

MÁRGENES CON *SPREAD* INTRACLASE PARA EL MERCADO MEXICANO DE DERIVADOS*

*Jaime Díaz-Tinoco***
y *Francisco Venegas-Martínez****

RESUMEN

El presente artículo proporciona un esquema de márgenes con *spread* entre clases de contratos a futuro de divisas, tasas de interés, títulos de capital e índices accionarios. La metodología propuesta utiliza como instrumento principal la correlación entre las clases y/o series de los contratos a futuro. En nuestra propuesta el monto total de margen que debe ser aportado, por las posiciones abiertas (cortas y largas), a la cámara de compensación y liquidación se reduce significativamente en comparación con las aportaciones individuales. La metodología propuesta es congruente con la administración de riesgos de mercado, crédito y liquidez.

ABSTRACT

This paper provides a margin spread scheme between classes of futures contracts on foreign exchange, interest rates, stocks, and stock indexes. The proposed methodology uses as a main tool the correlation between classes and/or series of futures contracts. Under our proposal the total margin, of all positions (short and long), is significantly reduced compared with individual margins. The methodology is congruent with the management of different types of risks: *v.g.* market, credit, and liquidity.

INTRODUCCIÓN

En los decenios recientes, el importante avance en las tecnologías de información ha facilitado la operación y diversificación de los merca-

* *Palabras clave:* cartera, futuros. *Clasificación JEL:* G11, G13. Artículo recibido el 6 de noviembre de 2003 y aceptado el 16 de marzo de 2004. Los autores agradecen los comentarios de Víctor García y Román Vega.

** Director General de Asigna, Compensación y Liquidación, Cámara de Compensación del MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S. A. de C. V. (correo electrónico: jdiaz@asigna.com.mx).

*** Director del Centro de Investigación en Finanzas del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México (correo electrónico: fvenegas@itesm.mx).

dos de productos derivados. Este proceso no sólo ha modificado el comportamiento de los participantes, sino también las reglas del juego en dichos mercados. El progreso tecnológico no sólo ha permitido reducir las distancias y los tiempos, sino también ha incrementado considerablemente la oferta de derivados financieros para cobertura y apalancamiento.

La impredecible y creciente volatilidad en los mercados financieros ha impulsado el desarrollo de instrumentos que actúan como seguros contra contingencias financieras. El precio de dichos instrumentos se deriva de subyacentes, como divisas, tasas, acciones e índices bursátiles, lo que justifica el término común de “derivados”. Actualmente dichos productos derivados son negociados en los mercados sobre mostrador, también denominados OTC (*over the counter*), y en los mercados organizados y reconocidos por las autoridades financieras y fiscales (bolsas de derivados). Existen diferencias significativas entre estos mercados: el primero ofrece derivados hechos a la medida, en términos del tamaño del contrato y la fecha de vencimiento, además de que son los propios participantes (principalmente bancos) los que asumen el riesgo crediticio de la contraparte, y el segundo ofrece derivados estandarizados que se liquidan todos los días. La característica común es, por supuesto, que el precio se determina por la oferta y la demanda de dichos instrumentos.

Una de las principales funciones de las cámaras de compensación asociadas a las bolsas de derivados consiste en establecer mecanismos de garantía basados en un esquema de márgenes o aportaciones, los cuales son determinados diariamente tomando en consideración, sobre todo, la exposición al riesgo crédito. Este mecanismo de seguridad es muy importante para la bolsa de derivados, ya que garantiza el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por todos los participantes y de la propia cámara de compensación, ya que ésta es la contraparte de todas las obligaciones que se derivan de los contratos abiertos que se hayan operado en la bolsa. El presente estudio propone un esquema de márgenes¹ con *spread* entre clases (intraclases)

¹ En el caso de México, la bolsa de derivados es MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S. A. de C. V., y la cámara de compensación de este mercado es Asigna, Compensación y Liquidación. En este mercado y su cámara de compensación a los márgenes, dentro de su regulación, se les denomina como aportaciones. De esta manera en el presente artículo se pueden utilizar ambos términos indistintamente.

para el caso de la bolsa mexicana de futuros respecto a divisas, tasas de interés, títulos de capital e índices accionarios. La metodología propuesta para la determinación de márgenes con *spread* intraclases utiliza como instrumento principal la correlación de las series de los contratos a futuro y la correlación entre clases de futuros. El resultado es una reducción significativa del margen en *spread* en comparación con el que debe ser aportado por separado para cada una de las posiciones abiertas en el mercado.

La cámara de compensación determina el monto de la aportación mínima que debe exigirse por cada uno de los contratos de futuros registrados. El monto debe ser suficiente para abarcar un movimiento de hasta 3.5 veces la desviación estándar en un día. El depósito de estos márgenes representa una garantía para dar cumplimiento a las obligaciones adquiridas por las posiciones que mantengan abiertas los participantes. Este requerimiento es calculado de manera diaria e integrado en la liquidación diaria que realiza la cámara de compensación. Al cerrar una posición (por vencimiento o por tomar una posición contraria a la original), el margen resultante es devuelto al participante, con intereses del mercado de dinero. En resumen, la cámara de compensación administra un sistema de salvaguardas financieros mediante el depósito de márgenes por parte de los mismos, de modo que se garanticen las obligaciones adquiridas por los participantes.

En los recientes años, la ingeniería financiera en México ha experimentado cambios y transformaciones profundas que han modificado la manera de elaborar carteras para cobertura y apalancamiento con productos derivados.² En el campo de la investigación también ha sido notorio este desarrollo; en este sentido, vale la pena destacar los trabajos de Díaz-Tinoco (1997a) y (1997b), Díaz-Tinoco *et al* (2000); González-Aréchiga *et al* (2000) y (2001); Venegas-Martínez (2000), (2002), (2003); Venegas-Martínez *et al* (1999), (2002a) y (2002b). En relación con el tema de análisis de márgenes, colateral y garantías en los distintos mercados en los que se operan los derivados financieros destacan los trabajos de Benjamil (1978), Iben *et al*

² Esto lo podemos fundamentar con el hecho de que durante el año 2002 el MexDer fue el mercado con mayor crecimiento en el mundo, de acuerdo con datos de la IOMA. El crecimiento fue de 373% anual comparado con el 2002. En cuanto a volumen operado en futuros MexDer fue ubicado como el mercado número 6 (*IOMA Annual Survey*, 2002).

(1994), France *et al* (1996), Plaut (1985), Castelino y Vora (1984), Cuny (2002) y Kawaller (1996), (1997) y (2002).

Las bolsas de derivados y cámaras de compensación más importantes del mundo han elaborado metodologías propias para establecer márgenes para carteras que incluyen un número amplio de productos, tanto de futuros como de opciones. Por su importancia destacan dos: el Chicago Mercantile Exchange, que desarrolló el algoritmo denominado SPAN, y The Option Clearing House, que a su vez estableció el algoritmo TMS.³ Dadas las características del mercado mexicano, que cuenta con pocos contratos registrados, es importante el desarrollo de esquemas que permitan su segura y eficiente operación y su aplicación conforme el mercado crezca; por ello consideramos que tiene importancia el presente trabajo.

De esta manera el trabajo se encuentra organizado del siguiente modo. En la primera sección se establecen las fórmulas teóricas de valuación de los contratos futuros que serán utilizados en esta investigación. En la sección II se introduce el concepto de margen como la aportación suficiente para abarcar movimientos máximos esperados en los contratos de futuro abiertos en el mercado. En la sección III se determina el margen entre clases para cubrir las pérdidas de hasta 3.5 desviaciones esperadas en los contratos de futuros. En la sección IV se establece la metodología de márgenes en *spread* entre clases. En la sección V se aplica la metodología propuesta a una cartera de contratos futuros. Finalmente se presentan las conclusiones, se establecen las limitaciones y ventajas del modelo y se mencionan algunas líneas de investigación futura.

I. PRECIOS FUTUROS

Los futuros financieros, en particular los que se refieren a divisas, tasas de interés, títulos de deuda (pública o privada), acciones e índices bursátiles, son instrumentos útiles que permiten a los bancos, tesorerías de corporativos, inversionistas institucionales y fondos de pensiones controlar el riesgo con costos de transacción bajos. El riesgo crédito de los contratos a futuro es, por supuesto, mínimo debido

³ Ambos algoritmos se describen en sus respectivas páginas web: www.cme.com y www.theocc.com

a la asociación del mercado con una cámara de compensación y liquidación, que liquida diariamente, y que a cambio de una comisión que pagan ambos participantes de la operación funge como contraparte de todas las partes (es decir, como vendedor de todos los compradores y comprador de todos los vendedores), garantizando el cumplimiento de las obligaciones generadas en los contratos por medio de un sistema de márgenes.

Actualmente, el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer) cuenta con contratos de futuro sobre dólar, tasas de interés (Cete 91 y TIE 28), acciones e índices bursátiles (IPC). Estos instrumentos se encuentran registrados por clase y serie; la primera se refiere a todos los contratos sobre el mismo subyacente de referencia (dólar, Cete 91, TIE 28, IPC, Telmex L, etc.); mientras que la serie se refiere al vencimiento del contrato, los cuales usualmente son registrados de manera mensual o trimestral.

