstas se paguen o no en forma de dividendos en efectivo.

La tasa de descuento apropiada ( $R_d$ ) no puede ser otra que aquella que fundadamente se espera reciban los accionistas, esto es, la tasa del rendimiento proyectado mediante el CAPM para el mes de que se trate. Conociendo los valores de  $P$  y de  $R_d$  para una fecha determinada, es sencillo resolver para UPA. Como la tasa de descuento es mensual, la UPA también lo es. Por consiguiente, se tiene para el mes de febrero de 1994 en el caso de CEMEX-A lo siguiente:

$$\begin{aligned} P_{\text{FEB94}} &= \$ 96.366 \\ R_d_{\text{FEB94}} &= 8.73 \% = 0.0873 \end{aligned}$$

Resolviendo para UPA se tiene:

$$\begin{aligned} \text{UPA}_{\text{FEB94}} &= ( P_{\text{FEB94}} ) ( R_d_{\text{FEB94}} ) \\ &= ( \$ 96.366 ) ( 0.0873 ) \\ &= \$ 8.41 \end{aligned}$$

Es decir, las expectativas en cuanto a utilidades por acción en febrero de 1994 eran equivalentes a una perpetuidad de \$ 8.41 mensuales. Las condiciones esperadas en aquel entonces para 1994 y los años subsiguientes pudieron haber jugado un papel clave para que las utilidades por acción estimadas se establecieran en un nivel tal alto para CEMEX-A; sin embargo, todo el mundo conoce como cambiaron las expectativas económicas durante 1994 y 1995. Así, si se repite el cálculo para junio de 1995 se tiene:

$$\begin{aligned} \text{UPA}_{\text{JUN95}} &= ( P_{\text{JUN95}} ) ( R_d_{\text{JUN95}} ) \\ &= ( \$ 19.261 ) ( 0.0198 ) \\ &= \$ 0.38 \end{aligned}$$

Como puede apreciarse, las utilidades por acción esperadas en forma de una perpetuidad mensual cambiaron radicalmente entre una y otra fecha, tal y como cambiaron las condiciones generales de la economía durante los años en cuestión. Esto constituye una evidencia más de que los precios de las acciones están en función de la capacidad de la empresa emisora para generar utilidades.

Cabe señalar que los cálculos anteriores carecen de significación cuando  $R_d$  es negativo, dado que teóricamente una empresa que genera pérdidas carece de valor para un inversionista interesado sólo en las utilidades del negocio. El valor de realización que tengan sus activos es materia de otra discusión.

Asimismo, esta utilidad del CAPM permite determinar la tasa apropiada para descontar los flujos de un proyecto de inversión, cuando éste tiene un riesgo equiparable al del resto de las actividades del negocio de que se trate. Esto es posible ya que esta tasa representa lo que la empresa ha pagado a sus inversionistas como premio por sus

aportaciones; es decir, su costo de capital. Cuando los proyectos de inversión no están financiados en su totalidad por capital propio, se estima la tasa de descuento ponderando el costo de capital y el costo de la deuda contratada por la empresa para tales fines. Esta tasa ponderada se conoce con el nombre de **costo promedio ponderado de capital** y representa el rendimiento necesario para cubrir los pagos de dividendos a los accionistas y de intereses a los acreedores <sup>14</sup>.

### 3.4. LAS CRÍTICAS AL MODELO

Básicamente son dos los argumentos que suelen entablarse en contra del CAPM. El primero consiste en una crítica referente a lo reducido de la base del factor de mercado; o sea, del IPC. Los detractores del modelo argumentan que muy probablemente el IPC no sea un indicador correcto de la tendencia general del mercado por dos razones elementales.

La primera y más débil de estas razones consiste en afirmar que el IPC es una muestra de títulos que tal vez no sea representativa del mercado. Esto es tanto como afirmar que el IPC no es una cartera amplia y bien diversificada de títulos, lo cual queda invalidado por la evidencia práctica que ha sido mostrada a lo largo de este trabajo. Por si esto fuera poco, existen mecanismos mediante los cuales la muestra del IPC se actualiza bimestralmente, garantizándose la representatividad de las emisoras integrantes del índice.

La segunda razón para señalar que el IPC no es un indicador correcto de la tendencia del mercado cuenta con elementos de mayor peso. Aquí se argumenta que el mercado de valores se extiende mucho más allá de las acciones y que, por lo tanto, un índice que sólo considera a esta clase de títulos está excluyendo a otros activos financieros e inclusive no financieros de importancia que también ofrecen un rendimiento y que no entran a formar parte de la línea del mercado de títulos. Este elemento de crítica puede que tenga mucho de cierto, sin embargo, en la práctica es difícil incluir a todos los títulos que deben formar parte de una base como la que se sugiere. Cierta porción de las desviaciones entre los rendimientos proyectados por el CAPM y los rendimientos realmente obtenidos por los títulos pudiera explicarse por esta deficiencia.

<sup>14</sup> El costo promedio ponderado de capital constituye un tema de investigación en sí mismo, en este trabajo sólo se menciona como uno de los usos del CAPM en cuanto a la determinación del costo de capital. El tema es tratado a profundidad en la parte cuatro "Estructura de capital y política de dividendos" del libro *Finanzas Corporativas*, de Ross, S. et al; tercera edición, editorial Irwin, 1995.



El segundo argumento en contra del CAPM crítica la existencia de un factor único en el modelo para explicar el rendimiento de los títulos particulares. Este punto es sostenido bajo el concepto de que existen mucho más que un solo factor para explicar el rendimiento de los títulos accionarios y que puede medirse la sensibilidad de los rendimientos al cambio experimentado en las diversas variables económicas, cada una por separado, en lugar de hacerlo sólo a través del índice del mercado accionario. De esta forma, se calculan coeficientes beta para cada título en función de la inflación, el crecimiento del PIB, el nivel de tasas de interés, etc. y se adicionan los efectos que cada uno de estos factores tiene sobre el rendimiento particular. Este modelo multifactorial aumenta la discrecionalidad del analista y tiene la desventaja de que puede existir colinealidad entre las variables económicas que explican el rendimiento del título; es decir, se corre el riesgo de que se dupliquen los efectos sobre el rendimiento particular de ciertos eventos económicos que pueden estar reflejados en dos o más variables económicas utilizadas en la proyección. Este modelo alternativo recibe el nombre de modelo de fijación de precios por arbitraje, y ha sido desarrollado por Stephen A. Ross <sup>15</sup>. Los fundamentos de este modelo son semejantes a los del CAPM, tanto que algunas partes de este trabajo se han basado alternativamente en los lineamientos de uno y otro modelo sin que esto afecte las conclusiones generales de este estudio.

---

<sup>15</sup> "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", Stephen A. Ross; Journal of Economic Theory, 1976.

## CONCLUSIONES

1. El mercado de valores en México se ha encontrado evidentemente inmerso en un proceso constante de modernización a lo largo de la presente década. El entorno financiero, así como la generalidad de los sectores productivos del país, han enfrentado en años recientes la necesidad de adaptar sus estructuras con el objetivo de superar los desafíos de una fuerte y presumiblemente irreversible tendencia de globalización económica que demanda altos estándares de eficiencia y de productividad. En este contexto de cambios sin precedentes, el mercado de capitales mexicano ha tenido la función de ejercer como juez y parte en este proceso, ya que por un lado, constituye un termómetro del estado de salud de la economía nacional y, por otro, es una herramienta muy valiosa para promover el crecimiento y desarrollo del país, en cuanto se refiere a la canalización de los recursos financieros de áreas poco productivas e ineficientes hacia otras de mejor desempeño y, en consecuencia, más rentables. Los esfuerzos detrás de este proceso se orientan principalmente hacia la consolidación de un mercado financiero fuerte y maduro, de características tales que se haga posible la obtención de beneficios tangibles tanto en el plano macro como microeconómico; es decir, tanto para el país, como para sus empresas y sus habitantes. Si bien el mercado de capitales no es la llave maestra para la generación del tan anhelado crecimiento económico, ciertamente, su correcta organización y funcionamiento es uno de sus soportes imprescindibles.
2. Los mercados de valores alrededor del mundo se encuentran constituidos por una compleja estructura de procedimientos en la que sus participantes estimulan el flujo de los recursos financieros generalmente bajo la vigilancia de organismos de regulación. Siendo áreas de interés para muchas personas, los mercados de dinero y de capitales han dado origen a innumerables estudios sobre la manera de hacer más eficiente la circulación de los recursos y de proporcionar la información relevante para una adecuada toma de decisiones de inversión. En este orden de ideas, el Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital ( *Capital Assets Pricing Model*, CAPM ) es uno de los estudios que con mayor respaldo empírico y sustento matemático-estadístico ha logrado explicar la interacción de los participantes de los mercados accionarios en base de los principios financieros que sustentan sus transacciones. Este trabajo de investigación que se ha basado en la aplicación en el ámbito nacional de este modelo financiero, ha permitido demostrar que dichos principios son consistentemente válidos en el contexto mexicano.

