

**Trabajo acreedor a
Primer Lugar**

Categoría Tesis



**Análisis del riesgo implícito en los Swaps de
tasas de interés en México.**

María Eugenia Vera Juárez

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**Análisis del riesgo implícito
en los swaps de tasas de interés
en México.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMÍA
PRESENTA:

María Eugenia Vera Juárez

Director: Mtro. Miguel Angel Mendoza González

México, D.F.

Junio 2004

*A ti, madre,
por tu inmenso amor,
tu entrega diaria y tu lucha incansable,
por sacarnos adelante.*

Todo mi amor, admiración y respeto.

A mi querida Alma Mater, por brindarme todas las herramientas para forjarme un futuro,

A Miguel Angel Mendoza, por sus enseñanzas y por sus interesantes aportaciones al guiarme para que diera este paso,

A todos mis profesores, por sus invaluable conocimientos. En especial, a Martín Puchet, a Carlos Fagundo, a Marco Antonio Reyes, a Julio López y Alfredo Velarde por dejar huella en mi formación académica,

A Jimena Carretero, por creer en mí al ofrecerme el primer acercamiento a la vida profesional, por su apoyo incondicional y su bella amistad,

A Juan González Herrera, a Sergio Gutiérrez Valderrábano y a Jaime Hernández Aguilera, por mostrarme la entrada al fascinante mundo de los instrumentos derivados,

A la Asociación de Exalumnos de la Facultad de Economía (AEFE), por apoyarme en mis estudios. En especial, a Mario Beltrán y a Silvia, por su enorme disposición y la calidez de su trato,

Al Banco de México, por integrarme a la vida profesional. En especial, a Pascual O'Dogherty y a Juan Pablo Graf, por toda su confianza, por sus enseñanzas, por su gran apoyo y valiosa amistad,

A mis queridos amigos, de clase y de oficina, por tantos gratos momentos compartidos,

A mi amada familia, mis padres y mi hermana, por todo lo que con palabras no es posible expresar,

- mi más profundo agradecimiento.

SEÑOR, ante todo gracias a TI, por la hermosa oportunidad de vivir cada uno de estos instantes.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCION | 9 |
| CAPITULO I | |
| El mercado de swaps, sus fundamentos, y su presencia en México. | 13 |
| I. SWAPS | 13 |
| I.A.1. Los swaps, instrumentos “hechos a la medida”, y el principio de ventajas comparativas..... | 16 |
| I.B. <i>EL PROCESO DE VALUACIÓN DE LOS SWAPS</i> | 20 |
| I.B.1. La valuación de un swap: “Una condición de equilibrio con interesantes implicaciones” | 20 |
| I.B.2. La curva swap y su utilidad | 25 |
| I.C. <i>IMPORTANCLIA ACTUAL Y ESTUDIOS RECIENTES</i> | 30 |
| I.C.1. La presencia de swaps de tasas en otras economías..... | 32 |
| I.D. <i>EL MERCADO DE SWAPS EN MÉXICO</i> | 34 |
| CAPITULO II | |
| El swap spread como medida del riesgo de crédito | 38 |
| II.A. <i>RIESGO DE CRÉDITO</i> | 40 |
| II.A.1. Medición del riesgo de crédito: Los spreads de tasas de interés. | 41 |
| II.A.1.1. Modelos de riesgo de crédito..... | 42 |
| II.B. <i>RIESGO DE CRÉDITO EN LOS SWAPS</i> | 51 |
| II.A.1. SWAPS: Contratos con calidad crediticia continuamente renovada. | 51 |
| II.A.2. Tipos de riesgo presentes en los swaps de tasas de interés: Su relevancia para este estudio. | 52 |
| II.A.2.1. Aspectos que atenúan el riesgo de default en un swap de tasas de interés | 55 |
| II.A.3. Valuación del riesgo de crédito en los swaps. | 57 |
| II.A.3.2 Definición del modelo de riesgo empleado en este estudio | 60 |
| CAPITULO III | |
| Análisis de las componentes del riesgo implícito en los swaps de tasas de interés | 63 |
| III.A. <i>ESPECIFICACIÓN TEÓRICA DEL MODELO</i> | 64 |
| III.A.3. Descripción de las componentes del riesgo implícito en el spread de las tasas swap: (λ)..... | 67 |

| | |
|---|------------|
| III.A.3.1. Costo de financiamiento instantáneo(φ)..... | 68 |
| III.A.3.2. Riesgo de liquidez (R_l) | 69 |
| III.A.3.3. Riesgo de default (R_δ) | 70 |
| III.A.3.4. Expectativas (κ)..... | 72 |
| <i>III.B. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN</i> | 72 |
| III.B.1. La selección de los plazos | 73 |
| III.B.2. Definición de las variables explicativas..... | 74 |
| III.B.2.1 Swaps de tasas de interés y curvas SWAP..... | 74 |
| III.B.2.2 Tasas de reporto e instrumentos de deuda: gubernamental, bancaria y corporativa..... | 76 |
| <i>III.C. MODELO ECONOMETRICO</i> | 79 |
| III.C.1. Especificación del modelo..... | 79 |
| III.C.2. Metodología econométrica | 80 |
| III.C.2.1 Análisis de integración | 80 |
| III.C.2.2 Análisis de cointegración | 87 |
| III.C.2.3 Descripción y análisis de los resultados empíricos..... | 95 |
| III.C.2.3.1 Descripción de los parámetros..... | 95 |
| III.C.2.3.2. Principales resultados: Análisis empírico | 96 |
| - Componente (φ): FINANCIAMIENTO INSTANTÁNEO..... | 100 |
| - Componente (R_l): RIESGO DE LIQUIDEZ | 103 |
| - Componente (R_δ): RIESGO DE DEFAULT | 111 |
| - Componente (κ): EXPECTATIVAS | 116 |
| III.C.2.4 Análisis de la volatilidad implícita en spreads de swaps de tasas de interés..... | 121 |
| <i>III.D. PARTICIPACIÓN DE LAS COMPONENTES DE RIESGO IMPLÍCITAS EN EL SWAP SPREAD, un ejemplo</i> | 128 |
| CONCLUSIONES | 133 |
| BIBLIOGRAFÍA | 141 |

INTRODUCCION

A partir de las dos últimas décadas, los mercados financieros de todo el mundo comenzaron a sufrir un importante proceso de renovación resultado de la era de globalización y desarrollo por la que atraviesa la economía mundial. En consecuencia de lo anterior, los mercados financieros de una gran mayoría de países se han visto en la necesidad de desarrollar productos financieros más flexibles, adecuados a las nuevas condiciones del mercado y, que ofrezcan mejores mecanismos de protección ante el creciente nivel de riesgo que implica integrarse a un mercado global. Tal es el caso de los instrumentos derivados.

Aunque la aparición de los derivados es relativamente reciente, los volúmenes que se negocian diariamente son sumamente elevados y han mostrado crecimientos exponenciales a lo largo de todo el mundo. Cabe aclarar que, además de brindar nuevas alternativas de financiamiento, ofreciendo esquemas de liquidación más flexibles; los derivados deben gran parte de su éxito a su habilidad para proteger a los participantes del mercado de movimientos no anticipados en los precios, por ejemplo, brindando coberturas al fijar tasas por un determinado lapso de tiempo.

En México, la aparición del mercado de derivados es aún más reciente que en los países desarrollados. De manera oficial aparecen en diciembre de 1998, bajo la figura del Mercado Mexicano de Derivados (MEXDER), el primer mercado organizado de derivados. No obstante, cabe mencionar que previamente a esa fecha ya se concertaban operaciones a través de los mercados no organizados o de mostrador, mejor conocidos como mercados “*over the counter*”, o simplemente, *mercados “OTC”*.

En nuestro país los dos instrumentos derivados que se introdujeron primero fueron los futuros y los forwards de divisas, y desde un principio fueron objeto de gran aceptación por su utilidad para ejercer coberturas. Más adelante, a finales del año 2000, comienza a cobrar importancia otra variedad de instrumentos derivados, que a pesar de su reciente aparición, pronto logra un crecimiento notable superando los niveles de negociación del mercado de forwards de tasas de

interés. Estos instrumentos se denominan *swaps* y su notable evolución está dando de qué hablar, no sólo en México, sino en los mercados financieros de todo el mundo.

Esta investigación se centrará específicamente en el estudio de los swaps de tasas de interés. Las principales razones de tomar como objetivo de estudio dicho contrato se resumen en los cuatro puntos siguientes:

1. En los próximos años se perfilarán como el instrumento de mayor importancia para efecto de coberturas y estrategias de financiamiento. Este hecho lo corrobora el crecimiento exponencial que han mostrando¹ en México, tan sólo en los últimos dos años.
2. Resultan un buen indicador de las condiciones de riesgo de crédito de sus contratantes, es decir, los bancos comerciales, quienes se encuentran entre los principales clientes del mercado de swaps no sólo en México, sino en todo el mundo.
3. Hay países en los que la emisión de deuda gubernamental ha reducido considerablemente sus volúmenes de emisión², por lo que ha generado distorsiones en precios y tasas resultado de variaciones en la liquidez asociadas con la disminución de tales emisiones. Ante eso, la efectividad de las tasas libres de riesgo como tasas de referencia de mercado o “*benchmark*” está comenzando a ponerse en duda. Por lo que se ha observado que las tasas swap podrían funcionar como una excelente alternativa de “*benchmark*” de mercado. Esto responde principalmente a que son tasas que reflejan de manera “más precisa” los niveles de riesgo vigentes en el mercado, pues se dan casos en que los swaps cuentan con mayor liquidez y variedad de plazos que los instrumentos libres de riesgo.

