

13
2EJ



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**ANALISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO
A TRAVES DEL APT**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

A C T U A R I O

P R E S E N T A

FATIMA BAUTISTA OCON



**PROFESOR DE TESIS:
M. EN A. NORMA JUAREZ CASTRO ROA**



**MEXICO, D.F. FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR**

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS

COMPLETA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"Análisis de los futuros del peso a través del APT"

realizado por **Fátima Bautista Ocón**

con número de cuenta **8935272-8**, pasante de la carrera de **Actuaría**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario **M. en A. Norma Juliana Castro Roa**

Propietario **Act. Javier Ibarra Piña**

Propietario **Act. Gerardo Loredo Fuentes**

Suplente **Act. Ma. del Rosario Cristina Monter Espinosa**

Suplente **Mat. Mario Delgadillo Torres**

Consejo Departamental de Matemáticas

M. en C. Alejandro Bravo Mojica

FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT

Fátima Bautista Ocón

Con amor a Ti a quien todo debo.

*Con mucho cariño
a mis papás por todo su amor y apoyo.*

*A Ayanita, mi hermana y
gran amiga.*

*Hay que soñar.
Soñar realidades
aunque no sean realizables
y después realizar lo soñado.*

Luis Alberto Machado

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	X
1 BOLSAS DE VALORES	1
1.1 Las Bolsas.....	1
1.2 Bolsa Mexicana de Valores.....	3
1.2.1 Funciones Generales.....	4
1.2.2 Centro Bursátil Mexicano.....	5
1.3 Mercado de Divisas.....	6
2 TEORÍA DE PORTAFOLIOS	9
2.1 Vocabulario.....	9
2.2 Rendimiento Esperado y Riesgo de un Portafolio..	11
2.2.1 Rendimiento esperado.	11
2.2.2 Varianza y Desviación Estándar.....	13
2.2.3 Covarianza y Correlación.....	14
2.2.4 Desviación Estándar de un Portafolio.....	16
2.3 La Frontera Eficiente.....	17
2.4 El Portafolio Optimo.....	19
2.4.1 Préstamos a Tasa Fija.....	19
2.4.2 Pedir Préstamos a Tasa Fija.....	21

ÍNDICE	VII
3. CAPITAL ASSET PRICING MODEL	23
3.1 Principales Supuestos del CAPM.....	24
3.2 Línea del Mercado de Capitales.....	25
3.3 Riesgo en el Mercado.....	28
3.4 Línea del Mercado de Valores (CAPM)	29
3.5 Beta.....	33
3.6 El CAPM.....	34
3.7 Desventajas del CAPM.....	35
4. ARBITRAGE PRICING THEORY	37
4.1 Arbitraje.....	37
4.2 ¿Qué el Arbitrage Pricing Theory?	39
4.3 La teoría del APT.....	41
4.4 Pruebas Empíricas y Estimaciones del APT.....	46
4.4.1 Análisis Factorial.....	46
4.4.2 Métodos Alternativos.....	48
4.4.2.1 Características de las Empresas..	49
4.4.2.2 Índices Macroeconómicos.....	50
4.4.2.3 Conjunto de Portafolios.....	51
4.5 APT y CAPM.....	52
4.6 El APT e Irregularidades.....	55
5. CONTRATOS DE FUTUROS	57
5.1 Características de los Contratos de Futuros.....	57
5.2 Mercados de Futuros.....	58
5.3 Ganancias y Pérdidas en los contratos de Futuros.....	60
5.4 Lectura de las Cotizaciones de Futuros.....	61
5.5 Base	64
5.6 Cámara de Compensación (Clearing Hause)	66
5.7 Algunos Atributos de los Contratos de Futuros.....	67
5.8 Participantes en los Mercados de Futuros.....	69

5.9	Liquidez de los Futuros.....	70
5.10	Funciones de los Mercados de Futuros.....	72
5.11	Futuros de Divisas.....	74
	5.11.1 Paridad de Tasas de Interés.....	74
	5.11.2 Factores que Influyen en el Movimiento de las Tasas de Cambio.....	76
5.12	Futuros del Peso.....	79

**6. ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL
APT. 83**

6.1	Factores.....	83
	6.1.1 Inflación.....	84
	6.1.2 Certificados de la Tesorería.....	86
	6.1.3 Tiempo.....	87
6.2	Metodología Estadística.....	87
6.3	Los Futuros del Peso y el APT.....	88
6.4	Análisis del Contrato de Marzo.....	89
	6.4.1 Paridad de Tasas de Interés.....	89
	6.4.2 Análisis de Regresión.....	91
	6.4.3 Signos de los coeficientes.....	92
	6.4.4 Prueba individual para los Coeficientes.....	95
	6.4.5 Coeficiente de Correlación (R^2).....	96
	6.4.6 Análisis de Varianza.....	96
	6.4.7 Multicolinealidad.....	97
	6.4.8 Mejor Conjunto de Variables de Predicción.....	98
	6.4.9 Heterocedasticidad (Análisis de Residuales).....	99
	6.4.10 Autocorrelación.....	103
6.5	Análisis del Contrato de Junio.....	104
	6.5.1 Paridad de Tasas de Interés.....	104
	6.4.2 Análisis de Regresión.....	105
6.6	Resultados y Perspectivas Generales.....	107

ÍNDICE	IX
ANEXOS	111
A.1 Tasas Primarias (Cetes - Treasury-Bills)	111
A.2 Tasas de Inflación Mensual de México y Estados Unidos.....	112
A.3 Cotización de los Contratos de Futuros del Peso con Vencimiento en Marzo de 1996.....	113
A.4 Cotización de los Contratos de Futuros del Peso con Vencimiento en Junio de 1996.....	115
CONCLUSIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	121

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En esta tesis se analizarán las cotizaciones de los futuros del peso con la finalidad de encontrar herramientas útiles que se puedan considerar para poder llegar a un modelo que explique de una manera eficiente su comportamiento y, de ser encontrado, dar inicio a un camino que puede seguirse para hacer proyecciones sobre ellas, de manera que ayude en la toma de decisiones para la compra o venta sobre estos contratos.

Debido a que este tipo de contratos se cotizan en bolsa, se consideró interesante hablar en el primer capítulo, de los antecedentes y funciones de las bolsas y en particular de la Bolsa Mexicana de Valores, además de los mercados de divisas.

Un modelo útil para el análisis, y que de hecho se ha utilizado mucho para problemas de este tipo, es el Capital Asset Pricing Model (CAPM), el cual es un modelo que se desarrolló en los años sesentas y que se apoyó para su explicación en la teoría de portafolios desarrollada por Markowitz.

Por esta razón, en el segundo capítulo se trata esta teoría de portafolios, en la cual se definen el riesgo y el rendimiento de portafolios, la frontera eficiente y se encuentran la línea de los portafolios óptimos. Además de esto, se dan algunas definiciones del vocabulario que no es comúnmente empleado y que se utiliza a lo largo de esta tesis.

El CAPM se estudia en el siguiente capítulo. Ahí se ven los supuestos que se consideran en el modelo, se encuentra la Línea del Mercado de

Capitales y la de Valores, el desarrollo del CAPM hecho por Sharpe y finalmente algunas desventajas que tiene este modelo.

Otra alternativa para explicar el precio de los activos es utilizando el Arbitrage Pricing Theory (APT), que es una teoría más moderna (de los años setentas), la cual supone principalmente que no existen oportunidades de arbitraje. En el capítulo cuatro se explica que significa el arbitraje, que es lo que dice el APT, su desarrollo como lo hicieron Roll y Ross¹, se mencionan algunas pruebas empíricas que se le han hecho a esta teoría y algunas comparaciones con el CAPM, de las cuales ha resultado favorecido al APT.

Por la efectividad que ha mostrado tener el APT, el uso de esta teoría ha desplazado poco a poco la utilización del CAPM, por lo que en esta tesis se decidió emplear esta teoría para el análisis de las cotizaciones de los futuros del peso. Por otro lado, por las características de estos contratos, hay bases para pensar que cumplen con el principal supuesto del APT.

Sobre estos contratos se abunda en el capítulo cinco, se estudian sus características y atributos de los contratos, quiénes están involucrados en sus negociaciones, sus funciones y puesto que nos interesan los futuros del peso mexicano, se ven los futuros de divisas, cómo se determina teóricamente su precio y las principales características de los futuros del peso.

Finalmente, en la búsqueda de las herramientas que nos pueden ayudar para crear un modelo útil para explicar el precio de los futuros, con las cuales se puedan hacer proyecciones sobre él, en el último capítulo, se llevará a cabo un análisis sobre estos contratos, para lo cual nos apoyamos en la teoría del APT y utilizamos como metodología estadística el análisis de regresión.

Para poder aplicar esa teoría se indaga sobre los factores que principalmente influyen en la determinación del precio de los futuros, explicándose en el mismo capítulo porqué se concluyó que tales factores eran los que se tomarán en cuenta en el análisis.

¹ Roll, R., and Ross, S. A. "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance* 35, No. 5, December 1980, pp. 1073-1103.

Cabe mencionar que la finalidad de esta tesis no es la de encontrar un modelo que sea aplicable para hacer predicciones sobre el precio de los futuros del peso, sino únicamente hacer un análisis con el fin de inspeccionar acerca de lo que puede considerarse para ello.

BOLSAS DE VALORES

BOLSAS DE VALORES

Es muy interesante conocer los orígenes de todo, en la misma historia del hombre se ha visto siempre la necesidad de investigarlos y no podía ser la excepción el área de las finanzas. Es por ello que en esta tesis se quiso dedicar un capítulo a este respecto. Debido al tema que aquí se trata, se estudiará el origen de las Bolsas de Valores, además de los comienzos de la Bolsa Mexicana de Valores, dándose algunos datos sobre el Centro Bursátil de México, y finalmente se ven los inicios del Mercado de Divisas.

1.1 LAS BOLSAS.

Para empezar debemos saber que la Bolsa de Valores es un lugar en el que se compran y venden las acciones de sociedades anónimas que pertenecen al público y obligaciones. En los países capitalistas la estructura financiera se forma, en parte, por el mercado monetario o de dinero, junto con el mercado financiero o de capitales y de este último es parte integrante la Bolsa de Valores.

La historia de la Bolsa, aunque de manera muy primitiva, se remonta a la lejana época de la edad de oro en Grecia, en dónde los negociantes de Atenas se reunían para evaluar y acordar juntos el precio de las mercancías que ellos llevaban para intercambiar o para vender a un precio determinado o a la mejor oferta. En Roma, el "Collegium mercatorium" era su lugar de negociaciones, y ahí se tenía un sistema mejor definido, pero la finalidad era idéntica a la de Atenas.

En Roma, comenzaron las sociedades dirigidas por accionistas, es decir personas que tenían el derecho a una parte de la corporación de la sociedad a la que ellos daban su confianza.

La palabra Bolsa (Bourse, en francés), viene de Brugges (Brujas) en Flandes-Occidentales (Bélgica). Ahí los mercaderes de la Edad Media (entre el 476 y el 1453), venidos de cinco diferentes partes de Europa (Inglaterra, de Escandinavia, Italia, España y Francia) y del Medio Oriente, se reunían para intercambiar o vender sus mercancías.

Los lugares tradicionalmente reconocidos para comprar o intercambiar mercancías eran Florencia (Italia), Provins (Francia) y sobre todo Brugges (Bélgica), lugar en donde los que intercambiaban tenían la costumbre de reunirse enfrente de una casa en la que había tres bolsas suspendidas. El inquilino de esa casa se llamaba Jean Van der Burse, entonces cuando hablaban del lugar donde iban a negociar, decían "a las tres bolsas" del señor Burse, ("aux Trois Bourses" de Monsieur Burse).

En Brugges el comercio se llevaba a cabo por medio de trueque. Se intercambiaba lana y estaño de Inglaterra con el paño de Flandes, los vinos de Francia o el pescado de los mares septentrionales, pieles, miel, cera, madera de Suecia y de Rusia, con las especias de Oriente. Si la miel abundaba en el mercado, su precio bajaba. Si por el contrario había escasez, su precio subía según la ley de la oferta y la demanda. Hoy en día sabemos que esta ley sigue determinando los precios de los productos, materiales de todo tipo, servicios, etc.

Cabe mencionar que en todos esos negocios necesitaban de una moneda simple y rápida para simplificar las transacciones, pero también es comprensible que los mercaderes no iban a cargar todo su oro o su dinero en sus largos viajes en Europa. Como consecuencia de esto, se inventaron los billetes (de los cuales se hablará con más detalle en la sección 1.3) y letras de cambio, permitiendo así a los mercaderes comprar con la simple firma.

Poco a poco los lugares donde se reunían se establecieron. Se dice que fue en Anver donde se creó la primera Bolsa con transacciones sobre las monedas, en el año 1487. Amsterdam creó igualmente la suya en 1561. En París las negociaciones se efectuaban sobre un

puente llamado Pont-au-Change (que significa Puente de Cambio) y más tarde se pasó a la calle Quincampoix.

Pero oficialmente, las primeras bolsas de valores de las que se tuvo conocimiento fueron, en orden cronológico: La Bolsa de Londres en 1698, la de París en 1724, la de Amsterdam en 1796, la de Nueva York en 1817 y la Bolsa de Tokio en 1878.

1.2 BOLSA MEXICANA DE VALORES

La Bolsa Mexicana de Valores es una institución privada, organizada como una sociedad anónima de capital variable (S.A. de C.V.). La Bolsa es el núcleo del mercado de valores mexicano y un importante centro de capitalización e inversión en el Sistema Financiero Mexicano. En esta tesis se considera el tema de la Bolsa Mexicana de Valores por las grandes probabilidades que existen acerca de tener un mercado de futuros del peso en ella, tema central de esta tesis.

Los primeros antecedentes de la Bolsa en México, se remontan a la época Porfirista. Las primeras operaciones bursátiles en local cerrado, se realizaron en 1880, aunque ya antes se comerciaba con valores en otros lugares públicos. En estos tiempos un grupo de personas nacionales y extranjeras se reunían periódicamente con el propósito de comerciar principalmente con títulos mineros. Poco a poco las operaciones con valores fueron aumentando, por lo que fue necesario formalizar estas actividades, construyendo así la Bolsa Mexicana de Valores el día 31 de octubre de 1894. Debido principalmente al marco de infraestructura que presentaba el país, la vida de esta organización terminó en los primeros años del presente siglo.

El 4 de enero de 1907, se estableció una nueva Bolsa de Valores, bajo el nombre de Bolsa Privada de México. Estas dos bolsas fueron instituciones de carácter privado. El gobierno no reglamentó ni clasificó sus actividades sino hasta 1933, aunque el mercado de valores no era de gran importancia en México hasta el final de la Segunda Guerra Mundial. La Bolsa de Valores de México siguió funcionando como sociedad cooperativa limitada hasta 1933, año en que se transformó en sociedad anónima.

A principios de 1957 en el edificio de Uruguay No. 68 en la Ciudad de México se inauguró lo que fue el piso de remates para los valores mexicanos por 33 años.

En 1975 se expide la Ley del Mercado de Valores y en 1976 la institución adoptó el nombre de Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V.

Actualmente la Bolsa Mexicana de Valores es una institución moderna, dinámica y eficiente, con una gran capacidad de adaptación estratégica a cambios en el mundo financiero y en el mercado de valores.

1.2.1 FUNCIONES GENERALES

La Bolsa Mexicana de Valores esta estructuralmente organizada para cubrir las siguientes funciones:

- Proveer la infraestructura física, administrativa y tecnológica para el funcionamiento propio del mercado de valores.
- Establecer y regular los mecanismos y procedimientos que permitan las negociaciones de diferentes tipos de valores e instrumentos en el piso de remates.
- Generar y esparcir completa y oportunamente toda la información sobre el mercado de valores y las operaciones que ahí se lleven a cabo.
- Asegurar que las compañías emisoras, los valores ya la participación de los intermediarios en el piso de remates cumplan con las leyes y normas que regulan las actividades del mercado de valores.
- Administrar las operaciones de los valores referentes a las transferencias, liquidaciones y compensaciones.
- Ayudar a organizaciones nacionales e internacionales en el diseño y aplicación de nuevos métodos e instrumentos financieros que respondan a las necesidades para el desarrollo del mercado de valores.

1.2.2 CENTRO BURSÁTIL MEXICANO

El Centro Bursátil es la institución donde se llevan a cabo varias actividades, entre las que se encuentra la operación de las negociaciones del mercado de capitales y el mercado de dinero¹. Este centro es una muestra, con su construcción impresionante, de su gran funcionalidad, alta tecnología e impresionante diseño.

Entre los objetivos planeados en la construcción, estaba la idea de concentrar en un lugar las diferentes instituciones ligadas a la transacción en el piso de remates de la Bolsa Mexicana de Valores, y de incorporar tecnología automatizada en el proceso de negociación. Además, era necesario incluir un complejo y eficiente sistema de seguridad, información y comunicación.

El diseño del edificio, ubicado en la esquina de Paseo de la Reforma y Río Rhin en la ciudad de México, busca expresar la naturaleza de la actividad de los valores a través de los juegos de los espacios geométricos y planos que forman el triángulo, la esfera, la pirámide y las espirales. Esta connotación se reforzó con los colores del exterior, los cuales representan el oro y la plata, elementos fundamentales en la economía mexicana.

La distribución de los espacios interiores, colores, equipo y mobiliario contribuyen a la imagen de modernización y seguridad.

El centro bursátil mexicano es una de las construcciones más ambiciosas y modernas en cuanto a estructura arquitectónica se refiere, en la ciudad de México. Su construcción se llevó 36 meses de intensa actividad, el trabajo empezó en 1987 y terminó con la inauguración en abril de 1990.

Otras características interesantes del Centro Bursátil mexicano son:

- Esta construcción es el sexto edificio más alto de México.
- 180 toneladas de aluminio fueron montadas en total, equivalentes al peso de unas 360 toros de raza pura.

¹ En el siguiente capítulo se definen el mercado de capitales y el de dinero.

- La construcción tiene 15,000 metros cuadrados de vidrio, un área similar a 19 canchas de tenis.
- El edificio tiene en total 45,470 metros cuadrados de construcción sobre un terreno de 3,786 metros cuadrados.
- La cúpula del piso de remates es una esfera perfecta de 29 metros de diámetro, equivalente a la dimensión del circuito de Avenida Reforma y Calle Niza en la Ciudad de México.

La Bolsa Mexicana de Valores tiene dos pisos de remates, uno para mercados de capitales y otro para el mercado de dinero. El piso de remates del mercado de capitales se localiza bajo la cúpula de vidrio anexa a la construcción. En esta área circular hay una reproducción del logotipo de la Bolsa incrustado en el piso de granito.

El piso de remates del mercado de dinero esta junto y conectado a el piso de remates del mercado de capitales. Este tiene la forma de la punta de una flecha.

1.3 MERCADOS DE DIVISAS.

El Mercado de Divisas es la forma organizada en la que se llevan a cabo las muchas negociaciones de divisas que implican miles de millones de dólares y un gran número de monedas de todo el mundo.

Esta forma organizada no existía hace mucho tiempo, cuando se negociaba mediante trueque, (aunque incluso en nuestros días en lugares muy primitivos todavía se sigue negociando de esa manera), utilizándose algunos bienes tales como granos, ganado, entre otros a manera de dinero; es decir, como un medio de intercambio. Pero como es de imaginarse este "dinero" era muy difícil de transportar, de dividir, de conservar en buen estado, en fin, éste tenía una serie de características que hacían complicado su uso.

Posteriormente, alrededor del 2500 a. C. surgió la moneda de metal acuñada por los egipcios para usarla como dinero. Hacia el 600 a.C., se logró otro avance cuando comenzó la circulación de monedas de oro con un sencillo sello oficial que especificaba la calidad y cantidad de metal precioso, utilizándose este modo de negociación durante siglos.

La penetración del papel moneda marcó el inicio del desarrollo del mercado cambiario, ya que el cambio de moneda de un soberano por la de otro se volvió una operación más compleja. Fue en China en donde se introdujo el primer papel moneda, en 1273, pero no fue sino hasta fines de la Edad Media cuando se difundió su uso en Europa y en el Nuevo Mundo.

En México se estableció la primera casa de moneda en el Nuevo Mundo, donde se han acuñado monedas de plata como divisa legal desde el siglo XVI. El primer papel moneda se emitió en 1822, en épocas del imperio de Iturbide. Pero en tiempos de la Revolución los problemas empezaron, cuando se inundó la economía mexicana con papel moneda no convertible en oro (o fiduciaria), lo que provocó una hiperinflación y la pérdida de confianza en moneda nacional. Fue hasta 1925 cuando se emitió el papel moneda ampliamente con el establecimiento del Banco de México como banco central del país.

Actualmente el mercado cambiario negocia principalmente con transferencias bancarias, mas que con monedas o con papel moneda. Este moderno mercado comenzó a desarrollarse cuando la cooperación mundial fomentó el comercio y las finanzas internacionales. Esta cooperación se formalizó en 1944 mediante el sistema monetario Bretton Woods, el cual consta de una serie de acuerdos firmados por 44 países (entre ellos México) en Bretton Woods, New Hampshire. Los acuerdos principalmente se enfocaron en el mantenimiento de la conversión libre de una divisa por otra, ocupando el dólar una posición clave en el mercado cambiario, éste se fijó a 35 dólares por onza de oro, y las demás monedas se fijaron de acuerdo al dólar. Este sistema logró su objetivo de estabilidad durante más de veinte años pero, a mediados de los setenta, la oferta de dólares comenzó a rebasar la demanda, por lo que no se pudo mantener su capacidad de conversión de 35 dólares por onza de oro. En 1971, los Estados Unidos suspendieron la venta de oro, lo que canceló la capacidad de conversión del dólar en oro. El sistema Bretton Woods se mantuvo únicamente por dos años más y las principales monedas comenzaron a flotar contra el dólar.

A principios de la década de los setenta se empezó a ver la volatilidad de los tipos de cambio. Esta volatilidad ha sido un incentivo para

aumentar el volumen de las operaciones cambiarias y para desarrollar instrumentos derivados, como los futuros. Actualmente el Mercado de Divisas ha crecido considerablemente, siendo muy fácil participar en él casi en cualquier lugar del mundo.

TEORÍA DE PORTAFOLIOS

TEORÍA DE PORTAFOLIOS

En este capítulo se verá la teoría de portafolios introducida por Markowitz la cual aporta grandes herramientas a los inversionistas para formar portafolios eficientes y la cual fue básica para desarrollar modelos como el capital asset pricing model, modelo que se tratará en el siguiente capítulo.

2.1 VOCABULARIO.

A continuación se verán algunas definiciones de expresiones que conviene aclarar o unificar el significado por su utilización posterior.

Acción. Un valor financiero que representa propiedad y en general los derechos de voto en una sociedad anónima.

Activo. Todo lo perteneciente a una empresa. Propiedad física o derecho intangible que tiene valor económico. Ejemplos de activos financieros son el dinero y los bonos.

Aversión al riesgo. La renuncia a aceptar riesgos sin compensación en el rendimiento.

Covarianza. Medida estadística del grado al cual se mueven juntas dos o más variables aleatorias.

Diversificación, principio de. Portafolios altamente diversificados tienen un riesgo no sistemático nulo existiendo únicamente el riesgo sistemático.

Diversificar. Esparcir el riesgo en varios valores.

Dividendos en acciones. La entrega a los accionistas ya existentes de acciones adicionales (menos del 25%) en proporción a las que se tenían originalmente en una empresa.

Dividendos en efectivo. Un pago de efectivo realizado a los dueños de una acción.

Divisa. Las divisas se definen como: 1) billetes y monedas extranjeras, 2) transferencias bancarias denominadas en moneda extranjera y 3) otros instrumentos financieros de disponibilidad inmediata denominados en moneda extranjera.

Fricción económica. Influencia que impide el pleno o rápido funcionamiento de las "leyes" económicas.

Inversión. Empleo productivo de bienes económicos con el fin de obtener una magnitud mayor de éstos que la empleada.

Mercado de capitales. Mercados en los que se comercian recursos financieros (dinero, bonos, acciones, etc.).

Mercado de capitales eficientes. Son los mercados de capitales que cumplen las siguientes premisas:

- a) Hay un gran número de participantes encargados del análisis y valuación de valores, los cuales operan independientemente uno de otro.
- b) La nueva información referente a los valores, llega al mercado de manera aleatoria, y los avisos de esta información son generalmente independientes.
- c) Los inversionistas ajustan los precios de los valores rápidamente para reflejar los efectos de la nueva información.

Mercado de dinero. Mercado encargado de la actividad crediticia a corto plazo.

Mercado de valores. Mercado que constituye el mecanismo de emisión, colocación y distribución de valores, que se compone del mercado de capitales y del mercado de dinero.

Portafolio, (cartera) Combinación de mas de un valor por un inversionista con el fin de diversificar el riesgo.

Portafolios eficientes. Portafolios con un mayor rendimiento que cualquier otro portafolio con el mismo riesgo.

Rendimiento, tasa de. Tasa o porcentaje de rendimiento sobre una inversión.

Rendimiento. Ganancia (o pérdida) en los valores.

Riesgo. Contingencia, proximidad a un daño.

Tipo de cambio. Precio relativo de una moneda expresado en términos de la unidad de otra moneda.

Valor. Cualquier documento que representa la propiedad de un bien.

Varianza. Medida estadística de la dispersión de los datos al rededor de su valor esperado.

2.2 RENDIMIENTO ESPERADO Y RIESGO DE UN PORTAFOLIO.

En esta sección se verán las definiciones matemáticas de rendimiento y riesgo en portafolios.

2.2.1 RENDIMIENTO ESPERADO.

La definición de rendimiento se puede ver en la parte de vocabulario, ahora se verá cómo calcular el rendimiento de un activo en un periodo, para lo cual es necesario conocer algunos datos, como son: el precio de cierre en un periodo determinado, el precio al inicio del periodo y los dividendos generados de ese activo, definiéndose al rendimiento como:

$$R_t = \frac{\text{Precio de cierre en el periodo} - \text{Precio al inicio del periodo} + \text{Dividendos}}{\text{Precio al inicio del periodo}}$$

$$R_t = \frac{P_{t+1} - P_t + D_{t+1}}{P_t} \quad \text{Ec. 2-1}$$

donde:

- R_t = Rendimiento del activo en el período t .
- P_t = Precio al inicio del período t .
- P_{t+1} = Precio de cierre en el período t o al inicio del $t+1$.
- D_{t+1} = Dividendos en el intervalo t al $t+1$ del activo.