3. Las acciones, característica distintiva de las sociedades anónimas, son en realidad activos financieros cuyo dinamismo e interés se extiende mucho más allá de una simple parte alícuota del capital contable. Como instrumentos financieros, las acciones ofrecen un inagotable campo de estudio y análisis que se convierte en un puente entre los grandes agregados económicos y la situación particular de las empresas. El potencial de generación de riqueza de una empresa, vía utilidades, es lo que determina el valor de sus acciones. Los inversionistas al momento de efectuar la compra de determinada acción, consciente o inconscientemente apoyan la ejecución de los proyectos de inversión de la compañía emisora de los títulos de crédito. Idealmente se espera de los inversionistas un comportamiento racional y, por tanto, consciente de sus decisiones de inversión y, es en este punto, donde los modelos de análisis como el CAPM resultan sumamente valiosos por las características cualitativas y cuantitativas de la información que generan, dando sustento a una toma de decisiones de visión más amplia, perfeccionada y eficiente.
4. El riesgo inherente es el enemigo a vencer cuando hay decisiones de inversión. El riesgo no puede suprimirse; en cambio, puede administrarse, reducirse, intercambiarse o hasta hacerlo trabajar en favor de uno. Para el caso de las acciones, descomponer el riesgo en sus partes involucra conocerlo y determinar su peso para ciertas circunstancias. Hay factores cuyo riesgo es exclusivo del negocio, así como también existen factores cuyo riesgo afecta a todos los negocios sistemáticamente. Comprender la naturaleza del riesgo de una acción es comprender la naturaleza de la actividad misma a que se dedica el negocio donde se pretende invertir. Las decisiones de inversión deben ser procesos basados en análisis concienzudos y no sólo en cuestiones de azar. El CAPM aplicado en el contexto mexicano brinda una serie de herramientas útiles para fundamentar una negociación efectiva en los mercados bursátiles y, como se sabe, la negociación en el mundo empresarial lo es todo.
5. El conocimiento y aplicación de los principios financieros en que se basa el dinamismo del mercado de capitales debe conducir necesariamente al esclarecimiento de muchos mitos e ideas falsas que rodean la inversión en México. La construcción de un ambiente de inversión más profesional induce a un fortalecimiento del mercado organizado de valores. Un mercado fuerte es un mercado confiable, capaz de atraer recursos para financiar la inversión productiva y elevar el ahorro interno.

6. La relativa complejidad con que la información que deriva del CAPM se obtiene, no debe ser motivo de desaliento para el analista, ya que afortunadamente en la actualidad se cuenta con un sin fin de herramientas electrónicas capaces de simplificar ese trabajo. La atención debe radicar entonces en la interpretación de los datos obtenidos, verificando que éstos tengan una significación lógica, atendiendo al entorno en que se realiza la decisión de inversión. Revestir la capacidad del analista de la teoría matemático-estadística es un medio y no un fin. Ningún modelo matemático, por avanzado que sea, puede sustituir el criterio profesional del sujeto que realiza el análisis. El extenso campo de trabajo que tanto en el plano académico como profesional ofrecen los mercados financieros, es un terreno aún desaprovechado donde la formación práctica del contador público, así como su experiencia en lo que se refiere a la naturaleza de las empresas, pueden sumarse al proceso de modernización de las finanzas nacionales.

## Anexo A

El presente anexo incluye una serie de cuadros con los datos relativos a los precios o valores promedio de las cuatro acciones a que se hace referencia en este trabajo de investigación, así como también de los CETES a 28 días y del índice de precios y cotizaciones del período comprendido entre enero de 1989 y diciembre de 1995, según información de la Bolsa Mexicana de Valores y del Banco de México. También se incluyen en este anexo una serie de resúmenes sobre las medidas relevantes derivadas de este estudio para las cuatro acciones.

### **ÍNDICE DE LOS CUADROS DEL ANEXO:**

- A.1. PRECIOS PROMEDIO DE CEMEX-A
- A.2. RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS DE CEMEX-A
- A.3. PRECIOS PROMEDIO DE KIMBER-A
- A.4. RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS DE KIMBER-A
- A.5. PRECIOS PROMEDIO DE CIFRA-B
- A.6. RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS DE CIFRA-B
- A.7. PRECIOS PROMEDIO DE ALFA-A
- A.8. RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS DE ALFA-A
- A.9. RENDIMIENTOS PROMEDIO DE CETES A 28 DÍAS
- A.10. VALORES PROMEDIO DEL IPC

### **RELACIÓN DE SPLITS DE ACCIONES:**

CEMEX-A: mayo de 1994, 3 títulos nuevos por 1 título anterior.  
 KIMBER-A: junio de 1992, 2 títulos nuevos por 1 título anterior.  
 CIFRA-B: octubre de 1990, 2 títulos nuevos por 1 título anterior.

**NOTA:** Pueden existir algunas diferencias a nivel de diezmilésimas entre las cifras mostradas en los cuadros de este trabajo y las que el lector obtenga de sus propios cálculos, de ocupar tan sólo los decimales que se muestran en el texto. Estas diferencias se deben fundamentalmente a que se ha empleado la totalidad de los decimales para efectuar los cálculos, aunque por efectos de presentación sólo se muestren generalmente seis decimales. Gracias al uso de una hoja electrónica de cálculo, es posible ocupar todos los decimales sin que esto signifique necesariamente un esfuerzo mayor. Esta exactitud, que pudiera a simple vista parecer banal, no lo es tanto si se consideran montos de inversión por miles de millones de pesos.

CUADRO A.1. PRECIOS PROMEDIO DE CEMEX-A Y CÁLCULOS RELATIVOS, ENERO-DICIEMBRE

MES/AÑO	(A) PRECIO PROMEDIO	(B) DIVIDENDO PAGADO	(A)+(B)	ÍNDICE NOMINAL	ÍNDICE base = 1994	INFLACIÓN MENSUAL	ÍNDICE REAL
	Ene-89	\$5 168		\$5 168		44.24	
1	Feb-89	5 258		5 258	0.017368	44.84	0.01362
2	Mar-89	5 394		5 394	0.025980	45.32	0.010703
3	Abr-89	5 993		5 993	0.110877	46.00	0.015004
4	May-89	6 977	\$0 120	7 097	0.184312	46.64	0.013913
5	Jun-89	9 016		9 016	0.270414	47.20	0.012007
6	Jul-89	9 559		9 559	0.060153	47.67	0.009938
7	Ago-89	9 899		9 899	0.033653	48.13	0.009630
8	Sep-89	10 338		10 338	0.044319	48.59	0.009537
9	Oct-89	9 635		9 635	-0.068040	49.31	0.014818
10	Nov-89	8 190		8 190	-0.149905	50.00	0.013993
11	Dic-89	8 378		8 378	0.022490	51.69	0.023800
12	Ene-90	8 302		8 302	-0.009079	54.18	0.048172
13	Feb-90	9 486		9 486	0.142634	55.41	0.022702
14	Mar-90	9 300		9 300	-0.019642	56.39	0.017646
15	Abr-90	8 785		8 785	-0.055288	57.34	0.015074
16	May-90	10 971	0 120	11 091	0.262449	58.24	0.017470
17	Jun-90	12 269		12 269	0.106201	59.53	0.022130
18	Jul-90	12 210		12 210	-0.004850	60.61	0.018162
19	Ago-90	9 728		9 728	-0.203215	61.64	0.010994
20	Sep-90	7 638		7 638	-0.214826	62.52	0.014276
21	Oct-90	8 962		8 962	0.173204	63.42	0.014395
22	Nov-90	9 677		9 677	0.079702	65.10	0.026490
23	Dic-90	10 530		10 530	0.088214	67.16	0.031644
24	Ene-91	10 039		10 039	-0.046612	68.87	0.025462
25	Feb-91	11 973		11 973	0.192613	70.07	0.017424
26	Mar-91	15 632		15 632	0.304765	71.07	0.014271
27	Abr-91	20 540		20 540	0.314789	71.81	0.010412
28	May-91	26 213	0 155	26 368	0.283782	72.52	0.009887
29	Jun-91	29 152		29 152	0.105581	73.28	0.010480
30	Jul-91	34 219		34 219	0.173802	73.92	0.008734
31	Ago-91	33 204		33 204	-0.029625	74.44	0.007035
32	Sep-91	33 924		33 924	0.021686	75.18	0.009941
33	Oct-91	38 658		38 658	0.139562	76.06	0.011705
34	Nov-91	43 523		43 523	0.125878	77.94	0.024717
35	Dic-91	42 710		42 710	-0.030210	79.78	0.023608
36	Ene-92	50 872		50 872	0.205221	81.23	0.018175
37	Feb-92	56 091		56 091	0.102591	82.19	0.018188
38	Mar-92	59 425		59 425	0.059439	83.03	0.010220
39	Abr-92	56 660	0 600	57 260	-0.036432	83.77	0.008912
40	May-92	52 772		52 772	-0.078379	84.32	0.008566
41	Jun-92	50 480		50 480	-0.043432	84.89	0.006760

CUADRO A.1. PRECIOS PROMEDIO DE CEMEX-A Y CÁLCULOS RELATIVOS, ENER-DIC/83 (CONTINUACIÓN)