Sin embargo, cabe aclarar que el mercado de swaps en México todavía no se encuentra en esta situación privilegiada, y que los swaps no tienen la liquidez, ni variedad de plazos necesarias como para otorgarles el tratamiento de un *benchmark* que les permitiera reemplazar a las tradicionales curvas libres de riesgo. Sin embargo, sí pueden considerarse como un excelente

¹ Los datos estadísticos son esporádicos, sin embargo, se sabe que los primeros contratos swap registrados en México no van más allá de 1995, y que la actividad en este mercado se regulariza a partir del año 2000.

² Uno de los ejemplos más evidente puede encontrarse en Estados Unidos, alrededor del año 2000, cuando reduce considerablemente su déficit fiscal.

indicador de las componentes de riesgo implícito en las transacciones interbancarias, pues su campo de acción se concentra precisamente en dicho sector.

4. Por último, las tasas swap se determinan con el auxilio de la llamada “*curva swap*”, la que de acuerdo con la experiencia internacional, resulta la herramienta idónea para ser utilizada como indicador en estudios comparativos entre países³ sobre los niveles de riesgo en tasas interbancarias. La ventaja de dicha “*curva swap*” está en su elaboración, pues deriva de un proceso estándar y homogéneo (en cuanto a la determinación de las tasas swap) que hace factible la realización de análisis comparativos bastante más precisos.

Este trabajo se compone de tres capítulos y las conclusiones. El capítulo primero es de carácter más bien introductorio y descriptivo. En él se explican detalladamente la estructura, características y usos de los swaps, así como su importancia y evolución en México. El capítulo segundo es básicamente teórico. En él se presentan dos de los principales modelos de riesgo de crédito que se han aplicado para medir el riesgo en swaps, así como sus principales supuestos.

En el tercer y último capítulo se presenta el análisis empírico de esta investigación, donde aplicando los supuestos teóricos del modelo de riesgo de la forma reducida y auxiliándose de técnicas econométricas de cointegración y análisis de la varianza de los errores (Modelos GARCH) se analizan las principales componentes de riesgo presentes en el diferencial (o *spread*) entre las tasas swap y las tasas libres de riesgo correspondientes (es decir, aquellas de duración similar). Este diferencial es mejor conocido como “*swap spread*”.

Los plazos de los swaps analizados comprenden contratos que van desde los 84 días hasta contratos de 5 años y entre las componentes identificadas en el “*swap spread*” se encuentran las siguientes: el riesgo de liquidez, el riesgo de default, una prima asociada al plazo de los contratos y una componente de expectativas sobre el futuro comportamiento de la tasas de interés interbancaria de equilibrio (TIIE). Cada una de estas componentes muestra

³ Por ejemplo los estudios efectuados a cargo del Banco de Pagos Internacionales o *Bank for International Settlements (BIS)*, o por el Fondo Monetario Internacional.

comportamientos muy particulares, y su participación sobre el *swap spread* puede cambiar de acuerdo con el plazo del contrato.

En resumen, este trabajo pretende identificar y cuantificar la importancia de los principales elementos que según los modelos de riesgo de la forma reducida son los que más influyen en la definición de las tasas swap. Por consiguiente, con los resultados de la medición del riesgo del *swap spread* también es posible formarse una idea de los factores que más influyen en las estrategias de financiamiento y cobertura de la banca, por el simple hecho de que son precisamente los bancos comerciales los que hasta la fecha se ubican como los clientes más importantes del mercado de swaps de tasas en México.

CAPITULO I

El mercado de swaps, sus fundamentos,
y su presencia en México.

I. SWAPS

Definición y fundamentos

Un swap es, en términos generales, un contrato en el que libremente dos contrapartes acuerdan de manera simultánea, comprar o vender el derecho de intercambiar flujos de efectivo, definidos en términos de algún subyacente, siempre aprovechando la existencia de ventajas comparativas entre ellas.

El primer swap del que se tiene registro fue un swap de divisas celebrado en 1981 entre el Banco Mundial e IBM. Desde entonces, los swaps han gozado de aceptación creciente en los mercados financieros internacionales por considerárseles una de las mejores alternativas a las necesidades de cobertura, reestructuras de pago o simple especulación presentes en los mercados financieros.

Según el tipo de subyacente al que estén referenciados los swaps pueden ser de varios tipos: swaps de tasas de interés, de divisas, de acciones, de materias primas (*commodities*), y más recientemente, swaps de crédito (*credit default swaps*). Entre todos ellos, los swaps de tasas de interés, son los más negociados hasta el momento y se clasifican conforme al esquema de pago que las contrapartes hayan pactado. Por ejemplo, las contrapartes pueden intercambiar flujos de intereses sólo en tasas fijas, o bien, en tasa fija por tasa flotante, tasa flotante a cambio de flotante (*basis swaps*), según convenga a las necesidades de financiamiento de las contrapartes.

I.1. Swaps de tasas de interés: Tipos⁴

Dependiendo de las tasas a intercambiar, los swaps de tasas de interés (*IRS*)⁵ pueden ser de varios tipos:

1. De tasas fija x fija: Si ambas contrapartes acuerdan pagar y recibir tasas fijas.
2. De tasas fija x flotante: Si la contraparte que compra el swap recibe tasa fija a cambio de pagar flujos en tasa flotante.
3. “*Basis swap*” o swaps de tasas flotante x flotante: Cuando ambas contrapartes intercambian tasas flotantes, lo más representativo en otros países es utilizar una tasa de interés interbancaria frente a otra tasa calculada con respecto a algún papel bancario comercial. En México, uno de los intercambios más comunes para los *basis swap* es el de TIE X LIBOR. Aunque en estos swaps, además de tasas, se están intercambiando flujos de divisas (*currency swaps*), donde los flujos están referenciados sólo a tasas interbancarias.

Este trabajo se centrará únicamente en la descripción y análisis de los swaps tasas de interés fija por flotante, mejor conocidos como “*plain vanilla swaps*”⁶. Este tipo de swap es el contrato más negociado en el mercado de derivados en México; y a su vez, guarda una estrecha relación con las tasas líderes de mercado (TIE y CETES).

I.A. SWAPS DE TASA DE INTERÉS (IRS)

Características y estructura

*Un swap de tasas de interés (IRS) representa una transacción en la que dos partes acuerdan intercambiar periódicamente flujos de intereses calculados con respecto a un **nocional**, pagaderos una moneda única y referenciados a alguna tasa líder de mercado.*

⁴ Explicar una a una las características y tipos de swaps existentes en el mercado escapa a los intereses de esta investigación. Sin embargo, vale la pena dar una breve descripción de los mismos, únicamente con la finalidad de darle una visión más amplia al lector sobre el tema, en virtud de que la información al respecto en nuestro país es todavía escasa.

⁵ Esta abreviatura es comúnmente utilizada para denominar a estos contratos, y se forma a partir de las iniciales de sus siglas en inglés: **I**nterest **R**ate **S**wap (IRS)

⁶ En el *argot* del medio financiero “*plain vanilla*” es la forma de denominar a los instrumentos que presentan las estructuras típicas, es decir, las más estándar. En el caso de los swaps de tasas de interés, un “*plain vanilla swap*” es aquel swap de tasas fija por flotante, sin entrega de nocional.

Un swap representa un intercambio “equitativo y justo” en el que periódicamente se intercambian flujos de efectivo entre dos contrapartes con características crediticias más o menos homogéneas. Por lo cual, los participantes son generalmente bancos o bien, empresas de elevada calificación crediticia comparable a la bancaria.

Todo swap se compone de dos *legs* o *patas* correspondientes a cada contraparte. A su vez, cada “*pata*” se integra por una serie de flujos de pago multi-periódicos cuya estructura puede ser la misma o puede variar según los requerimientos de los contratantes. En México, las estructuras de pago más comunes son mensuales, aunque también se celebran contratos con otras periodicidades de pago: trimestral, semestral o anual.

Por convención, en un swap de tasas fija por flotante a la contraparte que paga la tasa flotante y recibe la tasa fija se le define como *el comprador del swap o la contraparte “larga”*. Por consiguiente, *la contraparte “corta”* en un swap *es la contraparte que vende el contrato* aceptando pagar una tasa fija a cambio de recibir tasas flotantes. Con respecto al principal, en contadas ocasiones éste se intercambia al concluir el contrato, por eso dicho principal se denomina “*nocional*”. Esta denominación sirve para denotar la *noción o idea de un “intercambio hipotético”*.

En la gran mayoría de las transacciones con IRS las liquidaciones periódicas se hacen “*por diferencias*” entre las patas fija y flotante. Este sistema de liquidación se explica brevemente a continuación:

Los flujos que las contrapartes deberían pagarse entre sí se modifican debido a la presencia de tasas flotantes. Por eso, es necesario recalcular el flujo neto periódicamente y, dependiendo del valor resultante, determinar la contraparte que queda con una posición neta deudora y la que termina con una posición acreedora. Sólo la contraparte deudora será la que tendrá que desembolsar el monto resultante de dicha diferencia. Dejando de lado las implicaciones que movimientos inesperados en las tasas de interés podrían generar, cabe mencionar que gracias a la liquidación por diferencias el monto por entregar se reduce considerablemente, lo que tiene ciertas

ventajas sobre las probabilidades de incumplimiento de pago involucradas en las transacciones con swaps, en comparación con otras formas de financiamiento.

Otra de las principales ventajas de los swaps de tasas de interés deriva del hecho de que permiten “diseñar a la medida” esquemas de financiamiento para los contratantes. Transforman los esquemas originales de pago en otros esquemas similares con distintas características de plazo y/o tasa. De forma tal que un *IRS* hace posible que las contrapartes modifiquen los esquemas originales de pago y diseñen esquemas más adecuados a sus necesidades.