Si se desea calcular el rendimiento esperado de un activo es necesario predecir los precios esperados en el período y los dividendos esperados, calculando el rendimiento esperado de manera similar a la ecuación 2-1:

$$E(R_t) = \frac{E(P_{t+1}) - P_t + E(D_{t+1})}{P_t}$$

donde:

- $E(R_t)$ = Rendimiento esperado del activo en el período t .
- P_t = Precio al inicio del período t .
- $E(P_{t+1})$ = Precio esperado al final del período t o al inicio del $t+1$.
- $E(D_{t+1})$ = Dividendos esperados en el intervalo t al $t+1$ del activo.

Si se desea calcular el rendimiento esperado durante un período "grande", una forma de encontrarlo es calculando la media aritmética de los rendimientos esperados en los períodos mas pequeños.

Otra manera se basa en suponer que los rendimientos observados durante algún tiempo representan la distribución de los futuros rendimientos esperados, siendo el rendimiento esperado de cualquier activo la media aritmética de los rendimientos observados en ese período:

$$R_i = \frac{\sum_{t=1}^m R_{it}}{m}$$

donde:

- R_i = Rendimiento esperado del activo i .
- R_{it} = Rendimiento observado en el período t del activo i .
- m = Número de períodos observados.

Una vez que se ha visto el rendimiento esperado en activos, se verá en portafolios. Como es de suponerse, el rendimiento esperado en un portafolio está afectado por los n activos que lo forman, por lo que el rendimiento esperado de un portafolio se calcula con la media de los respectivos rendimientos esperados de cada activo, ponderándola de acuerdo a la proporción invertida de cada activo en el portafolio, esto es:

$$R_p = \sum_{i=1}^n x_i R_i \quad \text{Ec. 2-2}$$

donde:

- R_p = Rendimiento esperado del portafolio
- x_i = Proporción invertida del activo i en portafolio, cumpliéndose que $\sum x_i = 1$.

2.2.2 VARIANZA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

Comúnmente el riesgo de un activo se mide por la variación del rendimiento alrededor de su valor esperado, para lo cual se utiliza la varianza, o su raíz cuadrada (desviación estándar). Esto es por la hipótesis de que el riesgo de un activo está en función al grado de

desviación del futuro rendimiento con respecto al rendimiento esperado. Si hay una alta dispersión entre los datos (rendimientos) observados los rendimientos futuros son muy inciertos lo que implica mayor riesgo. En cambio si la distribución de los rendimientos es estrecha hay mayor certidumbre en los rendimientos futuros. La siguiente ecuación define la varianza de un activo:

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m (R_{t-i} - \mu)^2$$

donde:

- σ_i^2 = Varianza del activo i.
- m = El número de periodos observados.
- R_t = Rendimiento del activo i durante el período t.
- μ = La media aritmética de los rendimientos observados del activo i.

Nuevamente es válido basarse en los rendimientos observados, pues se ha visto que en la mayoría de los casos la volatilidad en los rendimientos cambia lentamente.

Como ya se mencionó, la desviación estándar (σ_i) también es una medida de riesgo, definiéndose a ésta como la raíz cuadrada de la varianza.

2.2.3 COVARIANZA Y CORRELACIÓN.

Para calcular el riesgo en portafolios se deben considerar además de la varianza del rendimiento de un activo individualmente, también la relación que existe entre los demás activos, esto determina la covarianza. Por ejemplo, en la Figura 2-1 (a) se observa la gráfica de una covarianza negativa entre los activos A y B, es decir, están negativamente relacionados y en la Figura 2-1 (b) se tiene la gráfica de una covarianza positiva entre los activos C y D, esto es, se relacionan positivamente.

Analizando un poco más estas gráficas, se puede ver que al combinar los activos A y B en un portafolio, la volatilidad del rendimiento del nuevo portafolio se reduce comparativamente a la de los activos A y B individualmente. En cambio si se forma un portafolio con los activos C y D, no se reduce la volatilidad del rendimiento significativamente con respecto a la de los activos individuales.

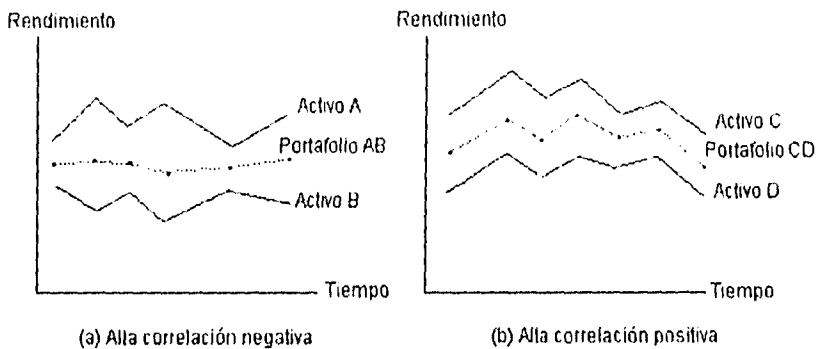


Figura 2-1

Para calcular la covarianza entre los activos i y j , se tiene:

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (R_{it} - \mu_{it})(R_{jt} - \mu_{jt})$$

donde:

- σ_{ij} = Covarianza de los activos i y j .
- R_{it} = Rendimiento esperado del activo i en el periodo t .
- R_{jt} = Rendimiento esperado del activo j en el periodo t .
- μ_{it} = La media aritmética de los rendimientos esperados del activo i en el periodo t .
- μ_{jt} = La media aritmética de los rendimientos esperados del activo j en el periodo t .

En esta ecuación se refleja la relación que tienen los activos en su comportamiento. Si las diferencias entre los rendimientos esperados de los activos y sus respectivas medias son ambas positivas o ambas negativas se obtiene un sumando positivo, o si en las diferencias resultan una negativa y otra positiva se obtiene un sumando negativo.

Ahora el problema es cómo interpretar la covarianza. Para ello se toma como referencia una covarianza con valor alrededor de 30, la cual indica que los rendimientos están altamente correlacionados (como en la Figura 2-1 (b)). Otra manera, y la más común, es estandarizar la covarianza de la siguiente manera:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j} \quad \text{Ec. 2-3}$$

ρ_{ij} se le conoce como el coeficiente de correlación y éste mide el grado al que los rendimientos de dos activos se relacionan. El coeficiente de correlación toma valores entre +1 y -1. Si los rendimientos tienen una correlación positiva perfecta, el coeficiente de correlación toma un valor de +1, por el contrario si tienen una correlación negativa perfecta éste tomará un valor de -1 y si es igual a 0 indica que no hay una relación consistente entre los movimientos de los activos.

2.2.4 DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE UN PORTAFOLIO.

Una vez definida la varianza de un activo y la correlación entre activos, se puede definir la desviación estándar de un portafolio, pues como se dijo anteriormente, el riesgo de un portafolio se mide por la varianza de cada activo que lo forma, y además por las covarianzas entre ellos. Entonces la varianza en un portafolio se define de la siguiente manera:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \quad \text{Ec. 2-4}$$

Retomando la ecuación 2-3 se puede expresar la covarianza en términos del coeficiente de correlación y las desviaciones estándar de los activos de la siguiente manera:

$$\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \quad \text{Ec. 2-5}$$

Calculando la raíz cuadrada de la ecuación 2-4 y utilizando la ecuación 2-5 se puede expresar el riesgo del portafolio en términos de la desviación estándar como en la ecuación 2-6:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum \sum x_i x_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j} \quad \text{Ec. 2-6}$$

Entonces ya se definieron el rendimiento esperado y riesgo de un portafolio en las ecuaciones 2-2 y 2-6 respectivamente. Estas dos definiciones serán muy utilizadas en las siguientes secciones y capítulos.

2.3 LA FRONTERA EFICIENTE.

Si se consideran todos los portafolios con n activos que se pueden formar, una pregunta que surge es cuáles de estos portafolios son eficientes. Para contestar a esta pregunta se observa la gráfica de estos portafolios que se obtiene sobre el espacio riesgo-rendimiento, Figura 2-2.

Suponiendo que los inversionistas son aversos al riesgo, es decir, que dado un nivel de riesgo buscan maximizar su rendimiento o dado un

rendimiento buscan minimizar su riesgo, viendo la figura 2-2, un inversionista preferirá el portafolio R al portafolio S pues tienen el mismo nivel de riesgo pero el portafolio R tiene un rendimiento mayor que el S. Y de la misma manera preferirá el portafolio T al S pues dado un rendimiento el portafolio T tiene un nivel de riesgo menor.

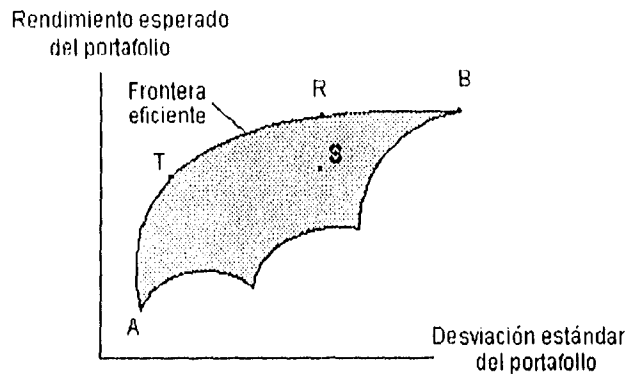


Figura 2-2

De esta manera se encuentra la frontera eficiente, que es la curva formada por todos los portafolios que tienen un menor nivel de riesgo dado un rendimiento, o un rendimiento esperado mayor aceptando un nivel de riesgo. Esta frontera eficiente está formada por una combinación de activos a excepción de los puntos A y B.

Para estimar la frontera eficiente o el portafolio con menor riesgo a cada nivel de rendimiento esperado dado, sería necesario recurrir a la programación cuadrática. Además sería necesario considerar todos los activos con sus respectivos riesgos y rendimientos esperados, pero aún suponiendo que se consiguen todos estos datos el costo computacional y de la información serían extremadamente caros. Pero se ha visto por algunas investigaciones que esto no es necesario y que basta con seleccionar aleatoriamente algunos activos para obtener una buena estimación de la frontera eficiente. Una razón por la cual esto es posible es que sólo algunos activos son los que "manejan" el movimiento del mercado.

2.4 EL PORTAFOLIO OPTIMO.

2.4.1 PRESTAMOS A TASA FIJA.

Una situación distinta puede ser la de un inversionista interesado en prestar una parte de su dinero, la cual invertirá a una tasa libre de riesgo¹, obteniendo un rendimiento fijo, y el resto en un portafolio de la frontera eficiente antes vista (Sección 2.3).

En este caso el rendimiento esperado de este portafolio volverá a ser un promedio ponderado por las proporciones (x_i) invertidas en cada activo, (cumpliéndose igualmente que la suma de las proporciones es igual a uno), entonces el rendimiento esperado de un portafolio al prestar a una tasa sin riesgo es:

$$\begin{aligned} E(R_p) &= \sum_{j=1}^n x_j E(R_j) \\ &= x_f R_f + (1 - x_f) E(R) \end{aligned} \quad \text{Ec. 2-7}$$

donde:

x_f = Proporción invertida en el activo sin riesgo
 R_f = Tasa de interés del activo sin riesgo
 $E(R)$ = El rendimiento esperado del portafolio en la frontera eficiente.

Para encontrar la ecuación del riesgo para este portafolio se considerarán solo dos "activos". Sea el "activo" A el portafolio formado por los activos con riesgo y localizado en la frontera eficiente, y B el

¹ Invertir a una tasa libre de riesgo implica que la tasa de rendimiento se conoce con certeza, es decir, no hay desviación al rededor del rendimiento esperado y por lo tanto la desviación estándar (σ) será igual a cero.

activo con tasa libre de riesgo, ahora utilizando la ecuación 2-6, que es la definición de riesgo de un portafolio, se tiene:

$$\sigma_p = \sqrt{x_A^2 \sigma_A^2 + x_B^2 \sigma_B^2 + 2x_A x_B \rho_{AB} \sigma_A \sigma_B}$$

$$\sigma_p = \sqrt{(1 - x_I)^2 \sigma^2 + x_I^2 \sigma_I^2 + 2x_I(1 - x_I) \sigma \sigma_I}$$

Como por definición la varianza de un activo sin riesgo es cero ($\sigma_I = 0$), entonces:

$$\sigma_p = \sqrt{(1 - x_I)^2 \sigma^2}$$

$$\sigma_p = (1 - x_I) \sigma \quad \text{Ec. 2-8}$$

donde:

- σ = Desviación estándar del portafolio con riesgo.
- x_I = Proporción invertida en el activo sin riesgo ($x_I = 1 - x_I$).

Con estas ecuaciones uno se puede dar cuenta de que el rendimiento esperado y el riesgo del nuevo portafolio son funciones lineales de la proporción invertida en el activo con tasa libre de riesgo (x_I), lo que indica que los portafolios compuestos de activos con tasas libres de riesgo y portafolios de la frontera eficiente formarán una línea en el espacio rendimiento esperado-desviación estándar (Figura 2-3), y además la intersección es igual al rendimiento del activo con tasa libre de riesgo (R_f). Las distintas líneas se forman de la variación en las proporciones en las que se invierten los activos.

La línea con el mayor (menor) rendimiento (riesgo) dado un nivel de riesgo (rendimiento esperado) será la línea tangente a la frontera eficiente, en la figura es la línea que va de R_f a P. Esta línea y el resto de la curva formada por los portafolios con mayor desviación estándar

a P, forma la nueva frontera eficiente con préstamos a una tasa libre de riesgo.

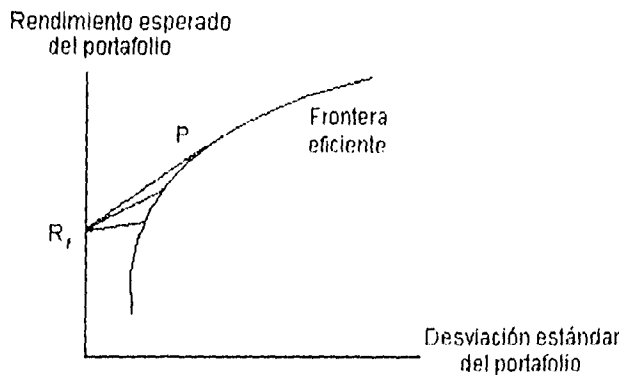


Figura 2-3

2.4.2 PEDIR PRESTAMOS A TASA FIJA.

Suponiendo ahora que el inversionista desea pedir préstamos para aumentar sus inversiones en el portafolio con riesgo, entonces, se tendrá un resultado muy similar al caso de prestar a tasa fija en cuanto a cálculos del rendimiento esperado y riesgo se refiere, la diferencia para portafolios con peticiones es que la proporción invertida en el activo sin riesgo (x_1) será negativa, y como la suma de las proporciones es igual a uno, la proporción invertida en el portafolio con riesgo será mayor a uno.

En la Figura 2-4 se añaden los portafolios formados al pedir préstamos a los portafolios formados al dar préstamos. Mientras más dinero se pida prestado a la tasa fija, más se invertirá en el portafolio con riesgo aumentando así el rendimiento esperado y riesgo.

Obsérvese que la línea de los rendimientos esperados de los portafolios formados al pedir préstamos son mayores que los de la curva de la frontera eficiente obtenida en la sección anterior y con el

mismo riesgo, por lo que se obtiene otra nueva frontera eficiente que es la línea recta que pasa por los puntos R_f y P , la cual se forma de la combinación de activos con y sin riesgo.

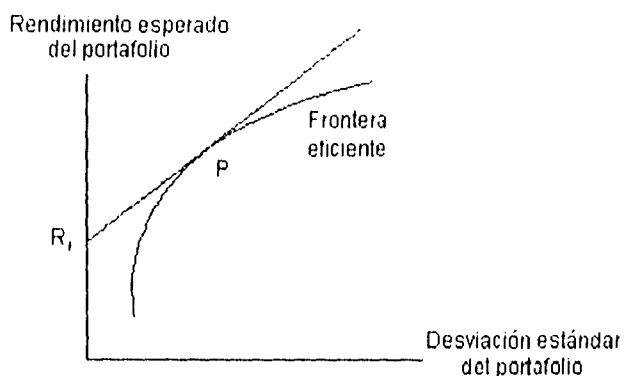


Figura 2-4

El inversionista elegirá en qué punto sobre la línea desea situarse, según el riesgo que desee enfrentar, combinando el portafolio P (portafolio tangente a la frontera eficiente) y el activo libre de riesgo.

En este capítulo se vieron primero las definiciones de riesgo y rendimiento tanto en activos como en portafolios. Después, al surgir la necesidad de determinar, de todos los portafolios a los portafolios eficientes, se encontró una frontera eficiente formada por activos con riesgo. Por otra parte, al formar portafolios pidiendo y dando préstamos a una tasa libre de riesgo, se obtuvieron portafolios con un mayor rendimiento esperado, formándose así una línea que contiene los portafolios óptimos, y que además es tangente a la frontera eficiente formada sin pedir ni dar préstamos.

CAPITAL ASSET PRICING MODEL

CAPITAL ASSET PRICING MODEL¹

Anteriormente se vio, basándose en el modelo de Markowitz, el riesgo y rendimiento de un portafolio, concluyendo que un inversionista estará interesado en invertir sólo en aquellos portafolios que están sobre la frontera eficiente; introduciendo los conceptos de prestar y pedir prestado a una tasa sin riesgo se encontró el portafolio óptimo, el cual se encuentra sobre una línea tangente a la frontera eficiente.

El Capital Asset Pricing Theory (CAPM) es un modelo de equilibrio para los precios de los activos. Este modelo lo desarrollaron Sharpe², Lintner³ y Mossin⁴, de manera individual y simultánea.

El CAPM se interesa en predecir la relación entre variables en equilibrio, para lo cual se plantean dos preguntas de gran interés:

1. ¿Cuál será la relación entre rendimiento esperado y riesgo para portafolios eficientes?

¹ En español se conoce como Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital o como Modelo de Equilibrio de Activos Financieros, pero por convención, en esta tesis nos referiremos al modelo por su nombre en inglés.

² Sharpe, William F. "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk." *Journal of Finance* 19 (September 1964): pp. 425-42.

³ Linter, John, "Security Prices, Risk, and Maximal Gains from Diversification.", *Journal of Finance* 20 (December 1965): pp. 587-615.

⁴ "The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets." *Review of Economics and Statistics* 47, no. 1 (February 1965): pp. 13-37.

⁵ Mossin, Jan, "Equilibrium in a Capital Asset Market," *Econometrica* 34, no. 4 (October 1966): pp. 768-83.

2. ¿Y cuál será para valores en general?

Estas preguntas nos llevan además a las otras dos preguntas:

1. ¿Cuál es la medida apropiada del riesgo para portafolios eficientes?
2. ¿Y cuál para valores en general?

3.1 PRINCIPALES SUPUESTOS DEL CAPM.

Como la mayoría de las teorías económicas, el CAPM hace ciertos supuestos, que de no ser así se complicaría demasiado tratar de explicar la realidad. Algunos de estos supuestos son los siguientes:

1. Los inversionistas toman decisiones únicamente por los valores esperados y las desviaciones estándar del rendimiento de sus portafolios.
2. Todos los inversionistas tienen las mismas expectativas en el mercado con respecto a las inversiones necesarias para decidir su portafolio.
3. Los activos son infinitamente divisibles y pueden venderse o comprarse en el Mercado en cualquier cantidad. Esto es, cada inversionista puede tomar cualquier posición en una inversión.
4. No hay límite para prestar y pedir prestado a las tasas de interés equivalentes a las tasas de activos libres de riesgo.
5. Un individuo no puede afectar el precio de una acción por el simple hecho de comprarla o venderla. Esto es similar al supuesto de competencia perfecta.
6. Se permiten ilimitadas ventas en corto.
7. No hay cambios en la inflación o tasas de interés inanticipadamente.
8. Los mercados de capitales están en equilibrio. Esto es, no hay valores sobrevaluados o devaluados, si los hubiera, el mercado trabajaría hasta llegar a un mercado en equilibrio.
9. No hay costos por transacción.

3.2 LÍNEA DEL MERCADO DE CAPITAL.

Suponiendo que cualquier inversionista puede prestar y pedir prestado a una tasa fija y que tiene las mismas expectativas que los demás inversionistas, entonces éste encontrará una frontera eficiente como la que se vio en el capítulo anterior (figura 1-4), que es una línea tangente a la frontera eficiente, con rendimiento esperado y riesgo igual a (ecuaciones. 2-7 y 2-8 respectivamente):

$$E(R_p) = x R_f + (1-x) E(R_i)$$

$$y \quad \sigma_p = (1-x) \sigma_i$$

donde:

- σ_j = Desviación estándar del portafolio tangente en la frontera eficiente.
- R_j = Rendimiento esperado del portafolio tangente en la frontera eficiente.
- x = Proporción invertida en el activo libre de riesgo.
- R_f = Tasa de rendimiento del activo libre de riesgo.

Así el inversionista elegirá el punto sobre la frontera eficiente al cual quiere invertir, según el nivel de riesgo deseado.

Suponiendo que todos los inversionistas tienen las mismas expectativas (sup. 2), todos escogerán como portafolio tangente de activos con el mismo riesgo, no implicando esto que todos escojan el mismo portafolio para invertir. Si la inversión consiste en que todos los inversionistas deseen enfrentar algún nivel de riesgo contenido en el portafolio con riesgo, entonces este portafolio estará formado de todos los activos con riesgo. Dado que los mercados de capitales están en equilibrio (sup. 8), este portafolio estará formado de tal manera que la proporción invertida en cada activo con riesgo será la proporción que representa ese activo en el mercado y esto es posible porque suponemos que los activos son infinitamente divisibles (sup. 3), esto es:

$$x_i = \frac{\text{Valor del activo } i}{\text{Valor total de todos los activos con riesgo}}$$

Recordando que aquí no se incluye el activo con tasa libre de riesgo, sino solamente los activos con riesgo. Es importante notar también, que la suma de las proporciones (x_i) será igual a uno.

Al portafolio formado de estas proporciones se le conoce como el portafolio del mercado (M) y se formará una nueva frontera eficiente como la que se muestra en la Figura 3-1, que es conocida como la línea del mercado de capitales (LMC).

Cada inversionista elegirá sobre la LMC el portafolio al cual quiera invertir, si alguno desea enfrentar menos riesgo del que le da el portafolio del mercado, prestará a la tasa de interés sin riesgo además de invertir en el portafolio del mercado M, en cambio si desea enfrentar un riesgo mayor, pedirá prestado a esa tasa para invertir más en el portafolio del mercado M, o algún otro se decidirá por no prestar ni pedir prestado.

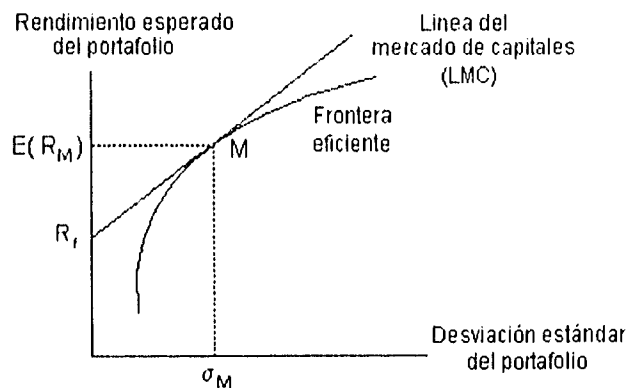


Figura 3-1

De la figura 3-1 se observa que la LMC intercepta en el eje del rendimiento esperado, a la tasa de interés libre de riesgo (R_f). Esta pasa por el punto del rendimiento esperado del mercado $E(R_M)$ y su riesgo σ_M (punto M), entonces la ecuación de la LMC puede expresarse de la siguiente manera:

$$E(R_p) = R_f + \left[\frac{E(R_M) - R_f}{\sigma_M} \right] \sigma_p \quad \text{Ec. 3-1}$$

donde:

$E(R_p)$ = Rendimiento esperado de un portafolio en la LMC.

σ_p = Desviación estándar del portafolio en la LMC.

La pendiente de la LMC y de los portafolios en la LMC es:

$$\frac{E(R_M) - R_f}{\sigma_M} \quad \text{Ec. 3-2}$$

la cual es el precio del riesgo en el mercado. Si cada uno de los portafolios en la LMC están perfectamente diversificados, los portafolios tienen un rendimiento esperado arriba de la tasa libre de riesgo proporcionalmente a su riesgo total.

Ahora ya se han contestado dos de las preguntas planteadas por el CAPM. La medida apropiada para el riesgo para un portafolio eficiente es la desviación estándar del rendimiento (se asume), teniendo una relación lineal entre riesgo y rendimiento para portafolios eficientes.

3.3 RIESGO EN EL MERCADO.

Las variaciones que existen en el rendimiento de un activo están dados, en parte, por factores externos a la institución que éste representa, los cuales afectan a un gran número de valores y no se pueden controlar, a estas fuerzas externas incontrolables son llamadas fuentes de riesgo sistemático. Por otro lado, estas variaciones también están dadas por circunstancias internas a la empresa, siendo controlables en alto grado, son llamados elementos del riesgo no sistemático.

El riesgo sistemático o riesgo no diversificable se refiere a aquella porción de variabilidad total en el rendimiento causada por agentes que afectan los precios de todos los valores, tales agentes pueden ser cambios económicos, políticos y sociales, es decir, agentes externos al mercado. Por otro lado, el riesgo no sistemático o riesgo diversificable es la porción del riesgo total que es único de la empresa, estos agentes pueden ser las expectativas para un producto de la empresa en particular o una huelga, es decir agentes internos que afectan a la empresa.

El riesgo de un portafolio o activo estará determinado por la suma del riesgo sistemático más su riesgo no sistemático. Para el caso del portafolio del mercado por estar perfectamente diversificado es posible eliminar el riesgo no sistemático y su riesgo será igual al riesgo sistemático.