	MESES/AÑO	(A) PRECIO PROMEDIO	(B) INVENTARIO PAGADO	(A)/(B)	ÍND. MENS. NOMINAL	ÍNDIC base = 1994	INFLACIÓN MENSUAL	ÍND. MENS. REAL
42	Jul-92	\$42.319		\$42.319	-0.161668	85.43	0.006361	-0.166967
43	Ago-92	34.095		34.095	-0.194334	85.95	0.006087	-0.199208
44	Sep-92	29.733		29.733	-0.127937	86.70	0.006726	-0.135480
45	Oct-92	40.960		40.960	0.377594	87.32	0.007151	0.367813
46	Nov-92	42.254		42.254	0.031592	88.05	0.008360	0.023039
47	Dic-92	43.277		43.277	0.071544	89.30	0.014196	0.056544
48	Ene-93	48.314		48.314	0.067076	90.42	0.012542	0.053859
49	Feb-93	43.085		43.085	-0.108229	91.16	0.008184	-0.115469
50	Mar-93	44.019		44.019	0.021678	91.69	0.005814	0.015772
51	Abr-93	47.483		47.483	0.078693	92.22	0.005780	0.072494
52	May-93	45.468	80.800	46.268	-0.025588	92.75	0.005747	-0.031156
53	Jun-93	46.233		46.233	-0.000756	93.27	0.005606	-0.006327
54	Jul-93	51.307		51.307	0.109748	93.72	0.004825	0.104420
55	Ago-93	55.573		55.573	0.083147	94.22	0.005335	0.077399
56	Sep-93	57.092		57.092	0.027333	94.92	0.007429	0.019757
57	Oct-93	62.706		62.706	0.098333	95.30	0.004003	0.095953
58	Nov-93	69.914		69.914	0.114949	95.73	0.004512	0.109941
59	Dic-93	83.688		83.688	0.197013	96.45	0.007521	0.188078
60	Ene-94	87.566		87.566	0.046339	97.20	0.007776	0.038263
61	Feb-94	96.366		96.366	0.106496	97.70	0.005144	0.094864
62	Mar-94	84.204		84.204	-0.126206	98.21	0.005220	-0.130744
63	Abr-94	67.488		67.488	-0.198518	98.69	0.004887	-0.202416
64	May-94	25.145		25.145	-0.117754	99.16	0.004762	-0.112456
65	Jun-94	22.115		22.115	-0.120501	99.66	0.005042	-0.124914
66	Jul-94	23.006		23.006	0.040289	100.10	0.004415	0.033717
67	Ago-94	28.281		28.281	0.229288	100.57	0.004695	0.223543
68	Sep-94	30.781		30.781	0.088399	101.28	0.007060	0.080769
69	Oct-94	30.361		30.361	-0.013645	101.81	0.005233	-0.018780
70	Nov-94	30.698		30.698	0.011100	102.36	0.005402	0.005667
71	Dic-94	27.370		27.370	-0.108411	103.26	0.008792	-0.116182
72	Ene-95	21.153		21.153	-0.227147	107.14	0.037575	-0.255135
73	Feb-95	18.656		18.656	-0.118045	111.68	0.042374	-0.153898
74	Mar-95	12.713		12.713	-0.318557	118.27	0.059008	-0.356527
75	Abr-95	16.769		16.769	0.319043	127.69	0.079648	0.221734
76	May-95	20.462	0.400	20.862	0.244081	133.029	0.041812	0.194151
77	Jun-95	19.261		19.261	-0.076742	137.251	0.031737	-0.109143
78	Jul-95	24.302		24.302	0.261721	140.049	0.020386	0.236513
79	Ago-95	26.104		26.104	0.074150	142.372	0.016587	0.056624
80	Sep-95	26.913		26.913	0.030991	145.317	0.020683	0.010097
81	Oct-95	22.112		22.112	-0.178390	148.307	0.020576	-0.194954
82	Nov-95	20.791		20.791	-0.059741	151.964	0.024658	-0.082369
83	Dic-95	24.616		24.616	0.183974	156.915	0.025850	0.146617

CUADRO A.2. RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS, ENEM A DIC95

CINCO

PERÍODO	RTQ,REAL PROMEDIO	DESVEST	SUM.PROM. DESV. (Ri, Rm)	COVAR. (Ri, Rm)	CONR. (Ri, Rm)	BETA (Ri, Rm)	ALFA' (Ri, Rm)	DESVEST(e)	r <sup>2</sup>
---------	----------------------	---------	--------------------------------	--------------------	-------------------	------------------	-------------------	------------	----------------

A	FEB 89-ENE 94	0.042444	0.128421	0.490414	0.008312	0.868476	1.496495	-0.005479	0.063662	0.754251
B	MAR 89-FEB 94	0.043963	0.128494	0.489636	0.008299	0.868080	1.499217	-0.005234	0.063788	0.753562
C	ABR 89-MAR 94	0.041532	0.130415	0.511590	0.008671	0.871988	1.491430	-0.004652	0.063842	0.760362
D	MAY 89-ABR 94	0.036584	0.133956	0.542164	0.009189	0.881450	1.517196	-0.004616	0.063264	0.776954
E	JUN 89-MAY 94	0.035657	0.133221	0.530466	0.008991	0.879377	1.526488	-0.003781	0.063430	0.773305
F	JUL 89-JUN 94	0.029320	0.131629	0.496977	0.008423	0.869903	1.556534	-0.005736	0.064922	0.756730
G	AGO 89-JUL 94	0.029087	0.131604	0.495885	0.008405	0.868820	1.555506	-0.003935	0.065161	0.754848
H	SEP 89-AGO 94	0.032383	0.133975	0.520438	0.008821	0.874260	1.555299	-0.003491	0.065039	0.764331
I	OCT 89-SEP 94	0.031155	0.134121	0.520588	0.008824	0.879922	1.578478	-0.001568	0.063723	0.774264
J	NOV 89-OCT 94	0.034203	0.133453	0.519950	0.008813	0.879877	1.564548	0.000496	0.063417	0.774184
K	DIC 89-NOV 94	0.036992	0.131017	0.496657	0.008418	0.869266	1.540835	0.002603	0.064768	0.755623
L	ENE 90-DIC 94	0.035231	0.132369	0.509721	0.008639	0.874281	1.550233	0.003093	0.064255	0.764367
M	FEB 90-ENE 95	0.031889	0.137122	0.555509	0.009415	0.886093	1.567961	0.003465	0.063557	0.785161
N	MAR 90-FEB 95	0.027370	0.138720	0.587835	0.009963	0.882071	1.502728	0.006152	0.065353	0.778049
O	ABR 90-MAR 95	0.022039	0.147114	0.650273	0.011022	0.889588	1.553978	0.004106	0.067197	0.791367
P	MAY 90-ABR 95	0.026890	0.148839	0.668721	0.011334	0.900641	1.585430	0.007838	0.064680	0.811154
Q	JUN 90-MAY 95	0.026113	0.147822	0.635685	0.010774	0.888678	1.601686	0.010954	0.067781	0.789748
R	JUL 90-JUN 95	0.022990	0.148594	0.639917	0.010846	0.889022	1.608992	0.008372	0.068036	0.790359
S	AGO 90-JUL 95	0.027308	0.150992	0.673777	0.011420	0.893417	1.593507	0.008803	0.067830	0.798194
T	SEP 90-AGO 95	0.031861	0.147596	0.655086	0.011103	0.894698	1.570552	0.011705	0.065927	0.800484
U	OCT 90-SEP 95	0.035794	0.143704	0.622818	0.010556	0.890354	1.550790	0.013154	0.065424	0.792729
V	NOV 90-OCT 95	0.029934	0.145845	0.648533	0.010992	0.897548	1.558903	0.010703	0.064305	0.805593
W	DIC 90-NOV 95	0.027697	0.146531	0.647108	0.010968	0.891622	1.556307	0.008713	0.066346	0.794990
X	ENE 91-DIC 95	0.029226	0.147296	0.656042	0.011119	0.893275	1.556946	0.008193	0.066211	0.797941



CUADRO A.1. PRECIOS PROMEDIO DE KIMBER-A Y CÁLCULOS RELATIVOS, ENERGÍA

PERÍODO	GA PRECIO PROMEDIO	B PRECIO PROMEDIO	(A/B)	VAR. RELAT. PERIÓDICA	VAR. RELAT. ACUMULADA	VAR. RELAT. ACUMULADA	VAR. RELAT. ACUMULADA
---------	--------------------------	-------------------------	-------	--------------------------	-----------------------------	--------------------------	--------------------------

1	Ene-89	30 822		30 822		44.24	
2	Feb-89	10 192		10 192	0.155273	44.84	0.013562
3	Mar-89	10 227	31 070	11 297	0.108481	43.32	0.017093
4	Abr-89	10 183	1 070	11 253	-0.021964	46.00	0.015004
5	May-89	11 204		11 204	-0.064340	46.64	0.013913
6	Jun-89	11 837		11 837	0.058340	47.20	0.012807
7	Jul-89	13 290		13 290	0.128617	47.67	0.009958
8	Ago-89	14 725		14 725	0.107971	48.13	0.009430
9	Sep-89	15 719		15 719	0.067329	48.59	0.009537
10	Oct-89	15 428		15 428	-0.018310	49.31	0.014018
11	Nov-89	14 793		14 793	-0.041201	50.00	0.013993
12	Dic-89	15 246		15 246	0.030655	51.69	0.033800
13	Ene-90	15 947		15 947	0.045981	54.18	0.048172
14	Feb-90	18 406		18 406	0.154205	55.41	0.022702
15	Mar-90	18 474	1 050	19 324	0.040784	56.39	0.017686
16	Abr-90	20 340	1 050	21 418	0.096992	57.24	0.013074
17	May-90	23 015		23 015	0.074557	58.24	0.017470
18	Jun-90	21 671		21 671	-0.058406	59.53	0.022150
19	Jul-90	26 541		26 541	0.224754	60.61	0.018142
20	Ago-90	23 614		23 614	-0.034929	61.64	0.016994
21	Sep-90	23 800		23 800	0.007242	62.32	0.014276
22	Oct-90	27 842		27 842	0.079176	63.42	0.014395
23	Nov-90	29 208		29 208	0.049063	65.10	0.026490
24	Dic-90	33 230		33 230	0.206152	67.16	0.031644
25	Ene-91	34 133		34 133	-0.031132	68.87	0.025462
26	Feb-91	38 207		38 207	0.119371	70.07	0.017424
27	Mar-91	40 693	1 500	42 193	0.194317	71.07	0.014371
28	Abr-91	44 290	1 500	45 790	0.083237	71.81	0.010412
29	May-91	47 811		47 811	0.044140	72.52	0.009487
30	Jun-91	50 723		50 723	0.066923	73.28	0.010480
31	Jul-91	51 388		51 388	0.012048	73.92	0.008734
32	Ago-91	50 180		50 180	-0.022796	74.44	0.007035
33	Sep-91	49 071		49 071	-0.022105	75.18	0.009941
34	Oct-91	46 268		46 268	-0.057111	76.06	0.011795
35	Nov-91	44 582		44 582	-0.036443	77.94	0.024717
36	Dic-91	45 272		45 272	0.015475	79.78	0.023408
37	Ene-92	50 174		50 174	0.108287	81.23	0.018175
38	Feb-92	55 019		55 019	0.096564	82.19	0.011818
39	Mar-92	57 209	1 500	58 709	0.067068	83.03	0.010230
40	Abr-92	59 430	1 500	59 930	0.021128	83.77	0.009912
41	May-92	43 596		43 596	-0.239433	84.32	0.086566
42	Jun-92	25 208		25 208	0.105711	84.89	0.006760