Por último, la construcción de los swaps se apoya en el principio de ventajas comparativas, pero la explicación de los beneficios que esto implica se reservan para la siguiente sección.

I.A.1. Los swaps, instrumentos “hechos a la medida”, y el principio de ventajas comparativas.

La capacidad de aprovechar la presencia de *ventajas comparativas* constituye uno de los aspectos más importantes a tomar en consideración en el diseño de cualquier swap. Esto es, dos instituciones pueden alcanzar beneficios económicos mutuos intercambiando flujos entre ellos a costos relativamente menores. En los mercados de renta fija es común observar que el spread de crédito entre las instituciones de mejor y las de menor calidad crediticia es más amplio en sus emisiones de tasa fija que el spread correspondiente en emisiones de tasas flotantes. Por lo cual, se considera que los acreditados de menor calidad crediticia generalmente tienen una *ventaja relativa o comparativa* frente a los acreditados mejor calificados en el mercado de tasas flotantes.

Para comprender mejor el sentido de este concepto, a continuación se desarrolla un ejemplo hipotético muy sencillo entre dos bancos con distintas calificaciones crediticias:

Supóngase que dos bancos *A* y *B* solicitan un crédito de manera independiente a un tercero. Las tasas ofrecidas a cada uno fueron definidas de acuerdo con la calidad crediticia de cada

banco. Esto es, si el banco *B* tiene una calificación “AAA” y el banco *A* una calificación “B”, *B* siempre gozará de mejores condiciones de financiamiento que *A*. (ver cuadro I.1.a).

Cuadro I.1.a.

| <i>Condiciones crediticias por banco:</i> | <i>BANCO A</i> | <i>BANCO B</i> | <i>Spread</i> |
|---|----------------|----------------|---------------|
| <i>Calificación:</i> | "B" | "AAA" | |
| <i>Tasa flotante:</i> | TIIE + 0.50 | TIIE + 0.25 | 25 pb |
| <i>Tasa fija:</i> | 8.75% | 8.00% | 75 pb |

En virtud de que la construcción de los swaps se apoya en el principio de ventajas comparativas esto les otorga cierta facultad de transformar las condiciones iniciales de una deuda en condiciones beneficiosas para las contrapartes, dependiendo de sus condiciones específicas.

En el cuadro I.1.b se indican las condiciones iniciales de cobro en tasas fija y flotante que a cada banco le corresponden en función de su calificación crediticia (ver inciso A), si acudieran a solicitar un préstamo separadamente. Después, se muestran cuáles serían sus condiciones si hicieran un swap entre ellos (ver inciso B). Nótese que el banco *A* preferiría pagar en tasa fija mientras que *B* preferiría pagar en tasa flotante. De hacerse el swap, los dos resultarían beneficiados si aprovecharan sus ventajas relativas.

Cuadro I.1.b.

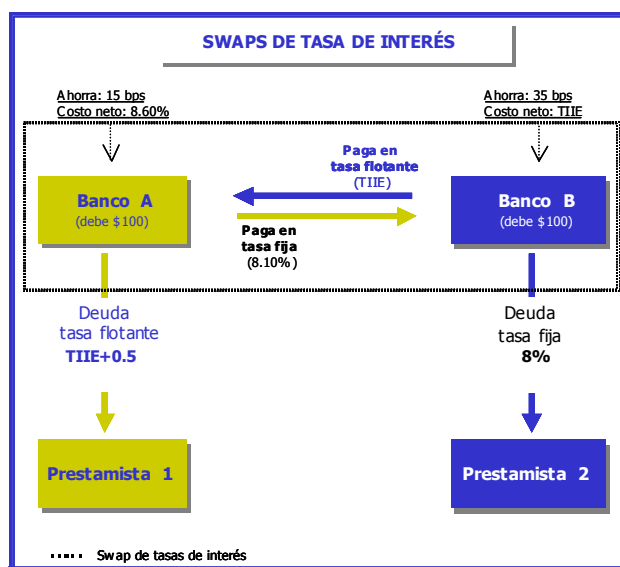
| Condiciones de cobro en tasas: | BANCO A | BANCO B |
|---|-------------------------------------|---|
| A) Condiciones iniciales (deuda original) | Tasa flotante TIIE + 0.50 | Tasa fija 8.00% |
| B) Condiciones deseadas (con SWAP) | Tasa fija Menor a 8.75% | Tasa flotante Menor a TIIE + 0.25 |

Volviendo al cuadro I.1.a, el banco *B* cuenta con mejores condiciones de financiamiento, lo mismo en tasa fija que en tasa flotante, por lo que muestra una ventaja absoluta con respecto al banco *A*. Sin embargo, en términos relativos, comparando las condiciones de ambos bancos, se encontrará que la diferencia entre las tasas flotantes del banco *B* y el banco *A* es de sólo 25 puntos base, mientras que la diferencia de *B* con respecto a *A* en las tasas fijas es de 75 puntos

base. Por lo tanto, comparando ambos diferenciales entre las tasas fija y flotante puede concluirse que el banco *B* tiene una ventaja relativa sobre el banco *A* en términos de las tasas fijas, mientras que *A* tiene una ventaja relativa sobre *B* en términos de las tasas flotantes.

Una vez identificada la ventaja relativa entre *A* y *B*, en el cuadro *I.2* se muestra la estrategia más recomendable para que ambos bancos, mediante un swap, puedan aprovechar los beneficios de las ventajas comparativas entre los diferenciales de tasas, en lugar de acudir a un tercero a solicitar financiamiento:

Cuadro I.2



Esto es, si ambos bancos celebraran un swap de tasas de interés (*IRS*) tipo “*plain vanilla*” entre ellos, entonces se lograrían beneficios para ambos:

*Considerando que *A* y *B* tienen cada uno por separado una deuda con los prestamistas *1* y *2*. La deuda del banco *A* con el prestamista *1* se pactó a una tasa flotante de $TIIIE+0.50\%$, mientras que la deuda del banco *B* se pactó en una tasa fija de 8% . Además, por circunstancias particulares, al banco *A* le convendría más efectuar sus pagos en tasa fija, mientras que el banco *B* preferiría hacerlos en tasa flotante (ver cuadro *I.1.b*).

Aprovechando la presencia de las ventajas relativas entre ambos, mediante un swap, terminarían pagando al final menores tasas que las que individualmente se les ofrecen en el mercado.

En el cuadro I.2 se muestra cómo quedarían los bancos empleando un swap: El banco *A* podría pagar periódicamente a *B* una tasa fija inferior a la que tendría que pagar en el mercado sin la ayuda del swap. Esto es, en lugar de pagar 8.75%, podría pagar una tasa fija mucho menor, por ejemplo, 8.10%. Además, estaría recibiendo a cambio una tasa flotante (TIIIE) que le permitiría cubrir su deuda con el prestamista 1. Su ahorro total sería de 15 puntos base.

Por su parte, el banco *B* podría cómodamente pagar una tasa flotante (TIIIE) a un costo menor que el de su deuda original, a cambio de recibir del banco *A* una tasa fija de 8.10%, superior a la de su deuda original (pactada en 8%) frente al prestamista 2. En todo el proceso terminaría ahorrando 35 puntos base.

Visto de esa manera, se comprende por qué a ambas partes les convendría más pagar flujos eficientemente transformados mediante el diseño de un swap de tasas de interés entre ellos, que contratar un crédito a la manera tradicional a tasas de interés correspondientes a sus niveles de riesgo crediticio originales.

En resumen, con la celebración de un swap todos los participantes en principio pueden resultar beneficiados. Sin importar que alguna contraparte tenga ventajas absolutas sobre la otra, los swaps son estructuras tan eficientes en su construcción que son capaces de reflejar en una tasa de interés las condiciones crediticias representativas de las dos contrapartes involucradas en el contrato. A esta tasa se le denomina “*tasa swap*” y se considera de gran utilidad como indicador del desempeño del mercado de crédito interbancario.

Gracias al ejemplo anterior, ya puede entenderse por qué uno de los usos más frecuentes de los IRS es la **cobertura**. Si el swap puede ser diseñado de acuerdo a las necesidades específicas de las contrapartes, cuando los bancos emisores de títulos de renta fija requieran protegerse ante la volatilidad en las tasas de interés y, al mismo tiempo, asegurarse de que el pago por dicha cobertura represente una de las opciones más baratas, entonces, una excelente alternativa será que dichas emisiones se cubran con swaps. La presencia de ventajas comparativas que es posible aprovechar en dichos contratos representa de antemano una garantía de que se ha seleccionado una alternativa de cobertura a las tasas más competitivas posibles.

I.B. EL PROCESO DE VALUACIÓN DE LOS SWAPS

I.B.1. La valuación de un swap: “Una condición de equilibrio con interesantes implicaciones”.

Esta sección se dedica a explicar brevemente el procedimiento de valuación de los swaps, por ser un proceso que lleva implícita una condición de equilibrio cuyas propiedades hacen factible considerar a las tasas swap como una tasa de referencia o *benchmark* del mercado de renta fija. Además, resultado de esa condición de equilibrio, las tasas swap pueden servir como una de las mejores aproximaciones para describir el proceso de financiamiento crediticio asociado al sector interbancario en el largo plazo.

Antes de describir el procedimiento para valuar un swap cabe aclarar que si se menciona que un análisis de las tasas swap permite definir en cierta forma el proceso de financiamiento crediticio interbancario es simplemente porque los bancos son las instituciones más activas en este mercado, a lo largo de todo el mundo. De hecho, los IRS generalmente se construyen tomando como referencia de la tasa flotante, **tasas interbancarias**. Por ejemplo, en Estados Unidos se utiliza la tasa LIBOR a seis meses,⁷ mientras que México emplea la tasa de interés interbancaria de equilibrio a 28 días (TIE28).