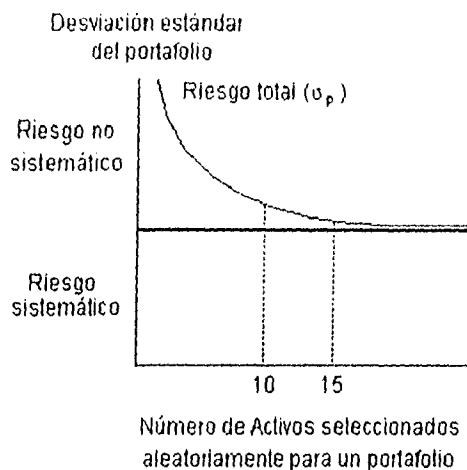


Figura 3-2

Algunas investigaciones que se han realizado dicen que un portafolio formado por 10 o 15 valores elimina la mayor parte del riesgo no sistemático y esto lo podemos ver en la Figura 3-2. En esta gráfica se observa el impacto en el riesgo en un portafolio al ir aumentando aleatoriamente activos, como vemos, después de 15 activos la aproximación del riesgo total al riesgo sistemático es muy lenta.

El portafolio que por definición es un portafolio perfectamente diversificado es el portafolio del mercado, pues este contiene todos los activos con riesgo en proporción a su valor en el mercado, y por lo tanto está sujeto únicamente al riesgo sistemático.

3.4 LÍNEA DEL MERCADO DE VALORES.

La LMC antes vista, define la relación entre riesgo y rendimiento esperado para portafolios eficientes formados por activos con tasas libres de riesgo y el portafolio del mercado. El siguiente paso es encontrar la relación entre riesgo y rendimiento esperado para cualquier activo en un mercado de capitales en equilibrio.

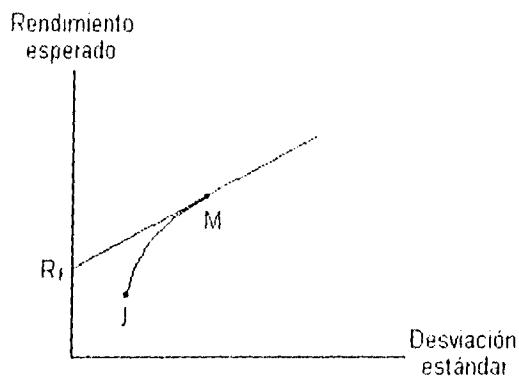


Figura 3-3

Anteriormente se vio que la desviación estándar es una buena medida para el riesgo de un portafolio eficiente, ahora necesitamos encontrar otra medida de riesgo para cualquier otro portafolio y en general para activos.

En la Figura 3-3 se tiene la LMC (línea que toca los puntos R_f y M). El punto M es el portafolio del mercado, el punto j representa un activo cualquiera, debajo de la LMC, por lo que se observa que invertir en un solo activo es completamente ineficiente.

Considérese ahora un portafolio al que llamaremos Z , el cual está formado por el portafolio del mercado y el activo j . Sea x_j la proporción invertida en el activo j y x_M la proporción invertida en el portafolio del mercado, siendo por supuesto la suma igual a uno. Entonces se tiene que:

$$E(R_Z) = x_j E(R_j) + x_M E(R_M) \quad \text{Ec. 3-3}$$

$$\sigma^2_Z = x_j^2 \sigma_j^2 + x_M^2 \sigma_M^2 + 2x_j x_M \rho_{jM} \sigma_j \sigma_M \quad \text{Ec. 3-4}$$

Dependiendo de las proporciones invertidas en j y en M , será el lugar donde el portafolio Z se encuentre a lo largo de la curva que se forma del punto j al M .

A continuación se encontrará el valor de la pendiente en el punto M de la curva⁵.

De las ecuaciones 3-3 y 3-4, sustituimos x_M por $(1 - x_j)$ y $\rho_{jM} \sigma_j \sigma_M$ por σ_{jM} .

$$E(R_z) = x_j E(R_j) + (1-x_j) E(R_M)$$

y

$$\sigma_z = \left[x_j^2 \sigma_j^2 + (1-x_j)^2 \sigma_M^2 + 2x_j (1-x_j) \sigma_{jM} \right]^{1/2}$$

Derivando con respecto a x_j :

$$\frac{\partial E(R_z)}{\partial x_j} = E(R_j) - E(R_M)$$

y

$$\frac{\partial \sigma_z}{\partial x_j} = \frac{x_j (\sigma_j^2 + \sigma_M^2 - 2\sigma_{jM}) - \sigma_M^2 + \sigma_{jM}}{\sigma_z}$$

Entonces la pendiente es:

$$\frac{\partial E(R_z)}{\partial \sigma_z} = \frac{\partial E(R_z)/\partial x_j}{\partial \sigma_z/\partial x_j} = \frac{E(R_j) - E(R_M)}{[x_j (\sigma_j^2 + \sigma_M^2 - 2\sigma_{jM}) - \sigma_M^2 + \sigma_{jM}]/\sigma_z}$$

⁵ Sharpe, William F., "Portfolio Theory And Capital Markets", Mc. Graw Hill, Inc. 1970.

En el punto M, $x_i = 0$ y $\sigma_z = \sigma_M$, entonces:

$$\frac{\partial E(R_z)}{\partial \sigma_z} = \frac{E(R_i) - E(R_M) \sigma_M}{\sigma_{jM} - \sigma_M^2}$$

que es la pendiente de la curva jM en el punto M. Esta pendiente es muy importante porque en el punto M la curva jM debe ser tangente a la LMC, siendo las pendientes iguales, esto es:

$$\frac{[E(R_i) - E(R_M)] \sigma_M}{\sigma_{jM} - \sigma_M^2} = \frac{E(R_M) - R_f}{\sigma_M}$$

Simplificando y reordenando:

$$E(R_i) - R_f = \left(\frac{E(R_M) - R_f}{\sigma_M^2} \right) \sigma_{jM} \quad \text{Ec. 3-5}$$

Esta es la relación que se buscaba, en la cual, en equilibrio, todos los valores y portafolios, no necesariamente eficientes, se pueden expresar y que se conoce como la Línea del Mercado de Valores (LMV).

La ecuación 3-5 la podemos reescribir como:

$$E(R_i) - R_f = \left(\frac{E(R_M) - R_f}{\sigma_M} \right) \frac{\sigma_{jM}}{\sigma_M}$$

En donde del lado izquierdo se tiene la diferencia entre rendimiento esperado y la tasa de interés libre de riesgo, que es la ganancia por el

riesgo. El cociente que está dentro del paréntesis, como ya se había visto anteriormente, es el precio del riesgo en el mercado. Y el último término es una definición del riesgo para cualquier valor o portafolio. Algunos autores definen de 3-5 a $(E(R_M) - R_f) / \sigma^2_M$ como el precio del riesgo y σ_{jM} como la medida del riesgo del activo j.

3.5 BETA.

Las cuatro preguntas expuestas al principio de este capítulo, pueden ya contestarse. Para portafolios eficientes, una medida apropiada para el riesgo es σ_p y estos portafolios estarán sobre la LMC. Para valores o portafolios no eficientes, una medida apropiada del riesgo es σ_M , y estarán sobre la LMV. Sin embargo la interpretación de la covarianza con el mercado puede no ser muy clara, por lo que se busca otra medida de riesgo.

Si la ecuación 3-5 se reescribe de la siguiente manera:

$$E(R_j) = R_f + [E(R_M) - R_f] \frac{\sigma_{jM}}{\sigma^2_M} \quad \text{Ec. 3-6}$$

Al término σ_{jM} / σ^2_M se le conoce como la beta del activo j (β_j). El valor de β_j indica la pendiente de la LMV y mide la volatilidad de la tasa de rendimiento a cambios en la tasa de rendimiento del mercado. Además el riesgo sistemático se puede expresar en términos de β :

$$\sigma^S_j = \frac{\sigma_{jM}}{\sigma_M} = \beta_j \sigma_M$$

donde:

σ^S_j = Riesgo sistemático del activo j.

3.6 EL CAPM.

Se puede observar que beta es su riesgo sistemático (σ_{iM} / σ_M), expresado en unidades del riesgo del mercado (σ_M). Por eso se dice que beta es el índice del riesgo sistemático, que no es lo mismo que la medida del riesgo sistemático. Si se sustituye el índice del mercado por su beta en la ecuación 3-6, se tiene que:

$$E(R_i) = R_f + [E(R_M) - R_f] \beta_i \quad \text{Ec. 3-7}$$

en donde se expresa la relación entre el rendimiento esperado y la volatilidad. Esta relación es el Capital Asset Pricing Model (CAPM). En la Figura 3-4 se puede ver graficada esta línea, en la cual se observa la relación entre el nivel de riesgo sistemático (β_i) y el rendimiento esperado de un activo. En esta figura podemos ver también que cuando $\beta_M = 1$, y esto es cierto pues como $\sigma_{MM} = \sigma^2_M$, entonces $\beta_M = \sigma^2_M / \sigma^2_M = 1$.

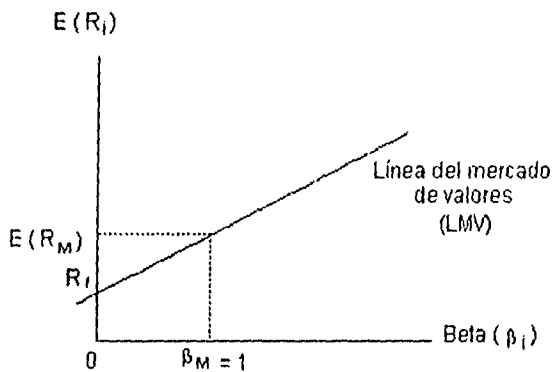


Figura 3-4

Es importante notar que en la ecuación de la LMV, el rendimiento esperado de un valor es una función del rendimiento esperado del

activo con tasa libre de riesgo (R_f), de $[E(R_M) - R_f]$, y de la β_j del activo. De estos términos sólo β_j es el elemento que varía al cambiar de activo j , entonces el rendimiento esperado del activo será mayor o menor al rendimiento esperado de otros activos según su nivel de covarianza con el mercado. Recordando además, que β es el índice del riesgo sistemático, esto nos dice que el riesgo sistemático es el único factor importante para determinar el rendimiento si el valor es parte de un portafolio diversificado (como debe ser) y el riesgo no sistemático puede diversificarse.

3.7 DESVENTAJAS DEL CAPM.

Anteriormente se mencionaron algunos de los muchos supuestos que se hacen en el CAPM, y aunque en realidad un modelo no se califica por el número de supuestos que se hagan, éste ha sido criticado por ellos. En esta sección mencionaremos ciertos problemas que traen como consecuencia algunos de estos supuestos:

1. Uno de los primeros supuestos que hace el CAPM, es que los inversionistas pueden prestar y pedir prestado cualquier cantidad de dinero a la tasa libre de riesgo. Es lógico pensar que el inversionista puede efectivamente prestar cuanto quiera a la tasa libre de riesgo, sin embargo al pedir prestado no es fácil hacerlo a la misma tasa.
2. Un supuesto básico que se hace en este modelo es que no hay costo por transacción, lo que implica que si la inversión de alguien está por debajo de la LMV, comprará y venderá valores hasta estar en ésta línea. El punto es que con el costo por transacción, el inversionista no ganará un rendimiento considerable para seguir haciendo transacciones hasta llegar a la LMV.
3. Las tasas de rendimiento consideradas en el modelo no incluyen impuestos. En caso de considerarse tendríamos un rendimiento como el siguiente:

$$R_t = \frac{(P_{t+1} - P_t)(1 - I_g) + Div(1 - I_u)}{P_t}$$

donde:

- lg = Impuesto por ganancia de capitales.
- lu = Impuesto sobre utilidades.

Además de esto los impuestos difieren entre individuos y también entre instituciones, por lo que el modelo es válido solo si lg e lu son iguales a cero.

4. Otro problema es referente a β , que es el factor básico en el modelo. Para encontrar las betas de los activos tal como el modelo lo plantea, se deberían de considerar todos los activos con riesgo en el mercado, lo que es imposible, por lo que en la realidad se consideran solo unos cuantos. Además se ha visto que la beta difiere según el número de valores que se consideren y el periodo de observación.

En 1990, Harry Markowitz, William Sharpe y Merton Miller recibieron el premio Nobel en Economía, por sus contribuciones en el desarrollo de la teoría financiera.

ARBITRAGE PRICING THEORY

THE ARBITRAGE PRICING THEORY¹

En este capítulo se verá la teoría desarrollada por Stephen Ross en 1970 y publicada en 1976², conocida como the arbitrage pricing theory (APT), que es, como el CAPM, una teoría para explicar el precio de los activos.

Esta teoría se basa principalmente en una ley que asegura que dos artículos iguales no pueden venderse a distintos precios. Además se mencionarán algunas diferencias que tiene esta teoría con el CAPM, como por ejemplo que ningún portafolio en particular es indispensable en el APT.

4.1 ARBITRAJE.

The arbitrage pricing theory (APT) se basa principalmente en la hipótesis de que en mercados de capitales eficientes, los activos con el mismo riesgo deben tener la misma tasa de rendimiento esperado.

Suponiendo que dos acciones con el mismo riesgo se venden a distintos precios, entonces un inversionista aprovechará esta oportunidad comprando al precio más bajo y vendiendo al más alto, hasta que, por la ley de la oferta y la demanda, los precios sean

¹ En español se conoce como Teoría de Fijación de Precios por Arbitraje, pero en esta tesis nos referiremos a esta teoría como su nombre original en inglés.

² Stephen A. Ross, "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing.". *Journal of Economic Theory*, December 1976, pp. 341-360.

iguales. De esta manera los inversionistas aprovecharán la oportunidad hasta que la situación se los permita, aumentando sus riquezas sin arriesgarse.

Por ejemplo, si se tienen tres activos con las características listadas en la Tabla 4-1, en teoría no se puede presentar esta situación en un mercado de capitales eficientes, pues se pueden generar ganancias sin riesgos de la siguiente manera: el inversionista frente a este arbitraje, puede crear dos portafolios con combinaciones de los tres activos, como los que se muestran en la Tabla 4-1 (suponemos que la covarianza entre los activos es igual a cero, lo que en la realidad es difícil). Ahora suponiendo que se "invierten" \$100.00 dicho inversionista obtendrá una ganancia de \$5.00 sin enfrentar ningún riesgo; esto lo podemos ver en la Tabla 4-1.

ACTIVO	RIESGO	RENDIMIENTO ESPERADO $E(R_i)$
A	.20	10
B	.45	35
C	.60	40

Tabla 4-1

PORTAFOLIO	PROPORCIÓN DEL ACTIVO A	PROPORCIÓN DEL ACTIVO B	PROPORCIÓN DEL ACTIVO C	RENDIMIENTO ESPERADO
1	20%	80%	0%	30
2	50%	0%	50%	25

Tabla 4-2

PORTAFOLIO	INVERSIÓN	RIESGO	RENDIMIENTO ESPERADO
1	100	.40	130
2	-100	-.40	-125
PORTAFOLIO CON ARBITRAJE	0	0	5

Tabla 4-3

En la figura 4.1 se ve gráficamente esto. Obsérvese que los rendimientos de los 3 activos son positivos, pero el rendimiento del activo B está por encima de la línea que conecta los rendimientos de los activos A y C, entonces se puede construir un portafolio con los activos A y C con el mismo riesgo sistemático que el activo B pero con mayor rendimiento esperado. Estas oportunidades de arbitraje serán posibles hasta que los activos estén sobre una misma línea.

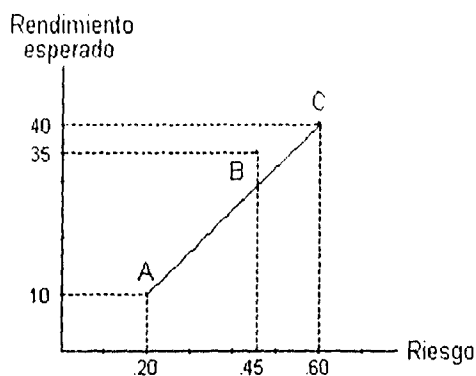


Figura 4-1

4.2 ¿QUE ES EL ARBITRAGE PRICING THEORY?

Como ya dijimos anteriormente el Arbitrage Pricing Theory (APT) es una teoría moderna para determinar el precio de activos. Esta teoría no necesita los supuestos fuertes hechos en el CAPM.

Los supuestos principales del APT son:

1. Un mercado de competencia perfecta.
2. Mercados de activos sin fricciones.
3. Los inversionistas suponen que la variable de rendimiento se puede expresar como una relación lineal de una serie de factores como se

muestra en la ecuación 4-1, que es la función generadora de rendimiento (a esto se le conoce como modelo de factores):

$$r_i = E_i + b_{i1} l_1 + b_{i2} l_2 + \dots + b_{ik} l_k + e_i \quad \text{Ec. 4-1}$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

donde:

- r_i = Variable aleatoria del rendimiento del activo i .
- E_i = Rendimiento esperado del activo i si todos los factores (o índices) tienen un valor de cero
- l_j = El valor del j ésimo factor (o índice) que afecta al rendimiento del activo i , estos factores capturan los componentes del riesgo sistemático en el modelo.
- b_{ij} = Coeficiente que cuantifica la sensibilidad en el rendimiento del activo i a los movimientos en el factor l_j .
- e_i = Término de error, es decir, un componente del riesgo no sistemático, con media cero y varianza $\leq \sigma^2$ fijo.

Además:

$$E(e_i | l_j) = 0,$$

e_i es independiente de e_j para toda i y toda j ($E(e_i e_j) = 0$) y si son n los activos en consideración y k el número de factores, entonces $n \gg k$.

Antes de desarrollar la teoría, es conveniente examinar un poco más lo que implica un modelo de factores como el de la ecuación 4-1. Si los términos e_i se omitieran, entonces 4-1 diría que cada activo i con rendimiento r_i , es una combinación lineal del rendimiento de un activo con tasa de rendimiento libre de riesgo y los rendimientos de los otros k factores o activos o vectores columna l_1, \dots, l_k . En tal caso el rendimiento sin riesgo y cada factor k puede expresarse como una combinación lineal de $k+1$ rendimientos, sean r_1, \dots, r_{k+1} esos rendimientos. Entonces

cualquier otro rendimiento de activos, podría expresarse también como una combinación lineal de los primeros $k+1$ rendimientos de activos. y por lo tanto, los portafolios de los primeros $k+1$ activos serían sustitutos perfectos de todos los activos en el mercado. Como los sustitutos perfectos deben tener el mismo precio, debe haber restricciones en el rendimiento individual generado por el modelo. Este es el trabajo que expresa el APT, el cual afirma que "existen sólo algunos componentes del riesgo sistemático", como consecuencia, muchos portafolios son buenos sustitutos de estos componentes y como tales deben tener el mismo valor.

4.3 LA TEORÍA DEL APT.

A continuación se desarrollará la teoría del APT como lo hicieron Roll y Ross³. Tómense en cuenta los supuestos mencionados en la sección anterior y supóngase además un inversionista que constantemente coloca un portafolio y observa su comportamiento. Cada portafolio nuevo se diferenciará del portafolio anterior por su inversión con proporciones x_i ($i = 1, 2, \dots, n$), la cual representa la cantidad de dinero comprada o vendida del activo i como una fracción de la cantidad total invertida. Si tenemos un portafolio en el que:

$$\sum_i x_i = 0$$

esto querrá decir que el nuevo portafolio y el anterior ponen el mismo dinero en los n activos. En otras palabras, compras adicionales de activos deben ser compensadas por ventas de otros. Los portafolios que no tienen peso como este $\underline{x} \equiv (x_1, x_2, \dots, x_n)$ se les llama portafolios con arbitraje.

El rendimiento obtenido al alterar el portafolio común por estos n activos es:

³ Roll, R., and Ross, S.A. "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance* 35, No. 5, December 1980, pp. 1073-1103.

$$\begin{aligned}
 \underline{x}r &= \sum_{i=1}^n x_i r_i \\
 &= \left(\sum_i x_i E_i \right) + \left(\sum_i x_i b_{i1} \right) l_1 + \dots + \left(\sum_i x_i b_{ik} \right) l_k + \sum_i x_i e_i \\
 &= \underline{x}E + (\underline{x}B_1) l_1 + \dots + (\underline{x}B_k) l_k + \underline{x}e
 \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned}
 \underline{r} &= (r_1, r_2, \dots, r_n) \\
 \underline{E} &= (E_1, E_2, \dots, E_n) \\
 \underline{B}_j &= (b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj})
 \end{aligned}$$

Ahora considérese el portafolio con arbitraje sin riesgo sistemático, esto es:

$$\underline{x}B_j = \sum_i x_i b_{ij} = 0 \quad \text{para cada } j.$$

Aplicando la ley de los grandes números, se puede eliminar el término $\underline{x}e$ en el rendimiento. Por ejemplo sea la varianza de los términos $e_i \leq \sigma^2$ (fijo) y sea cada x_i igual a $1/n$, para facilitar los cálculos, entonces:

$$\begin{aligned}
 \text{Var}(\underline{x}e) &= \text{Var}\left(\frac{1}{n} \sum e_i\right) \\
 &= \left[\text{Var}\left(\sum e_i\right)\right]/n^2 \\
 &\leq \sigma^2 / n
 \end{aligned}$$

donde se supone que las e_i son mutuamente independientes. Si n es grande, entonces la varianza de $\underline{x}e$ es despreciable, es decir, podemos diversificar el riesgo no sistemático, por lo que concluimos que es

posible escoger un portafolio con arbitraje formado de activos con riesgo sistemático o no sistemático.

Entonces con estas características se obtiene un rendimiento del portafolio, igual a:

$$\begin{aligned} \underline{x}r &= \underline{x}E + (\underline{x}b_1) I_1 + \dots + (\underline{x}b_k) I_k + \underline{x}e \\ \underline{x}r &= \underline{x}E \end{aligned}$$

Si el individuo está conforme con su portafolio (esto es, $\sum x_i = 0$) y el mercado está en equilibrio, también se tiene que $\underline{x}E = 0$, pues ningún portafolio está en equilibrio si puede mejorar su rendimiento sin aumentar su riesgo o incrementar recursos, (ya que en un mercado de capitales eficiente no hay oportunidades de arbitraje, sección 4.1).

Todas las condiciones antes mencionadas son expuestas en álgebra lineal: cualquier vector, \underline{x} , el cual es ortogonal al vector de constantes y a cada uno del vector de coeficientes, \underline{b}_j ($j = 1, 2, \dots, k$), también será ortogonal al vector de rendimientos esperados \underline{E} . Y como consecuencia algebraica a este resultado, tenemos que el vector de rendimientos esperados, \underline{E} , deberá ser una combinación lineal del vector de constantes y de los vectores \underline{b}_j . En términos algebraicos, existen $k + 1$ factores, $\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_k$, tales que:

$$E_i = \lambda_0 + \lambda_1 b_{i1} + \dots + \lambda_k b_{ik} \quad \forall i \quad \text{Ec. 4-2}$$

Si hay un activo sin riesgo con rendimiento E_0 , entonces $b_{0j} = 0$ para toda j y $E_0 = \lambda_0$, por lo que podemos reescribir:

$$E_i - E_0 = \lambda_1 b_{i1} + \dots + \lambda_k b_{ik} \quad \text{Ec. 4-3}$$

donde E_0 es la tasa de interés del rendimiento del activo sin riesgo, si este existe, y es el rendimiento esperado con todos los activos cero-beta, esto es, activos con $b_{ij} = 0$, para toda j , existan o no activos sin riesgo.

Si existe un factor único (b_i), entonces la relación del precio que da la APT es una línea en el espacio rendimiento esperado-riesgo sistemático:

$$E_i - E_0 = \lambda b_i$$

En la figura 4.2 se observa esto gráficamente.

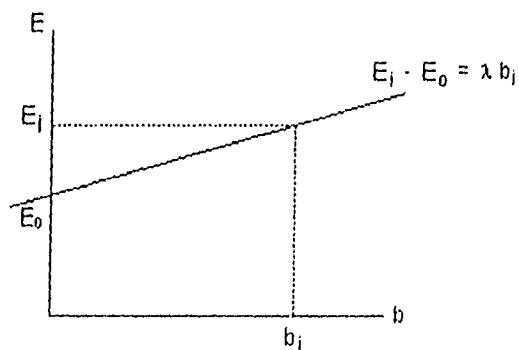


Figura 4-2

Es interesante notar que por no haber oportunidades de arbitraje la intersección en el eje del rendimiento esperado es E_0 .

Ahora, es importante dar una interpretación de las λ_j 's. Supóngase que se tienen portafolios con riesgo sistemático unitario en cada factor y los demás factores sin riesgo, esto es, se cuenta con k portafolios con las siguientes características:

Portafolio	Factores
1	$b_{11} = 1, b_{12} = 0, b_{13} = 0, \dots, b_{1k} = 0$
2	$b_{21} = 0, b_{22} = 1, b_{23} = 0, \dots, b_{2k} = 0$
\vdots	\vdots
k	$b_{k1} = 0, b_{k2} = 1, b_{k3} = 0, \dots, b_{kk} = 1$

entonces, de ecuación 4-3 se sigue que cada λ_j puede expresarse de la siguiente manera:

$$\lambda_j = E_j - E_0$$

o sea que λ_j es el exceso de rendimiento para portafolios con sólo el factor de riesgo sistemático j . Entonces bajo los supuestos antes mencionados la ecuación 4-2 se puede reescribir de la siguiente manera:

$$E_i - E_0 = (E_1 - E_0) b_{i1} + \dots + (E_k - E_0) b_{ik}$$

La relación del precio dada en 4-2 es la principal conclusión del APT, además esta teoría afirma que (basándose en la condición de no arbitraje) no es necesario identificar todos los activos con riesgo o un portafolio del mercado para probarlo porque las condiciones de no arbitraje deben permanecer para cualquier subconjunto de activos, por lo que no es necesario considerar todos los activos con riesgo.

Una característica importante del APT es que es muy general, lo que le da fuerza y debilidad a la vez. Aunque permite describir términos de equilibrio de cualquier modelo de varios factores, no da evidencia de cuál es el modelo apropiado, además de que no dice nada sobre los signos o el tamaño de las λ_j 's.