CUANDO A LA PRECIO PROMEDIO DE KIMBER-A Y CÁLCULO RELATIVO, ENER-DICYS. (CONTINUACIÓN)

PERIODO	LA PRECIO PROMEDIO	LA PRECIO PAGADO	(A)-(B)	ENL. MENS. PROMEDIO	ENL. PROMEDIO	AMPLIACION MENSUAL	ENL. MENS. REAL
---------	--------------------	------------------	---------	---------------------	---------------	--------------------	-----------------

61	Jul-92	\$25 627		\$25 627	0.016622	83.63	0.006361	0.010196
62	Ago-92	24 504		24 504	-0.041821	85.93	0.006087	-0.049606
63	Sep-92	22 435		22 435	-0.083619	86.70	0.008726	-0.091546
64	Oct-92	26 893		26 893	0.197640	87.32	0.007151	0.189136
65	Nov-92	29 237		29 237	0.087160	88.05	0.008360	0.078147
66	Dic-92	30 730		30 730	0.051065	89.30	0.014196	0.036353
67	Ene-93	31 401		31 401	0.021835	90.42	0.012542	0.009178
68	Feb-93	28 677		28 677	-0.086749	91.16	0.008184	-0.094162
69	Mar-93	27 908		27 908	-0.026816	91.69	0.005814	-0.032441
70	Abr-93	29 283	\$0.375	29 660	0.062778	92.22	0.005780	0.056670
71	May-93	30 304		30 304	0.021713	92.75	0.005747	0.015874
72	Jun-93	32 157		32 157	0.061147	93.27	0.005606	0.055231
73	Jul-93	35 241	0.375	35 616	0.107566	93.72	0.004823	0.102248
74	Ago-93	38 782		38 782	0.088893	94.22	0.005335	0.083114
75	Sep-93	40 464		40 464	0.043371	94.92	0.007429	0.033676
76	Oct-93	45 448	0.375	45 823	0.132439	95.30	0.004003	0.127923
77	Nov-93	49 787		49 787	0.086507	95.73	0.004512	0.081626
78	Dic-93	53 489	0.375	53 864	0.081889	96.45	0.007521	0.073813
79	Ene-94	58 205		58 205	0.080592	97.20	0.007776	0.072254
80	Feb-94	63 592		63 592	0.092552	97.70	0.005144	0.086961
81	Mar-94	59 317		59 317	-0.067225	98.21	0.005220	-0.072069
82	Abr-94	57 653		57 653	-0.028053	98.69	0.004887	-0.032780
83	May-94	64 299		64 299	0.115276	99.16	0.004762	0.109990
84	Jun-94	64 790		64 790	0.007636	99.66	0.005042	0.002581
85	Jul-94	66 079	0.420	66 499	0.026378	100.10	0.004415	0.021866
86	Ago-94	69 585		69 585	0.046407	100.57	0.004695	0.041516
87	Sep-94	71 046		71 046	0.020996	101.28	0.007060	0.013838
88	Oct-94	69 009	0.420	69 429	-0.022760	101.81	0.005233	-0.027847
89	Nov-94	65 976		65 976	-0.049734	102.36	0.005402	-0.054840
90	Dic-94	58 256	0.420	58 676	-0.110646	103.26	0.008792	-0.118398
91	Ene-95	55 139		55 139	-0.060280	103.74	0.037573	-0.094311
92	Feb-95	51 152		51 152	-0.077308	111.68	0.042374	-0.110021
93	Mar-95	50 849		50 849	-0.003924	118.27	0.059008	-0.061313
94	Abr-95	59 230	0.480	59 710	0.174261	127.69	0.079648	0.087633
95	May-95	63 275		63 275	0.059705	133.029	0.041812	0.017175
96	Jun-95	65 445		65 445	0.034295	137.251	0.017377	0.002479
97	Jul-95	79 309	0.480	79 789	0.219176	140.049	0.020386	0.194819
98	Ago-95	83 864		83 864	0.051072	142.572	0.016587	0.033922
99	Sep-95	88 871		88 871	0.059704	145.317	0.020883	0.038228
100	Oct-95	91 128	0.480	91 608	0.030797	148.307	0.020576	0.010016
101	Nov-95	94 050		94 050	0.026657	151.964	0.024638	0.001951
102	Dic-95	107 155	0.480	107 635	0.144444	156.913	0.032580	0.108335

CUADRO A.4. RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS, ENERP A DIC95

KIMBERA

	PERÍODO	RTORAL PROXIMO	INVEST	DEP. (M, \$m)	COVAR. (M, \$m)	COBR. (M, \$m)	DETA (M, \$m)	ALDA (M, \$m)	INVESTIDA	r <sup>2</sup>
A	FEB 89-ENE 94	0.033322	0.077708	0.145432	0.002465	0.425621	0.443784	0.019110	0.070318	0.181153
B	MAR 89-FEB 94	0.032441	0.076774	0.149876	0.002540	0.444718	0.458905	0.017382	0.068765	0.197774
C	ABR 89-MAR 94	0.029628	0.077468	0.164448	0.002787	0.471866	0.479411	0.014782	0.068301	0.222658
D	MAY 89-ABR 94	0.029393	0.077638	0.177521	0.003009	0.497971	0.496777	0.015902	0.067327	0.247975
E	JUN 89-MAY 94	0.031526	0.078071	0.184247	0.003123	0.521197	0.530196	0.017828	0.066629	0.271647
F	JUL 89-JUN 94	0.030806	0.078137	0.182571	0.003094	0.538346	0.571812	0.017928	0.065848	0.289817
G	AGO 89-JUL 94	0.029341	0.077452	0.179520	0.003043	0.534439	0.563123	0.017386	0.065463	0.285626
H	SEP 89-AGO 94	0.028410	0.076954	0.179982	0.003051	0.526370	0.537865	0.016003	0.065431	0.277066
I	OCT 89-SEP 94	0.027683	0.076882	0.177858	0.003015	0.524440	0.539283	0.015820	0.065461	0.275037
J	NOV 89-OCT 94	0.027767	0.076818	0.179206	0.003037	0.526839	0.539236	0.016149	0.065292	0.277559
K	DIC 89-NOV 94	0.027760	0.076825	0.175423	0.002973	0.523609	0.544235	0.015613	0.065452	0.274167
L	ENE 90-DIC 94	0.025837	0.079021	0.187678	0.003181	0.539234	0.570793	0.014004	0.066548	0.290774
M	FEB 90-ENE 95	0.024300	0.080457	0.206645	0.003502	0.561767	0.583270	0.013726	0.066562	0.315582
N	MAR 90-FEB 95	0.020323	0.081110	0.228076	0.003866	0.585321	0.583049	0.012091	0.065764	0.342601
O	ABR 90-MAR 95	0.018596	0.081734	0.241691	0.004096	0.595120	0.577576	0.011931	0.065685	0.354167
P	MAY 90-ABR 95	0.018712	0.081828	0.243968	0.004135	0.597660	0.578410	0.011761	0.065606	0.357198
Q	JUN 90-MAY 95	0.018063	0.081681	0.238007	0.004034	0.602158	0.599688	0.012387	0.065212	0.362594
R	JUL 90-JUN 95	0.019418	0.080716	0.237819	0.004031	0.608246	0.597968	0.013985	0.064068	0.369963
S	AGO 90-JUL 95	0.019283	0.080409	0.264375	0.004481	0.658237	0.625256	0.012021	0.060530	0.433326
T	SEP 90-AGO 95	0.020699	0.079896	0.258964	0.004389	0.653379	0.620860	0.012731	0.060484	0.426905
U	OCT 90-SEP 95	0.021452	0.079844	0.255086	0.004323	0.656318	0.635152	0.012179	0.060241	0.430753
V	NOV 90-OCT 95	0.020554	0.079662	0.255779	0.004335	0.648087	0.614826	0.012970	0.060668	0.420016
W	DIC 90-NOV 95	0.020220	0.079698	0.255581	0.004332	0.647467	0.614678	0.012723	0.060737	0.419213
X	ENE 91-DIC 95	0.019207	0.078143	0.262798	0.004454	0.674495	0.623684	0.010781	0.057691	0.454943