El procedimiento de valuación de un swap se compone de tres etapas:

- 1) Se requiere identificar una estructura de pagos equivalente para las contrapartes: Las patas de un mismo swap generalmente están referenciadas a tasas de interés fijas y/o flotantes, y muestran diferentes esquemas de flujos periódicos de pago. Por lo cual, es indispensable convertirlas primero en estructuras comparables para después poder valuarlas.
- 2) Se deben expresar todos los pagos periódicos en un pago único equivalente: Esto se hace estimando los flujos futuros, descontándolos y trayéndolos a valor presente para transformarlos en un pago único equivalente. Una vez definida la estructura de pagos de cada pata (etapa 1), se estima el valor presente de todos los flujos futuros (etapa 2). Este es un proceso que se apoya en el supuesto hipotético de que las

⁷ Aunque ocasionalmente también se utilizan los Treasury Notes (T-notes).

“tasas futuras interbancarias” efectivamente se realizarán⁸. Por lo cual, al efectuar este proceso se cubre un doble objetivo: a) Encontrar una tasa fija única comparable a las flotantes para un punto dado en el tiempo. b) Captar la componente de expectativas implícita en la estructura de tasas futuras que se utilizaron como factores de descuento.

- 3) Se determina el “valor del swap”: El valor del swap se expresa como la diferencia entre los valores presentes de las patas fija y flotante:

$$V_{t_\tau}(s) = B^x_{t_\tau} - B^y_{t_\tau} \quad (1.1)$$

Donde:

$V_{t_\tau}(s)$ = Valor del swap calculado en el período τ

$B^x_{t_\tau}$ = Valor presente del flujo total de pagos por recibir expresados en un solo período (τ)
Esta pata representa la posición activa de la contraparte

$B^y_{t_\tau}$ = Valor presente del flujo total de pagos por entregar expresados en un solo período (τ)
Esta pata representa la posición pasiva de la contraparte.

t_τ = Período de análisis del swap ($\tau = 0, \dots, T$)

- Observaciones:

- a) Los flujos de $B^x_{t_\tau}$ y $B^y_{t_\tau}$ representan cada una de las patas o “legs” del swap. Éstas, por las similitudes en su estructura pueden compararse con bonos cuponados⁹ independientes, uno que pague siempre en tasa fija y otro que pague tasas flotantes.
- b) Aunque el valor de un swap ($V_{t_\tau}(s)$) cambia con el tiempo, debido a cambios en las expectativas de mercado, es indispensable que **su valor inicial siempre sea igual a cero**.

Cabe mencionar que por su estructura un swap de tasas fija por flotante representa una operación económicamente equivalente a “comprar un bono que pague tasa fija vendiendo

⁸ Siempre que se valúan instrumentos trayendo a valor presente sus flujos, uno de los supuestos más fuertes en los que se apoya dicho proceso es que las tasas futuras el día de hoy, resultan la mejor aproximación de las tasas de interés que efectivamente ocurrirán en el futuro. Estas tasas se toman directamente de las curvas de tasas forward.

⁹ Un bono es un instrumento financiero que obliga al emisor a realizar ciertos pagos al tenedor del bono durante un periodo de tiempo específico. Un bono cuponado obliga al emisor a realizar pagos de intereses, denominados pagos de cupones, durante la vida del bono, y a pagar el valor nominal del bono en su fecha de vencimiento.

periódicamente varios bonos que paguen tasa flotante”, (ver ec. 1.1). Por tanto, bajo ese criterio, las patas de un mismo swap perfectamente podrían expresarse como bonos cuponados:

$$B^x_{t_\tau} = \text{Bono en tasa fija} \quad \text{donde: } B^x_{t_\tau} = \sum_{\tau=1}^T ke^{-r_{t_\tau}} + Qe^{-r_{t_\tau}} \quad (1.1.a)$$

$$B^y_{t_\tau} = \text{Bono en tasa variable} \quad \text{donde: } B^y_{t_\tau} = Qe^{-r_{\text{vig}}} + k * e^{-r_{\text{vig}}} \quad (1.1.b)$$

Donde:

Q = Nociónal o principal = Valor del monto total original a intercambiar entre contrapartes

En $B^x_{t_\tau}$:

k = Función de los T pagos periódicos del bono en tasa fija

r_{t_τ} = Tasa de descuento correspondiente al período τ tomada de la curva de precios forward, o curva swap.

En $B^y_{t_\tau}$:

k^* = Pago efectuado en el período vigente por el bono flotante a la tasa vigente.

Entonces, cuando una contraparte compre un swap de tasas fija por flotante eso equivaldrá a tomar una posición “corta en tasa flotante” y “larga en tasa fija”. En otras palabras, esa contraparte estará asegurándose de recibir tasas fijas, financiándose con la venta de tasas variables.

Dicho esto, ahora es más fácil comprender por qué se mencionó que uno de los usos más frecuentes de los IRS es precisamente la cobertura, pues en una estrategia típica de cobertura: la contraparte *larga* o compradora del swap será quien necesite asegurarse de recibir flujos de efectivo en tasa fija durante un lapso de tiempo determinado, teniendo que dar a cambio flujos en tasa flotante.

Una vez explicada la manera de valorar un swap, resulta interesante conocer las implicaciones económicas de este proceso.

*Implicaciones de la valuación de un swap:

Se mencionó anteriormente que en el momento inicial de pactar cualquier contrato swap, un requisito indispensable era que éste valiera cero. **Un swap con valor inicial igual a cero ($V_{t_0} = 0$) es la única garantía de que el intercambio será justo y de que ambas contrapartes están negociando bajo condiciones equivalentes de tasa (fija y flotante), tal y como se requiere en estos contratos.**

Regresando a la ecuación (1.1), se tiene que el valor de un swap será igual a cero si, y sólo si, se cumple que los flujos de cada *pata* traídos a valor presente sean idénticos, por lo tanto:

$$\text{en } V_{t_0} = B^x_{t_0} - B^y_{t_0} = 0 \quad (1.1.c)$$

si:

$$\begin{aligned} \exists r^* \in B^x &\rightarrow B^x_{t_0} = B^y_{t_0} \\ \therefore &V_{t_0} = 0 \end{aligned} \quad (1.2)$$

donde: r^* = Tasa única de equilibrio calculada en t_0 para la *pata* fija del swap, mejor conocida como: **TASA SWAP**.

Entonces, para todo swap existirá una “tasa de equilibrio única”, (r^*) que sólo en el momento inicial del contrato es capaz de igualar los flujos en tasa flotante con los flujos en tasa fija, haciéndolos **equivalentes** y por lo tanto, perfectamente comparables (ec (1.2)) .

Esta es una la **condición inicial de equilibrio** que garantiza que ninguna de las contrapartes inicie en posición de desventaja. A la única tasa que logra dicho equilibrio en las condiciones de intercambio se le define como la **TASA SWAP**.

Como las condiciones económicas cambian con el tiempo, entonces también debe recalcar que existe un único momento en el que se obtiene un **valor de equilibrio perfecto para un swap**, y éste es el momento inicial ($\tau = 0$). Dado que al estar intercambiando tasas flotantes por tasas fijas, son precisamente las variaciones de las tasas flotantes las que hacen que en cualquier punto posterior al inicial, el swap se aparte de su condición de equilibrio y tome valores distintos de cero, provocando con esto que las contrapartes ganen o pierdan dependiendo de los movimientos en las tasas y de la posición que hayan tomado (corta o larga).

Por otra parte, como en estos contratos las patas flotantes están referenciadas a tasas líderes de mercado que se actualizan continuamente, para efectuar cualquier valuación posterior a $\tau = 0$, es decir en $\tau > 0$, se tendría que recurrir al nuevo valor vigente de la tasa en el mercado.

Resumiendo, la tasa inicial de un swap representa un elemento de crucial importancia por ser la única tasa que asegura un intercambio equitativo entre contrapartes. No importa que los flujos de pago de cada *pata* para un mismo swap sean completamente diferentes, ni que las

contrapartes tampoco tengan las mismas condiciones crediticias, pues estas disparidades serán reflejadas y absorbidas por esa tasa única representativa del punto de equilibrio, la TASA SWAP.

Asimismo, el hecho de que las tasas swap se originen como resultado de una condición de equilibrio inicial es lo que les permite fungir como un indicador de las condiciones crediticias vigentes en un punto dado en el tiempo. Cualquier valuación de un swap en un período posterior al período inicial ya no podrá servir como indicador, debido a que las fluctuaciones de la parte flotante del swap rompen ese equilibrio inicial y los términos de intercambio entre las contrapartes dejan de ser equivalentes.

En conclusión, la tasa swap es la única tasa que:

- 1) Garantiza equilibrar en un precio las condiciones crediticias entre contrapartes, evitando de entrada que alguna obtenga ganancias o pérdidas extraordinarias.
- 2) Logra que el mercado otorgue una tasa fija equivalente a las tasas flotantes vigentes en el período inicial.

Por tanto, las tasas swap se también representan el mejor indicador disponible para comparar las condiciones crediticias en el sector interbancario en distintos puntos en el tiempo. De hecho, la comparación de tasas swap pactadas en diversos momentos también puede resultar un buen indicador de la volatilidad implícita en las tasas interbancarias a lo largo del tiempo, que además, incorpora las expectativas con respecto al comportamiento futuro de los mercados de crédito interbancarios. Esto sucede porque se elabora a partir de tasas forward implícitas, representando un **excelente barómetro del comportamiento del riesgo interbancario**, tal y como se percibe desde el interior del propio sector.