En este artículo los precios futuros son los precios teóricos libres de arbitraje⁴ que se estiman a partir de los precios vigentes en los mercados nacional y extranjero de contado (*spot*) y del valor del dinero en el tiempo. Se supone que no hay costos de acarreo distintos al de oportunidad del dinero, ya que los subyacentes analizados son instrumentos financieros. Las fórmulas de valuación teórica de los diferentes precios futuros en los que se concentra este trabajo se describen a continuación.⁵

1. Futuro del dólar

Para determinar el futuro del dólar se empleará la siguiente ecuación de valuación teórica:

$$F_{t,T}^{\text{DEUA}} = S_t^D \left(\frac{1 + R_{t,T}^{\text{MEX}} \left(\frac{T-t}{360} \right)}{1 + R_{t,T}^{\text{USA}} \left(\frac{T-t}{360} \right)} \right) \quad (1)$$

⁴ Un arbitraje se entiende como un conjunto de operaciones simultáneas en distintos mercados, autofinanciables sin riesgo y que generan un rendimiento mayor al de libre de riesgos. Cuando se hace referencia a un mercado libre de arbitraje se señala que no es posible obtener ganancias superiores al rendimiento libre de riesgo.

⁵ Véase más detalles de precios teóricos, por ejemplo, en Díaz-Tinoco y Hernández Trillo (2000), Hull (2002), Wilmot *et al* (1995).

en la que $F_{t,T}^{\text{DEUA}}$ es el precio, al momento t , del futuro del dólar con vencimiento en T ; S_t^D es el tipo de cambio *spot*; $R_{t,T}^{\text{MEX}}$ es la tasa anual de interés nominal en el país (expresada como tasa de rendimiento anualizada), y $R_{t,T}^{\text{USA}}$ es la tasa anual de interés nominal en los Estados Unidos,⁶ y $T - t$ es el plazo del contrato.

2. Futuro del Cete a 91 días

Para valorar el futuro del Cete, a 91 días, se utilizará:

$$F_{t,T,T+91}^{\text{CT91}} = \text{Cete}_T \left[\frac{1 + r_{t,T} \left(\frac{T-t}{360} \right)}{1 + r_{t,T+91} \left(\frac{T+91-t}{360} \right)} \right] \quad (2)$$

en la que $F_{t,T,T+91}^{\text{CT91}}$ es el precio del futuro del Cete a 91 días, observado al momento t , con vencimiento en T y plazo de inversión $T + 91$; Cete_T es el valor nominal del Cete (= 10.00 pesos); $r_{t,T+91}$ es la tasa de rendimiento estimada de Cetes en el intervalo $[t, T + 91]$, y $r_{t,T}$ es la tasa de rendimiento estimada de Cetes en $[t, T]$.

3. Futuro de la THE a 28 días

La valuación teórica para el futuro de THE, a 28 días, se estima como sigue:

$$F_{t,T,T+28}^{\text{T128}} = \text{THE}_T \left[\frac{1 + R_{t,T} \left(\frac{T-t}{360} \right)}{1 + R_{t,T+28} \left(\frac{T+28-t}{360} \right)} \right] \quad (3)$$

en la que $F_{t,T,T+28}^{\text{T128}}$ es el precio del futuro de THE a 28 días, observada al momento t , con vencimiento en T y plazo de inversión $T + 28$; THE_T es el valor nominal de un depósito que paga tasa de interés THE al

⁶ Para fines de este trabajo se utilizará como tipo de cambio *spot*, el tipo de cambio FIX publicado por Banco de México; la tasa anual de interés nominal en el país será estimada con la tasa de Cetes derivada del vector de precios dada por el proveedor de precios Valmer (Valores de Mercado, S. A.) para el plazo exacto, y la tasa anual de interés nominal en los Estados Unidos se estima con la tasa de los *T-bills* y será la informada por Reuters en el mercado de dinero estadounidense.

momento T ; $R_{t,T+28}$ es la tasa anual de rendimiento estimada de aceptaciones bancarias y pagarés en $[t, T + 91]$, y $R_{t,T}$ es la tasa anual de rendimiento estimada de aceptaciones bancarias y pagarés en $[t, T]$. Las tasas $R_{t,T+28}$ y $R_{t,T}$ son publicadas en el boletín bursátil de la BMV en la sección de análisis y valuación de instrumentos de deuda.

4. Futuro de acciones e índices

Para el caso de futuros de acciones e índices, se utilizará:

$$F_t^A = A_t \left(1 + R_{t,T} \left(\frac{T-t}{360} \right) \right) \quad (4)$$

en la que A_t es el precio *spot* de la acción y $R_{t,T}$ se considera como en la subsección 1.

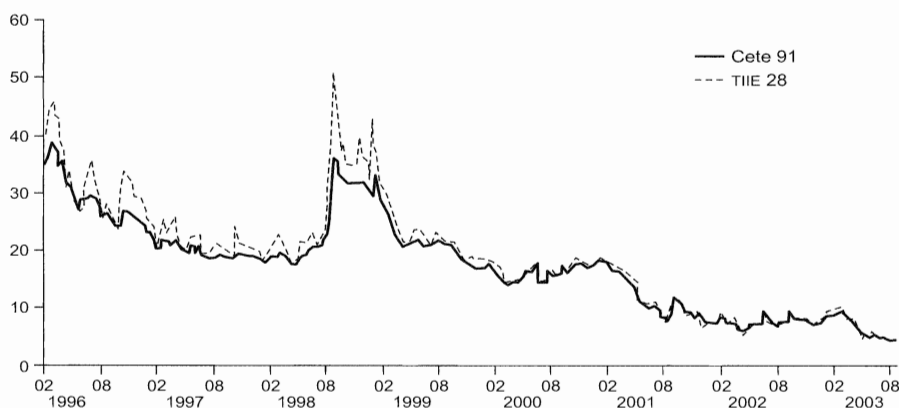
II. MÁRGENES Y DINÁMICA DE TASAS DE INTERÉS

Actualmente, en el mercado mexicano de derivados, el monto total de margen requerido se determina por clase de subyacente, considerando sólo las posiciones individuales y escalonadas de cada contrato de futuro, sin tener en cuenta la correlación con otras clases. Por lo que es posible que se esté sobrestimando el margen requerido a los participantes.

La dinámica del comportamiento de las tasas de interés de referencia en México, como son las tasas de interés Cetes a 91 días y la TIE a 28 días, se muestran en la gráfica 1. Se puede observar que existe una correlación positiva en las series históricas durante el periodo comprendido entre el 28 de marzo de 1996 y el 14 de septiembre del 2000. Asimismo, en las gráficas 2 y 3 se observa que el comportamiento de las tasas de interés en México presenta alta volatilidad.

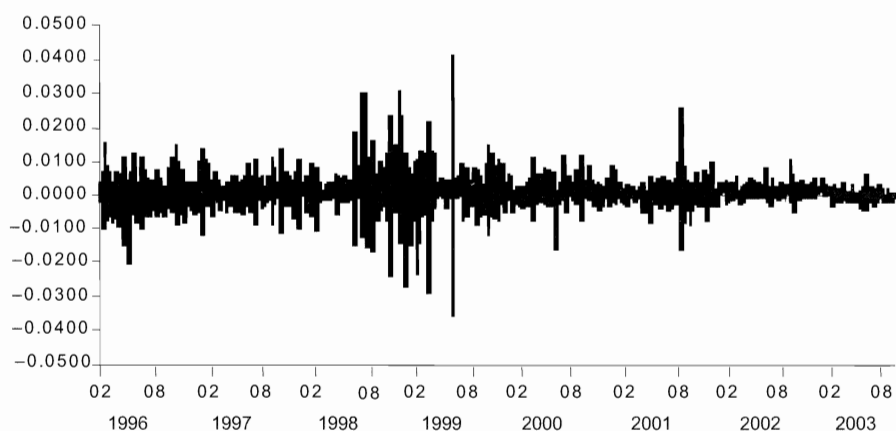
La volatilidad es medida diariamente por la cámara de compensación a fin de estimar la aportación requerida para cada uno de los contratos de futuros registrados en MexDer por medio de distintos modelos basados en la metodología del valor en riesgo. A esta aportación se le denominará $A_{\text{individual}}$ (aportación individual). Esta aportación debe ser suficiente para cubrir las pérdidas máximas es-

**GRÁFICA 1. Comportamiento de las tasas de interés en México
(Cete 91 y TIEE 28)^a**



^a Al día 14 del mes correspondiente.