4.4 PRUEBAS EMPÍRICAS Y ESTIMACIONES AL APT.

Para probar el APT, como cualquier teoría económica, se debe ver qué tan bien describe o qué tanto se acerca a la realidad. En particular probar el APT es difícil de formular, porque la teoría no especifica qué factores influirán en el rendimiento de un activo.

Primero se empezará detallando un poco más el significado de las variables b_{ij} e l_j . Obsérvese de la ecuación 4-1 que cada activo i tiene un único b_{ij} , que nos mide la sensibilidad del factor l_j en el activo i , pero cada l_j tiene el mismo valor para todos los activos. A las l_j 's generalmente se les da el nombre de factores y las b_{ij} el de atributos.

Notemos que para estimar las b_{ij} 's se deberían de tener ya definidas las l_j 's, por lo que se han estimado simultáneamente los factores (l_j 's) y los atributos (b_{ij} 's). La mayoría de las pruebas han seguido esta metodología, sin embargo existen otros métodos, uno de ellos supone una serie de agentes variables, como la tasa de interés y la de inflación, que afectan el rendimiento y utilizan la ecuación 4-1 para estimar b_{ij} .

4.4.1 ANÁLISIS FACTORIAL.

A continuación se citará una metodología estadística muy utilizada para probar el APT, la cual ha sido muy reconocida por su aproximación con el resultado. Esta metodología se conoce con el nombre de análisis factorial.

En la terminología del análisis factorial las l_j 's se les llama factores (o factors) y a las b_{ij} 's pesos de los factores (o factor loadings). Se realiza un análisis factorial para un número de factores hipotéticos se repite este proceso para diferente número de factores y se obtiene una solución para cada caso. Se puede parar este proceso cuando la probabilidad de que el próximo factor sea necesario, esté por debajo de un cierto valor.

Se han llevado a cabo varios análisis siguiendo esta metodología, en donde se han estimado las b_{ij} 's, pero también se han calculado el

número de factores recomendables a incluir en el modelo y se han determinado definiciones para cada I_i .

Las matemáticas para el análisis factorial son más sencillas que si se hace por medio de técnicas de regresión, pero los resultados son análogos. Sin embargo hay algunos problemas al usar análisis factorial. Primero, los pesos de los factores b_{ij} 's son estimados con error, esto significa que la significancia de las λ_j 's es asintóticamente correcta, problema que también se tiene al estimar utilizando regresión; segundo, no hay significado de los signos de los factores, entonces los signos de las b_{ij} 's y de las λ_j 's pueden estar cambiados; tercero, la escala de las b_{ij} 's y de las λ_j 's es arbitrario, por ejemplo, todas las b_{ij} 's podrían estar al doble y por lo tanto las λ_j 's a la mitad; cuarto, no hay garantía de que los factores se produzcan en un orden particular, entonces cuando se realiza el análisis con muestras por separado, el primer factor en una muestra puede ser el tercero de otra. Los últimos tres problemas mencionados son únicos del análisis factorial.

Roll y Ross³ fueron los primeros en seguir esta técnica (análisis factorial), proponiendo dos pasos a seguir en la prueba:

1. Estimar el rendimiento esperado y los factores utilizando series de tiempo de los rendimientos de los activos individualmente.
2. Usar estas estimaciones para probar la conclusión del APT, esto es, ¿son los rendimientos esperados de estos activos consistentes con los factores comunes obtenidos en el paso 1?

Los coeficientes b_{ij} 's los estimaron usando análisis factorial. Los datos que utilizaron fueron del período de Julio de 1962 hasta Diciembre de 1972. Las acciones se agruparon en 42 portafolios de 30 acciones cada uno ordenados alfabéticamente y la mayoría de los grupos tenían más de 2,400 observaciones. La estimación utilizando análisis factorial indicó que el máximo número razonable de factores era cinco.

Más tarde Cho, Elton y Gruber⁴ repitieron la metodología de Roll y Ross para un período posterior, examinando el número de factores en el proceso generador de rendimientos, concluyendo que más de dos factores eran significativos.

El análisis factorial ha sido la principal metodología para estimar simultáneamente los factores que afectan el rendimiento y la sensibilidad de éstos, pero esta metodología tiene otro problema, únicamente se pueden analizar al mismo tiempo un determinado número de valores por la complejidad de las matemáticas. Roll y Ross trabajaron con grupos de 30 activos, pero Dhrymes, Friend, y Gultekin⁵, mostraron que el número de factores significantes es una función creciente del tamaño del grupo analizado.

Muchas otras pruebas se han realizado con una metodología estadística particular para identificar b_{ij} 's y l_j 's del modelo, no obstante los resultados de estas investigaciones no han concluido, pero hay una fuerte señal de que más de dos factores afectan los rendimientos. Los métodos estadísticos se han desarrollado y continúan desarrollándose permitiéndonos definir mejor los factores y formar mejores portafolios que los substituyan. Sin embargo se están llevando a cabo investigaciones para explorar la estabilidad de la estructura de los factores a través del tiempo.

4.4.2 MÉTODOS ALTERNATIVOS.

En la sección anterior se mencionó que la mayoría de las pruebas hechas al APT se han realizado con el método de análisis factorial con el cual se estiman simultáneamente los factores (l_j 's) y sus pesos (b_{ij} 's). En seguida veremos otra alternativa y algunos de los resultados obtenidos al aplicarla.

⁴ Cho, D. Chihnyung, Elton, Edwin J. and Gruber, Martin J., "On the Robustness of the Roll and Ross Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 19 No. 1 (March 1984), pp. 1-10.

⁵ Dhrymes, Pheobus J., Friend, Irwin, and Gultekin, N. Bulent. "A Critical Reexamination of an Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory," *The Journal of Finance*, 39, No. 2, June 1984, pp. 323-346.

Imagínese por un momento que se pueden especificar a priori los factores que afectan el rendimiento de los activos o las características de ellos que afectan a los rendimientos, entonces se tendría un problema de estimación mucho más fácil por resolver. El problema es que sin una teoría, las herramientas empíricas usadas son débiles y los resultados de las pruebas más difíciles de interpretar.

Aún no se cuenta con una teoría de factores apropiada que nos facilite el problema, aunque se ha trabajado en ello, por el momento se citarán tres intentos para especificar de antemano un conjunto de variables en el modelo multifactor, los cuales han sido satisfactorios. El primero supone un conjunto de características de las empresas como tales variables; el segundo, un conjunto de índices macroeconómicos; y el tercero especifica a una serie de portafolios como los índices.

4.4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS.

Como ya se dijo anteriormente, si se pudiera especificar a priori una serie de características que afectan el rendimiento, entonces sería más fácil medir el precio en el mercado de estas características sobre cualquier periodo de tiempo y calcular después el rendimiento.

A este respecto se han hecho varios modelos tales como el de Fama y McBeth⁶, que aunque ellos lo vieron como una prueba del CAPM, se puede ver como una prueba del APT. Ellos examinaron ciertas características de las empresas que en la base de la teoría económica no debían explicar el rendimiento y en efecto concluyeron que no lo hacían.

Otro modelo fue desarrollado y probado por Sharpe⁷. Él pensó que el rendimiento debería estar afectado por cinco características que propuso (tales como el tamaño de la empresa, el valor de Beta de una acción con el índice S&P, etc.), las cuales parecieron ser significativas en un alto porcentaje.

⁶ Fama, and McBeth, James. "Risk Return, and Equilibrium: Empirical Tests," *Journal of Political Economy*, 38 (1973), pp. 607-636.

⁷ Sharpe, W. "Factors In NYSE Security Returns, 1931-1979," *Journal of Portfolio Management*, 8, No. 2 (Summer 1982), pp. 5-19.

El uso de características de las empresas, además del coeficiente Beta, ha incrementado el poder explicativo del modelo, siendo éstas significativas en un alto porcentaje.

4.4.2.2 ÍNDICES MACROECONÓMICOS.

Otra alternativa para determinar los factores (l_j 's) y sus pesos (b_{ij} 's) es especificar el conjunto de influencias (índices l_i), que deben entrar en el proceso generador del rendimiento, apoyándose en la teoría económica.

Chen, Roll y Ross⁸ propusieron una serie de variables económicas, para lo cual construyeron un conjunto de medidas alternativas para cambios inanticipados en las siguientes influencias:

1. Inflación.
2. La estructura temporal de las tasas de interés.
3. Prima de riesgo.
4. Producción industrial.

Chen, Roll y Ross examinaron estas variables para ver si estaban correlacionadas con el conjunto de índices extraídos utilizando análisis factorial antes mencionado y para ver si explicaban rendimientos en equilibrio.

Cuando examinaron la relación entre las variables macroeconómicas y los factores encontrados en un período, observaron una fuerte relación. Además, se probó la relación en el período siguiente y esta relación continuaba siendo fuerte. Notaron una relación significativa entre las variables macroeconómicas propuestas y los factores identificados estadísticamente en los rendimientos de las acciones.

El siguiente paso era investigar si los rendimientos están relacionados a las variables macroeconómicas antes propuestas. Los resultados fueron que las variables macroeconómicas explicaban

⁸ Chen, Roll, Richard, and Ross, Stephen. "Economic Forces and the Stock Market," *Journal of Business*, 59 (July 1986), pp. 386-403.

significativamente las influencias en los precios. Después se introdujo la Beta de cada portafolio con el mercado como una variable adicional junto con la sensibilidad de cada portafolio con las variables macroeconómicas y no resultaron tan significativas las influencias como antes.

Chen, Roll y Ross aclararon que no pretendían encontrar las variables que condicionen el precio de los activos, sin embargo hicieron un importante inicio en esa dirección.

4.4.2.3 CONJUNTO DE PORTAFOLIOS.

Otra alternativa es especificar un conjunto de portafolios (I_j 's) (en los que se puede o no incluir el portafolio del mercado), los cuales se piensa que capturen a priori las influencias que afectan los rendimientos. Estos portafolios se seleccionan en base a la creencia sobre los tipos de activos y/o influencias económicas que afecten el rendimiento de los activos.

Esta metodología la siguieron Fama y French⁹ para construir un modelo que explique los rendimientos y rendimientos esperados. Utilizaron para ello los rendimientos en un portafolio del mercado de acciones y usaron los rendimientos de otros portafolios que representarían las I_j 's en el proceso generador de rendimientos. Estos portafolios eran:

1. La diferencia en el rendimiento de un portafolio de acciones con gran volumen en el mercado y un portafolio de acciones de bajo volumen en el mercado.
2. La diferencia en el rendimiento entre un portafolio compuesto por acciones de baja emisión y uno compuesto por acciones de emisiones mayores.

⁹ Fama, Eugene, and French, Kenneth. "Common Factors in the Returns on Bonds and Stocks," Working Paper, Center for Research in Security Prices, University of Chicago, 1993.

3. La diferencia entre el rendimiento mensual de los bonos gubernamentales a largo plazo y el rendimiento de bonos gubernamentales a largo plazo. (T-bills mensual¹⁰).
4. La diferencia en el rendimiento mensual de un portafolio de bonos corporativos a largo plazo y de un portafolio de bonos gubernamentales a largo plazo.

El resultado que obtuvieron utilizando estos portafolios para explicar los rendimientos de las acciones fue exitoso. Concluyeron que al menos sus resultados mostraron que cinco factores hacen un buen trabajo explicando variaciones comunes en los rendimientos.

4.5 APT Y CAPM.

Es conveniente señalar que el APT, o en general un modelo de varios factores, no es necesariamente inconsistente con el CAPM, que es precisamente lo que veremos a continuación. Además se mencionan algunas otras comparaciones hechas a estos dos modelos, en las cuales no se favorece al CAPM.

El caso más simple en el que se aprecia que el APT no es inconsistente con el CAPM es el caso donde la función generadora de rendimiento es de la forma¹¹:

$$r_i = E_i + \beta_i R_m + e_i$$

El rendimiento es generado por un único factor, que es el rendimiento del portafolio del mercado, existe un tasa libre de riesgo. entonces si recordamos el desarrollo que hicimos del APT (Sección 4.3) llegamos a:

¹⁰ Los T-bills son pagarés emitidos por el gobierno estadounidense, con vencimiento menor a un año.

¹¹ Elton, Edwin J., and Gruber, Martin J. "Modern Portfolio Theory and Investment Analysis," New York John Wiley, 1995, Fifth edition.

$$E_i = R_f + (E_M - R_f) \beta_i$$

Aun siendo la función generadora de rendimiento más compleja, el CAPM sigue cumpliéndose. Por ejemplo, si la función generadora de rendimiento es de la siguiente forma:

$$r_i = E_i + b_{i1}I_1 + b_{i2}I_2 + e_i$$

Estos índices pueden ser índices industriales, influencias económicas como tasas de interés, etc. Lo único que se supone es que el conjunto de índices utilizados capturan todas las fuentes de covarianza entre los valores.

El APT para este proceso generador de rendimiento con un activo libre de riesgo (R_f) es:

$$E_i = R_f + b_{i1}\lambda_1 + b_{i2}\lambda_2 \quad \text{Ec. 4-4}$$

Como el CAPM es un modelo de equilibrio, válido para todos los valores, como también para todos los portafolios de valores. Supongamos que los índices pueden estar representados por portafolios de valores. Como se vio anteriormente λ_j es el exceso de rendimiento en un portafolio con un b_{ij} igual a uno en un índice e igual a cero en los demás índices, esto es:

$$\lambda_1 = E_1 - R_f$$

Suponiendo válido el CAPM: $E_1 = R_f + \beta_1 (E_M - R_f)$

Por lo que: $\lambda_1 = \beta_1 (E_M - R_f)$

y análogamente $\lambda_2 = \beta_2 (E_M - R_f)$

sustituyendo en 4-4 se tiene:

$$E_i = R_f + b_{i1}\beta_1(E_M - R_f) + b_{i2}\beta_2(E_M - R_f)$$

$$E_i = R_f + (b_{i1}\beta_1 + b_{i2}\beta_2)(E_M - R_f)$$

definiendo β_i como $(b_{i1}\beta_1 + b_{i2}\beta_2)$ resulta que el rendimiento esperado E_i se puede expresar con el CAPM:

$$E_i = R_f + \beta_i(E_M - R_f)$$

Por lo que se concluye que el modelo de equilibrio APT es consistente con el CAPM, siempre y cuando λ_j sea significativamente diferente de cero y además las λ_j 's no sean significativamente diferentes de $\beta_j(E_M - R_f)$.

Ciertamente no siempre son inconsistentes el APT y el CAPM, pero también se han realizado algunas pruebas en las que se comparan estos dos modelos y en las cuales se ha favorecido al APT. Un ejemplo de esto está en Japón, donde se ha probado el APT y se muestra una clara superioridad sobre el CAPM seleccionando valores así como también explicando rendimientos anteriores. Por ejemplo Elton y Gruber¹² encontraron que un modelo APT de cinco factores explica y predice mejor rendimientos esperados que el CAPM. El APT es casi universalmente utilizado remplazando al CAPM en Japón.

Otra muestra de esto se ve en el estudio de Burmeister y McElroy¹³ quienes indagaron algunas diferencias entre el CAPM y el APT,

¹² Elton, Edwin J., and Gruber, Martin J. "A Multi-Index Risk Model of the Japanese Stock Market," *Japan and the World Economy*, 1, No. 1, (1988).

Elton, Edwin J., and Gruber, Martin J. "Expectational Data and Japanese Stock Prices," *Japan and the World Economy*, 1, (1989), pp. 391-401.

¹³ Burmeister, Edwin and McElroy, Marjorie B., "Joint Estimation of Factor Sensitivities and Risk Premia for the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance* 43, No. 3, (July 1988), pp. 721-733.

concluyendo que a un nivel de significancia del 1% el modelo CAPM puede ser desechado en favor del APT. Además afirman que las restricciones del APT no pueden ser desechadas a ningún nivel de significancia en favor del modelo de factores más general. Este trabajo representa la evidencia más fuerte en favor del modelo APT como una explicación del rendimiento esperado.

4.6 EL APT E IRREGULARIDADES.

Una serie de pruebas hechas al APT, han sido para ver qué tan bien explica ciertas irregularidades, especialmente esas que otros modelos del mismo tipo no describen. Nos referiremos a dos irregularidades en particular, estas son el "efecto de la empresa pequeña" y el "efecto de enero".

El efecto de la empresa pequeña consiste en la diferencia que se encuentra entre pequeñas y grandes empresas. Una de estas diferencias es que las pequeñas empresas presentan un mayor riesgo en los rendimientos que las grandes. Reinganum¹⁴ afirmaba que esta anomalía, la cual no podía explicar el CAPM, debería ser explicada por el APT si éste se consideraba una teoría superior.

Para comprobar esto llevó a cabo una prueba en la cual concluyó que el APT no explica este efecto en el estudio realizado, sin embargo aceptó que la prueba era una prueba unida a muchas hipótesis implícitas en la teoría y que no era posible encontrar el error.

Más tarde Chen¹⁵ realizó otro estudio comparando el CAPM con el APT. La comparación entre los resultados del CAPM y del APT mostraron que el primer factor estaba altamente correlacionado con la Beta, pero las siguientes pruebas favorecieron claramente al APT sobre el CAPM. Chen notó que si el CAPM no está bien especificado y no captura toda la información relacionada a los rendimientos, la falta de información se verá y probablemente el APT puede dar más

¹⁴ Reinganum, Marc R., "The Arbitrage Pricing Theory: Some Empirical Results," *Journal of Finance* 36, No. 2 (May 1981) pp. 313-321.

¹⁵ Chen, Nai-fu, "Some Empirical Tests of the Theory of Arbitrage Pricing," *Journal of Finance* 38, No.5 (December 1983), pp. 1393-1414.

factores que expliquen este faltante, lo que haría al APT superior. Concluye en su estudio que claramente al CAPM le falta información para determinar los precios, y que esto mejoraba con el APT. Con respecto al efecto de la empresa pequeña, Chen nuevamente no encontró que el APT explicara este efecto.

La siguiente irregularidad que trataremos es el efecto de enero, el cual consiste, en resumen, en un alza en los precios de las acciones en el mes de enero, la cual es entre cinco y diez veces mayor que en otros meses. Gultekin y Gultekin¹⁶ investigaron si con el APT se podía ajustar este problema, pero concluyeron que el APT no muestra, en este sentido, superioridad con el CAPM pues ambos modelos explican esta irregularidad de la misma manera.

Burmeister y Mc.Elroy¹³ en su trabajo encontraron igualmente el efecto de enero y ninguno de los modelos lo explicaba, pero fuera de la irregularidad de enero, ellos prefirieron al APT que al CAPM.

¹⁶ Gultekin, Mustafa N. and Gultekin, N. Bulent, "Stock Return Anomalies and the Tests of APT," *Journal of Finance* 42, No. 5 (December 1987), pp. 1213-1224

CONTRATOS DE FUTUROS

CONTRATOS DE FUTUROS

En este capítulo se estudiarán los contratos de futuros, los cuales son de los productos derivados más aceptados y utilizados en los últimos años en los mercados financieros. Cabe mencionar que un producto derivado es un instrumento cuyo valor depende de los valores de otras variables subyacentes más básicas. Otros valores derivados son por ejemplo los forwards¹ y las opciones.

Particularmente se verán los mercados de futuros en Estados Unidos ya que es un mercado muy activo. En este capítulo se describen los mercados de futuros, su funcionamiento, sus participantes. También se describe el papel de los mercados de futuros y en particular los futuros de divisas. En específico se menciona a los futuros del peso ya que son precisamente los instrumentos de interés en esta tesis.

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS

Un contrato de futuro es muy similar a un contrato forward, por lo que se hará referencia constantemente a este tipo de contratos en este capítulo. Para empezar diremos que un contrato forward es un convenio al que se llega en algún momento y que requiere la entrega de alguna mercancía en una fecha posterior especificada, a un precio establecido al momento de elaborar el contrato. Los contratos de futuros son, como ya se dijo, similares a los forwards, éstos son

¹ Al español se traduce como contratos adelantados; pero en esta tesis nos referiremos a estos como generalmente se les conoce, forwards.

acuerdos entre dos partes para comprar o vender un activo en un cierto tiempo en el futuro a un cierto precio, pero éstos se negocian en Bolsa,

Otra característica importante de los contratos de futuros es que están completamente estandarizados. Los contratos sobre mercancías e instrumentos financieros son uniformes y no negociables en lo referente al tamaño del contrato, la calidad del bien subyacente, la divisa en la que se cotiza, la fluctuación mínima del precio, el plazo de vencimiento y el lugar de entrega. Por lo que, una vez elegido un contrato, la única variable negociable es su precio.

Además de estos detalles, frecuentemente se especifican ciertas restricciones para asegurar orden en los mercados, tales como el margen y límites, de los cuales se hablará más ampliamente en la sección 5.7.

5.2 MERCADOS DE FUTUROS.

Cuando se dan las cotizaciones de los futuros en los periódicos financieros (como el Wall Street Journal, entre otros), éstas se clasifican por productos en cuatro grupos principales:

1. Productos agrícolas y metalúrgicos.
2. Futuros de tasas de interés.
3. Futuros de divisas.
4. Futuros de índice de acciones.

Los futuros del grupo 1, productos agrícolas y metalúrgicos, fueron los primeros en negociarse y esto se refleja en el hecho de que la mayoría de los contratos de futuros siguen siendo de este grupo. En éste se incluyen cereales, carnes, metales, energía y alimentos y fibras. Los principales bienes que se especifican en los contratos dentro de estas clasificaciones son los que se muestran en la tabla 5-1.

FUTUROS DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS Y METALÚRGICOS

Agrícolas	Ganado y carnes	Metales	Energía	Alimentos y fibras
Trigo	Ganado de	Cobre	Petróleo WTI	Cacao
Maíz	engorda	Aluminio	Petróleo Brent	Café
Soya	Ganado vacuo	Plomo	Gasóleo	Zumo de naranja
Avena	Cerdos vivos	Estaño	Gas natural	Algodón
Cebada	Panza de cerdo	Zinc	Gasolina	sin Azúcar
Arroz	Pollo	Níquel	plomo	
Sorgo		Oro	Propano	
Linaza		Plata	Madera	
Canela		Platino		
		Paladio		

Tabla 5-1

A los tres grupos restantes de futuros (tasas de interés, índice de acciones y divisas) se les conoce como futuros financieros. En la Tabla 5-2 se muestran los principales componentes de cada uno de estos grupos (en los Estados Unidos):

FUTUROS FINANCIEROS

Tasas de Interés	Indices de acciones	Divisas
Treasury Bills	S&P 500 Index	British Pound
Bank certificates of deposit	S&P 100 Index	Canadian Dollar
Euro dollars	NYSE Composite Index	Japanese Yen
30-day interest rates	Value Line Index	
GNMA's	NASDAQ 100 Index	Swiss Franc
Treasury notes	S&P OTC 250 Index	West German Mark
Treasury bonds	Russel Stock Indices	French Franc
Corporate bonds		
Municipal bonds	Institutional Stock Index	Mexican Peso
CPI-W Index	CBOE 250 Stock Index	Australian Dollar
		ECUs
CRB (Comodity) Index		
		U.S. Dollar Index

Fuente: Elton, Edwin J. and Gruber, Martin J., "Modern Portfolio Theory and Investment Anallsys", 1995.

Tabla 5-2

5.3 GANANCIAS Y PERDIDAS EN LOS CONTRATOS DE FUTUROS

En cuanto a ganancias y pérdidas se refiere, existe una gran diferencia entre los contratos de futuros y otros contratos. Dada esta diferencia, se revisará detenidamente este tema.

Se le llama posición larga a la compra de un contrato de futuros, donde el comprador es la institución (o un individuo) que está de acuerdo en negociar el instrumento financiero pactado en un cierto tiempo. Y posición corta a la venta de contratos de futuros, siendo el vendedor la institución (o un individuo) que acepta entregar el instrumento en un tiempo determinado.

En los futuros como en los forwards la ganancia del comprador es igual a la pérdida del vendedor y viceversa, entonces la ganancia (o pérdida) del comprador mas la pérdida (o ganancia) del vendedor suman cero, por lo que se dice que son mercados suma cero.

En los futuros se hace una revaluación en forma diaria (market to the market on daily basis). Esto es, al cierre de cada día negociado, la ganancia o pérdida resultante del cambio en el precio de determinado contrato de futuros, es inmediatamente acreditado o debitado de la cuenta individual del vendedor o comprador, según sea el caso.

Para ver esto más claramente se ejemplificará una operación con un contrato de futuros de dólares canadienses con vencimiento en septiembre. Los dólares canadienses se negocian por montos de USD\$100,000. Supóngase que se adquiere un contrato diez días antes de su vencimiento y que el contrato de septiembre del dólar canadiense tiene un precio de .7281 USD\$/CAD. (esto es USD por CAD.), entonces las ganancias y pérdidas pagadas o descontadas por contrato (en USD) día a día según la variación del precio serán las que se muestran en la Tabla 5-3:

Día	Precio en efectivo	Flujos de capital del comprador.	Flujos de capital del vendedor.
0	7,2810		
1	7,2820	+ 10	- 10
2	7,2830	+ 10	- 10
3	7,2800	- 30	+ 30
4	7,2780	- 20	+ 20
5	7,2800	+ 20	- 20
6	7,2780	- 20	+ 20
7	7,2840	+ 60	- 60
8	7,2830	- 10	+ 10
9	<u>7,2840</u>	<u>+ 10</u>	<u>- 10</u>
Flujo efectivo de total		+ 30	- 30

Tabla 5-3

Obsérvese que en el día 1 como el precio del contrato de futuro de dólares canadienses es de USD\$72,820, la persona que compró el contrato de futuros ha ganado USD\$10 y la que lo vendió adeudará USD\$10 en ese día. En el día 2, los futuros están a USD\$72,830, entonces la ganancia vuelve a ser de USD\$10 para la persona que lo compró y para la que lo vendió la pérdida de USD\$10, pero en el día 3, como los contratos están a USD\$72,800, el vendedor ha ganado USD\$30 y el comprador ha perdido la misma cantidad y así sucesivamente. Cada día el vendedor y el comprador tienen una serie de flujos de capital, siendo siempre las pérdidas del vendedor iguales a las ganancias del comprador y viceversa

5.4 LECTURA DE LAS COTIZACIONES DE FUTUROS.

Esta sección está planeada para explicar la lectura de las cotizaciones de los futuros. Con ayuda de la tabla 5-4, explicaremos este tema. Aquí se muestran las cotizaciones de los futuros de manera similar a la forma en que se publican en la prensa. Esta tabla muestra las cotizaciones de futuros de divisas del jueves 27 de junio de 1996:

FUTURES							
LAST	OPEN	SETTLE	CHANGE	HIGHT	LOW	VOLUME	OPEN INTEREST
CURRENCY							
MEXICAN PESO (CMER)							
500000 pesos, \$ per peso							
Sep 96	124450	124300	124550	100	124600	124200	1720 10386
Dec 96	116850	116900	117050	200	117100	116800	537 3248
Mar 97	110000	110000	110350	350	110200	110000	15 1298
Jun 97	103500	103700	103850	350	103850	103700	15
BRITISH POUND (CMER)							

Tabla 5-4

El nombre de cada bien subyacente aparece con letras mayúsculas sobre una franja gris (por ejemplo, MEXICAN PESO, BRITISH POUND, etc.), seguido entre paréntesis la abreviatura de la bolsa donde se comercia el contrato de futuros en cuestión (por ejemplo, CMER que representa el Chicago Mercantile Exchange). Abajo se indica el monto estandarizado de cada contrato y la manera en que se cotizan (por ejemplo, 500,000 pesos, USD\$ per peso), es decir cada contrato de futuros vale 500,000 pesos.