CUADRO A.1. PRECIOS PROMEDIO DE CIBRA-B Y CÁLCULOS RELATIVOS, ENER-DIC-93

MES/AÑO	(A) PRECIO PROMEDIO	(B) MOVIMIENTO PAGADO	(A)/(B)	ÍND. MENS. NORMAL	ÍND. MENS. base = 1994	INFLACIÓN MENSUAL	ÍND. MENS. REAL
1	Ene-89	\$0 952	\$0 952		44.24		
2	Feb-89	1 179	1 179	0.238270	44.84	0.015363	0.221701
3	Mar-89	1 468	1 468	0.244842	45.32	0.010705	0.231657
4	Abr-89	1 478	1 478	0.006942	46.00	0.015064	-0.007941
5	May-89	1 613	1 613	0.092577	46.64	0.013913	0.077584
6	Jun-89	1 658	1 658	0.026944	47.20	0.012007	0.014760
7	Jul-89	1 690	1 690	0.018862	47.67	0.009958	0.008817
8	Ago-89	1 692	1 692	0.001391	48.13	0.009690	-0.008180
9	Sep-89	1 915	1 915	0.131821	48.59	0.009557	0.121106
10	Oct-89	1 923	\$0 140	0.077122	49.31	0.014818	0.061394
11	Nov-89	1 846	1 846	-0.105036	50.00	0.013993	-0.117387
12	Dic-89	1 372	1 372	-0.256904	51.69	0.031800	-0.281199
13	Ene-90	1 609	1 609	0.172817	54.18	0.048172	0.118917
14	Feb-90	1 768	1 768	0.099169	55.41	0.022702	0.017469
15	Mar-90	1 891	0.160	0.166880	56.39	0.017586	0.140590
16	Abr-90	2 661	2 663	0.297461	57.24	0.015074	0.278194
17	May-90	2 780	2 786	0.046077	58.24	0.017470	0.028116
18	Jun-90	2 982	2 982	0.070123	59.53	0.022150	0.047130
19	Jul-90	3 503	3 503	0.174961	60.61	0.018142	0.154035
20	Ago-90	3 528	3 528	0.006942	61.64	0.016994	-0.009884
21	Sep-90	3 130	3 130	-0.056101	62.52	0.014276	-0.069387
22	Oct-90	3 847	3 847	0.109419	63.42	0.014393	0.099375
23	Nov-90	1 613	1 613	-0.114590	65.10	0.026490	-0.137440
24	Dic-90	1 778	1 778	0.086919	67.16	0.031644	0.053579
25	Ene-91	1 618	1 618	-0.089858	68.87	0.025462	-0.112436
26	Feb-91	1 872	1 872	0.157035	70.07	0.017424	0.137220
27	Mar-91	1 945	1 945	0.018965	71.07	0.014271	0.024346
28	Abr-91	2 377	0.070	0.258281	71.81	0.010412	0.245314
29	May-91	3 006	3 006	0.228301	72.52	0.009887	0.216177
30	Jun-91	2 969	2 969	-0.012124	73.28	0.010480	-0.021369
31	Jul-91	3 714	3 714	0.250967	73.92	0.008734	0.240137
32	Ago-91	3 875	3 875	0.043380	74.44	0.007035	0.036992
33	Sep-91	4 017	4 017	0.036395	75.18	0.009941	0.026194
34	Oct-91	3 957	3 957	-0.014821	76.06	0.011705	-0.026220
35	Nov-91	3 910	3 910	-0.012027	77.94	0.024717	-0.033828
36	Dic-91	3 590	3 590	-0.081670	79.78	0.023608	-0.102850
37	Ene-92	4 121	4 121	0.147844	81.23	0.018175	0.127354
38	Feb-92	5 049	5 049	0.225188	82.19	0.018188	0.210878
39	Mar-92	5 681	5 681	0.125173	83.03	0.010220	0.113790
40	Abr-92	5 202	0.100	-0.064714	81.77	0.008112	-0.074958
41	May-92	5 198	5 198	-0.019615	84.32	0.006566	-0.026010
42	Jun-92	5 611	5 611	0.079454	84.89	0.006760	0.072206

CUADRO A.5. PRECIOS PROMEDIO DE CIFRA-B Y CÁLCULOS RELATIVOS, ENER-DIC/95 (CONTINUACIÓN)

MES/AÑO	(A) PRECIO PROMEDIO	(B) DIVIDENDO PAGADO	(A)-(B)	R.T.O. MEAS NOMINAL	INPC base = 1994	INFLACIÓN MENSUAL	R.T.O.MEAS REAL	
42	Jul-92	\$5 281		\$5 281	-0.058457	85.41	0.003631	-0.064408
43	Ago-92	4 792		4 792	-0.092940	85.95	0.006087	-0.098427
44	Sep-92	4 460		4 460	-0.091282	86.70	0.008726	-0.077133
45	Oct-92	4 926		4 926	0.104484	87.12	0.007151	0.096642
46	Nov-92	5 949		5 949	0.207672	88.05	0.008340	0.197661
47	Dic-92	6 367		6 367	0.070264	89.30	0.014196	0.035283
48	Ene-93	6 502		6 502	0.021203	90.42	0.012542	0.008554
49	Feb-93	5 777		5 777	-0.111504	91.16	0.008184	-0.118717
50	Mar-93	5 803	\$0 125	5 928	0.026178	91.69	0.005814	0.020207
51	Abr-93	6 256		6 256	0.055311	92.22	0.005780	0.049266
52	May-93	6 078		6 078	-0.028453	92.75	0.005147	-0.034004
53	Jun-93	6 168		6 168	0.014808	93.27	0.005606	0.009150
54	Jul-93	6 583		6 583	0.067283	93.72	0.004823	0.062158
55	Ago-93	7 413		7 413	0.126386	94.22	0.005315	0.120409
56	Sep-93	7 257		7 257	-0.021308	94.92	0.007429	-0.028326
57	Oct-93	7 568		7 568	0.042855	95.30	0.004003	0.038697
58	Nov-93	8 376		8 376	0.131192	95.73	0.004512	0.128102
59	Dic-93	10 138		10 138	0.182136	96.43	0.007521	0.173312
60	Ene-94	10 315		10 315	0.017459	97.20	0.007776	0.009608
61	Feb-94	9 816		9 816	-0.046637	97.70	0.005144	-0.051317
62	Mar-94	9 122	0 200	9 322	-0.071924	98.21	0.005220	-0.036951
63	Abr-94	8 776		8 776	-0.078345	98.69	0.004887	-0.082828
64	May-94	9 191		9 191	0.047316	99.16	0.004762	0.042551
65	Jun-94	8 569	0 200	8 769	-0.046122	99.66	0.005042	-0.050908
66	Jul-94	8 672		8 672	-0.011062	100.10	0.004415	-0.015409
67	Ago-94	9 991		9 991	0.152099	100.57	0.004695	0.146715
68	Sep-94	10 256	0 200	10 456	0.046342	101.28	0.007060	0.079205
69	Oct-94	9 890		9 890	-0.054132	101.81	0.005323	-0.059056
70	Nov-94	9 473		9 473	-0.042164	102.36	0.005402	-0.047310
71	Dic-94	9 137	0 200	9 337	-0.014357	103.26	0.008792	-0.022347
72	Ene-95	8 267		8 267	-0.114598	107.14	0.019755	-0.146662
73	Feb-95	6 659		6 659	-0.194908	111.68	0.042374	-0.227252
74	Mar-95	7 183		7 183	0.078690	118.27	0.059008	0.018386
75	Abr-95	8 776		8 776	0.221774	127.69	0.079648	0.131640
76	May-95	8 240		8 240	-0.061076	133.029	0.041812	-0.098759
77	Jun-95	8 011		8 011	-0.027791	137.251	0.017377	-0.057698
78	Jul-95	9 301		9 301	0.161029	140.049	0.020386	0.137833
79	Ago-95	8 092		8 092	-0.129896	142.372	0.016587	-0.144182
80	Sep-95	8 123		8 123	0.003831	145.517	0.020685	-0.016513
81	Oct-95	7 498		7 498	-0.076942	148.307	0.020576	-0.095552
82	Nov-95	7 814		7 814	0.042145	151.964	0.024658	0.017065
83	Dic-95	7 985		7 985	0.021884	156.915	0.022580	-0.010159

CUADRO A.6. RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS, ENER A DIC95

CHIRAB

PERÍODO	HTO.NEAL PROMEDIO	DESVEST	SUM.PROM. DEV. (Di, Dm)	COVAR. (Di, Dm)	CORR. (Di, Dm)	BETA (Di, Dm)	ALFA' (Di, Dm)	DESVEST(e)	r <sup>2</sup>
---------	----------------------	---------	-------------------------------	--------------------	-------------------	------------------	-------------------	------------	----------------

A	FEB 89-ENE 94	0.044853	0.111421	0.255608	0.004332	0.521720	0.779985	0.019875	0.095055	0.272192
B	MAR 89-FEB 94	0.040302	0.109637	0.260832	0.004421	0.541970	0.798642	0.014095	0.092138	0.293731
C	ABR 89-MAR 94	0.035825	0.107146	0.274141	0.004646	0.568736	0.799199	0.011077	0.088130	0.323461
D	MAY 89-ABR 94	0.034577	0.108097	0.294914	0.004999	0.594172	0.825290	0.012166	0.086946	0.353040
E	JUN 89-MAY 94	0.033993	0.107955	0.290696	0.004927	0.594686	0.836517	0.012381	0.086791	0.353652
F	JUL 89-JUN 94	0.032899	0.108485	0.296283	0.005022	0.629249	0.927960	0.012000	0.084315	0.395954
G	AGO 89-JUL 94	0.032495	0.108621	0.298999	0.005068	0.634709	0.937908	0.012585	0.083937	0.402855
H	SEP 89-AGO 94	0.035077	0.109475	0.314031	0.005323	0.645583	0.938462	0.013430	0.083605	0.416777
I	OCT 89-SEP 94	0.033712	0.108894	0.308019	0.005221	0.641241	0.933945	0.013167	0.083558	0.411190
J	NOV 89-OCT 94	0.031704	0.109483	0.314474	0.005330	0.648670	0.946262	0.011318	0.083324	0.420773
K	DIC 89-NOV 94	0.032872	0.108232	0.301603	0.005112	0.639001	0.935697	0.011989	0.083253	0.408323
L	ENE 90-DIC 94	0.037176	0.100381	0.310645	0.005265	0.702618	0.944776	0.017590	0.071428	0.493671
M	FEB 90-ENE 95	0.032750	0.102548	0.339942	0.005762	0.725062	0.959509	0.015356	0.070623	0.525716
N	MAR 90-FEB 95	0.027716	0.107732	0.388714	0.006588	0.751058	0.993699	0.013686	0.071128	0.564087
O	ABR 90-MAR 95	0.025684	0.106713	0.391281	0.006632	0.737937	0.933056	0.014894	0.072017	0.544551
P	MAY 90-ABR 95	0.023242	0.102427	0.387897	0.006575	0.759153	0.919643	0.012191	0.066671	0.576313
Q	JUN 90-MAY 95	0.021127	0.103627	0.386387	0.006549	0.770534	0.973549	0.011913	0.066052	0.593722
R	JUL 90-JUN 95	0.019380	0.104064	0.388877	0.006591	0.771439	0.977783	0.010497	0.066216	0.595118
S	AGO 90-JUL 95	0.019110	0.103729	0.406749	0.006894	0.785089	0.961977	0.007939	0.064248	0.616364
T	SEP 90-AGO 95	0.016872	0.105794	0.405037	0.006865	0.771765	0.971065	0.004410	0.067275	0.595621
U	OCT 90-SEP 95	0.017753	0.105282	0.394787	0.006691	0.770333	0.983003	0.003403	0.067132	0.593413
V	NOV 90-OCT 95	0.014599	0.105802	0.407149	0.006901	0.776742	0.978681	0.002527	0.066636	0.603328
W	DIC 90-NOV 95	0.017175	0.103902	0.409840	0.006946	0.796384	0.985672	0.005152	0.062839	0.634228
X	ENE 91-DIC 95	0.016109	0.103850	0.407969	0.006915	0.787888	0.968210	0.003029	0.063953	0.620768