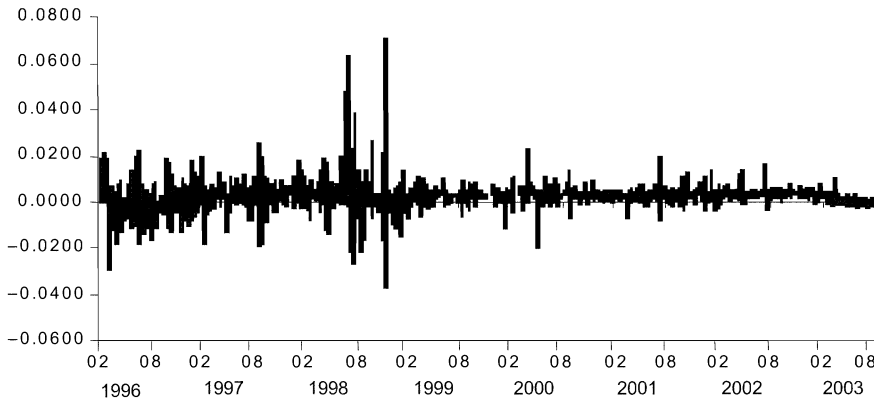
GRÁFICA 2. Comportamiento de la volatilidad del Cete 91^a



^a Al día 14 del mes correspondiente.

peradas que pudieran generar los contratos de futuro abiertos en el mercado en un día, sin considerar la existencia de posiciones opuestas en las series.⁷

⁷ Una posición opuesta se genera cuando se mantienen abiertos contratos tanto de compra como de venta de la misma clase pero de distinta serie. El horizonte de un día se establece así, ya que la cámara de compensación realiza una liquidación diaria de pérdidas y ganancias de acuerdo con la valuación de mercado.

GRÁFICA 3. *Comportamiento de la volatilidad de la TIE 28^a*

^a Al día 14 del mes correspondiente.

III. DETERMINACIÓN DE MÁRGENES POR CLASE⁸

La cámara de compensación calcula, de manera diaria, el margen que se requerirá a cada uno de los participantes, dependiendo de las posiciones que mantengan abiertas en el mercado. El primer paso para determinar el requerimiento de margen consiste en identificar las posiciones en futuros que cada uno de los participantes mantenga en el mercado. Específicamente, para un participante se deben determinar las posiciones en futuros cuya entrega sea en especie, las posiciones escalonadas en la clase y las posiciones individuales resultantes por clase.

1. *Determinación del margen individual*

Para determinar el margen requerido para las posiciones individuales, primero establecemos las posiciones netas largas y cortas por serie (en términos absolutos); ambas son sumadas para obtener un total de posiciones largas y cortas de la clase. Para identificar las posiciones individuales se efectúa el producto de la diferencia entre las posiciones largas y cortas (en términos absolutos) de la clase y la aportación por contrato de futuro como se muestra en la siguiente ecuación:

⁸ Una clase se define como todos los contratos referidos al mismo activo subyacente sin importar su fecha de vencimiento. A los contratos que pertenecen a la misma clase y tienen la misma fecha de vencimiento se les denomina serie.

$$M_{\text{Individual}} = A_{\text{Individual}} \left| \sum F_{t, \text{largo}} - \sum F_{t, \text{corto}} \right| \tag{5}$$

en la que $M_{\text{Individual}}$ = requerimiento de margen por posición individual; $A_{\text{Individual}}$ = aportación requerida por contrato de futuro; $F_{t, \text{largo}}$ = posición neta larga de la clase, es decir, número de contratos de compra de la misma clase, y $F_{t, \text{corto}}$ = posición neta corta de la clase, es decir, número de contratos de venta de la misma clase.

A fin de ilustrar la fórmula anterior considere el siguiente ejemplo. Se supone que la aportación requerida por la cámara de compensación por futuro de Cete 91 es de 750 pesos por contrato abierto de compra o de venta, y un participante tiene en su cartera las posiciones mostradas en el cuadro 1.

CUADRO 1. *Posiciones brutas por serie de un participante*

<i>Futuro de Cete 91</i>	<i>Posición larga</i>	<i>Posición corta</i>
Marzo 2003	120	20
Junio 2003	25	50
Septiembre 2003	40	20
Diciembre 2003	—	25

Posteriormente se determina las posiciones netas largas y cortas por serie y se suman, como se muestra en el cuadro 2.

CUADRO 2. *Posiciones netas por serie de un participante y posiciones largas y cortas de la clase*

<i>Futuro de Cete 91</i>	<i>Posición larga</i>	<i>Posición corta</i>
Marzo 2003	100	—
Junio 2003	—	25
Septiembre 2003	20	—
Diciembre 2003	—	25
Total (posiciones)	120	50

Así pues, la diferencia entre las posiciones largas y cortas de la clase será de 70 contratos largos, por lo que su requerimiento de margen será el producto de estos contratos por la aportación establecida por la cámara, lo que resulta en 52 500 pesos.

2. *Determinación del margen de entrega*

Cuando un contrato de futuro llega a su fecha de vencimiento, éste puede ser liquidado en especie (es decir, que se entrega el activo

subyacente) o en efectivo. Específicamente, el margen de entrega se calcula en la fecha de vencimiento de los futuros cuya liquidación sea en especie, como son los futuros de divisas y títulos accionarios. La cámara de compensación dicta la aportación de entrega, considerando que ésta deberá ser suficiente para cubrir las pérdidas máximas esperadas entre la fecha de vencimiento y de liquidación del futuro, que por lo general son dos días. Formalmente podemos expresar esta relación como:

$$A_{\text{Entrega}} = A_{\text{Individual}} \times \sqrt{\text{días}} \quad (6)$$

en la que A_{Entrega} = aportación de entrega establecida por cada futuro liquidable en especie; $A_{\text{Individual}}$ = aportación requerida por posición individual de cada futuro cuya liquidación se realiza en especie, y días: son los días para efectuar la liquidación en especie de los contratos al vencimiento.

Para determinar el margen de entrega de los futuros, primeramente se identifican los futuros que vencen en el día de referencia y, después, se determinan los márgenes requeridos mediante el producto de la posición en futuros y su aportación correspondiente de acuerdo con:

$$M_{\text{Entrega}} = F_{tv} \times (A_{\text{Entrega}}) \quad (7)$$

en que M_{Entrega} = margen de entrega requerido por los contratos de futuros en la fecha de vencimiento; F_{tv} = número de contratos de futuros liquidables en especie en su fecha de vencimiento, y A_{Entrega} = aportación de entrega establecida por cada futuro liquidable en especie.

3. Determinación de márgenes de spread por clase

Las aportaciones en *spread* por clase son determinadas como un porcentaje de las aportaciones individuales con base en un factor establecido por el coeficiente de correlación que presenten los rendimientos diarios de cada una de las series pertenecientes a la clase. Esta aportación en *spread* es calculada para todos los contratos mediante la expresión:

$$A_{\text{Spread}} = A_{\text{Individual}} \times (1 - \rho_{\text{Series}}) \quad (8)$$

en la que A_{Spread} = aportación en *spread* para la clase en pesos;

$A_{Individual}$ = aportación individual para el futuro en pesos, y ρ_{Series} = coeficiente de autocorrelación de los rendimientos de los futuros (entre las series).

Una vez determinadas las posiciones largas y cortas de la clase se determina la posición en *spread* o posición escalonada (posición escalonada es el nombre que se utiliza en la “jerga” mexicana), que considera la mínima posición entre las dos en términos absolutos mediante la siguiente expresión:

$$F_{t, \text{spread}} = \text{Min} (\sum F_{t, \text{largo}}, |\sum F_{t, \text{corto}}|) \quad (9)$$

en la que $F_{t, \text{spread}}$ = posición en *spread* por clase del futuro; $F_{t, \text{largo}}$ = posición neta larga por clase, y $F_{t, \text{corto}}$ = posición neta corta por clase.

Así pues, una vez determinadas las autocorrelaciones entre las series de los futuros e identificadas las posiciones escalonadas y las posiciones encontradas entre las series, podemos establecer que las posiciones en *spread* por clase se encuentran compuestas por una posición larga y corta en *spread*, por lo que el margen requerido será el producto del doble de posición en *spread*, y la aportación en *spread* establecida se calcula mediante:

$$M_{\text{spread}} = 2A_{\text{spread}}F_{t, \text{spread}} \quad (10)$$

en la que: M_{spread} = margen requerido por las posiciones en *spread* en la clase; A_{spread} = aportación en *spread* requerida por cada una de las posiciones encontradas, y $F_{t, \text{spread}}$ = mínimo en términos absolutos entre posición larga y corta de la clase.

Por ejemplo, si los márgenes individual para los futuros del Cete 91 y THE 28 son 750 y 250 pesos, y sus correlaciones son 0.49 y 0.59, respectivamente, entonces la ecuación (8) conduce a una aportación en *spread* por contrato de:

$$A_{\text{spread}}(\text{Cete } 91) = 750 \times (1 - 0.49) = 380$$

$$A_{\text{spread}}(\text{THE } 28) = 250 \times (1 - 0.59) = 102$$

Si en el ejemplo se consideran las posiciones encontradas largas y cortas para las clases, se obtienen los resultados del cuadro 3.

CUADRO 3. *Posiciones en spread para el ejemplo*

<i>Futuro de Cete 91</i>	<i>Posición larga</i>	<i>Posición corta</i>
Total posiciones	120	50

Si se considera la ecuación (10) en el ejemplo, que la mínima posición es de 50 contratos (*spread* largo y *spread* corto), entonces el margen requerido al participante como el doble producto de las posiciones encontradas multiplicado por el margen en *spread* para la clase:

$$\text{Margen}_{\text{spread}}(\text{requerido}) = 2 \times 380 \times 50 = 38\,000$$

En vista de lo anterior, es necesario calcular el coeficiente de correlación entre las series del futuro. Para ello, se toman las series históricas de los rendimientos de los futuros operados en el mercado mexicano de derivados por serie, y se generan estadísticas descriptivas del comportamiento de los rendimientos y el análisis de regresión.⁹

Con base en el principio de reducción del riesgo de las posiciones escalonadas (posiciones netas largas y cortas de las distintas series), se considera el efecto de autocorrelación entre las series del contrato de futuro. Para ello, se generaron los coeficientes de correlación entre las series operadas del contrato de futuro, y se determina la máxima autocorrelación. En los cuadros 4-12 se muestran las autocorrelaciones de las series del futuro en los contratos registrados en el mercado mexicano de derivados.