Debajo de cada contrato se especifican las cotizaciones de los contratos a los diferentes plazos que se negocian activamente. Los contratos vencen en marzo, junio, septiembre y diciembre.

En forma horizontal se dan para cada divisa las siguientes clasificaciones: Last, Open, Settle, Change, High, Low, Volume y Open Interest. Para estos rubros su interpretación es como sigue:

Last. Precio de cierre del día hábil anterior

Open. Precio de apertura del futuro.

Settle. Precio de cierre del contrato.

Change. Diferencia de precios entre el cierre (settle) y el precio del cierre del día hábil anterior (Last).

High. Nivel máximo alcanzado por determinado contrato durante la sesión.

Low. Nivel mínimo alcanzado por determinado contrato durante la sesión.

Volume Volumen de ventas sobre el contrato.

Open Interest. Se traduce como interés abierto; esta cifra indica el número de contratos sujetos a entrega.

Tenemos como ejemplo el contrato de futuros del peso mexicano a septiembre de 1996. El 26 de junio de 1996 cerró en .12445 dólares por peso, el 27 del mismo mes abrió en .1243 dólares por peso, cerró en .12455 dólares por peso, por lo que la diferencia del día anterior al 27 fue de 100 puntos (.0001 dólares por peso), alcanzó su nivel máximo en .1246 y su mínimo en .1242 dólares por peso. En ese día se vendieron 1720 contratos para septiembre del 96 y el número de contratos sujetos a entrega en esa fecha es de 10386.

5.5 BASE

Algunas veces los distintos tipos de cambio para meses futuros son menores que el precio al contado o son mayores. Esto da lugar a un concepto importante en los futuros, la base, que es la diferencia entre el precio del contrato de futuros y el precio al contado. Esta es positiva cuando la aprobación del mercado apunta hacia precios al contado más altos en el futuro, y negativa cuando la aprobación es de precios al contado menores. Pero conforme se aproxima la fecha de entrega, la base se reduce a cero (o a alguna constante que refleje los costos de transacción). Es decir, los precios de los futuros y el tipo de cambio spot o al contado, convergen a medida que se acerca la fecha de entrega, ya sea que los precios iniciales de futuros son más elevados que los precios al contado (el mercado está en contango) o que los precios iniciales de los futuros son menores que los precios al contado (el mercado está en backwardation²), como se muestra en la figura 5-1.

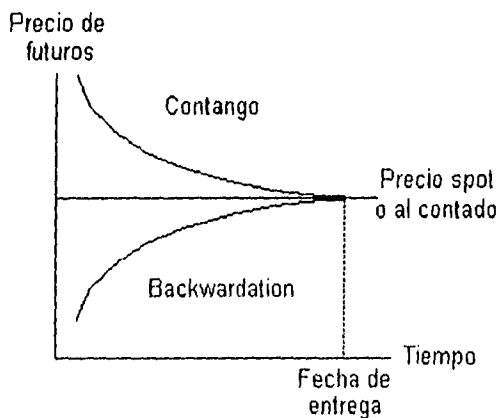


Tabla 5-5

² Contango y backwardation no tienen traducción al español, por lo que se utilizan estas mismas palabras en la jerga de futuros en México.

CONTRATO DE MARZO DEL 96 DE FUTUROS DEL PESO Y PRECIO SPOT

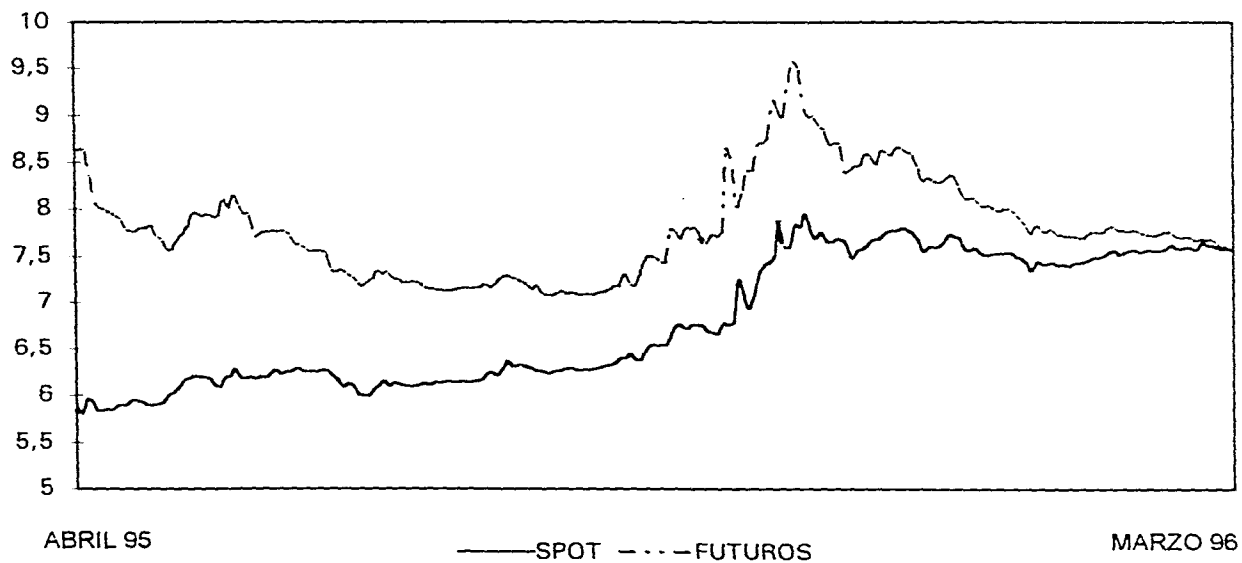


Figura 5-2

Para que esta convergencia suceda, los arbitristas son imprescindibles, pues al comprar barato y vender caro, los precios se alinean y la base se vuelve cero. Además, cualquier discrepancia de precios se arbitra por la intervención de miles de administradores de riesgos que revisan los precios para determinar si es conveniente hacer o tomar la entrega según sea el caso, o liquidar su posición con negociaciones inversas; y también por el gran número de especuladores, siempre a la espera de oportunidades de ganancia.

Para ver un ejemplo de esto consideremos el contrato de marzo de 1996 y el precio spot (figura 5-2). En este caso la base es positiva y el mercado esta en contango, además se observa como al acercarse la fecha de vencimiento, el precio de los futuros converge al precio spot, hecho que siempre sucede.

5.6 CÁMARA DE COMPENSACIÓN (CLEARING HAUSE).

Para entender qué es y para qué sirve la cámara de compensación, imaginémos por un momento la posición de la persona que quiere negociar un contrato de futuro. Esta debe acudir a un corredor y este a su vez, negociará por conducto de un miembro de la bolsa. Por lo que, normalmente, las dos partes que realizan la operación ni siquiera se conocen, lo que daría lugar a cierta desconfianza y duda sobre el cumplimiento de los negociantes.

Para resolver esta incertidumbre sobre el cumplimiento de las condiciones del contrato, cada bolsa de futuros cuenta con una cámara de compensación. Esta cámara es una entidad legalmente independiente cuyas acciones son propiedad de empresas afiliadas que efectúan la compensación de las operaciones aunque, en algunos casos, la cámara de compensación es parte de la misma bolsa. En esencia, la cámara de compensación garantiza el cumplimiento de ambas partes en el contrato. Al realizarse el contrato entre las dos partes, ésta actúa como el comprador legal del vendedor y como el vendedor legal del comprador. En ese momento las obligaciones del comprador y vendedor originales, son con la cámara de compensación y ya no hay obligaciones entre ellos. De tal manera que los negociadores sólo necesitan confiar en la cámara de compensación,

en lugar de confiar entre ellos, disminuyendo así la incertidumbre. Para que la cámara pueda desempeñar este importante papel, necesita del uso de los márgenes, los cuales se verán con mayor detalle en la sección 5.7.

Después de que se completan todas las operaciones, la cámara no tiene compromiso alguno con el mercado de futuros, ésta queda sin fondos y sin bienes, pues sólo interviene para garantizar el cumplimiento de las dos partes.

Resumiendo, la cámara de compensación es la entidad legalmente establecida para mediar entre el comprador y el vendedor con el fin de asegurar el cumplimiento del contrato, y esto lo logra gracias a los márgenes.

5.7 ALGUNOS ATRIBUTOS DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS

En esta sección se discutirán tres aspectos de los futuros muy importantes para su funcionamiento. Esos son margen, límites y entrega.

A. Margen.

Como ya se dijo antes, para que la cámara de compensación pueda cumplir con sus obligaciones como mediadora entre las dos partes, ésta necesita de los márgenes, que son depósitos de fondos que los negociantes hacen con sus corredores. El primer depósito se conoce como margen inicial o depósito de buena fe y debe de realizarse en efectivo o en valores a corto plazo.

El margen inicial debe depositarse en la cámara de compensación un día después de abrir una posición. Cada bolsa determina el margen inicial de cada contrato, variando el tamaño de este depósito de futuro en futuro. Estos márgenes son pequeños en comparación con el valor de los bienes que se negocian, ya que aproximadamente son del 5 al 10 % de su valor, pero pueden ser mayores si el precio tiene antecedentes de gran volatilidad. De cualquier manera, el margen depositado gana una tasa de interés competitiva con el mercado.

Sin embargo cada día hábil la cámara de compensación revaloriza todas las posiciones de acuerdo con los precios de cierre. Es decir, calcula las pérdidas y ganancias netas de todos los participantes en el mercado y las carga o acredita, según sea el caso, con pagos hechos al siguiente día hábil. En caso de que los cargos o los abonos excedan una cantidad preestablecida como margen inicial, la bolsa paga o exige un margen de variación, correspondiente al margen adicional que se deposita antes de la apertura del mercado el siguiente día hábil.

El corredor conserva el depósito del margen y si el inversionista no liquida su deuda cuando es requerido, el corredor puede liquidar la posición tomando su depósito de margen para cubrir las pérdidas, siendo así mínimo el riesgo de pérdida de la bolsa por incumplimiento de alguna de las partes.

B. Límites.

La mayoría de los futuros financieros tienen limitado el tamaño de la posición que cada inversionista puede tomar y la variabilidad del precio que está permitida durante cualquier día. Estos límites son normas preventivas para que la liquidación masiva de los contratos no afecten los precios del subyacente y del futuro.

C. Entrega.

Cada contrato de futuro tiene sus propias reglas para recibir y realizar la entrega. En estas reglas se especifican el tiempo, así como el lugar de entrega y la manera en que cambiarán de manos los fondos que cubren los bienes.

Para asegurarse de que se cumplirá con estas reglas, la cámara de compensación al acercarse la fecha de entrega, supervisa los arreglos para llevarla a cabo. Primero, la cámara reúne al comprador y al vendedor presentando a las dos partes. Después, el comprador y el vendedor intercambian información pertinente con relación al proceso de entrega, información que harán del conocimiento de la cámara de compensación. El vendedor tiene que dar los datos de la cuenta de banco a la cual se deben transferir los fondos. Una vez que se han traspasado los fondos a la cuenta del vendedor, éste entregará la

propiedad de los bienes al comprador. En caso de haber algún conflicto, la cámara de compensación interviene para hacer cumplir las reglas de la bolsa, de lo contrario únicamente supervisa.

La mayoría de los negociantes de futuros no llevan a cabo la entrega, pero cumplen con sus obligaciones realizando una negociación inversa. Cabe mencionar que la negociación inversa se puede realizar en cualquier momento antes de la fecha de entrega, además esta negociación tiene que ser exactamente el mismo contrato de futuros que se negoció originalmente. La mayoría de los negociantes al acercarse la fecha de entrega, ejecutan negociaciones inversas para eliminar sus compromisos en el mercado de futuros, de hecho, se calcula que únicamente el 3% de los contratos cumple con la entrega.

5.8 PARTICIPANTES EN LOS MERCADOS DE FUTUROS

A grandes rasgos, los participantes en los mercados de futuros corresponden a tres categorías: administradores de riesgos, especuladores, e intermediarios. A continuación se explicará brevemente quienes son estos participantes y sus motivaciones.

A. Administradores de riesgos.

En los mercados de futuros financieros, los administradores de riesgos son instituciones que compran y venden futuros para compensar su exposición neta a los riesgos cambiarios. Estos participantes son la razón de ser de los mercados de futuros.

B. Especuladores.

Son todos aquellos participantes del mercado, tanto los que operan en el piso de remates como los que operan fuera de éste, comprando o vendiendo futuros precisamente para asumir riesgos a cambio de posibles ganancias. Su participación es de gran importancia para el buen funcionamiento de los mercados de futuros ya que lo dotan de liquidez y aumentan la eficiencia de los mercados.

Los arbitristas son generalmente también especuladores. Recuérdese que el arbitraje es la compra y venta simultánea del mismo bien con el

propósito de obtener una ganancia libre de riesgos. Frecuentemente se realizan arbitrajes entre mercados al contado y en mercados de futuros, así como entre contratos idénticos pero en distintas bolsas. Estas oportunidades desaparecen rápidamente pues, los arbitristas, al vender donde el precio es elevado, disminuyen los precios rápidamente y, al comprar donde está barato, provocan el aumento de precios. Es por esto que la mayoría de los arbitristas operan directamente en el piso de remates.

C. Intermediarios

Los intermediarios en los mercados de futuros se pueden clasificar en dos categorías básicas: intermediarios de futuros y corredores de piso.

Los intermediarios de futuros se conocen también como corredores. Normalmente son divisiones especializadas de empresas que prestan servicios financieros internacionales, subsidiarias de bancos comerciales y/o de inversión, o subsidiarios de empresas especializadas en los mercados al contado e incluso, de individuos independientes. A cambio del pago de una comisión, éstos fungen como intermediarios entre clientes fuera del piso y corredores en el piso de remates. Todos los corredores son socios de la bolsa, en caso contrario, están obligados a colocar sus órdenes de compra y venta por medio de un socio.

Los corredores de piso, que compran y venden en el piso de remates de futuros en nombre de clientes fuera de piso, se agrupan en dos categorías: los empleados de un intermediario de futuros y aquellos que operan de manera independiente. Todos los corredores de piso deben ser socios de la bolsa y, en caso de no pertenecer también a la cámara de compensación deben estar asociados con un socio de la cámara.

5.9 LIQUIDEZ DE LOS FUTUROS

Una de las características más atractivas del mercado de futuros es la liquidez. Es posible iniciar una posición con extrema rapidez y ajustar o salirse de ésta con igual velocidad. Esto resulta muy atractivo tanto para los especuladores como para los administradores de riesgos,

pues pueden iniciar y ajustar sus posiciones con rapidez sin que con esto provoquen movimientos importantes de precios.

Varios son los elementos que hacen posible esta bursatilidad. Primero, debido a que la única variable sujeta a negociación es el precio del contrato, efectuar transacciones con estos contratos es sencillo. Los corredores y operadores de piso acuden al piso de remates del instrumento financiero o mercancía que les corresponde y permanecen de pie en la sección donde se operan los contratos al plazo en el que quieren participar. Desde ahí, gritan y hacen ademanes especiales, los cuales son señales que indican si quieren vender o comprar, el número de contratos y el precio que ofrecen o que están dispuestos a recibir.

El hecho de que el vínculo entre comprador y vendedor se rompa con la cámara de compensación es crucial para la bursatilidad de los contratos de futuros. Los compradores y vendedores pueden entrar en el mercado sin preocuparse acerca del riesgo crediticio de la contraparte, ya que, sin importar quién se encuentre en el piso de remates, su contraparte legal será siempre la cámara de compensación. Esto permite que los participantes del mercado cancelen la venta con una compra o con una operación a la inversa, y que aumenten o disminuyan ésta sin necesidad de buscar y transar con su contraparte original.

Los especuladores, como ya se mencionó anteriormente, al comprar y vender futuros constantemente, también colaboran para que el mercado tenga liquidez.

Finalmente otro elemento importante para la bursatilidad de los futuros ha sido indudablemente la tecnología. Los adelantos tecnológicos que van desde el teléfono hasta los satélites (sin olvidar a las computadoras, entre otros), han permitido que la participación de los compradores y vendedores en el mercado de futuros sea mucho mayor y, por lo tanto, se puede decir que los precios se determinan de manera más competitiva y eficiente.

Todos estos agentes han ayudado indudablemente a que el mercado de futuros tenga liquidez haciéndolo muy atractivo, pues los participantes tienen la confianza de que pueden cambiar fácilmente su

posición en el mercado, sin que los precios de éstos se vean afectados por su operación.

5.10 FUNCIONES DE LOS MERCADOS DE FUTUROS

Hoy en día los mercados de futuros tienen gran actividad, en parte por el reconocimiento de las funciones tan importantes que traen con su uso. Son tres las principales funciones de los mercados de futuros. La primera es ayudar en el traspaso del riesgo, la segunda es evaluar el precio a futuro y la tercera es fomentar la estabilidad de los precios

A. Traspaso del riesgo.

Como se vio en capítulos anteriores, la función de correr el riesgo es muy importante en los mercados de capital, y el correr riesgos también es fuente de grandes recompensas. Sin embargo, ciertos inversionistas, los administradores de riesgos, quieren reducir o eliminar el riesgo de movimientos adversos en los precios, ya sea por alzas o bajas. Al usar contratos de futuros, los administradores de riesgos, que temen una caída de precios, pueden intercambiar con gran libertad este riesgo con aquellos que temen un alza. En realidad, aunque únicamente un 50% de los participantes en el mercado de futuros son administradores de riesgos, no se puede negar que la finalidad principal de este mercado son ellos.

La protección es simplemente una operación creada para compensar algún riesgo existente o anticipado. Una vez que la persona ha entrado a esta posición protegida se termina la incertidumbre sobre cuánto pagará por el activo. El precio de éste se fija mediante el contrato de futuros, eliminando así el riesgo.

B. Evaluación del precio a futuro.

La evaluación del precio a futuro se refiere a la información que se desprende del mercado de futuros sobre los precios que tendrán las mercancías. Muchos participantes en el mercado de futuros han descubierto los beneficios de reunir información amplia y actualizada sobre los mercados en los que intervienen. Al interactuar en el piso de remates de la bolsa y determinar los precios de los contratos de los

futuros, los participantes están estableciendo un consenso de mercado acerca de los precios al contado esperados para fechas futuras. Los contratos de futuros son los mejores pronósticos disponibles que, aunque muestran errores frecuentes y con amplios márgenes, no es posible superarlos de manera sistemática. Estos precios generalmente reúnen toda la información disponible y por lo tanto, para superarlos se necesitaría información a la cual el mercado no tiene acceso, o bien una capacidad de predicción extraordinaria. Parte de esta información disponible son las tasas de interés vigentes en el mercado. Este punto se tratará en la sección 5.11.1.

Ciertamente los precios de futuros cambian con frecuencia, pero estas alteraciones son respuestas a nueva información. Algunos consideran esta función como la función más importante que realiza el mercado.

C. Fomentar la estabilidad de los precios.

Este beneficio es muy importante, sobre todo con los bienes o instrumentos cuyos precios son muy volátiles pues, de lo contrario, no se contaría con la participación de los administradores de riesgos, cuya finalidad es protegerse contra movimientos adversos de esos precios.

Se ha observado que los especuladores, contrariamente a lo que la mayoría piensa, disminuyen la volatilidad de los precios al dotar de liquidez a los mercados. Los especuladores vigilan constantemente el mercado, vendiendo futuros cuando consideran que el precio es demasiado alto y comprado cuando creen que el precio es demasiado bajo. Por lo que, los especuladores estabilizan los precios, pues tienden a vender cuando éstos están demasiado altos y los aumentan al comprar cuando éstos son demasiado reducidos. Si aciertan y los precios no están alineados logran obtener ganancias ya que el precio de los futuros y el precio "spot"³ convergen a la fecha de vencimiento. Por lo tanto, los especuladores contribuyen a alinear los precios y a reducir la volatilidad.

³ Los precios spot son al contado, sin embargo, en la práctica, las operaciones al contado no significan entrega inmediata, sino al cabo de dos días hábiles.

5.11 FUTUROS DE DIVISAS

El mercado de futuros de divisas es muy reciente en comparación con otros mercados de futuros, sus operaciones en el International Monetary Market (IMM) datan de 1972. Los futuros de divisas principalmente se crearon para permitir la cobertura del tipo de cambio; al igual que otros contratos de futuros estos también permiten la especulación.

Muchas veces los forwards satisfacen mejor los requerimientos de cobertura contra el riesgo cambiario de empresas que los contratos a futuro. Esto se debe a que, como ya se dijo, los futuros están completamente estandarizados (la única variable que se negocia en una transacción es el precio), por lo que las necesidades de cobertura de las empresas rara vez corresponden exactamente a las cantidades y fechas de entrega de los contratos de futuros, mientras que los contratos de forwards se pueden adaptar a estas exigencias. La ventaja es la liquidez que ofrecen los futuros de divisas, pues resulta muy atractiva para las exigencias de cobertura.

Cabe mencionar que la actividad de negociaciones de futuros de divisas ha estado dividida de modo muy parejo entre las cuatro monedas principales (Marco alemán, Franco suizo, Libra esterlina, Yen japonés).

5.11.1 PARIDAD DE TASAS DE INTERÉS

Para valuar los contratos de futuros de divisas intervienen principalmente dos instrumentos, estos son, las tasas de interés domésticas y las tasas de interés extranjeras de renta fija. Las tasas utilizadas para estos cálculos son aquellas provenientes de emisiones de deuda gubernamentales a plazo fijo, mismas que se consideran libres de riesgo.

Cabe mencionar que para el caso de los futuros del peso mexicano, lo referente a doméstico será de Estados Unidos, ya que el mercado de futuros está en Estados Unidos y lo referente a extranjero será de México.

Lo que se busca para determinar el precio de los futuros de divisas, es garantizar lo siguiente: si se convierten los dólares a la moneda extranjera, por ejemplo pesos, se invierte ese dinero a la tasa extranjera, entonces esto será lo mismo que si se invierte la misma cantidad de dólares a la tasa doméstica y se convierten a la moneda extranjera el futuro tipo de cambio. Esto es para evitar oportunidades de arbitraje.

Sean:

- D_s = Número inicial de dólares que se pueden comprar con un peso.
- D_f = Número de dólares que se podrán comprar con un peso en determinada fecha a futuro (precio del futuro).
- R^M = Tasa de interés extranjera (México).
- R^D = Tasa de interés doméstica (Estados Unidos).

Al invertir un peso a la tasa extranjera (R^M) se tiene un monto de $(1+R^M)$ pesos. En cambio si se invierte esa misma cantidad en dólares (D_s) a la tasa doméstica (R^D), se tienen $D_s (1+R^D)$ dólares. Para ver la equivalencia de este monto en pesos debemos dividir entre D_f , que es la futura tasa de cambio. Entonces por lo antes dicho, lo que se quiere es que estos montos sean iguales, es decir:

$$D_s \frac{(1 + R^D)}{D_f} = (1 + R^M)$$

por lo que el precio del contrato del futuro debe ser igual a:

$$D_f = \left[\frac{(1 + R^D)}{(1 + R^M)} \right] D_s$$

Hay que notar que hemos hecho a un lado el tiempo que falta para el vencimiento del contrato, en la siguiente fórmula se considera:

$$D_f = \left[\frac{(1 + R^D \frac{t}{v})}{(1 + R^M \frac{t}{v})} \right] D_s \quad \text{Ec. 5-1}$$

En donde v es el número de días al que se capitaliza la tasa, por ejemplo si es trimestral, v es igual a 90, y t es el número de días que faltan para el vencimiento del contrato.

A esta ecuación se le conoce como la paridad de tasas de interés (Interest rate parity), la cual indica el precio teórico del precio del futuro.

Cabe mencionar que en este caso se tomó como ejemplo el peso mexicano con la finalidad de explicar esta igualdad, pero será equivalente para cualquier otra moneda.

5.11.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MOVIMIENTO DE LOS TIPOS DE CAMBIO

Esta sección es muy interesante pues trata sobre una pregunta que muchos nos hemos hecho, cómo o qué es lo que determina el precio de las monedas. A grosso modo, el precio de las monedas se determina de la misma manera que el precio de cualquier otro bien, por la ley de la oferta y la demanda. Si la gente de Estados Unidos comienza a solicitar más productos hechos en Canadá, la demanda de dólares canadienses sube y de esta manera los estadounidenses tendrán que pagar más, para estimular así la venta de dólares canadienses. A continuación se verán a detalle cinco factores que influyen en los cambios en las tasas de cambio.

A. Negociaciones internacionales y balanzas de capital.

El indicador más importante que impide el cambio del tipo de cambio es la balanza de bienes y servicios. Este refleja el valor relativo de importaciones y exportaciones. Si las exportaciones son mayores que las importaciones, hay un superávit comercial, es una señal de fuerza en la moneda, de lo contrario refleja debilidad.