Por último, el hecho de que los swaps sean contratos hechos a la medida (negociados en el OTC) refleja en cierta medida las características crediticias de las contrapartes involucradas en el contrato. Aunque algunos estudios consideran que las tasas swap son poco sensibles a la calidad crediticia de las contrapartes, (Mozumdar, 1999), debido al bajo nivel de riesgo involucrado en dichos contratos, entre otras razones porque:

-
- 1) Se negocian casi exclusivamente en el sector interbancario, donde las contrapartes tienen características crediticias bastante homogéneas, y cuentan con líneas de crédito entre ellas.
 - 2) Al no existir entrega de nocional (principal), los montos expuestos se reducen simplemente al pago de intereses (mecanismo de liquidación por diferencias).

I.B.2. La curva swap y su utilidad.

I.B.2.1. Construcción de la curva swap

Una curva swap es una curva teórica cupón cero elaborada a partir de tasas swap, es decir, a partir de las tasas fijas de *swaps plain vanilla*. Al igual que cualquier curva de tasas se auxilia de una técnica denominada “*bootstrapping*” (empleada para valorar instrumentos de renta fija) que consiste en estimar el valor presente de flujos futuros de efectivo descontándolos con tasas asociadas a una apropiada estructura de plazos. (Ron, 2000).

Para construir una curva de tasas swap lo primero es elegir aquellos contratos cuyos plazos sean los más representativos del mercado, procurando que dicha selección disponga de la mayor cantidad posible de puntos de referencia (o nodos) que después permitan proyectar tasas para las secciones restantes de la curva, es decir, para el corto, mediano o largo plazo. Una vez ubicados los plazos más representativos y fijados como nodos, se emplean técnicas de interpolación para calcular las tasas de los plazos intermedios.

Esta curva ha ido ganando importancia paulatinamente entre los países más desarrollados del mundo, y actualmente se considera un indicador confiable del mercado de renta fija, en especial, para el sector bancario. Su aceptación a llegado a un grado tal, que las tasas swap ya se están empleando como *benchmark*¹⁰ de instrumentos de renta fija, por ejemplo, instrumentos bancarios, corporativos, y en ocasiones, de los propios instrumentos gubernamentales.

¹⁰ Un *benchmark* es un punto de referencia, en este caso, las tasas swap se toman como tasas de referencia para valorar instrumentos de renta fija.

Los primeros en prestar atención a la ventaja de ocupar tasas swap como factores de descuento en la valuación de instrumentos de deuda fueron los bancos comerciales y de inversión, justamente por su familiaridad con dichos contratos. Esto se debió en parte a que las tasas swap tenían la ventaja de incorporar una componente de expectativas sobre las tasas interbancarias futuras, (Wooldridge, 2001). Por eso, cuando la banca tiene posiciones descubiertas en tasas (por ejemplo, las resultantes de la emisión de bonos o pagarés bancarios) generalmente recurre a los swaps de tasas como mecanismo de cobertura.

En países como Estados Unidos, Inglaterra, Francia o Canadá se está adoptando como práctica habitual valorar sus instrumentos de deuda corporativa e incluso gubernamental a partir de curvas swap, dejando a la tradicional curva gubernamental como indicador secundario, (Remolona et. al., 2003).

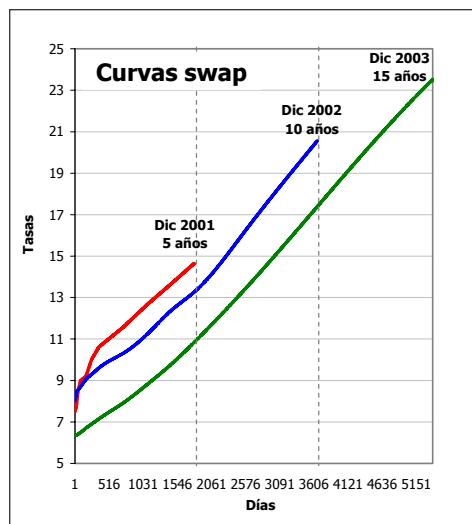
No obstante, para entender mejor las razones que están haciendo de la curva swap un indicador tan importante es imprescindible comprender los principales fundamentos teóricos en que se basa su construcción. Aunque lo ideal al construir una curva swap es que se ocupen únicamente las tasas de swaps, un problema de los mercados poco desarrollados como el nuestro es que se emplean tasas de referencia de instrumentos distintos a los swaps. Esto es debido a la escasez de contratos para armar todos los plazos de la curva.

En México, por ejemplo, las tasas de referencia empleadas en la construcción de la curva swap varían de acuerdo con la sección de que se trate: En las secciones de muy corto plazo generalmente se toman futuros de TIE de 28 ó 91 días y *forward rate agreements* o *FRA's*. En plazos superiores a 84 días se ocupan lo que se conoce como “*engrapados*” que son una forma sintética de swaps, y se construyen con contratos de futuros de tasas (TIE28 ó TIE91) que son pactados en bloque. Por último, las secciones de mediano y largo plazo de la curva ya emplean swaps, pues generalmente en los plazos más largos sólo se cuenta con contratos swap como referencia. Sin embargo, se aclara que en México¹¹ el “largo plazo” en pocas ocasiones

¹¹ Aunque el mercado de swaps en México todavía se encuentre en sus inicios, lo que es importante resaltar es que desde su aparición ha mostrado un desempeño bastante favorable. Por eso es de esperarse que en pocos años dichos contratos lleguen a ocupar el mismo sitio que ya ocupan en los mercados de las principales economías del mundo.

supera los 15 años, mientras que en otros países puede llegar hasta los 20 o 30 años. (ver gráfica I.1)

Gráfica I.1



En una curva swap para cada plazo, desde un día hasta diez años o más, existe una *tasa cupón cero* con la que deben descontarse uno a uno los cupones de cualquier swap para expresarlos en valor presente¹².

“El conjunto de tasas cupón cero que forman la curva swap son construidas a partir de contratos swap y muestran el rendimiento que debería otorgar un swap si éste fuera visto como un bono de un solo cupón en cada plazo correspondiente.” (Das, 1994).

Tasas cupón cero: Algunas especificaciones

Un bono cupón cero es el resultado de transformar un bono con varios cupones y expresarlo como un bono de un solo cupón. Este bono paga una tasa de rendimiento que equivale a promediar las tasas de los cupones que lo componían originalmente. Por eso las tasas teóricas cupón cero siempre estarán por encima (debajo) de la tasa par relevante o de la curva de rendimiento para una curva normal o de pendiente positiva (inversa o de pendiente negativa).

¹² Recuérdese que un swap por su estructura equivale a tener bonos “cuponados”.

Además, las tasas cupón cero muestran las siguientes características:

- Entre más pendiente tenga la curva de rendimiento original, la pendiente de la curva cupón cero correspondiente será aún mayor.
- Las tasas cupón cero serán tan volátiles como lo sean las tasas de los cupones traídas a valor presente, pues las variaciones en las tasas de los cupones se traducen indirectamente en variaciones en las tasas cupón cero.

I.B.2.2. Determinación de los factores de descuento a partir de la curva swap

Dado que al valuar un swap es necesario traer a valor presente cada uno de los flujos de pagos periódicos de sus patas es fundamental adoptar el supuesto de que las tasas seleccionadas como factores de descuento (*o tasas futuras esperadas*) efectivamente se realizarán en el futuro¹³:

a) Para determinar los factores de descuento se utiliza la siguiente fórmula:

$$fd_{t_\tau} = (1 - C_{t_\tau} * \sum_{i=1}^{T-1} fd_{t_i}) / (1 + C_{t_\tau}) \quad (1.3)$$

donde: fd_{t_τ} = factor de descuento en el período τ , donde $\tau = 0, \dots, T$

$\sum fd_{t_i}$ = sumatoria de los factores de descuento precedentes

C_{t_τ} = tasa de rendimiento del cupón en el período τ

b) A partir de dichos factores se derivan las tasas cupón cero:

$$Z = \left[\left(\frac{1}{fd_{t_n}} \right)^{1/t_n} \right] - 1 \quad (1.4)$$

donde: Z = tasa cupón cero

t_n = plazo transcurrido al período n

I.B.2.3. Utilidad de la curva swap

En fechas recientes se ha visto que la creciente reducción en la liquidez de los mercados de deuda gubernamental (debida especialmente a la reciente reducción en los déficit públicos de algunos países) se ha traducido en la pérdida de eficacia de las tasas gubernamentales como

¹³ Nótese que dichas tasas se toman directamente de la curva swap

indicadores líderes del comportamiento del mercado de renta fija (Remolona y Wooldridge, 2003).

Por ejemplo, en uno de los países más avanzados en materia financiera, Estados Unidos, se está utilizando la curva swap como nuevo benchmark, lo que ha dejado de lado a la tradicional curva libre de riesgo (Remolona y Wooldridge, 2003). En este país, la reducción del déficit público se vio reflejada directamente en la disminución de sus emisiones de deuda, en la caída en los volúmenes de negociación de los Treasury-Bills y los Treasury-Bonds y por consiguiente, en una pérdida de liquidez. Frente a esto, el vertiginoso crecimiento de los mercados de swaps de tasas llevó a los emisores de deuda privada a considerar la ineficacia de trabajar con la tradicional curva libre de riesgo, para buscar mejores indicadores más líquidos y con mayor disponibilidad de plazos. La mejor alternativa fue adoptar la curva swap como nuevo benchmark.

Situación similar ocurre en Canadá y Francia, donde se ha observado un incremento excepcional en los volúmenes de operación en swaps de tasas que los ubica entre los contratos más líquidos, al menos en años recientes.

Cabe mencionar que en todos estos países, la banca comercial y la de inversión se encuentran entre las instituciones que más utilizan swaps, pues la naturaleza de sus operaciones lleva implícito un factor de riesgo generado por los descalces entre el plazo de sus pasivos y el de sus activos. Eso les exige buscar fuentes alternativas de cobertura que de manera segura y eficiente permitan contrarrestar tales desequilibrios.