CUADRO A.7. PRECIOS PROMEDIO DE ALFA-A Y CÁLCULOS RELATIVOS, ENER-80CS

	Enr-89	\$15.335		\$15.335		44.24		
1	Feb-89	15.880		15.880	0.035574	44.84	0.013662	0.021717
2	Mar-89	15.457		15.457	-0.026426	45.32	0.010709	-0.036935
3	Abr-89	16.998		16.998	0.099702	46.00	0.019804	0.082446
4	May-89	20.654		20.654	0.215032	46.64	0.013913	0.198359
5	Jun-89	25.956		25.956	0.256732	47.20	0.012007	0.241822
6	Jul-89	31.034		31.034	0.195641	47.67	0.009958	0.181353
7	Ago-89	31.854		31.854	0.026428	48.13	0.009650	0.016618
8	Sep-89	33.882		33.882	0.063665	48.59	0.009557	0.053595
9	Oct-89	35.572		35.572	0.049866	49.31	0.014818	0.014537
10	Nov-89	33.455		33.455	-0.059901	50.00	0.013993	-0.072480
11	Dic-89	36.869		36.869	0.102055	51.69	0.033800	0.066023
12	Enr-90	38.164		38.164	0.035116	54.18	0.048172	-0.012455
13	Feb-90	39.979		39.979	0.047361	55.41	0.022702	0.024309
14	Mar-90	42.252		42.252	0.056849	56.39	0.017686	0.038482
15	Abr-90	45.458		45.458	0.075866	57.24	0.019074	0.059889
16	May-90	40.136	\$0.400	40.536	-0.108279	58.24	0.017470	-0.123590
17	Jun-90	29.946		29.946	-0.261248	59.53	0.022150	-0.277256
18	Jul-90	25.551		25.551	-0.146760	60.61	0.018142	-0.161963
19	Ago-90	20.707		20.707	-0.189595	61.64	0.016994	-0.203137
20	Sep-90	17.789		17.789	-0.140918	62.52	0.014276	-0.151010
21	Oct-90	18.017	0.400	18.417	0.035345	63.42	0.014395	0.020652
22	Nov-90	17.747		17.747	-0.036423	65.10	0.026490	-0.061290
23	Dic-90	18.241		18.241	0.027840	67.16	0.031644	-0.003687
24	Enr-91	16.829		16.829	-0.077400	68.87	0.025462	-0.100308
25	Feb-91	17.320		17.320	0.029125	70.07	0.017434	0.011550
26	Mar-91	19.832		19.832	0.145025	71.07	0.014271	0.128914
27	Abr-91	21.591		21.591	0.088741	71.81	0.010412	0.077522
28	May-91	18.615	1.000	19.615	-0.091546	72.52	0.009887	-0.100440
29	Jun-91	22.210		22.210	0.132296	73.28	0.010480	0.120552
30	Jul-91	21.089		21.089	-0.050471	73.92	0.008734	-0.058692
31	Ago-91	21.607		21.607	0.024574	74.44	0.007035	0.017417
32	Sep-91	21.182		21.182	-0.019677	75.18	0.009941	-0.029327
33	Oct-91	23.483		23.483	0.106621	76.06	0.011705	0.095794
34	Nov-91	27.880		27.880	0.187266	77.94	0.024717	0.158630
35	Dic-91	25.197		25.197	-0.095244	79.78	0.023688	-0.117080
36	Enr-92	31.156		31.156	0.236497	81.23	0.018175	0.214423
37	Feb-92	33.726		33.726	0.082488	82.19	0.011818	0.069844
38	Mar-92	30.224		30.224	-0.103837	83.03	0.010220	-0.112903
39	Abr-92	25.600	1.150	26.750	-0.114942	83.77	0.008912	-0.122760
40	May-92	24.956		24.956	-0.067065	84.32	0.006566	-0.073151
41	Jun-92	24.510		24.510	-0.017871	84.89	0.006760	-0.024466

CUADRO A.7. PRECIOS PROMEDIO DE ALFA-Y Y CÁLCULOS RELATIVOS, ENDP-BUCYS (CONTINUACIÓN)

MESE/AÑO	(A) PRECIO PROMEDIO	(B) INVENTARIO PAGADO	(A)-(B)	ENDP. MEDIO NOMINAL	ENDP. 1994 = 1000	RELACION NOMINAL	RELACION REAL
43 Jul-92	\$23 234		\$23 234	-0 052060	85 43	0 006361	-0 058052
44 Ago-92	21 010		21 010	-0 099722	85 95	0 006087	-0 101191
45 Sep-92	18 411		18 411	-0 123703	86 70	0 008726	-0 131283
46 Oct-92	17 429		17 429	-0 053338	87 32	0 007151	-0 066059
47 Nov-92	18 506		18 506	0 061794	88 05	0 008360	0 052991
48 Dic-92	20 751		20 751	0 121312	89 30	0 014196	0 105616
49 Ene-93	21 282		21 282	0 025589	90 42	0 012542	0 012886
50 Feb-93	18 954		18 954	-0 109388	91 16	0 008184	-0 116618
51 Mar-93	19 327	\$1 170	20 497	0 081408	91 69	0 005814	0 075157
52 Abr-93	20 527		20 527	0 061464	92 22	0 005780	-0 004372
53 May-93	18 663		18 663	-0 090807	92 75	0 003747	-0 096003
54 Jun-93	17 963		17 963	-0 037507	93 27	0 005606	-0 042873
55 Jul-93	17 519		17 519	-0 024717	93 72	0 004825	-0 029400
56 Ago-93	17 857		17 857	0 019293	94 22	0 005335	0 013804
57 Sep-93	18 672		18 672	0 045640	94 92	0 007429	0 037929
58 Oct-93	19 011		19 011	0 018156	95 30	0 004003	0 014096
59 Nov-93	19 625		19 625	0 032297	95 73	0 004512	0 027660
60 Dic-93	23 798		23 798	0 212637	96 45	0 007521	0 203583
61 Ene-94	27 343		27 343	0 148962	97 20	0 007776	0 140097
62 Feb-94	29 182		29 182	0 067257	97 70	0 005144	0 061795
63 Mar-94	27 914		27 914	-0 043451	98 21	0 005220	-0 048419
64 Abr-94	26 686	0 800	27 686	-0 008168	98 69	0 004887	-0 012992
65 May-94	27 781		27 781	0 005431	99 16	0 004762	-0 001325
66 Jun-94	29 413		29 413	0 058745	99 66	0 005042	0 053433
67 Jul-94	31 211		31 211	0 061129	100 10	0 004415	0 056465
68 Ago-94	35 129		35 129	0 125313	100 57	0 004695	0 120273
69 Sep-94	45 129		45 129	0 284665	101 28	0 007060	0 275659
70 Oct-94	47 853		47 853	0 060360	101 81	0 005233	0 058480
71 Nov-94	50 380		50 380	0 052808	102 36	0 005402	0 047151
72 Dic-94	45 735		45 735	-0 092199	103 26	0 008792	-0 100112
73 Ene-95	46 848		46 848	0 024336	107 14	0 017575	-0 012760
74 Feb-95	48 444		48 444	0 034068	111 68	0 042374	-0 007969
75 Mar-95	49 990		49 990	0 031913	118 27	0 059008	-0 025583
76 Abr-95	53 909	0 500	54 409	0 085798	127 69	0 079648	0 008104
77 May-95	65 498		65 498	0 203808	133 029	0 041812	0 155494
78 Jun-95	73 452		73 452	0 121439	137 251	0 031737	0 086942
79 Jul-95	84 549		84 549	0 151078	140 049	0 020386	0 128081
80 Ago-95	86 572	0 300	86 872	0 027475	142 372	0 016587	0 010710
81 Sep-95	85 838		85 838	-0 011903	145 317	0 020685	-0 031927
82 Oct-95	78 623		78 623	-0 084054	148 307	0 020576	-0 102520
83 Nov-95	83 587		83 587	0 063137	151 964	0 024658	0 037552
84 Dic-95	95 455		95 455	0 141984	156 915	0 025580	0 105952



CUADRO A.A. RESUMEN GENERAL DEL ANÁLISIS, ENE89 A DIC95

PERIODO	SPARIAL CORRELACION	INVEST	DELTA IND. (M. Dts)	COVAR. (M. Dts)	COOR. (M. Dts)	DKTA (M. Dts)	ALMA (M. Dts)	...	...
---------	------------------------	--------	---------------------------	--------------------	-------------------	------------------	------------------	-----	-----