CUADRO 4. *Correlaciones entre las series del contrato de futuro del Cete a 91 días*

<i>Series</i>	<i>3 meses</i>	<i>6 meses</i>	<i>9 meses</i>	<i>12 meses</i>
3 meses	1.00			
6 meses	0.16	1.00		
9 meses	-0.10	0.31	1.00	
12 meses	0.03	0.35	0.49	1.00
Máxima	0.16	0.35	0.49	

⁹ Los resultados del cálculo de las estadísticas, correlaciones y análisis de varianza de los rendimientos de las tasas de interés de referencia no se incluyen en el trabajo por razones de espacio, pero se encuentran disponibles a solicitud del interesado.

CUADRO 5. *Correlaciones entre las series del contrato de futuro de la TIE a 28 días*

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.37	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0.16	0.39	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0.05	0.24	0.47	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0.07	-0.02	0.18	0.51	1.00	—	—	—	—	—	—	—
6	0.01	0.08	0.06	0.35	0.78	1.00	—	—	—	—	—	—
7	-0.11	0.08	0.16	0.31	0.61	0.81	1.00	—	—	—	—	—
8	-0.05	-0.07	0.10	0.18	0.55	0.70	0.82	1.00	—	—	—	—
9	-0.04	-0.15	0.02	0.16	0.53	0.64	0.74	0.88	1.00	—	—	—
10	0.06	-0.17	0.00	-0.01	0.43	0.52	0.66	0.79	0.88	1.00	—	—
11	-0.05	-0.07	-0.17	0.02	0.26	0.44	0.53	0.69	0.74	0.75	1.00	—
12	-0.03	0.00	-0.01	0.07	0.43	0.47	0.54	0.65	0.79	0.79	0.77	1.00
Máx.	0.37	0.39	0.47	0.51	0.78	0.81	0.82	0.88	0.88	0.79	0.77	—

CUADRO 6. *Correlaciones entre las series del contrato de futuro del IPC*

Serie	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses
3 meses	1.00	0.96	0.95	0.90
6 meses	—	1.00	0.96	0.92
9 meses	—	—	1.00	0.95
12 meses	—	—	—	1.00

CUADRO 7. *Correlaciones entre las series del contrato de futuro de Telmex L*

Serie	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses
3 meses	1.00	0.99	0.99	0.99
6 meses	—	1.00	0.99	0.99
9 meses	—	—	1.00	0.99
12 meses	—	—	—	1.00

CUADRO 8. *Correlaciones entre las series del contrato de futuro de Cemex CPO*

Serie	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses
3 meses	1.00	0.98	0.96	0.94
6 meses	—	1.00	0.98	0.95
9 meses	—	—	1.00	0.92
12 meses	—	—	—	1.00

CUADRO 9. Autocorrelaciones entre las series del contrato de futuro de Femsa UBD

<i>Serie</i>	<i>1 mes</i>	<i>2 meses</i>	<i>3 meses</i>	<i>4 meses</i>
3 meses	1.00	0.94	0.94	0.90
6 meses	—	1.00	0.98	0.92
9 meses	—	—	1.00	0.94
12 meses	—	—	—	1.00

CUADRO 10. Correlaciones entre las series del contrato de futuro de Gcarso A1

<i>Serie</i>	<i>1 mes</i>	<i>2 meses</i>	<i>3 meses</i>	<i>4 meses</i>
3 meses	1.00	0.99	0.97	0.98
6 meses	—	1.00	0.98	0.98
9 meses	—	—	1.00	0.97
12 meses	—	—	—	1.00

CUADRO 11. Correlaciones entre las series del contrato de futuro de Gfb O

<i>Serie</i>	<i>1 mes</i>	<i>2 meses</i>	<i>3 meses</i>	<i>4 meses</i>
3 meses	1.00	0.97	0.96	0.89
6 meses	—	1.00	0.96	0.91
9 meses	—	—	1.00	0.88
12 meses	—	—	—	1.00

CUADRO 12. Correlaciones entre las series del contrato de futuro de Banacci O

<i>Serie</i>	<i>1 mes</i>	<i>2 meses</i>	<i>3 meses</i>	<i>4 meses</i>
3 meses	1.00	0.98	0.98	0.98
6 meses	—	1.00	0.99	0.99
9 meses	—	—	1.00	0.99
12 meses	—	—	—	1.00

IV. DETERMINACIÓN DE MÁRGENES EN SPREAD ENTRE CLASES

En primer lugar, es importante destacar que la varianza de la cartera no es una medida coherente de riesgo. Una medida coherente de riesgo, en el sentido de Artzner *et al* (1997), satisface las siguientes propiedades: monotonía decreciente, es decir $X \leq Y$ implica $\lambda(X) \geq \lambda(Y)$; subaditividad, es decir $\lambda(X + Y) \leq \lambda(X) + \lambda(Y)$; homogenei-

dad positiva, es decir $\lambda(aX) = a\lambda(X)$; e invarianza con traslaciones, es decir $\lambda(X + a) = \lambda(X) - a$. La varianza no satisface la homogeneidad positiva ya que las constantes salen al cuadrado, ni es invariante con traslaciones pues la varianza de una variable más una constante es igual sólo a la varianza de la variable. Sin embargo, en la metodología propuesta el *spread* intraclase se aplica a contratos que presentan la condición $Cov(X, Y) \geq 0$ y que se encuentren en posición inversa. Por tanto, según estos supuestos

$$Var(X + (-Y)) = Var(X) + Var(Y) - 2Cov(X, Y) \leq Var(X) + Var(Y)$$

Es decir, se cumple la propiedad de subaditividad. Es importante destacar que el valor en riesgo tampoco es una medida de riesgo coherente, ya que no cumple la propiedad de subaditividad. Se puede demostrar que la esperanza condicional al exceso de la cola es una medida coherente de riesgo que satisface todas las propiedades deseables mencionadas líneas arriba.

En lo que sigue se supone que la covarianza de los diferentes activos es positiva y que se tienen posiciones contrarias. La varianza de una cartera con dos activos¹⁰ se define como:

$$\sigma_p^2 = x_i^2 \sigma_i^2 + x_j^2 \sigma_j^2 + 2x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j} \quad (11)$$

en la que x_i es la proporción del presupuesto que el inversionista destina a la tenencia del activo i . Por tanto, la volatilidad de la cartera está dada por

$$\sigma_p = \sqrt{x_i^2 \sigma_i^2 + x_j^2 \sigma_j^2 + 2x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}} \quad (12)$$

Si el monto de aportación es aproximadamente 3.5 desviaciones estándar del activo, entonces

$$3.5 \sigma_{\text{cartera}} = 3.5 \sqrt{x_i^2 \sigma_i^2 + x_j^2 \sigma_j^2 + 2x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}} \quad (13)$$

Un resultado fundamental, para esta investigación, que a continuación demostramos es que

¹⁰ Se han seleccionado solamente dos activos con el propósito de ganar claridad; sin embargo, su generalización es muy sencilla al caso de n activos. Para este planteamiento de varianza y riesgo en carteras se puede consultar a Elton y Grober (1987).

$$\sigma_{\text{spread}} \leq \sigma_{\text{cartera}} \quad (14)$$

Es decir, la aportación en *spread* será menor a la aportación para el grupo de futuros. En efecto, observe que

$$x_i \sigma_i + \rho_{i,j} x_j \sigma_j \leq \sqrt{x_i^2 \sigma_i^2 + x_j^2 \sigma_j^2 + 2x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}} \quad (15)$$

elevando al cuadrado la expresión, obtenemos

$$x_i^2 \sigma_i^2 + \rho_{i,j}^2 x_j^2 \sigma_j^2 + 2x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j} \leq x_i^2 \sigma_i^2 + x_j^2 \sigma_j^2 + 2x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j} \quad (16)$$

En consecuencia:

$$\rho_{i,j}^2 x_j^2 \sigma_j^2 \leq x_j^2 \sigma_j^2 \quad (17)$$

Por otro lado, siempre se cumple que

$$\rho_{i,j}^2 \leq 1 \quad (18)$$

Por tanto, podemos concluir que

$$\sigma_{\text{spread}} \leq \sigma_{\text{cartera}} \quad (19)$$

En nuestra propuesta se requiere un conjunto de “intervalos” que definen las variaciones máximas en los precios de cada futuro y la “correlación” intraclase, definida para cada grupo de futuros que integran la cartera. Para este estudio dividimos los futuros en tres grupos, uno que se refiere al grupo de futuros del tipo de cambio, otro a los futuros de las tasas de interés y, otro más, que considere los futuros de índices y acciones. En cada caso, es necesario conocer la aportación individual que se requiere por cada uno de los futuros que integran al grupo.