Por otro lado, tras la introducción del euro como moneda única se incrementó considerablemente la cantidad de participantes que recurrieron a los swaps de tasas de interés para cubrir sus posiciones, especialmente dentro del sector bancario¹⁴.

¹⁴ Por ejemplo, se sabe que el mercado de euro swaps duplicó su volumen en 1999 a partir del lanzamiento del euro como resultado de operaciones de cobertura y arbitrajes.

Una de las principales ventajas de emplear swaps en lugar de emisiones gubernamentales es que los swaps, por construirse con tasas futuras esperadas, incorporan en sus tasas un elemento de expectativas muy interesante. Esto permite a los participantes del mercado tomar ciertas previsiones en cuanto a sus estrategias de inversión, a partir de un cuidadoso análisis del comportamiento de las curvas swap.

En conclusión, se espera que en la medida en que el empleo de los swaps se generalice, éstos se convertirán en un excelente punto de referencia (o *benchmark*) para valorar instrumentos del mercado de renta fija a lo largo de todo el mundo.

I.C. IMPORTANCIA ACTUAL Y ESTUDIOS RECIENTES

Hacia un nuevo benchmark

Se considera que para que un instrumento pueda ser considerado un *benchmark* o indicador líder de mercado, éste debe cumplir ciertas características que lo hagan único: Por ejemplo, ser una buena o la mejor aproximación a una tasa libre de riesgo; gozar de amplia aceptación y liquidez en el mercado; y contar con amplia disponibilidad de plazos, entre otras cosas. De esta manera los participantes en el mercado podrán tomarlo como punto de referencia en sus operaciones diarias.

En últimas fechas, el volumen de negociación de los swaps de tasas de interés ha mostrado niveles de crecimiento exponenciales, ubicándose entre los contratos derivados que actualmente gozan de mayor aceptación a nivel internacional. Por lo que no resulta sorprendente el hecho de que haya comenzado a centrarse la atención en el análisis de las tasas *swap* como un barómetro del desempeño de otros mercados, como el de renta fija.

Los swaps de tasas funcionan como vehículo de integración entre mercados pues son equivalentes a reunir sintéticamente en un sólo contrato distintos instrumentos financieros: por ejemplo, pueden combinarse diferentes tasas fijas y/o flotantes, o en el caso del *basis currency swap*, se pueden vincular mercados de deuda a nivel internacional, pues se intercambian divisas y tasas interbancarias de distintos países.

Por otra parte, transforman la estructura original de una deuda, brindando esquemas de financiamiento más flexibles. Tal podría ser el caso de un banco que tuviera una deuda original en tasa flotante, que combinada con la venta de un swap de tasas de interés, daría como resultado otro tipo de pasivo en el cual, en lugar de estar pagando tasas flotantes, pagaría tasas fijas a cambio de recibir flujos en tasa flotante.

Por todo lo anterior, las tasas swap han podido convertirse en indicadores eficientes que además de su elevada liquidez y disponibilidad de plazos presentan notables ventajas:

- 1) Permiten aprovechar posibilidades de arbitraje en tasas: Mediante un swap las contrapartes aprovechan cierto arbitraje en tasas, pues obtienen condiciones de crédito más ventajosas que las que podrían encontrar directamente en el mercado, gracias al principio de ventajas comparativas explicado previamente. Con un swap de tasas de interés es posible que instituciones con diferentes niveles de riesgo obtengan de manera conjunta tasas más competitivas que las que el mercado, en función de su calidad y riesgo crediticio originales, les ofrecería. Se aclara, sin embargo, que este arbitraje se produce gracias a la presencia de imperfecciones en el mercado, pues si los mercados fueran totalmente eficientes, no cabría ninguna posibilidad de obtener costos de transacción más bajos mediante el empleo de operaciones sintéticas, como los swaps.
- 2) Otorgan flexibilidad para diseñar estructuras de financiamiento: Los swaps, al ser contratos *OTC*, tienen la ventaja de generar estructuras de financiamiento a la medida, adaptando los esquemas de pago a las necesidades específicas que requieran las contrapartes.
- 3) Se emplean como mecanismo de cobertura: Permiten una reducción considerable en el grado de exposición al riesgo de crédito gracias a que se liquidan por diferencias. Pero además, aseguran que los participantes reciban o entreguen tasas fijas pactadas desde un principio durante todo un período de financiamiento.

I.C.1. La presencia de swaps de tasas en otras economías

En varios países desarrollados el empleo de los swaps comenzó a formar parte de sus transacciones desde los años ochenta, siendo instrumentos que inmediatamente gozaron de gran aceptación y mostraron crecimientos exponenciales tanto en el número de contratos, como en los volúmenes de negociación. Según algunos expertos, los volúmenes negociados a lo largo de todo el mundo a finales de 1999 oscilaban entre los 41 y 46 trillones de dólares, (Kliff, Ron Ebrahim, 2001 y Fang y Muljono, 2001).

La influencia y utilidad creciente de los swaps de tasas de interés ha cobrado importancia no sólo a nivel nacional sino internacional, por lo que, como ya se ha mencionado, la curva de tasas swap se prepara para ocupar el lugar de la tradicional curva libre de riesgo en su papel de *benchmark* en la valuación de instrumentos de deuda.

Hasta el momento, existen algunos países que ocasionalmente emplean la curva swap incluso en la valuación de papel gubernamental. Éstos consideran que la curva libre de riesgo paulatinamente dejará de ser un indicador confiable por los efectos fiscales y de liquidez que distorsionan el que debería ser el verdadero nivel para una tasa libre de riesgo, (Fleming, 2000) argumentando que el precio de un swap es más ajeno a esos efectos por el sólo hecho de que no se trata de un instrumento de deuda, sino de un contrato.

Estados Unidos, Canadá, y algunos países europeos, en especial Francia e Inglaterra, se destacan por mostrar un marcado interés por el uso de los swaps. Por ejemplo, desde 1984 el gobierno de Canadá utiliza swaps de tasas de interés como auxiliar en la administración de sus pasivos en moneda nacional y extranjera, obteniendo fondeo en tasas flotantes a cambio de pagar tasas fijas más competitivas que las que hubiera podido obtener emitiendo instrumentos de renta fija de corto plazo. Además, está efectuando estrategias similares para fondear sus reservas internacionales, pero utilizando basis currency swaps. (Kliff, et. al., 2001).

Otro ejemplo al que ya se ha hecho mención anteriormente está en la economía norteamericana. La situación por la que atravesó a mediados del año 2000 contribuyó a abrirle paso al mercado de swaps de tasas de interés. En ese año, ante la mejoría de la situación fiscal de Estados Unidos disminuyeron paulatinamente sus emisiones gubernamentales, provocando con esto una caída en la liquidez de dichos instrumentos. Como consecuencia de lo anterior, los participantes del mercado percibieron una pérdida en la eficiencia del treasury como indicador líder de mercado dejando el camino preparado a nuevos indicadores sustitutos, entre ellos, los swaps. (Fleming, 2000).

Se debe tener bien claro que una tasa de interés sólo servirá como un indicador de mercado o punto de referencia, siempre y cuando muestre de manera persistente cierta correlación con el comportamiento de los precios en otros mercados. Por eso es comprensible el hecho de que en Estados Unidos se tenga la percepción de que la eficacia de las tasas gubernamentales como las tasas de referencia líderes en el mercado está comenzado a perderse, ya que sus precios ya no son tan representativos de los movimientos de tasas en otros mercados.

Por tal motivo, en Estados Unidos, Australia o Inglaterra, donde el mercado de swaps se está desarrollando vertiginosamente, la curva swap ha comenzado a emplearse como un indicador cuya posición es ventajosa frente a otras tasas en el mercado. Por ejemplo, el hecho de que las tasas swap representen una tasa de equilibrio esperada del mercado de renta fija, es una cualidad que las ha situado como indicadores más precisos y homogéneos frente a otros indicadores líderes de mercado¹⁵. Además, la elevada liquidez de estos contratos les ha permitido a los mercados contar con una mayor disponibilidad de plazos que puedan tomarse como puntos de referencia en la construcción de las secciones de mediano y largo plazo de las curvas de rendimiento.

¹⁵ Como por ejemplo, el papel gubernamental.

I.D. EL MERCADO DE SWAPS EN MÉXICO

Evolución y características

En nuestro país la introducción de los derivados es bastante reciente, sobre todo en comparación con los países desarrollados (Estados Unidos, Inglaterra, Canadá o Francia, por mencionar sólo algunos ejemplos). En diciembre de 1998, aparece la primer bolsa de derivados de México, bajo la denominación de “*Mercado Mexicano de Derivados*” o *MexDer*. A partir de esa fecha por primera vez se reconoce formalmente la presencia de un mercado organizado de derivados en nuestro país, pues previamente las operaciones con derivados sólo eran pactadas a través de mercados no organizados o de mostrador, mejor conocidos como mercados “*over the counter (OTC)*”.

Con respecto a los swaps, éstos son contratos solamente negociados en mercados no organizados¹⁶. Generalmente, las contrapartes son bancos y los utilizan para fines de cobertura. A la fecha existen pocas fuentes formales de información que muestren los volúmenes negociados o el interés abierto¹⁷ de dichas operaciones. De hecho, entre las pocas fuentes de información disponibles se encuentran los balances y cuentas de orden de los propios bancos, así como algunas estadísticas proporcionadas por el *International Swaps & Derivatives Association (ISDA)*¹⁸.