A	FEB 89-ENE 94	0.002286	0.107773	0.281670	0.004774	0.594373	0.859513	-0.025239	0.086670	0.353279
B	MAR 89-FEB 94	0.002954	0.108020	0.283059	0.004798	0.596957	0.866698	-0.025487	0.086661	0.356358
C	ABR 89-MAR 94	0.002762	0.108102	0.288961	0.004898	0.594183	0.842402	-0.023324	0.086950	0.353053
D	MAY 89-ABR 94	0.001155	0.107598	0.284374	0.004820	0.575595	0.795795	-0.020455	0.087986	0.331310
E	JUN 89-MAY 94	-0.002173	0.104436	0.264126	0.004477	0.558536	0.760057	-0.021810	0.086628	0.311962
F	JUL 89-JUN 94	-0.005313	0.099701	0.220654	0.003740	0.509914	0.691088	-0.020877	0.085765	0.260012
G	AGO 89-JUL 94	-0.007436	0.096922	0.210435	0.003567	0.500627	0.660097	-0.021449	0.083902	0.250627
H	SEP 89-AGO 94	-0.005709	0.098272	0.226146	0.003833	0.517910	0.675825	-0.021297	0.084066	0.268231
I	OCT 89-SEP 94	-0.002007	0.104526	0.223695	0.003791	0.485151	0.678267	-0.016928	0.091401	0.235371
J	NOV 89-OCT 94	-0.001669	0.104679	0.221486	0.003754	0.477828	0.666458	-0.016027	0.091956	0.228320
K	DIC 89-NOV 94	0.000325	0.104447	0.208044	0.003526	0.456756	0.645440	-0.014080	0.092915	0.208626
L	ENE 90-DIC 94	-0.002444	0.104877	0.215212	0.003648	0.465901	0.654534	-0.016013	0.092799	0.217064
M	FEB 90-ENE 95	-0.002449	0.104877	0.216824	0.003675	0.452191	0.612001	-0.013544	0.093542	0.204476
N	MAR 90-FEB 95	-0.002987	0.104821	0.216680	0.003673	0.430288	0.553916	-0.010808	0.094621	0.185147
O	ABR 90-MAR 95	-0.004055	0.104717	0.220784	0.003742	0.424213	0.527613	-0.010144	0.094823	0.180050
P	MAY 90-ABR 95	-0.004918	0.104394	0.218865	0.003710	0.420267	0.518894	-0.011153	0.094727	0.176624
Q	JUN 90-MAY 95	-0.000267	0.105231	0.238720	0.004046	0.468798	0.601483	-0.005959	0.092951	0.219771
R	JUL 90-JUN 95	0.005803	0.099321	0.234310	0.003971	0.487011	0.589143	0.000451	0.086746	0.237180
S	AGO 90-JUL 95	0.010637	0.098068	0.254508	0.004314	0.519600	0.601921	0.003647	0.083790	0.266984
T	SEP 90-AGO 95	0.014202	0.093967	0.238200	0.004037	0.510996	0.571078	0.006873	0.080772	0.261117
U	OCT 90-SEP 95	0.016220	0.091585	0.217940	0.003694	0.488858	0.542660	0.008297	0.079895	0.238982
V	NOV 90-OCT 95	0.014167	0.092855	0.232094	0.003934	0.504516	0.557894	0.007285	0.080172	0.254536
W	DIC 90-NOV 95	0.015814	0.092370	0.233635	0.003960	0.510671	0.561896	0.008960	0.079417	0.260785
X	ENE 91-DIC 95	0.017641	0.093059	0.240220	0.004072	0.517721	0.570101	0.009940	0.079617	0.268035

CUADRO A.8. MOVIMIENTOS PROMEDIO DE CETES A 30 DÍAS, ENER-DIC/93

	MESES	ESTADÍSTICA PROMEDIO	ESTADÍSTICA PROMEDIO	IPC Ene = 1994	EVOLUCIÓN MENSUAL	MOVIMEN- TO REAL
1	Ene-89	50 820	0.039527	44.84	0.013562	0.025617
2	Feb-89	49 170	0.038241	45.32	0.010705	0.027247
3	Mar-89	47 800	0.037178	46.00	0.015004	0.027846
4	Abr-89	50 110	0.038974	46.64	0.013913	0.024718
5	May-89	51 870	0.040343	47.20	0.012007	0.028000
6	Jun-89	56 680	0.044004	47.67	0.009958	0.033790
7	Jul-89	47 780	0.037162	48.11	0.009650	0.027250
8	Ago-89	34 860	0.027113	48.59	0.009557	0.017390
9	Sep-89	34 300	0.026678	49.31	0.014818	0.011687
10	Oct-89	37 870	0.029454	50.00	0.013993	0.015248
11	Nov-89	38 790	0.030170	51.69	0.013800	-0.003511
12	Dic-89	40 430	0.031446	54.18	0.048172	-0.015958
13	Ene-90	41 220	0.032060	55.41	0.021702	0.009150
14	Feb-90	45 130	0.035101	56.39	0.017686	0.017112
15	Mar-90	46 710	0.036330	57.24	0.015074	0.020941
16	Abr-90	44 450	0.034572	58.24	0.017470	0.016808
17	May-90	36 800	0.028632	59.53	0.022150	0.006332
18	Jun-90	32 390	0.025192	60.61	0.018142	0.006924
19	Jul-90	30 250	0.023528	61.64	0.016994	0.006425
20	Ago-90	29 740	0.023131	62.52	0.014276	0.008730
21	Sep-90	30 150	0.023450	63.42	0.014395	0.008926
22	Oct-90	29 840	0.023209	65.10	0.026490	-0.003197
23	Nov-90	25 150	0.019561	67.16	0.031644	-0.011712
24	Dic-90	25 940	0.020176	68.87	0.025462	-0.005155
25	Ene-91	23 630	0.018379	70.07	0.017424	0.000938
26	Feb-91	23 200	0.018044	71.07	0.014271	0.003720
27	Mar-91	22.030	0.017134	71.81	0.010412	0.006653
28	Abr-91	21 360	0.016613	72.52	0.009887	0.006660
29	May-91	19 880	0.015462	73.28	0.010480	0.004931
30	Jun-91	17 680	0.013751	73.92	0.008734	0.004974
31	Jul-91	18 480	0.014373	74.44	0.007035	0.007287
32	Ago-91	16 680	0.012973	75.18	0.009941	0.003003
33	Sep-91	17 500	0.013611	76.06	0.011705	0.001884
34	Oct-91	17 850	0.013883	77.94	0.024717	-0.010573
35	Nov-91	16 620	0.012927	79.78	0.023608	-0.010435
36	Dic-91	16 640	0.012942	81.23	0.018175	-0.005139
37	Ene-92	15 350	0.011939	81.19	0.011818	0.000119
38	Feb-92	14 490	0.011270	83.03	0.010220	0.001039
39	Mar-92	11 780	0.009162	83.77	0.008912	0.000248
40	Abr-92	12 470	0.009699	84.32	0.006566	0.003113
41	May-92	13 370	0.010554	84.89	0.006760	0.003769

CUANDO A.S. REFINOS/MENTOS PROMEDIO DE CITES A 30 DIAS ENER-DIC/5 (CONT.)

	FECHA	REFINOS/MENTOS	PROMEDIO DE CITES A 30 DIAS ENER-DIC/5	ENR	ENR-DIC	ENR-DIC/5
61	Jun-92	15 090	0 011737	85.43	0 006361	0 009342
62	Jul-92	16 170	0 012577	83.95	0 006007	0 006451
63	Ago-92	16 800	0 013144	86.70	0 008726	0 004180
64	Sep-92	17 430	0 013572	87.32	0 007151	0 006376
65	Oct-92	19 380	0 015073	88.05	0 008360	0 006658
66	Nov-92	18 130	0 014101	89.30	0 014196	-0 000094
67	Dic-92	16 840	0 013098	90.42	0 012542	0 000549
68	Ene-93	16 720	0 013004	91.16	0 008184	0 004781
69	Feb-93	17 250	0 013806	91.69	0 005814	0 007945
70	Mar-93	17 490	0 013603	92.22	0 005780	0 007778
71	Abr-93	16 150	0 012561	92.75	0 003747	0 006775
72	May-93	15 020	0 011682	93.27	0 005606	0 006042
73	Jun-93	15 500	0 012056	93.72	0 004825	0 007196
74	Jul-93	13 820	0 010749	94.22	0 005335	0 005185
75	Ago-93	13 660	0 010624	94.92	0 007429	0 003171
76	Sep-93	13 700	0 010636	95.30	0 004003	0 006626
77	Oct-93	13 090	0 010181	95.73	0 004512	0 005644
78	Nov-93	14 350	0 011161	96.45	0 007321	0 003613
79	Dic-93	21 780	0 009162	97.20	0 007776	0 001375
80	Ene-94	10 520	0 008182	97.70	0 005144	0 003023
81	Feb-94	9 450	0 007350	98.21	0 005220	0 002119
82	Mar-94	9 730	0 007568	98.69	0 004887	0 002667
83	Abr-94	15 740	0 012242	99.16	0 004762	0 007444
84	May-94	16 320	0 012693	99.66	0 005042	0 007613
85	Jun-94	16 190	0 012592	100.10	0 004415	0 008141
86	Jul-94	16 930	0 013168	100.57	0 004695	0 008433
87	Ago-94	14 060	0 010936	101.28	0 007060	0 003849
88	Sep-94	13 800	0 010733	101.81	0 005233	0 005472
89	Oct-94	13 610	0 010586	102.36	0 005402	0 005155
90	Nov-94	13 740	0 010687	103.26	0 008792	0 001878
91	Dic-94	20 070	0 015610	107.14	0 013575	-0 021170
92	Ene-95	37 730	0 029346	111.68	0 042374	-0 012499
93	Feb-95	41 230	0 032068	118.27	0 059008	-0 025439
94	Mar-95	70 550	0 054872	127.69	0 079648	-0 022948
95	Abr-95	74 840	0 058209	133 029	0 041812	0 015739
96	May-95	58 410	0 045430	137 251	0 031737	0 013271
97	Jun-95	47 230	0 036750	140 049	0 020386	0 016037
98	Jul-95	40 960	0 031838	142 372	0 016587	0 015022
99	Ago-95	35 130	0 027323	145 317	0 020685	0 006504
100	Sep-95	33 480	0 026040	148 307	0 020576	0 005354
101	Oct-95	40 320	0 031360	151 964	0 024658	0 006540
102	Nov-95	53 220	0 041393	156 915	0 032580	0 008535