Un segundo indicador importante es la reserva monetaria oficial de un país, éstas reservas indican la habilidad del país para enfrentar sus obligaciones internacionales, por ejemplo, su habilidad para pagar deudas, financiar importaciones, etc. Las reservas oficiales deben subir cuando se tiene un superávit comercial, y pueden, pero no necesariamente, caer cuando hay déficit comercial.

Un tercer indicador macroeconómico importante son las balanzas de capital de un país, incluyendo la inversión directa extranjera y los fondos especulativos a corto plazo que fluyen en y para un país. Estos movimientos de capital son muy sensibles a las tasas de interés de corto plazo. Por ejemplo, si la tasa de interés en Canadá aumenta un 1% sobre las tasas de los Estados Unidos, la gente enviará su dinero a Canadá. Para ello, deberán vender dólares americanos y comprar dólares canadienses.

B. Factores económicos domésticos.

Entre los factores a considerar para evaluar la salud doméstica de un país se tienen:

1. La tasa real (después de ajustarla por la inflación) de crecimiento en el producto interno bruto.
2. La tasa de crecimiento en la oferta de dinero y los niveles de tasas de interés.
3. La tasa de inflación relativa al índice de capacidad industrial utilizada. Diferentes tasas de inflación en distintos países es otro factor importante afectando el precio de una moneda en particular.

El nivel del precio interno en un país afecta en las exportaciones. Esto es, si un país puede producir productos similares que otro pero con un precio más bajo, esto reducirá las exportaciones en el país dónde se

produzca a un precio mayor, lo que afecta, como ya se mencionó, al tipo de cambio.

C. Influencias políticas y gubernamentales.

También actividades políticas y gubernamentales afectan los tipos de cambio ya sea ayudando u obstruyendo las negociaciones internacionales de un país y por lo tanto su balanza de negociaciones. Para analizar esto, es importante estudiar cuidadosamente aspectos como impuestos por importación, tasas de interés negativa, y otros.

La estabilidad política interna de un país también se refleja en los tipos de cambio. Cambios en las políticas económicas, devaluaciones, cambio de partido político en el poder, son algunas de las actividades políticas que influyen.

D. Expectativas.

Las expectativas sobre cambios en el nivel del precio y el tiempo de esos cambios puede tener un gran impacto en el mercado. Por ejemplo mucha gente especulaba que el peso Mexicano se iba a devaluar a finales de 1976 porque un cambio en la administración política aprovecharía el momento para hacerlo. El mercado anticipó el evento, sin embargo no la magnitud exacta, pues era lejana la evidencia. El peso se devaluó aproximadamente un 40% el primero de septiembre de 1976.

E. Expectativas en las tasas de interés y diferencias en los tipos de cambio en otros países.

El dinero se mueve instantáneamente de una parte del mundo a otra, continuamente buscando la tasa de interés disponible más alta. Entonces, si las tasas cambian de un país a otro, el capital fluye del país con tasas menores al país con mayores tasas de interés. Para entender esta clase de operaciones se requerirá el concepto de arbitraje con tasas de interés.

El arbitraje con tasas de interés se refiere a la compra y venta de un "spot" y futuros de monedas para obtener un beneficio de las diferencias en las tasas de interés entre dos países. Hay una relación

muy fuerte entre los movimientos de los tipos de cambio y los cambios en las tasas de interés en diferentes países. Las fuerzas del mercado asegurarán este resultado porque si los tipos de cambio no reflejan exactamente los diferenciales de las tasas de interés (mas costo de transacción), los arbitristas pueden hacer dinero prestando en el país con la tasa de interés alta, transfiriéndolo al país con baja tasa de interés, y protegiéndolo con una transacción en el cambio de mercado de futuros de monedas. Si suficiente dinero se mueve de un país a otro, el precio spot de los dos países cambiará relativo al precio del futuro hasta que refleje el diferencial en las tasas de interés. En este punto, las oportunidades de ganancia de los arbitristas al transferir fondos de un país a otro desaparece y se tendrá la relación entre los tipos de cambio entre los dos países conocida como la "paridad de tasas de interés" (ecuación 5-1).

5.12 FUTUROS DEL PESO

Anteriormente, los contratos de futuros del peso se comerciaban en la International Monetary Market división del Chicago Mercantile Exchange. Sin embargo, sus operaciones se suspendieron en 1985, cuando las autoridades mexicanas impusieron restricciones sobre las liquidaciones de pesos en el extranjero. Poco después, en 1987, el Banco de México (BdeM) inauguró el Mercado de Coberturas Cambiarias a corto plazo, con el objeto de ofrecer protección contra los movimiento adversos del tipo de cambio peso-dólar.

En 1994 debido a al fuerte necesidad que tenían los agentes económicos para cubrirse contra las fluctuaciones del tipo de cambio peso-dólar, se pensó en el mercado de futuros y el 25 de abril de 1995 empezaron a operar los futuros del peso en Chicago, iniciando sus operaciones con el dólar como producto subyacente. Desde entonces a la fecha el volumen en las ventas de estos contratos a aumentado (figura 5-3).

El Banco de México (BdeM)⁴ autorizó que las operaciones relacionadas con contratos de futuros sobre pesos mexicanos se realizaran en el Chicago Mercantile Exchange (CME). Además, define como únicos

⁴ Circular del Banco de México No. 21/95.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

VOLUMEN DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS DEL PESO

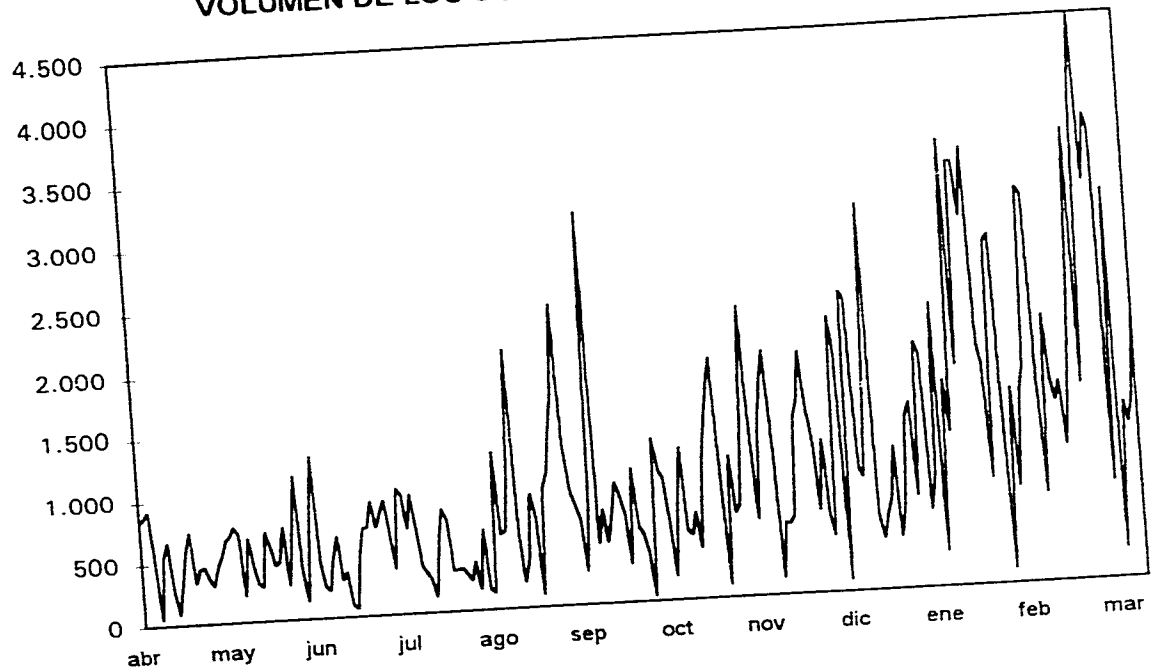


Figura 5-3

intermediarios a las instituciones que el mismo B. de M. autorizó, estos fueron: Banca Miffel, Banamex, Banco Mercantil del Norte y Banco Inbursa.

En ese mismo año empezó a considerar la posibilidad de que la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) también cotizara los futuros del peso-dólar⁵. Las características de estos mercados (el CME y la BMV) son:

En Chicago las ganancias y pérdidas están denominadas en dólares. El mercado opera mediante el sistema de "Viva Voz", en el cual los participantes tienen acceso al mejor precio disponible en el piso de remates. Así mismo, el horario de operación del CME es de 7:20 a.m. hasta las 2:00 p.m., hora local.

Las características de operación de los contratos sobre Pesos Mexicanos establecidos por el CME son:

- Símbolo de pizarrón: MP
- Unidad negociable: 500,000.00 pesos
- Cotización: USD\$ x \$
- Fluctuación mínima de precios: USD\$0.000.00
- Meses de contrato: marzo, junio, septiembre y diciembre
- Margen inicial por contrato: USD\$ 7,500 para operaciones de cobertura
USD\$10,000 para inversionistas especuladores
- Último día de negociación: Dos días hábiles inmediatamente antes del tercer miércoles del mes de vencimiento.

Límites de posición en contratos especulativos:

- Todos los meses combinados: 6,000 contratos
- Mes principal, 3 semanas antes de la terminación: 3,000 contratos
- Mes principal, una semana antes de la terminación: 750 contratos.

⁵ Alfonso de Lara Haro, "Forwards, Futuros y Opciones," Ejecutivos de Finanzas, pp. 10-14, Agosto 1995.

En el caso de la BMV, los Comités de Mercado de Dinero y Capitales de la Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles (AMIB) se encuentran trabajando en las especificaciones del contrato y los detalles del proyecto. Para empezar, las características serán:

- Unidad negociable: USD\$20,000.00
- Meses de contrato: marzo, junio, septiembre y diciembre
- Margen inicial por contrato: USD\$ 20,000

Se operará en el piso de remates mediante el procedimiento de "Viva Voz" en el principio y mediante un procedimiento electrónico los siguientes contratos con otros subyacentes.

El mercado de los futuros del peso han tenido gran aceptación tanto para los administradores de riesgos como para los especuladores. Además, este mercado ofrece una magnífica alternativa de protección contra una posible devaluación al eliminar el riesgo de la volatilidad del peso, riesgo que suele presentarse en un mercado de flotación libre.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT

Con el fin de determinar el precio de diferentes activos, se han descrito en el mundo financiero dos teorías, el CAPM y el APT. Cada una tiene sus ventajas y desventajas, concluyéndose de estas que el APT ha resultado mejor teoría que el CAPM. Así que resulta interesante probar esta teoría en algún instrumento mexicano, para lo cual se pensó en los futuros del peso.

En este capítulo se analizarán los contratos de futuros utilizando la teoría del APT, dando la pauta para que se considere esta teoría como una posibilidad para hacer proyecciones sobre las cotizaciones de los futuros del peso. Para esto se desarrollará en este capítulo una prueba empírica utilizando análisis de regresión, explicando además porqué se eligió esta metodología estadística, así como la razón por la cual se eligieron los factores tomados en cuenta para el estudio.

6.1 FACTORES

En el capítulo cuatro se mencionó que una alternativa para probar el APT es especificar a priori los factores que afectan el rendimiento de los activos. Posteriormente se habló sobre la posibilidad de que estos factores especificados fueran índices macroeconómicos (sec. 4.4.2.2). Esta posibilidad la consideraron Chen, Roll y Ross¹ utilizando como índices la inflación, la estructura temporal de las tasas de interés, la

¹ Chen, Roll, Richard, and Ross, Stephen. "Economic Forces and the Stock Market", Journal of Business, 59 (July 1986), pp. 5-19.

prima de riesgo y la producción industrial, obteniendo muy buenos resultados.

Por el tipo de problemática que aquí se plantea, se considera conveniente seguir este mismo camino, el de utilizar factores macroeconómicos (además del factor tiempo del cual se hablará posteriormente) para mostrar si los contratos de futuros del peso cumplen con el APT.

Los principales factores macroeconómicos que influyen en la determinación del precio de los futuros del peso, los cuales se tomarán en cuenta para el modelo son:

- Las tasas inflacionarias de México y de Estados Unidos y
- Las tasas de interés de emisiones gubernamentales.

Además de estas tasas, lógicamente el tipo de cambio spot influye en la determinación del precio de los futuros del peso, pero en el modelo que aquí se desea proponer no se tomará como factor, pues de considerarse éste, al hacer proyecciones, se estaría tratando de explicar el tipo de cambio que se espera en un futuro (o sea los futuros del peso, que aunque no es exactamente eso, de alguna manera lo expresa) con el tipo de cambio que se predice para el futuro (la predicción del tipo de cambio spot), que son prácticamente lo mismo. Esto se observa sobre todo al vencer el contrato, como ya se dijo en capítulos anteriores, el tipo de cambio y el precio del contrato serán siempre iguales.

A continuación se explicará a grosso modo que nos indican dichos agentes económicos, justificando así el uso de estos factores en la determinación del precio de los futuros.

6.1.1 INFLACIÓN

La tasa de inflación se refiere al aumento porcentual en un determinado tiempo del nivel general de precios, medido generalmente por un Índice de Precios al Consumidor (IPC).

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 85

En un país con sistema de flotación libre (como es el caso de México, desde diciembre de 1994) los tipos de cambio deberían reflejar sobre todo las diferencias de inflación. Elevadas tasas de inflación originadas por un incremento excesivo en la base monetaria dan lugar a un debilitamiento de la moneda hasta que se restablece un nuevo equilibrio del tipo de cambio, es decir la paridad del poder de compra².

El alza de los precios que alcanzan niveles superiores a los de los demás países, reducen la competitividad de un país, tanto interna como internacionalmente. Esta situación se reflejará, con cierto retraso, en una reducción de las exportaciones y en un aumento de las importaciones.

Como ya se ha dicho, la paridad del peso es con respecto al dólar americano, por lo que también se debe de tomar en cuenta la inflación de los Estados Unidos. Para relacionar estas dos inflaciones se tomará el cociente entre ellas, de esta manera se refleja la proporcionalidad de cambio entre las inflaciones, y así se capta la variación que hay de la inflación de un país (en este caso México) con respecto a la de otro (Estados Unidos)³, información que no se tendría si se tomara por ejemplo la diferencia.

Se mencionó con anterioridad que no se tomará en cuenta el tipo de cambio spot. Una de las razones es que en un sistema de flotación libre el tipo de cambio lo determinarán la oferta y la demanda, estas van a ser resultado de oportunidades que el sistema financiero ofrezca, mismos que se darán como resultado, entre otras, por el diferencial en tasas de interés causado por el diferencial de las tasas de inflación.

De esta manera, si se consideran las tasas de inflación, se están considerando (de alguna manera indirecta) el tipo de cambio spot en el periodo.

² Por equilibrio del tipo de cambio se entiende que en dos determinados países, los precios de las mercancías calculadas en función del tipo de cambio respectivo son idénticas.

³ En realidad se tomará el recíproco, que es similar, ya que de lo contrario por ser en algunas ocasiones la tasa de inflación de los Estados Unidos igual a cero podría haber problemas de indeterminación.

6.1.2 CERTIFICADOS DE LA TESORERÍA.

En el capítulo anterior se vio que en la valuación de los contratos de futuros de divisas intervienen dos instrumentos, que son la tasa de las obligaciones domésticas de renta fija, y la tasa de las obligaciones extranjeras de renta fija, que corresponden en México a los certificados de la tesorería (Cetes) y en Estados Unidos a los Treasury-Bills. A continuación se abundará con respecto a estos dos instrumentos:

a) Certificados de la Tesorería Mexicana (Cetes)

Los Certificados de la Tesorería o Cetes, son títulos de crédito al portador con los que el gobierno federal se obliga a pagar una suma fija de dinero en una fecha determinada. A partir de 1991 se consideran parte de los mercados de dinero internacionales ya que en ese año los extranjeros sin residencia legal en México están autorizados a comprar o vender Cetes directa o indirectamente, a través de la participación en sociedades de inversión del mercado de dinero mexicano.

La tasa de los Cetes se fija por medio de subastas. El Banco Central (Banco de México) las lleva a cabo regularmente, con vencimientos desde 28 días hasta 364 días en múltiplos de 7 días. Por lo general, emite Cetes a 28, 91, 182 y 364 días. El rendimiento de los Cetes es la tasa líder del mercado. Debido al poco riesgo que implican éstos, la tasa que ofrecen generalmente es la más baja del mercado, además, los Cetes están libres de impuestos para personas físicas.

b) Certificados de la Tesorería de Estados Unidos (Treasury-Bills)

Los Treasury-Bills o T-Bills son instrumentos de deuda del gobierno estadounidense emitidos al portador, los cuales son los más comerciados en el mercado de los Estados Unidos. Estos instrumentos son considerados libres de riesgo y las tasas de interés de los T-Bills son siempre más bajas que las de otros instrumentos del mercado estadounidense.

Los distribuidores primarios de estos títulos compran con base en subastas y posteriormente venden los títulos en los mercados secundarios.

Podría parecer repetitivo tomar las tasas de inflación y además las tasas de las obligaciones gubernamentales debido a que estas tasas incluyen los efectos inflacionarios, pero éstas últimas no solo incluyen estos efectos, incluyen también el riesgo por invertir en el país donde se maneja esa moneda. La liquidez con la que cuenta dicho país refleja el tipo de inversiones que se espera que haya en el país, si las tasas son altas las inversiones de ese país en su mayoría serán no productivas. Por otro lado en México es común que por algún rumor social haya un cambio drástico en el tipo de cambio, lo cual también se refleja en las tasas de las obligaciones, En fin, son varios los agentes que afectan de alguna u otra manera en la determinación del tipo de cambio.

Para relacionar estas dos tasa, la de los Cetes y la de los T-Bills, de igual manera como en las inflaciones, se calcula el cociente para tener la proporcionalidad de cambio entre las dos tasas.

6.1.3 TIEMPO

Es de imaginarse que las variables financieras como las económicas, (entre otras) evolucionan conforme transcurre el tiempo. A la forma del estudio encargada de este tipo de fenómenos se le conoce con el nombre de sistemas dinámicos.

Por el problema que aquí se trata, es indispensable considerar este factor, con el cual se verá la tendencia que tiene la variable que se desea explicar, en este caso los futuros del peso. A esta variable la representaremos con la letra t la cual indicará el número de meses que faltan para que venza el contrato.

6.2 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.

Una vez que se ha analizado el porque se tomarán en cuenta el tiempo y dos índices macroeconómicos, lo que falta resolver es cuál será la metodología estadística que conviene utilizar para probar nuestra hipótesis.

Anteriormente se comentó que el APT comúnmente se ha probado mediante el uso de análisis factorial, pero también se dijo que esta metodología presenta, a diferencia del análisis de regresión, dos desventajas; primero, que no se tiene el significado de los signos de los factores (b_{ij} 's), y segundo, que la escala de las b_{ij} 's y de las λ_j 's es arbitrario.

Como ya se decidió qué factores se van a utilizar y considerando que el análisis factorial tiene ciertas desventajas que el análisis de regresión no tiene, entonces una buena opción es utilizar el análisis de regresión para probar la hipótesis aquí planteada, a pesar de que las matemáticas que se utilizan en este último son más complicadas.

6.3 LOS FUTUROS DEL PESO Y EL APT

Ya se ha dicho repetidas veces que lo que se desea probar es que los futuros del peso cumplen con el APT. Pero más a detalle que es lo que significa. Lo que el APT diría en el caso particular de los futuros del peso sería que el precio de los futuros del peso se puede expresar como una relación lineal de una serie de factores, es decir, como un modelo de la siguiente forma:

$$F = E + b_1 I_1 + b_2 I_2 + \dots + b_k I_k + e$$

donde:

- F = Cotización de los futuros del peso mexicano.
- E = Cotización de los futuros del peso si todos los factores tienen un valor de cero
- I_j = El valor del j ésimo factor que afecta al precio del futuro del peso.
- b_j = Coeficiente que cuantifica la sensibilidad en el precio de los futuros del peso a los movimientos en el factor I_j .
- e = Término de error.
- k = Número de factores, en este caso $k = 3$.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 89

En otras palabras, queremos mostrar que con sólo algunos factores (en particular los que ya se mencionaron) es posible explicar el precio de los futuros del peso de manera lineal.

Podría parecer muy obvio el tomar en cuenta estos factores para su explicación, pero existen algunas interrogantes como por ejemplo si esta explicación se puede dar de manera lineal o sin considerar el tipo de cambio spot.

Por otra parte se recordará que el principal supuesto del APT es que no hay oportunidades de arbitraje, es decir, no es posible comprar y vender simultáneamente el mismo bien obteniendo alguna ganancia libre de riesgos. En el caso de los futuros, como se vio en el capítulo anterior, teóricamente el precio de estos contratos está dado por la paridad de tasas de interés, la cual no permite oportunidades de arbitraje, y en caso de haberlas, éstas desaparecerían rápidamente por la liquidez que se tiene en el mercado de futuros, por lo que podemos suponer que no hay oportunidades de arbitraje.

6.4 ANÁLISIS DEL CONTRATO DE MARZO

6.4.1 PARIDAD DE TASAS DE INTERÉS

A continuación se buscará cuánto debería de ser teóricamente, por la paridad de tasas de interés vista en el capítulo anterior, el precio de los futuros del peso. Para esto recordemos que la igualdad mencionada es:

$$D_f = \left[\frac{(1 + R^D \frac{t}{V})}{(1 + R^M \frac{t}{V})} \right] D_s$$

En la tabla 6-1 se resumen los resultados al aplicar esta igualdad. Las principales columnas son las tres últimas, en ellas se registran el precio del futuro aplicando la paridad de tasas de interés (A), en la siguiente

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 90

el promedio de las cotizaciones que realmente se presentaron en el CME (B) y en la última la diferencia entre el precio teórico del futuro y la cotización promedio mensual (A-B). Al final de esta columna, está el promedio de las diferencias en valor absoluto.

Se observa claramente en la misma tabla de la diferencia que se lista en la última columna, que hay una gran distancia entre los valores teóricos y los reales, sobre todo en los primeros tres meses (abril, mayo y junio). Esta es otra razón por la que sería interesante investigar si con el APT se encuentra un modelo que se acerque más a la realidad.

PERIODO	SPOT	TASA DIARIA T-BILL	TASA DIARIA CETE	A	B	A - B
				FUTURO TEÓRICO	COTIZACIONES DEL CONTRATO DE MARZO	FUTURO TEÓRICO - COTIZACION FUTURO
Abril '95	6,25240	0,000161	0,002958	11,79475	8,54885	3,24590
Mayo '95	5,97100	0,000164	0,002171	9,44244	7,80954	1,63290
Junio '95	6,23320	0,000157	0,001637	8,64852	7,81773	0,83079
Julio '95	6,13880	0,000157	0,001377	7,89165	7,30645	0,58520
Agosto '95	6,20530	0,000155	0,001150	7,47181	7,17571	0,29610
Sept. '95	6,31400	0,000151	0,001086	7,35424	7,12327	0,23097
Oct. '95	6,72480	0,000152	0,001351	7,91475	7,74767	0,16708
Nov. '95	7,67950	0,000154	0,001895	9,25489	8,85510	0,39980
Dic. '95	7,68790	0,000148	0,001696	8,74473	8,46053	0,28420
Enero '96	7,49570	0,000144	0,001379	8,03735	7,90851	0,12884
Feb. '96	7,52650	0,000138	0,001283	7,77538	7,72742	0,04796
Marzo '96	7,57510	0,000142	0,001397	7,57510	7,63883	-0,06372
Prom. abs.						0,65945

Tabla 6-1

6.4.2 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Para llevar a cabo el análisis de regresión, se tomarán en cuenta doce meses, pues es el período más amplio que se puede tomar, ya que cada uno de los contratos de los futuros se cotizan únicamente por ese lapso.

Hasta el momento de la realización de esta tesis, únicamente se ha completado el ciclo de un año en dos contratos, el de marzo y el de junio de 1996, por lo que el análisis se hará con esos contratos únicamente, comenzando con el contrato de marzo.

En la siguiente tabla se listan los datos (mensuales) con los que se llevará a cabo el análisis de regresión. Al final del capítulo, en los anexos, se encuentran las tablas en las que se registran los datos de los índices que se tomarán como variables de predicción, tal como se obtuvieron, así como la fuente de información.

Periodo	Cotizaciones del contrato de marzo	Tasas T-Bills / Cetes	Inflación E.U. / Mex.	Tiempo
Abril '95	8,54885	0,07572	0,05000	12
Mayo '95	7,80954	0,09704	0,07177	11
Junio '95	7,81773	0,11673	0,03155	10
Julio '95	7,30645	0,13459	0,08333	9
Agosto '95	7,17571	0,15510	0,06024	8
Sept. '95	7,12327	0,15855	0,04762	7
Oct. '95	7,74767	0,13263	0,12146	6
Nov. '95	8,85510	0,10182	0,00000	5
Dic. '95	8,46053	0,10716	0,06061	4
Enero '96	7,90851	0,12339	0,11142	3
Febrero '96	7,72742	0,12622	0,08584	2
Marzo '96	7,63883	0,12069	0,18182	1

Tabla 6-2

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 92

La segunda columna de la Tabla 6-2 se refiere a los promedios mensuales de las cotizaciones de los futuros del peso con vencimiento en marzo de 1996 en el mes correspondiente. En la tercera columna el cociente de la tasa de los Treasury-Bills a 13 semanas (equivalente a 28 días⁴), entre la tasa de los Cetes a 28 días. En la cuarta se tiene el cociente de la tasa de inflación mensual de los Estados Unidos entre la de México en el mes correspondiente; y en la última columna los meses que faltan para el vencimiento del contrato.

Aplicando los datos de la Tabla 6-2 y utilizando el paquete Statistica, se llegó al siguiente modelo:

$$F = 11.1392 - 20.1495 T - 5.1387 I - 0.0729 t$$

donde:

- F = Promedio mensual de las cotizaciones de los futuros del peso con vencimiento en marzo de 1996.
- T = Razón de tasas (Treasury-Bills / Cetes).
- I = Razón de inflaciones (E.U. / México)
- t = Tiempo

Es importante notar que este no es un modelo propuesto para hacer proyecciones sobre el precio de los contratos de futuros, sino únicamente es un modelo válido para el contrato con vencimiento en marzo de 1996, útil para probar la validez del APT.