1. Identificación de intervalos de precios

Los “intervalos” son definidos como las variaciones máximas en los precios que soportan los márgenes establecidos para los futuros. Cabe resaltar que el margen para un futuro cualquiera se establece como el monto suficiente para abarcar en un día hasta 3.5 desviaciones estándar del subyacente. Para la determinación del margen en *spread* intraclase, dividimos este intervalo de precios en, digamos,

cinco¹¹ subintervalos superiores y cinco inferiores, tomando los extremos como los máximos cambios mediante:

$$\Delta F = \frac{(100\%)A \times p}{V_p} \tag{20}$$

en la que ΔF = variación de precio del futuro; A = aportación mínima individual por futuro; V_p = valor de la puja del futuro, producto del tamaño del contrato y la puja, y p = puja del futuro.¹²

De esta manera, si se define que el intervalo para un futuro es de 5.25, los niveles se especifican en la cuadro 13.

CUADRO 13. *Definición de intervalos superiores e inferiores*

<i>Intervalo inferior</i>		
5	Inferior	-5.25
4	Inferior	-4.20
3	Inferior	-3.15
2	Inferior	-2.10
1	Inferior	-1.05
<i>Intervalo superior</i>		
1	Superior	1.05
2	Superior	2.10
3	Superior	3.15
4	Superior	4.20
5	Superior	5.25

2. *Estimación de la variación del margen*

La variación de cada aportación de los futuros se determina considerando las características de cada uno de los contratos y los intervalos superiores e inferiores, de modo que los extremos del intervalo superior e inferior representan el margen de cada uno de los futuros. La variación del margen se determina considerando el intervalo de precio, la aportación individual del futuro, la puja y el valor de la puja del futuro mediante:

$$A = \frac{(\Delta F) \times V_p}{p} \tag{21}$$

¹¹ Cualquier número de subintervalos es aceptable. En nuestro caso elegimos cinco. De igual manera elegimos un número de 3.5 desviaciones para asegurar una confianza de 99 por ciento.

¹² Una puja se define como el movimiento mínimo que se debe observar en el precio a futuro del activo subyacente para que se generen posturas de compra o venta mejores.

en la que ΔF = variación de precio del futuro; V_p = valor de la puja del futuro, producto del tamaño del contrato y la puja, y p = valor de la puja del futuro.

Si se emplea la ecuación (21) en los intervalos ejemplificados anteriormente, tenemos que los extremos de los intervalos se comportan de acuerdo con los resultados del cuadro 14, en el que se concluye que el margen requerido por futuro es de 5 250 pesos, el cual corresponde a los extremos del intervalo.

CUADRO 14. Definición de márgenes superiores e inferiores

5 Inferior	4 Inferior	3 Inferior	2 Inferior	1 Inferior
-5 250	-4 200	-3 150	-2 100	-1 050
1 Superior	2 Superior	3 Superior	4 Superior	5 Superior
-1 050	-2 100	-3 150	-4 200	-5 250

3. Determinación del margen requerido por posición en spread intraclase

Una vez determinados los márgenes requeridos por las posiciones en *spread* por clase y el margen de entrega, el siguiente paso consiste en determinar las posiciones individuales de cada una de las clases de futuros. Estas posiciones son las que no entraron en el cálculo para determinar el margen en *spread* y de entrega, posiciones largas y cortas, que deben considerarse para determinar las posiciones que estén encontradas con en el resto de las clases que conforman al grupo de futuros.

Una vez identificadas las posiciones largas y cortas individuales, con signo positivo y negativo, respectivamente, se determinan las pérdidas y las ganancias dentro de los intervalos, de manera que si se trata de una posición larga la pérdida es calculada por medio del intervalo inferior. Para el caso contrario, en una posición corta, la pérdida es calculada por medio del intervalo superior, dejando las ganancias en cero. Según esta consideración e identificando las posiciones individuales se determinan los montos requeridos de margen en cada uno de los niveles aplicando la siguiente expresión:

$$M = f \times \frac{(\Delta F) \times V_p}{p} \quad (22)$$

Si se emplea la ecuación (22) en los intervalos calculados anteriormente, en el cuadro 14, con una posición larga de 30 futuros sobre Cemex CPO, el margen se comporta de acuerdo con el cuadro 15. En caso de que la posición fuera corta, se toman en cuenta los intervalos superiores.

CUADRO 15. *Definición de requerimientos con base en los intervalos de variación en el precio*

5 <i>Inferior</i>	4 <i>Inferior</i>	3 <i>Inferior</i>	2 <i>Inferior</i>	1 <i>Inferior</i>
-157 500	-126 000	-94 500	-63 000	-31 500
1 <i>Superior</i>	2 <i>Superior</i>	3 <i>Superior</i>	4 <i>Superior</i>	5 <i>Superior</i>
0	0	0	0	0

Este mismo proceso se realiza para el resto de los futuros pertenecientes al grupo, de modo que una vez registrados los diez niveles serán sumados para determinar el margen requerido por nivel (MRN), de acuerdo con (23). Los resultados se muestran en el cuadro 16. Después de calcular MRN se suman cada uno de los niveles, lo cual produce los resultados del cuadro 17.

CUADRO 16. *Definición de requerimientos de margen superior e inferior por posición abierta en el mercado*

(Pesos)

	IPC	Banacci O	Cemex CPO	Femsa UBD	Gcarso Al	Telmex L
	11	-100	30	-75	7	31
Inferior 5	-44 000	0	-157 500	0	-28 000	-108 500
Inferior 4	-35 200	0	-126 000	0	-22 400	-86 800
Inferior 3	-26 400	0	-94 500	0	-16 800	-65 100
Inferior 2	-17 600	0	-63 000	0	-11 200	-43 400
Inferior 1	-8 800	0	-31 500	0	-5 600	-21 700
Superior 1	0	-60 000	0	-67 500	0	0
Superior 2	0	-120 000	0	-135 000	0	0
Superior 3	0	-180 000	0	-202 500	0	0
Superior 4	0	-240 000	0	-270 000	0	0
Superior 5	0	-300 000	0	-337 500	0	0

**CUADRO 17. *Suma de requerimientos de margen
por contrato de futuro***

(Pesos)

Inferior 5	-338 000
Inferior 4	-270 400
Inferior 3	-202 800
Inferior 2	-135 200
Inferior 1	-67 600
Superior 1	-127 500
Superior 2	-255 000
Superior 3	-382 500
Superior 4	-510 000
Superior 5	-637 500

$$MRN = \sum_{j=1}^n f_j \times \frac{(\Delta F_j) \times V p_j}{(100\%) \times p_j}, \quad (23)$$

4. *Determinación de correlación entre las clases del grupo*

Antes de calcular los *spreads* intraclase es necesario estimar las correlaciones de los contratos de futuros que integran el grupo. Si se consideran los futuros de las tasas de interés que han sido operados en el mercado, las correlaciones obtenidas se presentan en el cuadro 18. De manera similar se determinan las correlaciones de los futuros de instrumentos del mercado de capitales en el cuadro 19.

**CUADRO 18. *Coefficientes de correlación del grupo de tasas de interés
de las series de los futuros operados en el MexDer***

	<i>TI 1</i>	<i>TI 2</i>	<i>TI 3</i>
CT 1	0.06	0.17	0.24
CT 2	-0.09	-0.03	0.04
CT 3	-0.07	-0.06	-0.07
CT 4	-0.04	-0.06	-0.03

La correlación de la cartera se define como la máxima correlación obtenida para los futuros pertenecientes del grupo. Por último, se consideran los resultados en términos absolutos para determinar la aportación máxima y la mínima requerida por las posiciones en futuros pertenecientes al mismo grupo. A fin de determinar la aportación en *spread* intraclase, suponga que la cartera se conforma de un

CUADRO 19. *Coefficientes de correlación de los futuros del grupos de capitales*

	<i>BNCO</i>	<i>GFB O</i>	<i>GCAA</i>	<i>FEMD</i>	<i>CMXC</i>	<i>TMXL</i>	<i>IPC</i>
BNCO	1.00	0.25	0.17	0.17	0.19	0.06	0.20
GFB O	—	1.00	0.41	0.45	0.39	0.20	0.55
GCAA	—	—	1.00	0.59	0.55	0.34	0.61
FEMD	—	—	—	1.00	0.51	0.40	0.68
CMXC	—	—	—	—	1.00	0.33	0.64
TMXL	—	—	—	—	—	1.00	0.49
IPC	—	—	—	—	—	—	1.00

contrato largo *i* y otro corto *j* cuya posición es inversa. En este caso, la aportación requerida por posiciones en *spread* intraclase se estima mediante la siguiente expresión:

$$A_{spread\ i - c} = A_i - A_j\rho_{i,j}$$
 (24)

en la que $A_{spread\ i - c}$ =aportación requerida por posiciones en *spread* intraclase; A_i =aportación máxima equivalente a $3.5\sigma_i\ x_i$; A_j =aportación mínima equivalente a $3.5\sigma_j\ x_j$, y $\rho_{i,j}$ = correlación del grupo de futuros.

V. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

A continuación se presenta una ilustración del estudio metodológico respecto a márgenes con *spread* intraclase para el mercado mexicano de futuros, así como un comparativo con el margen empleado actualmente. En los cuadros 20-22 se presentan las aportaciones individuales y las aportaciones *spread* de cada clase. El análisis se realizará en nueve pasos que se explican, en detalle, a continuación.¹³

CUADRO 20. *Grupo 1. Futuros de divisas*^a
(Pesos)

<i>Contrato</i>	<i>Subyacente</i>	<i>Aportación individual</i>	<i>Aportación spread de la clase</i>	<i>Aportación de entrega</i>
Futuro	Dólar	5 500	2 900	7 900

^a Correlación entre las series de futuro sobre dólar = 0.47. Correlación del grupo de futuros sobre divisas =1.00.

¹³ No se incluyen los resultados de los cálculos de los distintos estadísticos utilizados por razones de espacio; sin embargo, se encuentran a disposición para que sean solicitados a los autores.

CUADRO 21. Grupo 2. Futuros de tasas de interés^a

(Pesos)

<i>Contrato</i>	<i>Subyacente</i>	<i>Aportación individual</i>	<i>Aportación de entrega</i>
Futuro	Cete a 91	900	450
Futuro	TIE a 28	360	216

^a Correlación entre las series de futuro sobre Cete 91 = 0.50. Correlación entre las series de futuro sobre TIE 28 = 0.40. Correlación del grupo de futuros sobre tasas = 0.24.

CUADRO 22. Grupo 3. Futuros de IPC y acciones^a

(Pesos)

<i>Contrato</i>	<i>Subyacente</i>	<i>Aportación individual</i>	<i>Aportación spread de la clase</i>	<i>Aportación de entrega</i>
Futuro	IPC	4 000	2 900	N/A
Futuro	Banacci O	3 000	1 250	4 250
Futuro	Cemex CPO	5 250	2 500	6 350
Futuro	Femsa UBD	4 500	2 250	6 250
Futuro	Gcarso A1	4 000	2 000	5 650
Futuro	Telmex L	3 500	850	2 800

^a Correlación entre las series de futuro sobre IPC = 0.28. Correlación entre las series de futuro sobre Banacci O = 0.58. Correlación entre las series de futuro sobre Cemex CPO = 0.52. Correlación entre las series de futuro sobre Femsa UBD = 0.50. Correlación entre las series de futuro sobre Gcarso A1 = 0.50. Correlación entre las series del futuro sobre Telmex L = 0.76. Correlación del grupo de futuros sobre capitales = 0.55. Descuento sobre acciones = 10 por ciento.

Paso 1

Se supone que un inversionista tiene una cartera con futuros pertenecientes a los tres grupos, de acuerdo con el cuadro 23, el cual muestra las posiciones. Además, se supone que las series más cercanas de los futuros sobre acciones e IPC vencen el día de hoy.

Paso 2

Se identifican los grupos de futuros por clase, los cuales están compuestos por posiciones brutas largas y brutas cortas. Se calcula la suma de las posiciones por serie en términos absolutos.

Paso 3

Se compensan las posiciones brutas para obtener ya sea una posición corta o una posición larga de la serie. Posteriormente, en el cuadro 23, se obtiene el total de posiciones largas y cortas para la clase.

CUADRO 23. *Total de posiciones largas y cortas para la clase*

Series			Posición bruta corta	Posición bruta larga	Posición neta larga	Posición neta corta
<i>Grupo 1</i>						
Futuro	Dólar	Feb-2003	100	0	100	0
Futuro	Dólar	Mar-2003	20	100	0	80
Futuro	Dólar	Jun-2003	20	20	0	0
Futuro	Dólar	Sep-2003	5	0	5	0
Futuro	Dólar	Dic-2003	0	5	0	5
Suma					105	85
<i>Grupo 2</i>						
Futuro	Cete a 91	Mar-2003	750	45	705	0
Futuro	Cete a 91	Jun-2003	32	501	0	469
Futuro	Cete s 91	Sep-2003	45	30	15	0
Futuro	Cete a 91	Dic-2003	10	10	0	0
Suma					720	469
Futuro	THIE a 28	Ene-2003	1 250	1 500	0	250
Futuro	THIE a 28	Feb-2003	750	800	0	50
Futuro	THIE a 28	Mar-2003	251	0	251	0
Futuro	THIE a 28	Abr-2003	0	0	0	0
Suma					251	300
<i>Grupo 3</i>						
Futuro	IPC	Vencimiento	1 000	452	548	0
Futuro	IPC	Jun-2003	450	20	430	0
Futuro	IPC	Sep-2003	20	50	0	30
Futuro	IPC	Dic-2003	10	10	0	0
Suma					978	30
Futuro	Banacci O	Vencimiento	150	140	10	0
Futuro	Banacci O	Jun-2003	10	0	10	0
Futuro	Banacci O	Sep-2003	0	0	0	0
Futuro	Banacci O	Dic-2003	0	0	0	0
Suma					10	0
Futuro	Cemex CPO	Vencimiento	0	0	0	0
Futuro	Cemex CPO	Jun-2003	20	0	20	0
Futuro	Cemex CPO	Sep-2003	10	0	10	0
Futuro	Cemex CPO	Dic-2003	0	0	0	0
Suma					30	0
Futuro	Femsa UBD	Vencimiento	45	0	45	0
Futuro	Femsa UBD	Jun-2003	0	31	0	31
Futuro	Femsa UBD	Sep-2003	0	0	0	0
Futuro	Femsa UBD	Dic-2003	0	0	0	0
Suma					45	31
Futuro	Gcarso A1	Vencimiento	15	25	0	10
Futuro	Gcarso A2	Jun-2003	7	45	0	38
Futuro	Gcarso A3	Sep-2003	0	0	0	0
Futuro	Gcarso A4	Dic-2003	0	0	0	0
Suma					0	48

CUADRO 23 (conclusión)

Series			Posición bruta corta	Posición bruta larga	Posición neta larga	Posición neta corta
Futuro	Gfb O	Vencimiento	0	0	0	0
Futuro	Gfb O	Jun-2003	0	0	0	0
Futuro	Gfb O	Sep-2003	0	0	0	0
Futuro	Gfb O	Dic-2003	0	0	0	0
Suma					0	0
Futuro	Telmex L	Vencimiento	210	850	0	640
Futuro	Telmex L	Jun-2003	54	90	0	36
Futuro	Telmex L	Sep-2003	1	2	0	1
Futuro	Telmex L	Dic-2003	0	0	0	0
Suma					0	677

Paso 4

Se identifican las posiciones que vencen el día de hoy para determinar el requerimiento de margen de entrega. Este margen sólo aplica para los contratos cuya entrega es en especie, como son las acciones y el dólar. Para este ejemplo, los futuros que vencen son los de las acciones, por lo que determinamos las posiciones con la serie más cercana y las multiplicamos por el margen de entrega de acuerdo con el cuadro 24.

CUADRO 24. Grupo 3. Posiciones brutas y márgenes de entrega

Grupo 3	Posición bruta corta	Posición bruta larga	Posición neta corta	Posición neta larga	Posición neta larga	Margen de entrega (pesos)
Futuro	IPC	1 000	452	548	0	N/A
Futuro	Banacci O	150	140	10	0	42 500
Futuro	Cemex CPO	0	0	0	0	0
Futuro	Femsa UBD	45	0	45	0	281 250
Futuro	Gearso A1	15	25	0	10	56 500
Futuro	Gfb O	0	0	0	0	0
Futuro	Telmex L	210	850	0	640	1 792 000
Requerimiento de margen de entrega						2 172 250

Paso 5

Se identifican las posiciones escalonadas por serie, sin considerar las posiciones que vencen el día de hoy. Se calcula en términos absolutos el mínimo entre el total de la posición larga y el total de la posición corta de las clases. Esto es necesario para determinar el requerimien-

to de margen para las posiciones en *spread* por clase. Para aprovechar la información en el cuadro 24 se determinan las posiciones individuales de las clases sin las series que vencen el día de hoy. Estas últimas posiciones, que aparecen en el cuadro 25, serán empleadas para el cálculo del *spread* intraclase.

CUADRO 25. *Posiciones individuales y spreads*

		<i>Posición individual larga</i>	<i>Posición individual corta</i>	<i>Posición spread larga</i>	<i>Posición spread corta</i>	<i>Margen spread clases (pesos)</i>
<i>Grupo 1</i>						
Futuro	Dólar	20	0	85	85	493 000
<i>Grupo 2</i>						
Futuro	Cete a 91	251	0	469	469	422 100
Futuro	THH a 28	0	49	251	251	108 432
<i>Grupo 3</i>						
Futuro	IPC	400	0	30	30	174 000
Futuro	Banacci O	10	0	0	0	0
Futuro	Cemex CPO	30	0	0	0	0
Futuro	Femsa UBD	0	31	0	0	0
Futuro	Gcarso AI	0	38	0	0	0
Futuro	Gfb O	0	0	0	0	0
Futuro	Telmex L	0	37	0	0	0
Requerimiento de margen <i>spread</i> por clase						1 197 532

Paso 6

Se determina el intervalo de variación máxima de precio de cada uno de los futuros y las posiciones individuales de cada futuro. Anteriormente, las posiciones cortas se habían manejado en términos absolutos. Sin embargo, ahora es conveniente identificarlas con el signo negativo. Por consiguiente, este paso consiste en dividir los intervalos de precio dados en cinco niveles arriba y cinco abajo por grupo de futuros, de manera que los extremos representarán el margen total del futuro como se muestra en los cuadros 26-28.