**CUADRO A.18 VALORES PROMEDIO DEL IPC Y CÁLCULOS RELATIVOS, 1989-1993**

PERÍODO	INDICE PROMEDIO	IPC PROMEDIO	IPC Base = 1990	RELACION PROMEDIO	RELACION REAL
1	Feb-89	209 648		44 24	
2	Feb-89	211 842	0.010465	44 84	0.013562
3	Mar-89	216 963	0.024171	45 32	0.010705
4	Abr-89	244 897	0.128752	46.00	0.015004
5	May-89	280 143	0.143920	46.64	0.013913
6	Jun-89	338 670	0.208918	47.20	0.012007
7	Jul-89	363 874	0.074421	47.67	0.009958
8	Ago-89	381 647	0.048844	48 13	0.009650
9	Sep-89	420 807	0.102608	48 59	0.009557
10	Oct-89	422 308	0.003567	49 31	0.014818
11	Nov-89	381 546	-0.096522	50.00	0.013993
12	Dic-89	408 311	0.070148	51 59	0.033800
13	Ene-90	434 790	0.064850	54 18	0.048172
14	Feb-90	471 213	0.083772	55 41	0.027202
15	Mar-90	480 543	0.019800	56 39	0.017686
16	Abr-90	514 994	0.071691	57.24	0.015074
17	May-90	612 351	0.199046	58 24	0.017470
18	Jun-90	627 428	0.034621	59 53	0.022150
19	Jul-90	649 872	0.035770	60 61	0.018142
20	Ago-90	618 979	-0.047537	61 64	0.016994
21	Sep-90	557 264	-0.099705	62 52	0.014276
22	Oct-90	581 285	0.043107	63 42	0.014395
23	Nov-90	614 432	0.057023	65 10	0.026490
24	Dic-90	639 499	0.040797	67 16	0.031644
25	Ene-91	599 272	-0.063903	68 87	0.025462
26	Feb-91	648 622	0.082349	70 07	0.017424
27	Mar-91	736 925	0.136140	71 07	0.014271
28	Abr-91	886 600	0.203108	71 81	0.010412
29	May-91	1 011 970	0.141405	72 52	0.009887
30	Jun-91	1 088 820	0.075941	73 28	0.010480
31	Jul-91	1 163 710	0.068781	73 92	0.008734
32	Ago-91	1 185 390	0.018630	74 44	0.007035
33	Sep-91	1 271 020	0.072238	75 18	0.009941
34	Oct-91	1 333 690	0.049307	76 06	0.011705
35	Nov-91	1 400 080	0.049779	77 94	0.024717
36	Dic-91	1 357 070	-0.030720	79 78	0.023608
37	Ene-92	1 555 000	0.145851	81 23	0.018175
38	Feb-92	1 740 380	0.119215	82 19	0.018118
39	Mar-92	1 831 380	0.052287	83 03	0.010220
40	Abr-92	1 832 900	0.000830	83 77	0.008912
41	May-92	1 835 010	0.001151	84 32	0.006566
42	Jun-92	1 734 800	-0.054610	84 89	0.006760

CUADRO A.16. VALORES PROM. DEL IPC Y CÁLCULOS RELATIVOS, ENDO-DECS (CONT.)

1992	Jul-92	1,612,420	-0.070594	85.43	0.0061961	-0.076419
1992	Ago-92	1,478,810	-0.823863	85.95	0.0060887	-0.080412
1992	Sep-92	1,320,430	-0.107100	86.70	0.0060736	-0.114824
1992	Oct-92	1,492,380	0.130223	87.32	0.007151	0.122198
1992	Nov-92	1,638,980	0.098179	88.05	0.0068360	0.097074
1992	Dic-92	1,792,280	0.095708	89.30	0.014196	0.040931
1993	Ene-93	1,772,130	0.024266	90.42	0.012542	0.011359
1993	Feb-93	1,998,370	-0.098862	91.16	0.008184	-0.102383
1993	Mar-93	1,668,090	0.043619	91.69	0.007814	0.037987
1993	Abr-93	1,733,170	0.039013	92.32	0.005780	0.033043
1993	May-93	1,630,010	-0.059521	92.75	0.005747	-0.064895
1993	Jun-93	1,615,140	-0.009123	93.27	0.005606	-0.014647
1993	Jul-93	1,712,590	0.060335	93.72	0.004825	0.053244
1993	Ago-93	1,857,220	0.084451	94.22	0.005335	0.078846
1993	Sep-93	1,873,440	0.008731	94.92	0.007429	0.001294
1993	Oct-93	1,943,910	0.037615	95.30	0.004803	0.033478
1993	Nov-93	2,114,960	0.087993	95.73	0.004512	0.083106
1993	Dic-93	2,448,130	0.157530	96.45	0.007521	0.148889
1994	Ene-94	2,613,470	0.067537	97.20	0.007776	0.099300
1994	Feb-94	2,743,680	0.049823	97.70	0.005144	0.044450
1994	Mar-94	2,488,880	-0.092897	98.21	0.005220	-0.097608
1994	Abr-94	2,209,360	-0.112279	98.69	0.004887	-0.116597
1994	May-94	2,328,630	0.054074	99.16	0.004762	0.049078
1994	Jun-94	2,330,490	0.000713	99.66	0.005042	-0.004308
1994	Jul-94	2,308,600	-0.009393	100.10	0.004415	-0.013747
1994	Ago-94	2,665,180	0.154457	100.57	0.004695	0.149062
1994	Sep-94	2,759,350	0.035333	101.28	0.007060	0.028075
1994	Oct-94	2,667,560	-0.031265	101.81	0.005233	-0.038298
1994	Nov-94	2,514,210	-0.057487	102.36	0.005402	-0.062551
1994	Dic-94	2,383,940	-0.051813	103.26	0.008792	-0.060078
1995	Ene-95	2,126,610	-0.107943	107.14	0.037575	-0.140248
1995	Feb-95	1,815,870	-0.146120	111.68	0.042374	-0.180832
1995	Mar-95	1,629,410	-0.102684	118.27	0.059808	-0.152682
1995	Abr-95	1,907,620	0.170743	127.69	0.079648	0.084374
1995	May-95	2,018,160	0.057947	133.029	0.041812	0.015487
1995	Jun-95	2,039,930	0.010787	137.251	0.031737	-0.020306
1995	Jul-95	2,433,240	0.192806	140.049	0.020386	0.166975
1995	Ago-95	2,497,780	0.026524	142.372	0.016587	0.009775
1995	Sep-95	2,532,860	0.014083	145.317	0.020485	-0.006467
1995	Oct-95	2,307,270	-0.089101	148.307	0.020576	-0.107466
1995	Nov-95	2,414,890	0.046444	151.964	0.024658	0.021456
1995	Dic-95	2,711,940	0.123008	156.915	0.032580	0.087574

## BIBLIOGRAFÍA

- BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C.; *Principios de Finanzas Corporativas*; cuarta edición; McGrawHill, España, 1993, pp. 153-235.
- CARO, Efraín R.; VEGA R., Francisco J., et al; *El Mercado de Valores en México. Estructura y Funcionamiento*; primera edición; Ariel Divulgación, México, 1995, pp. 115-157.
- DÍAZ MATA, Alfredo; *Invierta en la Bolsa*; segunda edición; Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. de C.V., México, 1994, pp. 11-20, 291-294.
- DUFFIE, Darrell; *Security Markets Stochastic Models*; Academic Press Inc., E.E.U.U.A., 1988, pp. 93-101
- FISCHER, Stanley; DORNBUSCH, Rudiger; SCHMALENSEE, Richard; *Economía*; segunda edición; McGrawHill, México, 1992, pp. 430-445, 527-528.
- KOCK, Timothy W.; *Bank Management*; segunda edición; The Dryden Press HJB, E.E.U.U.A., 1993, pp.210-223.
- KOLB, Robert W.; *Inversiones*; Editorial Limusa, México, 1993, pp. 93-101.
- MARKOWITZ, Harry; *Portfolio Selection*; John Wiley & Sons, E.E.U.U.A., 1959
- MENDENHALL, William; REINMUTH, James E.; *Estadística para administración y economía*; Wadsworth Belmont, México, 1978, pp. 317-347.
- MENDENHALL, William; SINCICH, Terry; *A Second Cours In Business Statistics: Regression Analysis*; cuarta edición; Dellen, E.E.U.U.A., 1993, pp. 93-112.
- PERDOMO, M.; *Administración financiera del capital de trabajo*; ECASA, México, 1993, pp. 53-57.

PRING, Martin J.; *Investment Psychology Explained*; John Wiley & Sons, E.E.U.U.A., 1993, pp. 1-23.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F.; *Finanzas Corporativas*; tercera edición; Irwin, España, 1995, pp. 253-367.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; *Fundamentals of Corporate Finance*; tercera edición, Irwin, E.E.U.U.A., 1995, pp. 299-359.

SHARPE, William F.; *Investments*; tercera edición, Prentice-Hall, E.E.U.U.A., 1985, pp. 5-181.

WESTON, Fred J.; BRIGHAM Eugene F.; *Essentials of Managerial Finance*; décima edición; The Dryden Press HBC, E.E.U.U.A., 1993, pp. 182-183.

#### OTRAS PUBLICACIONES

*Anuario Bursátil*; Bolsa Mexicana de Valores, años 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994 y 1995.

*Indicadores Económicos*; Banco de México, Dirección General de Investigación Económica.

*Horizonte Fiscal*; Cronográfica, S.A. de C.V., número 40, diciembre 1995, pp. 110.