6.4.3 SIGNOS DE LOS COEFICIENTES

A continuación se analizarán los signos de los coeficientes macroeconómicos de nuestros factores para ver si son coherentes con significado. Para ello nos ayudaremos de la Figura 6-1. En las gráficas de esta figura se puede claramente observar que cuando los factores T

⁴ Los Treasury Bills se subastan cada semana a 3 y 6 meses y cada mes los de 12 mese. Para poder hacer una comparación con los Cetes a 28 días, se tomaron los T-Bills a 3 meses (por ser los de menor capitalización) convertidos a una tasa equivalente a 28 días.

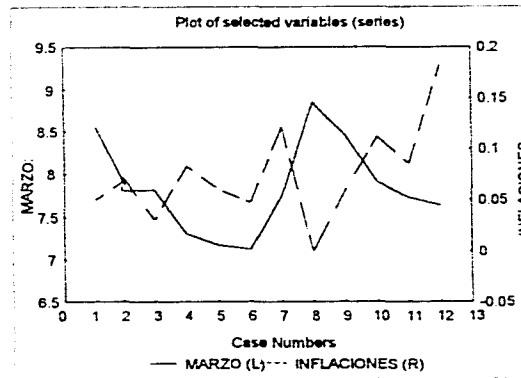
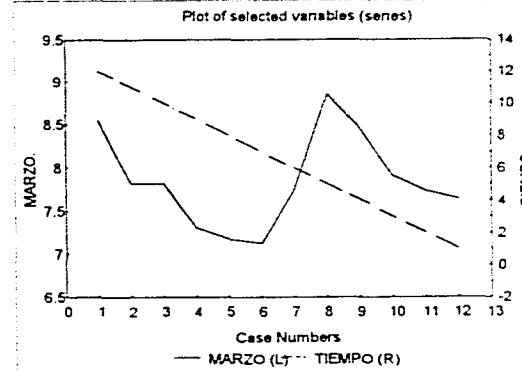
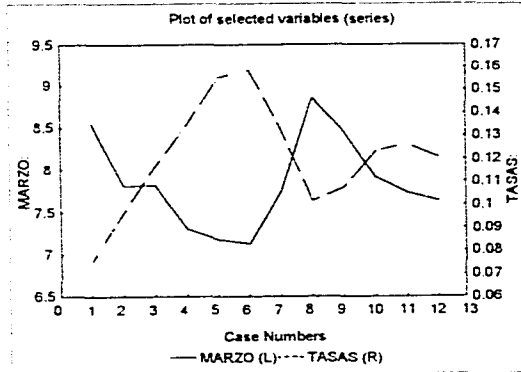


Figura 6-1

e l disminuyen, el precio de los futuros del peso aumentan y viceversa, por lo que hasta el momento podemos decir que los signos de los cocientes de estos dos factores son congruentes.

Pero ahora, ¿serán congruentes de acuerdo a su significado?. Para esto, se comenzará a analizar F que es el precio mensual promedio de los futuros del peso (con vencimiento en marzo de 1996). Este también se puede ver como el tipo de cambio peso/dólar que se espera para ese mismo mes, por lo que conforme aumenta el valor de F, el valor del peso disminuye.

El primer factor T (Treasury-Bills / Cetes) nos da la razón de cambio entre las tasas. Cuando la tasa de los Cetes disminuyen y/o la de los Treasury-Bills aumenta, el factor T se incrementa y es un síntoma de que el valor del peso mejora, por lo tanto el valor de los futuros debe disminuir, y de acuerdo con el modelo (ya que su coeficiente tiene un signo negativo) en efecto F se reduce. De manera semejante cuando la tasa de los Cetes aumenta (síntoma de que el peso ha perdido valor) y/o la de los T-Bills baja, sigue influyendo negativamente el factor, pero F se reducirá menos (según sea el valor de T). Por lo que el coeficiente del factor tasas es correcto con la realidad.

De manera similar sucede con el factor I (inflación de E.U. / inflación de México). Al aumentar la inflación en México y/o disminuir la de E.U., decrece el factor I, lo que nos refleja que el nivel de los precios de México están alcanzando niveles superiores a los de E.U., por lo que disminuye la competitividad de México y disminuye el valor de la moneda. Es por ello que aumenta el valor de F. De manera análoga si crece este factor.

Sobre el factor tiempo hay poco que decir. Como ya se dijo anteriormente, éste refleja las tendencias en periodos cortos de tiempo, por lo que el coeficiente de este factor puede tomar signo positivo o negativo. En este caso b_t es negativo, pero como la pendiente de t es también negativa en realidad nos refleja una tendencia al alza, con lo que se reflejarán factores que no se toman en cuenta en el modelo, como por ejemplo expectativas, que en este caso sabemos que por la situación del país ayudan a que el valor del peso baje, con lo cual las cotizaciones de los futuros aumentan.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 95

De lo anterior se puede concluir que los signos de los coeficientes de b_T , b_I y b_t , que son los coeficiente de las variables de predicción, si reflejan la manera en la que los factores influyen en el valor de los futuros del peso.

6.4.4 PRUEBA INDIVIDUAL PARA LOS COEFICIENTES

La prueba que se hará a continuación ayudará a determinar la importancia de cada una de las variables de predicción. Con esto se verá, por ejemplo, si el modelo es más efectivo si se descarta alguna o algunas de las variables.

Para esto se prueba el nivel de significancia para cada coeficiente de la regresión individualmente mediante una prueba de hipótesis.

Por ejemplo, las hipótesis para b_T (el coeficiente de la variable T), son:

$$H_0 : b_T = 0$$

contra la alternativa:

$$H_a : b_T \neq 0$$

Si no se rechaza H_0 entonces la variable T se puede quitar del modelo. En la Tabla 6-3 se listan los factores, el valor de los coeficientes, su estadística correspondiente t y el nivel de significancia al que se rechaza H_0 .

FACTOR	b	t(8)	NIVEL DE SIGNIF.
T	-20.15	-8.02	0,00
I	-5.14	-3.6267	0,01
t	0.07	-3.87	0,00

Tabla 6-3

De aquí se rechaza la hipótesis de que los coeficientes de las variables sean iguales a cero a niveles de significancia muy confiables, de donde se concluye que todos nuestros factores influyen significativamente en el modelo.

6.4.5 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (R^2)

Para conocer qué tanta variabilidad de F se explica con el modelo, se utilizará el coeficiente de correlación (R^2), el cual mide qué tanto las variables de predicción que se incluyen en el modelo (T , I y t), explican la variación de las observaciones (F). Este toma valores entre cero y uno. Si R^2 fuera igual a uno nos indicaría que los factores que se están tomando en cuenta explican perfectamente bien la variable dependiente y si tomara un valor de cero nos reflejaría lo contrario. En este caso se obtuvo que R^2 es igual a .9108, por lo que puede decirse que los tres factores considerados en el modelo explican un 91.08% de la variabilidad del precio de los futuros con respecto a su media, lo cual es un resultado muy satisfactorio.

6.4.6 ANÁLISIS DE VARIANZA

Sean b_T , b_I , y b_t los coeficientes de las variables de predicción T , I y t respectivamente, lo que se desea ahora es probar la hipótesis nula:

$$H_0 : b_T = b_I = b_t = 0$$

contra la alternativa:

$$H_a : b_T, b_I \text{ o } b_t, \text{ al menos uno es distinto de } 0$$

Es decir, queremos probar si hay alguna relación entre los factores propuestos y la variable respuesta, o sea que si H_0 fuera cierta, nos diría que no existe ninguna relación entre el precio de los futuros del peso y los factores propuestos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Nivel de significancia
Regresión	2,93754	3	0,97918	27,22583	0,00015
Residual	0,28772	8	0,03596		
Total	3,22526				

Tabla 6-4

La Tabla 6-4 es la tabla del análisis de varianza. Ahí se observa que el valor de F^5 calculado es de 27.22, y la probabilidad de observar un número mayor a éste es de .00015, entonces rechazamos la hipótesis nula a un nivel de significancia del 0.015%, que es un resultado muy grato.

6.4.7 MULTICOLINEALIDAD

En el análisis de regresión lineal se hacen varios supuestos para su desarrollo, los cuales son de gran importancia verificar si se cumplen. Uno de estos supuestos es que no existe multicolinealidad entre las variables explicativas incluidas en el modelo, por lo cual se debe de determinar si existe o no este problema entre las variables.

El término multicolinealidad se refiere a la existencia de una relación lineal entre algunas o todas las variables explicativas de un modelo de regresión. Por ejemplo: sean x_1 y x_2 las variables explicativas en un modelo, si se tienen problemas de multicolinealidad entre ellas, se podría encontrar una relación de la siguiente forma:

$$x_2 = b_0 + b_1x_1 + e$$

donde b_0 es el término constante, b_1 el coeficiente de x_1 para esta relación y e es un término de error. Si se encuentra un modelo de este

⁵ No hay que confundir esta F que es la F de Fisher con la F del modelo.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 98

tipo, donde además se tiene una R^2 alta, entonces se está violando este supuesto.

Para detectar si existe alguna relación lineal entre las variables explicativas de nuestro modelo, se considerarán todas las posibles combinaciones entre ellas. En la Tabla 6-5 se listan únicamente los correspondientes coeficientes de correlación (R^2) resultantes de tratar de encontrar una relación lineal para cada una de las variables de la primera columna, utilizando como explicativa(s) la(s) variables que se muestran en forma horizontal.

	TASAS INFLA C	TPO.	TASAS INFLA	TASAS TPO.	INFLA TPO.
TASAS INFLAC	-- .0344	.0660	--	--	.0699
TIEMPO	.0344 --	.2628	--	.2659	--
	.0660 .2628	--	.2899	--	--

Tabla 6-5

Como se observa, todos los coeficientes de correlación resultantes son muy pequeños, lo que nos indica que ninguna de nuestras variables puede expresarse como una relación lineal de las otras y por lo tanto no hay problemas de multicolinealidad.

6.4.8 MEJOR CONJUNTO DE VARIABLES DE PREDICCIÓN

Es muy importante determinar en el análisis de regresión cuáles de las variables de predicción deben incluirse en el modelo, es decir cuáles contienen los factores más importantes para la respuesta dada y cuáles no son relevantes para tomarse en cuenta en el modelo.

Para analizar cuál es este conjunto de variables mas conveniente en este modelo, utilizaremos el criterio del cuadrado medio del error. Con este criterio se deben considerar todas las combinaciones posibles entre las variables de predicción para construir todos los modelos

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 99

posibles con las variables que se tienen. Posteriormente se toma en cuenta el cuadrado medio de los residuos, ya que éste toma en cuenta, además de la suma del cuadrado de los errores, el cual se desea minimizar, el número de parámetros en el modelo a través de los grados de libertad, considerando de esta manera la pérdida de grados de libertad adicionales.

VARIABLES	CMR
TASAS	0,0969
INFLACIÓN	0,2805
TIEMPO	0,3222
TASAS E INFLACIÓN	0,0919
TASAS Y TIEMPO	0,0845
INFLACIÓN Y TIEMPO	0,2891
TASAS INFLACIÓN Y TIEMPO	0,0360

Tabla 6-6

Con el criterio del cuadrado medio del error se puede determinar el conjunto de variables de predicción que minimice al cuadrado medio de los residuales (CMR), calculándolo y comparándolo para todas las posibles combinaciones con las variables de predicción que se tienen, las cuales se listan en la Tabla 6-6 y de donde se concluye que el modelo que minimiza el término CMR es el que contiene a los tres factores (T, I y t)

En dicha tabla claramente se observa que al incluir las tres variables (tasas, inflación y tiempo), se obtiene el cuadrado medio del error mínimo, por lo que es el mejor conjunto de variables de predicción.

6.4.9 HETEROCEDASTICIDAD (ANÁLISIS DE RESIDUALES)

Otro supuesto que se hace en el análisis de regresión y en el APT es que los errores de la función de regresión poblacional son homocedásticos, es decir, que todas tienen la misma varianza. En esta sección se examinará la validez de este supuesto.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 100

Para detectar la existencia de heterocedasticidad, se puede llevar a cabo el análisis de residuales, los cuales se definen como:

$$\text{Residual} = F - \hat{F}$$

donde F es un valor observado (precio de los futuros del peso) y \hat{F} es un valor calculado a partir del modelo propuesto.

En la Tabla 6-7 se listan los valores observados de los precios de los contratos de los futuros del peso (F), el valor de estos precios calculados a partir del modelo (\hat{F}) y los residuales.

Dato	F	\hat{F}	Residual
1	8,5489	8,4816	0,0673
2	7,8095	8,0130	-0,2034
3	7,8177	7,8959	-0,0782
4	7,3064	7,3429	-0,0364
5	7,1757	7,1211	0,0546
6	7,1233	7,1894	-0,0662
7	7,7477	7,4051	0,3425
8	8,8551	8,7231	0,1320
9	8,4605	8,3768	0,0837
10	7,9085	7,8617	0,0468
11	7,7274	8,0090	-0,2816
12	7,6388	7,7000	-0,0612
Mínimo	7,1233	7,1211	-0,2816
Máximo	8,8551	8,7231	0,3425
Media	7,8433	7,8433	0,0000
Mediana	7,4355	7,2972	0,1382

Tabla 6-7

Como se verá a continuación el análisis de residuales se basa principalmente en el análisis de gráficas de los residuales contra las diferentes variables. Por otro lado, cabe mencionar que con este

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 101

análisis se puede detectar no solo la heterocedasticidad, sino también otras fallas existentes en el modelo.

a) Gráfica de los residuales contra \hat{F}

Una gráfica típica para detectar violaciones en el modelo es la gráfica de los residuales contra \hat{F} (el valor estimado de F). En la Figura 6-2 se muestra esta gráfica para el modelo que aquí se trata y en la cual se puede observar que no sigue ningún patrón sistemático, por lo que no se refleja ninguna violación sobre el modelo.

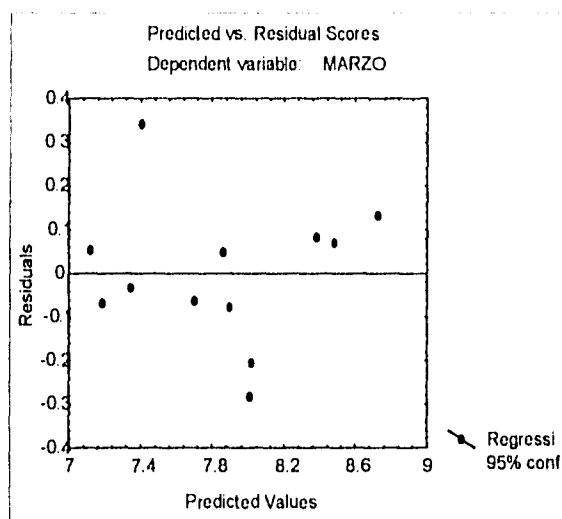


Figura 6-2

b) Gráfica de los residuales contra las variables de predicción

Como en la gráfica de los residuales contra \hat{F} al graficar a estos contra las variables de predicción, también se puede reflejar si existen problemas tales como la varianza no constante, así como también si alguna variable adicional debe incluirse en el modelo o si es necesaria alguna transformación en alguna de las variables.

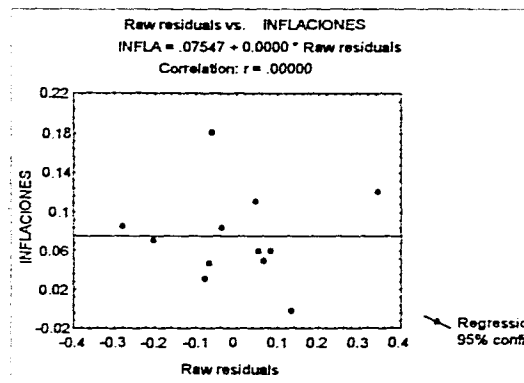
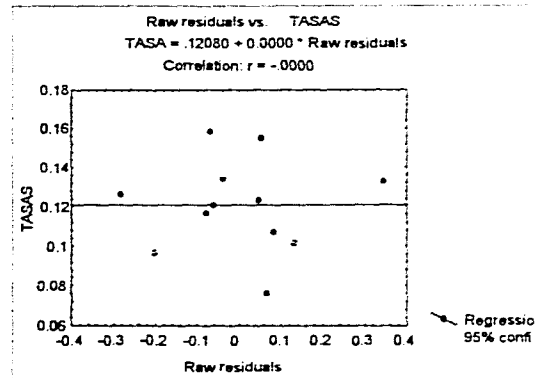
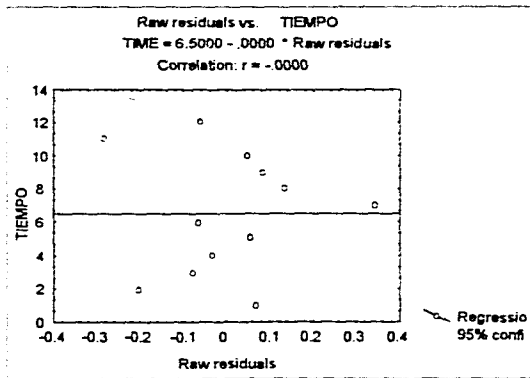


Figura 6-3

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 103

En este caso se grafican los residuales contra las variables tasas, inflación y tiempo (figura 6-3). De estas gráficas se puede observar que al no seguir ningún patrón, tampoco reflejan ninguna violación a los supuestos, ni sugiere algún cambio en las variables.

Por lo que de estas gráficas podemos concluir que no se ven problemas de heterocedasticidad.

6.4.10 AUTOCORRELACIÓN

Por último se desea detectar que no existe autocorrelación entre los errores que entran en la función de regresión poblacional, que es otro supuesto que se hace en el análisis de regresión. El término autocorrelación se puede definir como la correlación que existe entre los miembros de una serie de observaciones ordenadas en el tiempo⁶.

Para detectar la existencia de autocorrelación se puede utilizar la prueba de Durbin-Watson, pero al no llegar a ninguna conclusión con esta prueba, se hará con la prueba de aleatoriedad o de corridas, con la cual se prueba si los errores son aleatorios, que de ser así no estarán correlacionados.

Para realizar esta prueba, tomaremos de la Tabla 6-7 únicamente los signos de los residuales, de lo cual se tiene:

+ - - - + - + + + - -

Por una corrida debe entenderse una secuencia ininterrumpida de un símbolo, tal como + o -, en este caso el número de corridas son 6. Nótese además el número de signos + son 6 y el número de signos - son también 6.

⁶ Maurice G Kendall y William R. Buckland, A Dictionary of Statistical Terms, Hafner Publishing Company, inc., New York, 1971, p.8.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 104

Con estos datos se puede realizar la prueba de corridas para aceptar o rechazar la hipótesis de aleatoriedad. Consultando las tablas desarrolladas por Swed y Elisenhart, se tiene que los valores críticos de las corridas para un nivel de significancia de 0.05 son 3 y 11, por lo que como el número de corridas (que son 6) está entre estos valores, así que no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad con confianza del 95%.

6.5 ANÁLISIS DEL CONTRATO DE JUNIO.

6.5.1 PARIDAD DE TASAS DE INTERÉS

De la misma manera como se hizo con el contrato de marzo, es conveniente revisar cuanto dista el precio teórico de los futuros de las cotizaciones reales, para ello obsérvese la Tabla 6-8:

| PERIODO | SPOT | TASA
DIARIA
T-BILL | TASA
DIARIA
CETE | A
FUTURO
TEÓRICO | B
COTIZACIONES
(JUNIO) | A - B |
|------------|---------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|---------|
| Julio '95 | 6,13880 | 0,000157 | 0,001377 | 9,15349 | 7,56685 | 1,4979 |
| Agosto '95 | 6,20530 | 0,000155 | 0,001150 | 8,50466 | 7,51860 | 0,9380 |
| Sept. '95 | 6,31400 | 0,000151 | 0,001086 | 8,04491 | 8,32101 | 0,5263 |
| Oct. '95 | 6,72480 | 0,000152 | 0,001351 | 8,28054 | 9,62563 | -0,0405 |
| Nov. '95 | 7,67950 | 0,000154 | 0,001895 | 9,69950 | 9,12619 | 0,0739 |
| Dic. '95 | 7,68790 | 0,000148 | 0,001696 | 10,23457 | 8,52980 | 1,1084 |
| Enero '96 | 7,49570 | 0,000144 | 0,001379 | 9,37534 | 8,37806 | 0,8455 |
| Feb. '96 | 7,52650 | 0,000138 | 0,001283 | 8,75761 | 8,28326 | 0,3832 |
| Marzo '96 | 7,57510 | 0,000142 | 0,001397 | 8,47265 | 7,95139 | 0,1058 |
| Abril '96 | 7,46580 | 0,000143 | 0,001152 | 8,17033 | 7,84368 | 0,3177 |
| Mayo '96 | 7,43630 | 0,000144 | 0,000902 | 7,77191 | 7,59484 | 0,1771 |
| Junio '96 | 7,55870 | 0,000146 | 0,000879 | 7,52066 | 7,58423 | -0,0636 |
| | | | | | Prom.abs. | 0,5065 |

Tabla 6-8

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 105

A diferencia del contrato de marzo, la paridad de tasas de interés explica de manera más favorable las cotizaciones es correspondientes a junio. Esto es, si comparamos el promedio absoluto de marzo (0.65945) y el de junio (0,5065), se puede observar que junio es mejor explicado, además no existen tan grandes diferencias como sucede para el contrato de marzo en el mes de abril.

6.5.2 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

A continuación, de igual manera como se hizo con el contrato de marzo de 1996, se presentarán los resultado al tratar de explicar con los mismos factores el contrato de junio. En la siguiente tabla se listan los datos correspondientes al período de tiempo en que se cotizó el contrato.

| Período | Cotizaciones
del contrato de
junio | Tasas
T-Bills / Cetes | Inflación
E.U. / Mex. | Tiempo |
|------------|--|--------------------------|--------------------------|--------|
| Julio '95 | 7,65550 | 0,13459 | 0,08333 | 12 |
| Agosto '95 | 7,56680 | 0,15510 | 0,06024 | 11 |
| Sept. '95 | 7,51860 | 0,15855 | 0,04762 | 10 |
| Oct. '95 | 8,32100 | 0,13263 | 0,12146 | 9 |
| Nov. '95 | 9,62560 | 0,10182 | 0,00000 | 8 |
| Dic. '95 | 9,12620 | 0,10716 | 0,06061 | 7 |
| Enero '96 | 8,52980 | 0,12339 | 0,11142 | 6 |
| Feb. '96 | 8,37440 | 0,12622 | 0,08584 | 5 |
| Marzo '96 | 8,36690 | 0,12069 | 0,18182 | 4 |
| Abril '96 | 7,85258 | 0,14281 | 0,14085 | 3 |
| Mayo '96 | 7,59484 | 0,17803 | 0,16484 | 2 |
| Junio '96 | 7,58423 | 0,18510 | 0,06135 | 1 |

Tabla 6-9

Empleando las técnicas de análisis de regresión con los datos de la Tabla 6-9 se llegó al siguiente modelo:

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 106

$$F = 10.2833 - 12.4563 T - 2.1443 I - 0359 t$$

donde:

- F = Promedio mensual de las cotizaciones de los futuros del peso con vencimiento en junio de 1996.
- T = Razón de tasas (Treasury-Bills / Cetes).
- I = Razón de inflaciones (E.U. / México)
- t = Tiempo

Por otro lado, nótese que este modelo tiene algunas similitudes con el que se encontró para el contrato de marzo, como por ejemplo los signos de los coeficientes, por lo que cabría la misma explicación antes dada.

En este contrato a diferencia del de marzo se encontró un coeficiente de correlación muy pequeño ($R^2 = .2206$), lo que significa que únicamente se explica con estos factores el 22.06% de la variabilidad de F, por lo que en este caso se muestra que estos factores no son buenas variables explicativas.

En cuanto a la prueba individual para los coeficientes se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 6-10. En esta tabla se puede observar que la hipótesis nula de que el coeficiente de los factores es igual a cero se rechaza con poca confiabilidad, nuevamente un resultado no muy bueno.

| FACTOR | b | t(8) | NIVEL DE SIGNIF. |
|--------|----------|-------|------------------|
| T | -12.4563 | -1.24 | .2513 |
| I | -2.1443 | -.38 | .7132 |
| t | -.0359 | -.46 | .6559 |

Tabla 6-10

Con los resultados que se han presentado sobre el contrato de junio basta para poder concluir que con estos factores no se explican favorablemente las cotizaciones de este contrato, a pesar de que los

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT107

mismos factores en el contrato de marzo parecieron ser muy favorables.

6.6 RESULTADOS Y PERSPECTIVAS GENERALES

Dado el precio de los futuros utilizando la paridad de tasas de interés y los promedios mensuales de las cotizaciones reales, se observó que por el promedio absoluto de las diferencias se podría considerar mejor la aproximación del contrato de junio que el de marzo.

No fue el caso además de las diferencias que se listan, ahí se observa otro "fenómeno". En el contrato de marzo la cifra más grande en esa columna es de 3.24, esta disminuye en los siguientes dos meses y en los periodos posteriores es menor aún (menor a .59), en cambio en junio la más grande es de 1.5 (menor que la de marzo), pero tres veces más se presenta una diferencia mayor a uno.

Se analizó el contrato de marzo utilizando análisis de regresión con el interés de probar si el APT es válido para los contratos de los futuros del peso utilizando como variables explicativas la inflación mensual de México y de Estados Unidos, las tasas de los Cetes a 28 días y la de los Treasury-Bills a 13 semanas, equivalente a 28 días y el tiempo y compararlo con los resultados utilizando la paridad de tasas de interés, de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

1. El signo de los coeficientes de los factores que se tomaron en cuenta para obtener el modelo, si reflejan la influencia que tienen realmente éstos sobre los futuros del peso.
2. De la prueba t para cada coeficiente, se obtuvo que todos los factores influyen en la determinación del precio de los futuros.
3. El coeficiente de correlación obtenido fue muy cercano a uno, por lo que estos factores explican gran parte de la variabilidad del precio de este contrato.
4. En la prueba de análisis de varianza se descartó que los coeficientes de los tres factores sean igual a cero.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 108

5. Al tratar de detectar alguna violación a los supuestos que se hacen en el análisis de regresión, esto es, la existencia de multicolinealidad, autocorrelación o heterocedasticidad, no se encontró la existencia de ninguno de ellos.