CUADRO 26. *Grupo 1. Variación máxima en precio para el futuro del dólar*

5	Inferior	-0.55	1	Superior	0.11
4	Inferior	-0.44	2	Superior	0.22
3	Inferior	-0.33	3	Superior	0.33
2	Inferior	-0.22	4	Superior	0.44
1	Inferior	-0.11	5	Superior	0.55

CUADRO 27. Grupo 2. Variación máxima en futuros de tasas de interés

<i>Nivel</i>	<i>Intervalo</i>	<i>Cete</i>	<i>TIE</i>	<i>Nivel</i>	<i>Intervalo</i>	<i>Cete</i>	<i>TIE</i>
5	Inferior	-3.56	-4.63	1	Superior	0.71	0.93
4	Inferior	-2.85	-3.70	2	Superior	1.42	1.85
3	Inferior	-2.14	-2.78	3	Superior	2.14	2.78
2	Inferior	-1.42	-1.85	4	Superior	2.85	3.70
1	Inferior	-0.71	-0.93	5	Superior	3.56	4.63

CUADRO 28. Grupo 3. Variación máxima en futuros de IPC y acciones

		<i>IPC</i>	<i>Banacci O</i>	<i>Cemex CPO</i>	<i>Femsa UBD</i>	<i>Gcarso A1</i>	<i>Gfb O</i>	<i>Telmex L</i>
Inferior	5	-400	-3.00	-5.25	-4.50	-4.00	-0.45	-3.50
Inferior	4	-320	-2.40	-4.20	-3.60	-3.20	-0.36	-2.80
Inferior	3	-240	-1.80	-3.15	-2.70	-2.40	-0.27	-2.10
Inferior	2	-160	-1.20	-2.10	-1.80	-1.60	-0.18	-1.40
Inferior	1	-80	-0.60	-1.05	-0.90	-0.80	-0.09	-0.70
Superior	1	80	0.60	1.05	0.90	0.80	0.09	0.70
Superior	2	160	1.20	2.10	1.80	1.60	0.18	1.40
Superior	3	240	1.80	3.15	2.70	2.40	0.27	2.10
Superior	4	320	2.40	4.20	3.60	3.20	0.36	2.80
Superior	5	400	3.00	5.25	4.50	4.00	0.45	3.50

Paso 7

Se obtienen las variaciones y se calculan los requerimientos de márgenes dependiendo de la posición larga o corta individual que se tenga en la cartera. Para ello, se considera que si se trata de una posición larga, serán llenados los niveles de los intervalos inferiores, ya que si baja el precio el participante tendría una pérdida. En caso contrario, serían llenados los intervalos inferiores. Para el caso de las tasas, debido a que se operan como índices, es el caso contrario. Los márgenes requeridos con supuestos extremos para cada grupo se especifican en los cuadros 29-31.

CUADRO 29. Grupo 1. Comportamiento del margen en un día con supuestos extremos

(Pesos)

	<i>Posición</i>	<i>20</i>		<i>Posición</i>	
5	Inferior	-110 000	1	Superior	0
4	Inferior	-88 000	2	Superior	0
3	Inferior	-66 000	3	Superior	0
2	Inferior	-44 000	4	Superior	0
1	Inferior	-22 000	5	Superior	0

CUADRO 30. *Grupo 2. Comportamiento del margen en un día con supuestos extremos*
(Pesos)

		Cete	TIE a 28				
		251	-49				
Nivel	Intervalo	Cete	TIE	Nivel	Intervalo	Cete	TIE
5	Inferior	0	-17 645.95	1	Superior	-45 174.82	0
4	Inferior	0	-14 116.76	2	Superior	-90 349.64	0
3	Inferior	0	-10 587.57	3	Superior	-135 524.46	0
2	Inferior	0	-7 058.38	4	Superior	-180 699.28	0
1	Inferior	0	-3 529.19	5	Superior	-225 874.10	0

CUADRO 31. *Grupo 3. Comportamiento del margen en un día con supuestos extremos^a*
(Pesos)

		IPC	Banacci O	Cemex CPO	Femsa UBD	Gcarso A1	Telmex L
Posición		400	10	30	-31	-38	-37
Inferior	5	-1 600 000	-30 000	-157 500	0	0	0
Inferior	4	-1 280 000	-24 000	-126 000	0	0	0
Inferior	3	-960 000	-18 000	-94 500	0	0	0
Inferior	2	-640 000	-12 000	-63 000	0	0	0
Inferior	1	-320 000	-6 000	-31 500	0	0	0
Superior	1	0	0	0	-27 900	-30 400	-25 900
Superior	2	0	0	0	-55 800	-60 800	-51 800
Superior	3	0	0	0	-83 700	-91 200	-77 700
Superior	4	0	0	0	-111 600	-121 600	-103 600
Superior	5	0	0	0	-139 500	-152 000	-129 500

^a Se omite a propósito la acción Gfb O, ya que no contiene posición individual alguna.

Paso 8

Se transforman los montos en términos absolutos y se determinan los montos máximo y mínimo. Con base en las correlaciones se determina el margen en *spread* intraclase para cada uno de los grupos de futuros en los cuadros 32-34.

CUADRO 32. *Grupo 1. Margen en spread intraclase*
(Pesos)

Máximo	110 000
Mínimo	0
Correlación	1
Requerimiento <i>spread</i> intraclase	110 000

CUADRO 33. Grupo 2. Margen en spread intraclase

(Pesos)

Máximo	225 874.10
Mínimo	17 645.95
Correlación	0.24
Requerimiento <i>spread</i> intraclase	221 639.07

CUADRO 34. Grupo 3. Margen en spread intraclase

(Pesos)

Máximo	1 787 500.00
Mínimo	421 000.00
Correlación	0.55
<i>Haircut</i>	0.10
Requerimiento <i>spread</i> intraclase	1 555 950.00
Requerimiento de margen <i>spread</i> intraclase	1 887 589.07

Paso 9

Se determina el requerimiento de margen total de la cartera y se compara con la metodología estándar. En este comparativo se puede observar el efecto de correlación entre las clases de futuros separados por grupos en el cuadro 35.

CUADRO 35. Análisis comparativo sin y con spread intraclase

(Pesos)

<i>Sin spread intraclase</i>		<i>Con spread intraclase</i>	
<i>Grupo 1</i>			
Margen individual	110 000.00	Margen auto <i>spread</i>	493 000.00
Margen auto <i>spread</i>	493 000.00	Margen <i>spread</i> intraclase	110 000.00
Margen total requerido	603 000.00	Requerimiento de margen	603 000.00
<i>Grupo 2</i>			
Margen individual	243 540.00	Margen auto <i>spread</i>	530 532.00
Margen auto <i>spread</i>	530 532.00	Margen <i>spread</i> intraclase	221 639.07
Margen total requerido	774 072.00	Requerimiento de margen	752 171.07
<i>Grupo 3</i>			
Margen individual	2 208 500.00	Margen auto <i>spread</i>	174 000.00
Margen auto <i>spread</i>	174 000.00	Margen <i>spread</i> intraclase	1 598 050.00
Margen de entrega	2 172 250.00	Margen de entrega	2 172 250.00
Margen total requerido	4 554 750.00	Requerimiento de margen	3 944 300.00
<i>Cartera</i>			
Margen total requerido	5 931 822.00	Requerimiento de margen	5 299 471.07

CONCLUSIONES

Se ha mostrado que el riesgo de una cartera con futuros correlacionados es menor a la suma del riesgo de cada uno de los futuros que lo integran. Por consiguiente, el requerimiento de margen debe ser menor, ya que los márgenes son estimados considerando la pérdida máxima esperada diaria a un nivel de confianza de 99% para garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones. En este caso, la cámara de compensación estaría administrando el riesgo de perder su patrimonio.

La aplicación de un esquema con márgenes en *spread* intraclass se traduce en una cámara de compensación responsable que realmente calculan el riesgo de sus participantes con carteras con futuros correlacionados entre sí. Esta acción beneficiaría el mercado en general generando mayor liquidez. Una limitación de la metodología propuesta es que se debe tener cautela con la manera en que se integran los grupos, ya que las correlaciones pueden ser negativas o bien no estables.

APÉNDICE 1

Estadística descriptiva de las tasas de interés de referencia para el periodo 1º de junio de 1999-14 de septiembre de 2000 y 3 de enero de 2000-14 de septiembre de 2000. Es importante destacar que los rendimientos en las tasas de interés no presentan un comportamiento de normalidad.