Afortunadamente, en la bolsa de derivados mexicana (*MexDer*) recientemente se lanzó un producto con la intención de replicar la estructura de contratos swap, pero a través de un instrumento que sí pueda negociarse en el mercado organizado bajo condiciones estandarizadas, éste es el *engrapado*.

¹⁶ Otro instrumentos que sólo se negocia en OTC son los forwards.

¹⁷ El interés abierto es una medida que representa el número de contratos o posiciones vigentes que aún no se han liquidado a una fecha determinada y que sirve para revelar la profundidad que tiene un mercado de derivados en un momento determinado. En otras palabras, representa el **saldo vivo de los contratos de futuros** en una fecha determinada. Como el número de contratos negociados en un mercado de futuros puede llegar a ser superior a la demanda del activo o subyacente sobre el que se negocia dicho contrato; por eso, el llamado interés abierto resulta un buen indicador de la situación que el mercado de futuros espera sobre la demanda del subyacente.

¹⁸ El *ISDA* es un organismo internacional que tiene como uno de sus principales objetivos dictar los lineamientos que deben seguirse en la elaboración de contratos con swaps y demás contratos OTC a través de la presentación de “contratos marco estandarizados” a los que todas las instituciones deben sujetarse.

El engrapado representa una mecánica de negociación creada por el *MexDer* para realizar operaciones “*tipo SWAP*” construido por cadenas de futuros de TIE de 28 días que se “engrapan” de forma continua y cuyos plazos oscilan desde 84 días hasta 7 años (o más).

Actualmente los engrapados son considerados el producto “estrella” del *MexDer*, por los elevados volúmenes de negociación que han alcanzado. Al principio se tenían listadas sólo 36 series mensuales que permitían realizar operaciones con futuros de TIE por plazos hasta de un año, pero con el incremento en la demanda por estos contratos recientemente, se adicionaron 24 vencimientos mensuales más, haciendo posible fijar niveles de tasas hasta por 5 años, (MexDer, 2002).

Para valorar la magnitud negociada en futuros de TIE de 28 días a través de “engrapados”, cabe mencionar que en el 2002 éstos productos representaban el 95.63% de la operación global, y el 98.13% del interés abierto del *MexDer*, seguidos de los futuros del CETE, del dólar, del IPC y por último, del Bono M3. A la fecha, tales participaciones se mantienen casi sin cambios. Dado que un porcentaje visto aisladamente dice poco, en los siguientes párrafos se mencionan algunas cifras interesantes que permiten comprender la evolución reciente de estos mercados:

El Informe Anual de 2002 de *MexDer*, publicado en mayo de 2003, reveló que el importe negociado en el *MexDer* durante 2002 año fue 29 veces mayor al negociado en la Bolsa Mexicana de Valores. Cabe aclarar que más del 95% de la operación global de *MexDer* corresponde a únicamente a los engrapados.

Más adelante, en un comunicado de prensa publicado en junio de 2003¹⁹, se mencionó que entre 2002 y 2003 el *MexDer* se caracterizó por mostrar un crecimiento exponencial en el volumen negociado, de ahí que en el 2002, figurara como la Bolsa de Derivados con mayor crecimiento a nivel mundial en derivados sobre tasas de interés, permitiendo ubicarla como la sexta bolsa de derivados según volumen operado en contratos de futuros. Asimismo, en el 2003, en el periodo enero-mayo se negociaron 71’603,713 contratos, cifra 143% superior al volumen del mismo periodo del año anterior que además, representó el 85% del volumen registrado en todo el 2002.

Es importante aclarar que cuando se habla de volúmenes negociados en engrapados dichos volúmenes representan los **valores nominales** cubiertos pero no los montos transferidos.

¹⁹ Comunicado de Prensa (2/Jun/2003) : LA ASOCIACION ESTRATEGICA ENTRE MEXDER, MERCADO MEXICANO DE DERIVADOS Y EL MERCADO ESPAÑOL DE FUTUROS Y OPCIONES FINANCIEROS (MEFF)

Esto significa que los valores nominales siempre estarán por encima del valor de los flujos que son efectivamente intercambiados, dado que una inmensa mayoría de estos contratos siguen el método de “liquidación por diferencias” por el cual, el volumen de los flujos intercambiados en las fechas de liquidación se reduce considerablemente.

Téngase presente que la información de la que se tiene registro sólo incluye a los mercados organizados (*MexDer*), pero se estima que los volúmenes negociados en el *OTC* en swaps de tasas son todavía mayores. De cualquier forma, con estas cifras es más fácil lograr un acercamiento de la profundidad y magnitud lograda al interior del mercado de los swaps en México.

Considerando que hace pocos años la situación de los swaps de tasas en México todavía era precaria, cabe resaltar que su evolución y desarrollo han sido sorprendentemente rápidos. Tan sólo en mayo de 1998 la elevada volatilidad en las tasas de interés, la falta de liquidez y la inexistencia de emisiones gubernamentales de largo plazo que pudieran servir como *benchmark* dificultaban construir las secciones de mediano y largo plazo de la curva swap. Por lo que una gran mayoría de los contratos sólo se celebraba por plazos inferiores a un año.

A partir del año 2000 se incrementaron significativamente el plazo y la liquidez de los swaps de tasas (fija por flotante) debido a los siguientes factores:

- 1) Aparecieron emisiones de deuda gubernamental de mayores plazos que sirvieron como nuevos benchmark.
- 2) Aumentó la demanda de bancos por coberturas de largo plazo (10 años o más); a la vez que se incrementó el número de contrapartes interbancarias dispuestas a negociar con swaps de TIE.
- 3) Crece la demanda por inversiones riesgosas, ante la percepción de un ambiente de mayor estabilidad en la economía mexicana a nivel nacional e internacional.

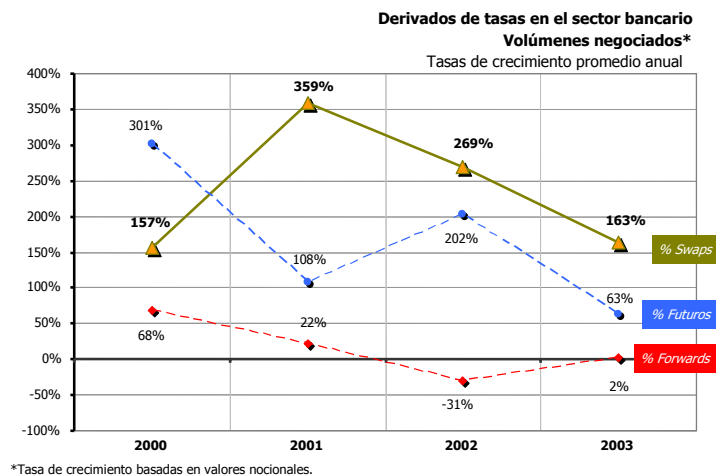
Aunque en un principio los plazos más demandados en swaps de TIE se concentraban en plazos inferiores al año (84, 168, 252 y 360 días), actualmente se está incrementando la demanda por plazos superiores al año (3 y 5 años, principalmente). De cualquier manera, todavía existe

poca negociación en los plazos de 7 a 10 años. En términos generales, la actividad superior a 3 años se concentra en bancos que buscan coberturas fijando el costo de sus deudas y reduciendo su exposición ante la volatilidad de las tasas de interés en el corto plazo.

Otro aspecto de considerable importancia que cabe resaltar es que la presencia de clientes corporativos es todavía bastante escasa. Por lo que los swaps de tasas de interés en México se negocian casi exclusivamente al interior del sector bancario, lo que para los fines de este estudio representó una gran ventaja, pues facilitó considerablemente una interpretación de los resultados enfocada a un solo sector, el de la banca comercial.

Una última muestra de la aceptación que los swaps de TIIIE han encontrado en el mercado bancario mexicano puede observarse en el gráfico I.2 donde se comparan las tasas de crecimiento de los swaps con respecto a las de otros derivados cuyo subyacente también son tasas de interés, por ejemplo, futuros y forwards de TIIIE.

Gráfico I.2



Como puede observarse en este gráfico, en los últimos años los swaps de tasas de interés son los contratos que muestran las mayores tasas de crecimiento, seguidas de los futuros de TIIIE (entre los que se encuentran las operaciones de engrapados).

CAPITULO II

El swap spread²⁰ como medida del riesgo de crédito

El principal objetivo de esta investigación es analizar el diferencial o spread entre las tasas swap y las tasas gubernamentales, comúnmente denominado “*swap spread*”. Con esto se pretende medir y analizar el riesgo implícito en los swaps de tasas de interés indicando sus principales componentes.

**Antecedentes :*

“Algunas implicaciones del proceso de valuación de los swaps en la determinación del riesgo de crédito.”

Como se explicó a lo largo del capítulo anterior, la utilización de tasas swap en el proceso de valuación tiene muchas ventajas desde el punto de vista teórico: El manejo de tasas de equilibrio como tasas cupón cero, el aprovechamiento de ventajas comparativas entre contrapartes y la identificación de las expectativas de mercado a partir de la curva swap son sólo algunas de ellas.

A la fecha se han elaborado varios modelos teóricos que buscan identificar los elementos que mayor participación tienen en la definición de las tasas swap derivadas del proceso de valuación de sus propios contratos. Uno de los modelos más reconocidos por definir el comportamiento y estructura de las tasas swap fue un modelo propuesto por Duffie y Singleton en 1997.

Estos autores en su investigación proponen un modelo de riesgo de crédito bajo un supuesto de probabilidades simétricas de incumplimiento de pago entre las contrapartes de un swap, y observan que implícitos en las tasas de descuento utilizadas al valuar los swaps se hallan elementos de ajuste de corto plazo que no corresponden al riesgo de crédito de las contrapartes, sino a factores de liquidez directamente vinculados con las tasas libres de riesgo.