Por lo que se podría concluir hasta el momento que aparentemente estos tres factores sí explican de manera lineal el precio de los futuros del peso no obteniéndose además ningún problema sobre los supuestos del análisis de regresión. Además, si se comparan los resultados utilizando la paridad de tasas de interés contra los obtenidos utilizando el APT, resultó que este último explicó mejor que el primero la variación de las cotizaciones, a pesar de que son casi los mismos factores los que se consideran (Tabla 6-11).

| Período | A
Cotizaciones
reales | B
Futuro
teórico
(paridad) | A - B | C
F dado por la
regresión | A - C |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------|---------------------------------|--------|
| Abril '95 | 8,54885 | 11,79475 | -3,246 | 8,4816 | 0,067 |
| Mayo '95 | 7,80954 | 9,44244 | -1,633 | 8,0130 | -0,203 |
| Junio '95 | 7,81773 | 8,64852 | -0,831 | 7,8959 | -0,078 |
| Julio '95 | 7,30645 | 7,89165 | -0,585 | 7,3429 | -0,036 |
| Agosto '95 | 7,17571 | 7,47181 | -0,296 | 7,1211 | 0,055 |
| Sept. '95 | 7,12327 | 7,35424 | -0,231 | 7,1894 | -0,066 |
| Oct. '95 | 7,74767 | 7,91475 | -0,167 | 7,4051 | 0,343 |
| Nov. '95 | 8,85510 | 9,25489 | -0,400 | 8,7231 | 0,132 |
| Dic. '95 | 8,46053 | 8,74473 | -0,284 | 8,3768 | 0,084 |
| Enero '96 | 7,90851 | 8,03735 | -0,129 | 7,8617 | 0,047 |
| Febrero '96 | 7,72742 | 7,77538 | -0,048 | 8,0090 | -0,282 |
| Marzo '96 | 7,63883 | 7,57510 | 0,064 | 7,7000 | -0,061 |

Tabla 6-11

Debido a que hasta el momento se había considerado muestra muy pequeña (únicamente un contrato), se analizó también el contrato con vencimiento en junio del mismo año considerándose los mismos factores.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 109

Los resultados obtenidos del análisis a este contrato no fueron similares a los del contrato de marzo. Con las mismas variables se vio que estas únicamente explicaban un 22.06% de la variabilidad de las cotizaciones de este contrato.

Por los factores que se toman en cuenta parecería ser obvio que los resultados fueran satisfactorios, pues son teóricamente los decisivos en la determinación del precio de los futuros, pero al analizar el de junio se ve que en realidad estos factores no son buenas variables explicativas (al menos de la manera en la que se consideraron), por lo que surge la duda de cuáles serán entonces las variables que expliquen el comportamiento de las cotizaciones de estos contratos siguiendo la metodología del APT, y eso en caso de existir.

Aunado a esta cuestión surgen varias ideas. Se ha visto que un rumor o un cambio en la política del país puede afectar drásticamente al peso mexicano frente al dólar. Este tipo de hechos difícilmente se pueden medir.

Otra "falla" que puede tener el modelo es que no se consideró el tipo de cambio spot, pero si se están considerando las tasas inflacionarias esto no debería ser crítico, ya que éstas deben reflejar el comportamiento del peso. Teóricamente, "el coeficiente que resulata de dividir el índice de inflación de México entre el correspondiente de Estados Unidos, representa el factor multiplicador que permite restituir el equilibrio (tipo de cambio teórico) que se pierde por efectos de la brecha inflacionaria, es decir, debido al diferente deterioro del poder de compra de cada moneda en el tiempo."⁷

Aunque de ninguna manera los resultados obtenidos implican que el APT no sea válido para el contrato de futuros del peso, sería interesante tratar de modelar el comportamiento de los contratos de futuros utilizando técnicas no lineales como se ha hecho en otros fenómenos financieros, económicos, médicos, etc., pues estos han resultado mucho mejor que con técnicas lineales.

⁷ El Inversionista Mexicano, No. 13, 11 de julio de 1994, pp. 5.

ANÁLISIS DE LOS FUTUROS DEL PESO A TRAVÉS DEL APT 110

Una mejora más sería incluir otros factores macroeconómicos tales como la balanza comercial y/o producción industrial, estos indicadores trazan de alguna manera el tipo de cambio y el crecimiento del país.

El tomar datos más frecuentes podría ayudar a mejorar el reflejo de cuánto una variable determina a otra. Esta no es una tarea fácil en este caso, ya que la determinación de la inflación la podemos encontrar únicamente mensual y en algunos casos quincenal.

ANEXOS

TASAS PRIMARIAS (CETES - TREASURY-BILLS)

| PERIODO | T-BILLS 13 SEMANAS, EQUIVALENTE A 28 DÍAS | CETES 28 DÍAS | T-BILLS/CETES |
|--------------|---|---------------|---------------|
| Abril 1995 | 5,66000 | 74,75000 | 0,07572 |
| Marzo 1995 | 5,74200 | 59,17000 | 0,09704 |
| Junio 1995 | 5,51500 | 47,24600 | 0,11673 |
| Julio 1995 | 5,51000 | 40,94000 | 0,13459 |
| Agosto 1995 | 5,45000 | 35,13800 | 0,15510 |
| Sept. 1995 | 5,30500 | 33,46000 | 0,15855 |
| Oct. 1995 | 5,34400 | 40,29250 | 0,13263 |
| Nov. 1995 | 5,41250 | 53,16000 | 0,10182 |
| Dic. 1995 | 5,21000 | 48,61750 | 0,10716 |
| Enero 1996 | 5,05800 | 40,99250 | 0,12339 |
| Febrero 1996 | 4,87000 | 38,58400 | 0,12622 |
| Marzo 1996 | 5,00250 | 41,44750 | 0,12069 |
| Abril 1996 | 5,02800 | 35,20750 | 0,14281 |
| Mayo 1996 | 5,06500 | 28,45000 | 0,17803 |
| Junio 1996 | 5,14750 | 27,81000 | 0,18510 |

FUENTE: INFOSEL

TASAS DE INFLACIÓN MENSUAL DE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS (Porcentajes)

| PERIODO | MÉXICO | E. U. | E. U. /MEX. |
|--------------|--------|-------|-------------|
| Abril 1995 | 8,00 | 0,40 | 0,05000 |
| Marzo 1995 | 4,18 | 0,30 | 0,07177 |
| Junio 1995 | 3,17 | 0,10 | 0,03155 |
| Julio 1995 | 2,40 | 0,20 | 0,08333 |
| Agosto 1995 | 1,66 | 0,10 | 0,06024 |
| Sept. 1995 | 2,10 | 0,10 | 0,04762 |
| Oct. 1995 | 2,47 | 0,30 | 0,12146 |
| Nov. 1995 | 2,50 | 0,00 | 0,00000 |
| Dic. 1995 | 3,30 | 0,20 | 0,06061 |
| Enero 1996 | 3,59 | 0,40 | 0,11142 |
| Febrero 1996 | 2,33 | 0,20 | 0,08584 |
| Marzo 1996 | 2,20 | 0,40 | 0,18182 |
| Abril 1996 | 2,84 | 0,40 | 0,14085 |
| Mayo 1996 | 1,82 | 0,30 | 0,16484 |
| Junio 1996 | 1,63 | 0,10 | 0,06135 |

FUENTE: BANCO DE MÉXICO

**COTIZACIONES DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS DEL
PESO CON VENCIMIENTO EN MARZO DE 1996**

| MES | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPT. |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 8,6207 | 8,0645 | 7,9114 | 7,5415 | 7,2150 | 7,1788 |
| | 8,6207 | 8,0000 | 7,9365 | 7,5415 | 7,1736 | 7,0872 |
| | 8,6207 | 7,9808 | 7,9051 | 7,5188 | 7,1429 | 7,0671 |
| | 8,3333 | 7,9523 | 7,9177 | 7,3529 | 7,1429 | 7,0721 |
| | | 7,9239 | 8,0972 | 7,3260 | 7,1225 | 7,1023 |
| | | 7,8740 | 8,0000 | 7,3421 | 7,1276 | 7,1124 |
| | | 7,7821 | 8,1301 | 7,3153 | 7,1174 | 7,0884 |
| | | 7,7519 | 8,0321 | 7,2780 | 7,1276 | 7,0972 |
| | | 7,7519 | 7,9365 | 7,2150 | 7,1480 | 7,0771 |
| | | 7,7821 | 7,9365 | 7,1736 | 7,1480 | 7,0847 |
| | | 7,7821 | 7,6923 | 7,2150 | 7,1480 | 7,0822 |
| | | 7,8125 | 7,7220 | 7,2464 | 7,1531 | 7,0771 |
| | | 7,6923 | 7,7399 | 7,3314 | 7,1531 | 7,0998 |
| | | 7,6628 | 7,7519 | 7,2939 | 7,1942 | 7,1023 |
| | | 7,5586 | 7,7519 | 7,3206 | 7,1531 | 7,1327 |
| | | 7,5643 | 7,7519 | 7,2464 | 7,1942 | 7,1685 |
| | | 7,6628 | 7,7519 | 7,2411 | 7,2569 | 7,1685 |
| | | 7,7220 | 7,7042 | 7,2046 | 7,2780 | 7,2939 |
| | | 7,8064 | 7,6104 | 7,2150 | 7,2569 | 7,1942 |
| | | 7,9365 | 7,6104 | 7,2098 | 7,2464 | 7,1788 |
| | | 7,9365 | 7,5586 | | 7,2202 | |
| | | | 7,5415 | | 7,1942 | |
| | | | | | 7,1276 | |
| PROMEDIO
MENSUAL | 8,54885 | 7,80954 | 7,81773 | 7,30645 | 7,17571 | 7,12327 |

FUENTE: TELERATE

**COTIZACIONES DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS DEL
PESO CON VENCIMIENTO EN MARZO DE 1996**

| MES | OCT. | NOV. | DIC. | ENERO | FEB. | MARZO |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 7,2833 | 8,3893 | 8,4459 | 8,2237 | 7,6953 | 7,6805 |
| | 7,4349 | 8,3963 | 8,4602 | 8,1103 | 7,6805 | 7,6775 |
| | 7,4850 | 8,6580 | 8,5690 | 8,0972 | 7,6687 | 7,6894 |
| | 7,4683 | 8,6957 | 8,5470 | 8,0972 | 7,7190 | 7,6775 |
| | 7,4405 | 8,7413 | 8,4567 | 8,0451 | 7,7340 | 7,6438 |
| | 7,4129 | 9,1324 | 8,6059 | 8,0064 | 7,7280 | 7,6628 |
| | 7,7580 | 9,0498 | 8,5911 | 8,0192 | 7,7340 | 7,6540 |
| | 7,7519 | 8,9686 | 8,5616 | 7,9872 | 7,7791 | 7,6570 |
| | 7,6687 | 9,3458 | 8,6430 | 7,9554 | 7,7942 | 7,6161 |
| | 7,7760 | 9,5694 | 8,6430 | 7,9872 | 7,7459 | 7,5815 |
| | 7,7700 | 9,4877 | 8,5837 | 7,9808 | 7,7519 | 7,5786 |
| | 7,7821 | 9,0662 | 8,5763 | 7,9302 | 7,7414 | 7,5472 |
| | 7,6628 | 8,9606 | 8,4317 | 7,8678 | 7,7519 | |
| | 7,6220 | 8,9686 | 8,2781 | 7,8064 | 7,7340 | |
| | 7,7101 | 8,8731 | 8,3126 | 7,7160 | 7,7101 | |
| | 7,6923 | 8,8339 | 8,2919 | 7,8064 | 7,6982 | |
| | 7,7399 | 8,6730 | 8,2645 | 7,7580 | 7,6982 | |
| | 8,6207 | 8,6957 | 8,2816 | 7,7340 | 7,7160 | |
| | 8,4317 | 8,6730 | 8,3195 | 7,7640 | 7,7340 | |
| | 8,0000 | 8,3682 | 8,3472 | 7,7042 | 7,7340 | |
| | 8,1900 | 8,4104 | | 7,7071 | | |
| | | | | 7,6834 | | |
| PROMEDIO
MENSUAL | 7,74767 | 8,85510 | 8,46053 | 7,90851 | 7,72742 | 7,63883 |

FUENTE: TELERATE

**COTIZACIONES DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS DEL
PESO CON VENCIMIENTO EN JUNIO DE 1996**

| MES | JULIO | AGOSTO | SEPT. | OCT. | NOV. | DIC. |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 7,9491 | 7,6046 | 7,5873 | 7,7220 | 9,1575 | 9,0909 |
| | 7,8125 | 7,5415 | 7,4906 | 7,9051 | 9,0909 | 9,0662 |
| | 7,6923 | 7,5188 | 7,5188 | 7,9681 | 9,4787 | 9,0662 |
| | 7,6923 | 7,4906 | 7,4963 | 7,9968 | 9,2166 | 9,1827 |
| | 7,6923 | 7,4906 | 7,5188 | 7,9681 | 9,6993 | 9,1996 |
| | 7,6628 | 7,4906 | 7,5188 | 7,9365 | 10,0000 | 9,3023 |
| | 7,6628 | 7,5019 | 7,4850 | 8,3333 | 9,9010 | 9,3023 |
| | 7,6046 | 7,5188 | 7,4906 | 8,2988 | 9,8522 | 9,2421 |
| | 7,6453 | 7,5358 | 7,4794 | 8,2237 | 10,3093 | 9,3545 |
| | 7,5758 | 7,5245 | 7,4794 | 8,3333 | 10,7411 | 9,3633 |
| | 7,6923 | 7,5245 | 7,4794 | 8,3472 | 10,1626 | 9,3284 |
| | 7,6336 | 7,5245 | 7,4794 | 8,3682 | 9,8039 | 9,2421 |
| | 7,6336 | 7,5301 | 7,4794 | 8,2305 | 9,7087 | 9,0827 |
| | 7,5415 | 7,5815 | 7,4794 | 8,1766 | 9,7087 | 8,9366 |
| | 7,6046 | 7,5586 | 7,5131 | 8,2645 | 9,6618 | 8,9686 |
| | 7,5758 | 7,5758 | 7,5586 | 8,2440 | 9,5511 | 8,9606 |
| | 7,5700 | 7,6336 | 7,5472 | 8,2988 | 9,3197 | 8,9047 |
| | 7,5586 | 7,6864 | 7,6046 | 9,4340 | 9,3633 | 8,9686 |
| | | 7,6864 | 7,5758 | 9,2081 | 9,3284 | 8,9686 |
| | | 7,6805 | 7,5901 | 8,6730 | 9,0090 | 8,9928 |
| | | 7,6746 | | 8,8106 | 9,0744 | |
| | | 7,6161 | | | | |
| | | 7,5472 | | | | |
| PROMEDIO MENSUAL | 7,65550 | 7,56680 | 7,51860 | 8,32100 | 9,62560 | 9,12620 |

FUENTE: TELERATE

**COTIZACIONES DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS DEL
PESO CON VENCIMIENTO EN JUNIO DE 1996**

| MES | ENERO | FEB. | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 8,8889 | 8,3299 | 8,3612 | 8,0354 | 7,734 | 7,5273 |
| | 8,7719 | 8,3056 | 8,3577 | 8,0257 | 7,725 | 7,5047 |
| | 8,7260 | 8,2988 | 8,3928 | 8,0354 | 7,773 | 7,5344 |
| | 8,7260 | 8,3472 | 8,3963 | 8,0857 | 7,7384 | 7,5443 |
| | 8,6806 | 8,3612 | 8,3612 | 8,0225 | 7,6923 | 7,5672 |
| | 8,6207 | 8,3612 | 8,3963 | 7,9665 | 7,6775 | 7,6104 |
| | 8,6505 | 8,3682 | 8,3928 | 7,9554 | 7,6161 | 7,6980 |
| | 8,6133 | 8,4317 | 8,3822 | 7,9271 | 7,6031 | 7,6365 |
| | 8,5874 | 8,4674 | 8,3542 | 7,8201 | 7,6046 | 7,6248 |
| | 8,6133 | 8,4034 | 8,3333 | 7,8003 | 7,5858 | 7,5916 |
| | 8,6207 | 8,4069 | 8,3229 | 7,7912 | 7,5772 | 7,5873 |
| | 8,5543 | 8,3998 | 8,2474 | 7,7640 | 7,5600 | |
| | 8,4890 | 8,4175 | 8,2136 | 7,7250 | 7,5543 | |
| | 8,4034 | 8,3963 | 8,2203 | 7,7310 | 7,5146 | |
| | 8,2918 | 8,3542 | 8,1950 | 7,7340 | 7,5061 | |
| | 8,4104 | 8,3403 | 8,1967 | 7,7056 | 7,4963 | |
| | 8,3542 | 8,3472 | 8,1800 | 7,6717 | 7,4934 | |
| | 8,3264 | 8,3752 | 8,1583 | 7,6864 | 7,4892 | |
| | 8,3752 | 8,4246 | 8,1400 | 7,7160 | 7,5216 | |
| | 8,3126 | 8,4246 | 8,0629 | 7,6746 | 7,4934 | |
| | 8,3229 | | | | 7,5358 | |
| | 8,3160 | | | | | |
| PROMEDIO
MENSUAL | 8,52980 | 8,37440 | 8,36690 | 7,85258 | 7,59484 | 7,58423 |

FUENTE: TELERATE

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Aunado al desarrollo que se ha tenido en todas las áreas del conocimiento, los modelos y teorías para explicar el precio de los activos se ha perfeccionado también. Un modelo que se ha empleado mucho, ha sido el Capital Asset Pricing Model (CAPM), modelo que se desarrolló en los años sesenta. Pero este modelo presenta algunas desventajas que se deben a los muchos supuestos que se hacen en él, además de que es imposible considerar todos los activos para determinar el valor de β , como se propone, para poder calificarlo.

A diferencia de este modelo, se ha desarrollado otra teoría, el Arbitrage Pricing Theory (APT), la cual hace menos supuestos, lo que le da más fuerza, y esto se ha mostrado en las pruebas empíricas que se le han hecho, en las cuales con los factores que se han tomado, se ha visto que tiene un mayor poder explicativo que el CAPM, no implicando esto que el CAPM sea inconsistente con el APT.

Por las ventajas que presenta el APT sobre el CAPM, se consideró interesante tomar en cuenta esta teoría para explicar el precio de los futuros del peso, que por sus características tales como su alta liquidez, se tienen bases para pensar que cumple con el principal supuesto del APT de no existir oportunidades de arbitraje.

En general un contrato de futuro es un acuerdo entre dos partes para comprar o vender un activo en un cierto tiempo futuro a un precio determinado, y que, a diferencia de los forwards, se negocian en bolsa. Estos contratos se pueden dividir en dos grandes grupos que son los futuros de productos agrícolas y metalúrgicos y los futuros financieros.

Dentro de este último grupo se encuentran los contratos que nos interesan, los futuros de divisas.

Los futuros del peso mexicano (aunque ya se habían comercializado anteriormente) comenzaron a cotizarse en el Chicago Mercantile Exchange el 25 de abril de 1995 y actualmente se está considerando la posibilidad de que se coticen en la Bolsa Mexicana de Valores.

Cada contrato de futuro se cotiza únicamente durante un año, con vencimiento en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre. En el análisis que aquí se desarrolló, se consideraron los contratos de marzo y de junio de 1996, por ser los únicos contratos, hasta la fecha de elaboración de esta tesis, que habían concluido su ciclo de doce meses de cotización.

Lo que nos dice el APT aplicado a los futuros del peso es que solo algunos factores influyen en la determinación de su precio y lo hacen de manera lineal. De esta manera se debían buscar aquellos factores que resultaran más convenientes para el análisis, estos fueron:

- Las inflaciones de México y Estados Unidos
- Las tasas de los Cetes y de los Treasury-Bills
- El tiempo

Se utilizó análisis de regresión como metodología estadística, de lo cual se obtuvo para el contrato de marzo los siguientes resultados:

1. Un coeficiente de correlación muy alto, por lo que se podría concluir hasta aquí que estos factores son muy buenas variables explicativas para la variabilidad del precio de los futuros del peso.
2. En la tabla de análisis de varianza se rechazó la hipótesis de que todos los coeficientes de los factores fueran iguales a cero a un alto nivel de significancia.
3. Al probar si alguno de los coeficientes de los factores podía ser igual a cero, igualmente se obtuvieron resultados favorables.

4. Se analizaron los signos de los coeficientes de los factores y se vio que eran coherentes con su significado y su repercusión en el precio de los futuros.
5. Finalmente, para detectar si existía o no alguna violación a los supuestos que hace el análisis de regresión para su desarrollo, tales como la no existencia de multicolinealidad, heterocedasticidad y autocorrelación, se concluyó que no había ninguno de estos problemas.

Posteriormente se realizó una prueba similar para los futuros de junio, del cual no se obtuvieron resultados "tan satisfactorios". Considerando los mismos factores que se tomaron en cuenta para explicar el contrato de marzo se vio que en el contrato de junio explicaban únicamente un 22.06% de la variabilidad de las cotizaciones de este contrato.

En contraste con este resultado, se vio que la paridad de tasas de interés (con la que teóricamente se calcula el precio de los futuros) explicó con menos precisión el comportamiento de los contratos de futuros que el APT para el caso del contrato de marzo, pero con el contrato de junio no se puede decir lo mismo, de lo cual se puede pensar que una "falla" del modelo propuesto sea la manera en la que se toman los factores o no haber considerado el tipo de cambio spot.

Como es sabido y como se puede observar de todo lo anterior, la tarea de tratar de modelar alguna variable financiera, en este caso las cotizaciones de los futuros del peso, no es sencilla. Aparentemente se tenían resultados muy satisfactorios al analizar el contrato de marzo, pero al probar con las mismas variables el contrato de junio claramente se observa que no explican mucho sobre la variación de sus cotizaciones.

Sin embargo, eran de esperarse los resultados que se obtuvieron en el análisis del contrato de marzo, pues los factores considerados son los que teóricamente determinan su precio, pero al analizar el contrato de junio, se ve que en realidad estos factores no son buenas variables explicativas (al menos de la manera en la que se consideraron), por lo que surge la duda de cuáles serán entonces, en caso de existir, las

variables que expliquen el comportamiento de las cotizaciones de estos contratos siguiendo la metodología del APT.

Como consecuencia a esta cuestión surgen varias ideas. Una de ellas es que muy posiblemente sea necesario considerar agentes tales como rumores o cambios en la política del país, pero estos hechos son muy difíciles de medir.

Además de esto, recordemos que no se consideró el tipo de cambio spot, lo que también pudo haber afectado de alguna manera los resultados que se obtuvieron, pero en teoría esto no debería de suceder, pues se están considerando las tasas inflacionarias, las cuales deben de reflejar el comportamiento del peso debido a que en el país tenemos un sistema de flotación libre.

Cabe aclarar que con los resultados que se obtuvieron no se puede decir que la teoría del APT no sea válida para explicar el contrato de futuros del peso, pero sería interesante tratar de modelar el comportamiento de estos contratos utilizando técnicas no lineales como se ha hecho en otros fenómenos financieros, económicos, médicos, etc., pues estos han resultado mucho mejor que con técnicas lineales.

Por último, lo que se puede concluir del análisis es que los factores que se consideraron y de la manera en la que se consideraron, no son suficientes para explicar la variable de interés, por lo que sería interesante probar con otros factores como por ejemplo la balanza comercial y/o la producción industrial, pues estos reflejan de alguna manera el valor de la moneda y el crecimiento del país.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. --"¿Cobertura o Especulación?, El Inversionista Mexicano, No. 11, 12 Junio 1995, Año XXVI, pp. doradas.
2. ---"El cambio de divisas y las operaciones del mercado monetario", Swiss Bank Corporation
3. ---El Inversionista Mexicano, No. 13, 11 Julio 1994, pp. 3-5.
4. ---The Mexican Stock Exchange Center, Bolsa Mexicana de Valores, Instituto del Mercado de Capitales.
5. ---The Mexican Stock Exchange, Bolsa Mexicana de Valores.
6. DE LARA HARO, ALFONSO, "Forwards Futuros y Opciones," Ejecutivos de Finanzas, Año XXIV, No. 8, Agosto 1995, IMEF.
7. ELTON, EDWIN J. AND GRUBER, MARTIN J. "Modern Portfolio theory and Investment Analysis", New York John Wiley, 1995, Fifth edition.
8. HULL, JOHN C., "Options, Futures, and other derivative securities," Prentice Hall International, INC., 1989:
9. JOHN M CHENEY, EDWARD A MOSES, "Fundamentals of Investments", West Publishing Company, 1992
10. KOLB, ROBERT W., "Inversiones", Limusa, 1993, Primera edición.

11. MALKIEL, BURTON G., "Risk and Return: A new look", Working Paper No. 700, National Bureau of Economic Research, INC.
12. MANSELL CARSTENS, CATHERINE, "Las Nuevas Finanzas en México," Editorial Milenio, S.A. de C.V., sexta reimpresión, 1996.
13. PHARAND, BERNARD, "Le guide de la finance," Les éditions de l'homme, 1969.
14. POWERS, MARK J. AND CASTELINO, MARK G., "Inside the Financial Futures Markets", John Wiley & Sons, Inc., 1991.
15. REILLY, FRANK K., "Investment Analysis and Portfolio Management," The dryden Press Harcourt Brace Jovanovich, College Publishers, 1989.
16. ROLL, RICHARD AND ROSS,STEPHEN A., "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory", Journal of Finance 35 No.5 December 1980, p. 1073-1103.
17. SAMUELSON, PAUL A. Y NORDHAUS, WILLIAM D., "Economics," duodécima edición, McGRAW-HILL, 1983.
18. SHARPE, WILLIAM F., "Investments," 1978.
19. SHARPE, WILLIAM F., "Portfolio Theory And Capital Markets", McGraw-Hill, Inc. 1970.