CUADRO A1. *Estadística descriptiva de las tasas de interés en México. Cete 91 y TIE 28*

(1º de junio de 1999 a 14 de septiembre de 2000)

<i>Estadísticas</i>	<i>Cete 91</i>	<i>TIE 28</i>
Media	-0.00011912	-0.00011941
Error típico	0.00016907	0.00020236
Mediana	-0.00015773	-0.00012500
Desviación estándar	0.00554842	0.00664109
Varianza de la muestra	0.00003079	0.00004410
Curtosis	10.59334357	5.01517912
Coefficiente de asimetría	0.23975280	-0.00641954
Rango	0.07717127	0.07159343
Mínimo	-0.03725612	-0.04010324
Máximo	0.03991515	0.03149018
Suma	-0.12829425	-0.12860794
Cuenta	1 077	1 077

CUADRO A2. *Estadísticas descriptivas de las tasas de interés en México.
Cete 91 y TIE 28*

(3 de enero de 2000 a 14 de septiembre de 2000)

<i>Estadísticas</i>	<i>Cete 91</i>	<i>TIE 28</i>
Media	-0.00009213	-0.00013110
Error típico	0.00022884	0.00026117
Mediana	-0.00007840	-0.00026103
Desviación estándar	0.00306173	0.00349416
Varianza de la muestra	0.00000937	0.00001221
Curtosis	5.73209465	1.80649745
Coefficiente de asimetría	-0.52246794	0.51049866
Rango	0.02728842	0.02355521
Mínimo	-0.01707783	-0.00921592
Máximo	0.01021059	0.01433929
Suma	-0.01649176	-0.02346641
Cuenta	179	179

APÉNDICE 2

En este apéndice se presentan los estadísticos del análisis de regresión y varianza de la cartera de contratos a futuro.

CUADRO A3. *Análisis de regresión de las series de futuros*

Coefficiente de correlación múltiple	0.4962085
Coefficiente de determinación R^2	0.2462229
R^2 ajustado	0.2439993
Error típico	0.0045387
Observaciones	341

<i>Análisis de varianza</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>Estadístico F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.001	0.001	53.3	0.0000
Residuos	339	0.004	0.000		
Total	340	0.005			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepto	-0.0001	0.0002	-0.6182	0.5369
Variable	0.3543	0.0485	7.3022	0.0000

CUADRO A4. *Análisis de regresión de las series de futuros*

Coefficiente de correlación múltiple	0.3687				
Coefficiente de determinación R^2	0.1359				
R^2 ajustado	0.1334				
Error típico	0.0036				
Observaciones	341				
<i>Análisis de varianza</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>Estadístico F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.001	0.001	53.3	0.000
Residuos	339	0.004	0.000		
Total	340	0.005			
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	
Intercepto	-0.0001	0.0002	-0.6182	0.5369	
Variable	0.3543	0.0485	7.3022	0.0000	

APENDICE 3

En este apéndice se encuentran estadísticas del comportamiento de la tasa de interés Cete a 91 días y de la TIEE a 28 días generados con observaciones de junio de 1999 a septiembre de 2000.

CUADRO A5. *Matriz de varianza-covarianza*
(1º de junio de 1999 a 14 de septiembre de 2000)

			<i>Varianza-covarianza</i>	
			<i>Cete 91</i>	<i>28</i>
Coef. correlación múltiple	0.33420890	Cete 91	0.00002073	0.00000558
		TIEE 28	0.00000558	0.00001351
R^2	0.11169559		<i>Correlaciones</i>	
R^2 ajustado	0.10897906		<i>Cete 91</i>	<i>TIEE 28</i>
Error estándar	0.00346935	Cete 91	1.00	0.33
Observaciones	329	TIEE 28	0.33	1.00

CUADRO A6. *Análisis de varianza*

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>Estadístico F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.000494902	0.000494902	41.1170515	0.0000000005
Residuos	327	0.003935910	0.000012036		
Total	328	0.004430812			

CUADRO A7. *Estadísticas de la regresión*

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepto	0.000146020	0.000191409	0.762871518	0.446089995
Variable ind.	0.269783434	0.042073079	6.412257916	0.000000001

APÉNDICE 4

En este apéndice se muestra un conjunto de estadísticas del comportamiento de las tasas de interés. En el cuadro A8 se proporcionan estadísticas de los rendimientos del Cete a 91 días y de la TIE a 28 días generados con observaciones de enero a septiembre de 2000.

CUADRO A8. *Varianza-covarianza y correlaciones*

(3 de enero de 2000 a 14 de septiembre de 2000)

			<i>Varianza-covarianza</i>	
			<i>Cete 91</i>	<i>TIE 28</i>
Coef. correlación múltiple	0.463627792	Cete 91	0.00000937	0.00000493
		TIE 28	0.00000493	0.00001221
R^2	0.21495073	<i>Correlaciones</i>		
R^2 ajustado	0.210515423			
Error estándar	0.003104665	Cete 91	1.00	0.46
		TIE 28	0.46	1.00
Observaciones	179			

CUADRO A9. *Análisis de varianza*

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>Estadístico F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.000467137	0.000467137	48.4635559	6.32548E-11
Residuos	177	0.001706093	9.63894E-06		
Total	178	0.00217323			

CUADRO A10. *Estadística de regresión de Cete 91 y TIE 28*

(3 de enero de 2000 a 14 de septiembre de 2000)

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepto	8.2349E-05	0.000232159	0.354709103	0.723229795
Variable ind.	0.529109487	0.076004256	6.961577114	6.32548E-11

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artzner, P., F. Delbaen, J. M. Eber y D. Heath (1997), "Thinking Coherently", *RISK Magazine*, vol. 10, pp. 68-71.

- Benjamin, D. K. (1978), "The Use of Collateral to Enforce Debt Contracts", *Economic Inquiry*, vol. 16(3), pp. 333-359.
- Castelino, M. G., y A. Vora (1984), "Spread Volatility in Commodity Futures: The Length Effect", *Journal of Futures Markets*, vol. 4, pp. 39-46.
- Cuny, C. J. (2002), "Spread Futures: Why Derivatives on Derivatives", Working paper, Texas A&M.
- Díaz-Tinoco, J. (1997a), "Riesgos en instrumentos de deuda y futuros sobre tasa de interés", H. Sabau y G. Roa (comps.), *Derivados financieros: Teoría y práctica*, México, Operadora de Bolsa, pp. 194-200.
- (1997b), "Cambios en el precio de un futuro sobre Cetes a 91 días", H. Sabau y G. Roa (comps.), *Derivados financieros: Teoría y práctica*, México, Operadora de Bolsa, pp. 188-193.
- , y F. Hernández Trillo (2000), *Futuros y opciones financieras: Una introducción*, México, Limusa-BMV.
- Elton, E. J., y M. J. Gruber (1987), *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, Nueva York, Wiley.
- France, V. G., H. L. Baer y J. T. Moser (1996), "Opportunity Cost and Prudentiality: An Analysis of Futures Clearinghouse Behavior", OFOR Working paper 96-01.
- González-Aréchiga, B., J. Díaz-Tinoco y F. Venegas-Martínez (2001), "Riesgo cambiario, brecha de madurez, y cobertura con futuros: Análisis local y de valor de riesgo", *Economía Mexicana*, Nueva Época, vol. 10, núm. 2, pp. 259-290.
- , F. Venegas-Martínez y J. Díaz-Tinoco (2000), "Riesgo de tasas de interés e inmunización por duración y convexidad con futuros: Análisis local y de valor en riesgo", *Investigación Económica*, vol. 60, núm. 233, pp. 77-112.
- Hull, J. (2002), *Futures, Options and Other Derivatives*, Prentice Hall, quinta edición.
- Iben, B., y R. Britherton-Ratcliffe (1994), "Credit Loss Distribution and Required Capital for Derivatives Portfolios", *Journal of Fixed Income*, junio.
- Kawaller, I. G. (1996), "Eurodollar/Euroyen Interest Rate Spreads Versus Japanese Yen Futures Calendar Spreads", *Derivatives Quarterly*, vol. 2, núm. 4, pp. 65-69.
- (1997), "The Ted Spread", *Derivatives Quarterly*, vol. 3, núm. 3, pp. 46-54.
- (2002), "Tailing Futures Hedges/Tailing Spreads", *The Journal of Derivatives*, vol. 5, núm. 2, pp. 62-70.
- Plaut, S. E. (1985), "The Theory of Collateral". *Journal of Banking & Finance*, vol. 9(3), pp. 401-419.
- Venegas-Martínez, F. (2002), "Cobertura de flujos financieros con instrumentos de renta fija", *Estudios Económicos*, vol. 17, núm. 2, pp. 171-192.
- (2003), "Inmunización de flujos financieros con futuros de tasas de interés: un análisis de duración y convexidad con el modelo de Nelson y Siegel", *Revista de Administração Mackenzie*, vol. 4, núm. 1, pp. 107-123.

- Venegas-Martínez, F., J. Díaz-Tinoco y B. González-Aréchiga (2002a), “Cobertura con futuros de títulos de capital”, *Momento Económico*, núm. 120, páginas 14-34.
- , y B. González-Aréchiga (2002b), “Cobertura de tasas de interés con futuros del mercado mexicano de derivados: Modelo estocástico de duración y convexidad”, *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, vol. LXIX (2), núm. 274, pp. 227-250.
- , — y J. Díaz-Tinoco (1999), “Inmunización de portafolios de Cetes, Bondes y otros títulos de deuda pública con futuros sobre tasas de interés”, Trabajo de Investigación núm. 1999-4, Serie: Mexder-Documentos de Investigación.