²⁰ En términos generales, se define como spread a la diferencia entre las tasas de rendimiento de dos instrumentos de deuda.

Existe otro trabajo muy interesante que hace una revisión de la literatura existente sobre swaps, el de Sun, Sundersan y Wang (1993). En esta investigación se identifican tres vertientes principales vinculadas con la teoría de valuación de los swaps:

- 1) Una primer vertiente evalúa la racionalidad económica de los swaps de tasas de interés, midiendo el impacto del riesgo de crédito o “*default*” de las tasas de interés sobre la estructura y valuación de los swaps. Algunos trabajos pioneros en el estudio de esos temas son los de Bicksler y Chen (1986) y Smith, Smithson y Wakeman (1988)
- 2) Una segunda vertiente más técnica se centra específicamente en el mecanismo de valuación de los swaps. Su finalidad es determinar el mejor mecanismo para calcular la tasa de equilibrio inicial al valorar un swap. Propone estrategias de valuación para que los pagos en tasas flotantes de un swap sean traídos a valor presente y logren equiparar su valor con los pagos en tasa fija. Bajo este enfoque se han hecho varios trabajos: Smith, et al. (1988), y Brown, Harlow y Smith (1994) son algunos ejemplos. Por otra parte, los trabajos de Hull (1989), Sundaresan (1991), y Cooper y Mello (1991) además de centrarse en el procedimiento de valuación de los swaps, también los consideran como instrumentos sujetos al riesgo de mercado y de crédito (o *default*).
- 3) La tercer vertiente analiza los efectos que sobre el proceso de valuación de los swaps ejercen el marco regulatorio y la adecuación del capital de los hacedores de mercado (*market-makers*). Los trabajos más representativos de esta vertiente son los de Hull (1989), Duffie y Huang (1996), e incluso el de Duffie y Singleton (1997), ya antes mencionado.

Como puede observarse, existe una amplia variedad de vertientes teóricas cuyos principios se centran en analizar el proceso de valuación de los swaps con enfoques metodológicos que varían dependiendo de los objetivos por alcanzar.

La finalidad de este estudio no es encontrar qué enfoque es más o menos correcto para medir el riesgo de crédito, sino simplemente identificar los factores de riesgo implícitos en una tasa de interés apoyándose en los principios teóricos de un solo modelo haciéndole ciertas adaptaciones de manera tal que permita extraer aquellos factores de riesgo que mejor definan el comportamiento de las tasas swap en México.

II.A. RIESGO DE CRÉDITO

¿Qué es y cómo medirlo?

En términos generales, por riesgo debe entenderse la probabilidad de que una inversión produzca una pérdida o de que no genere los niveles de rendimiento esperados.

Entre los tipos de riesgo²¹ que pueden afectar a un inversionista, el riesgo de crédito (o riesgo de *default*) representa una de las modalidades más importantes, y a la que los supervisores de instituciones financieras prestan mayor atención, por considerarlo uno de los factores que potencialmente llegan a generar quiebras (especialmente a nivel bancario).

El riesgo de crédito está presente en cualquier transacción financiera en la que exista un compromiso futuro de pago. Aparece ante la posibilidad de que el deudor no cumpla con la obligación de pagar en fecha puntual las obligaciones contraídas frente a sus acreedores. La posibilidad de incumplimiento de pago varía de acuerdo con el tipo de emisor, y se halla en función directa de su calidad crediticia.

Por lo general, entre menor es la calidad crediticia de una institución emisora, ésta tendrá que ofrecer mayores tasas de rendimiento a cambio de recibir financiamiento. Esto se debe a que el mercado considera que existe una probabilidad mayor de que dicho emisor caiga en default, por lo que tendrá que ofrecer tasas de rendimiento más atractivas, de manera tal que los inversionistas se animen a financiarlo.

²¹ Por ejemplo, riesgo de mercado (o sistémico), riesgo de liquidez, riesgo país, riesgo de contraparte, entre muchos otros.

Por tal motivo, se considera que además de las calificaciones crediticias, las tasas de rendimiento de las emisiones de deuda resultan otro buen indicador de las condiciones crediticias de sus emisores, ya sean empresas, bancos, o incluso países. Por consiguiente, los spreads de tasas se consideran una de las mejores herramientas para analizar el riesgo de crédito.

II.A.1. Medición del riesgo de crédito: La utilidad de los spreads de tasas de interés.

Una estructura ideal para identificar el riesgo de crédito son los spreads de tasas de interés, por considerárseles una de las mejores y más directas expresiones de lo que el mercado opina sobre el desempeño crediticio de un emisor:

“El spread de tasas (o spread de crédito) se define como la diferencia entre las tasas de interés de dos instrumentos de deuda que deben ser comparables tanto en plazo, como en estructura. Lo más común, es tomar instrumentos riesgosos y compararlos con instrumentos libres de riesgo”.

Al analizar spreads debe tenerse presente que el riesgo de crédito no es la única la información contenida en un spread, pues además del riesgo de default (o crédito), en un spread de tasas existen otros elementos que dificultan separar la proporción que corresponde específicamente al riesgo de default, de la que no lo es. Por ejemplo, entre esos elementos se encuentran el riesgo liquidez o la prima por el plazo.

Tales componentes están presentes tanto en emisiones no gubernamentales, como gubernamentales. Con respecto al riesgo de liquidez, éste es un factor directamente relacionado con el nivel de demanda que goza un título en el mercado y que se asocia con la facilidad para colocar ciertas emisiones en el mercado secundario a precios competitivos, en el momento que lo requiera su tenedor. Mientras más líquido sea un instrumento, más fácilmente puede ser vendido a buen precio, en cualquier momento.

Por lo anterior, aquellas emisiones poco líquidas en el mercado secundario necesitarán ofrecer tasas más elevadas para compensar a los inversionistas por la dificultad que pudieran tener al tratar de colocar sus títulos en los momentos que necesiten liquidez.

Por otra parte, la prima por el plazo es una componente derivada del costo de oportunidad del dinero en el tiempo y se relaciona estrechamente con la estructura de tasas de interés. Entre mayor sea el plazo de un instrumento, mayor es la prima que debería ofrecer. Pero a su vez, la estructura de tasas libres de riesgo guarda una relación estrecha con el riesgo sistémico o de mercado generado por factores externos, tales como las fluctuaciones en los precios de mercado o la situación económica de un país, por lo que existe la alternativa de asociarse también con otra forma de riesgo más global, la percepción del riesgo país.

Para tener una visión más detallada del comportamiento de las componentes del spread de crédito, a continuación se definirán las principales propuestas teóricas y sus modelos para analizar dicho spread.

II.A.1.1. Modelos de riesgo de crédito

Para modelar un fenómeno es indispensable poder definirlo. Esto es, identificar las condiciones bajo las que se produce con la finalidad de incorporar tantos elementos como sea necesario para después tener la capacidad de reproducirlo mediante un modelo.

En este trabajo el elemento por explicar es el spread de los swaps de tasas de interés (IRS). Su definición ya se dio en la sección II.A, por lo que ahora sólo falta indicar las teorías que se han generado con la intención de analizarlo desagregándolo en sus componentes.

El siguiente apartado se centrará en explicar los lineamientos de las vertientes teóricas que a la fecha son las más representativas para analizar el riesgo de crédito a partir de tasas de interés: los “*modelos estructurales y los modelos de forma reducida*”

II.A.1.1.a Modelos estructurales de tasas de interés

Estos modelos fueron los primeros en su tipo, y como su nombre lo indica, derivan del análisis de la estructura de tasas de interés. Sus fundamentos son de gran utilidad en la valuación de

instrumentos del mercado de renta fija y recientemente se han extendido al ámbito de las operaciones derivadas, en específico, de los swaps de tasas de interés (*IRS*).

El enfoque estructural se apoya en el análisis de aquellas tasas de interés que son empleadas como factores de descuento al valorar instrumentos del mercado de renta fija.

- *El primer modelo estructural: El modelo de valuación de Merton*

El pionero del enfoque estructural fue Robert Merton. Él mismo nombra su teoría como la “*teoría de la estructura de riesgo de las tasas de interés*” (Merton, 1974). Presenta un modelo basado en la estructura de capital de una empresa, cuyos supuestos derivan de la adaptación del modelo de valuación de opciones de Black-Scholes para valorar bonos corporativos, (Black y Scholes, 1973).

Black y Scholes propusieron una teoría de equilibrio general para valorar opciones que Merton consideró especialmente atractiva puesto que, haciéndole algunas adaptaciones, permitía derivar el valor y volatilidad de los activos de una empresa a partir del precio y volatilidad de sus acciones, ofreciendo la ventaja de manejar variables observables. Por eso, Merton decide adecuar el modelo de opciones de Black-Scholes (B&S) y redefinirlo para la valuación de formas de deuda corporativa.

Según Merton, una empresa estaría en peligro de caer en un incumplimiento de pago cuando el valor de sus activos fuera inferior al valor de sus pasivos. Bajo esa premisa, la probabilidad de que un emisor cayera en *default* quedaba en función del nivel de sus activos con respecto a sus pasivos y de la volatilidad de sus activos.

En su modelo, Merton asume la presencia de un mercado perfecto y sin fricciones, por lo cual, supone la existencia de tantos inversionistas dispuestos a vender (posiciones cortas) como otros dispuestos a comprar (posiciones largas) en períodos continuos en el tiempo. Además, suponía una estructura de tasas plana (sin expectativas de cambio), por lo que mantenía fija la tasa de interés a lo largo de todo el período, para oferentes o demandantes. Por lo tanto, un evento de default sólo podría presentarse en la fecha de vencimiento del bono, si se diera el

caso de que valor de la firma en ese momento terminara por debajo del valor de las obligaciones (o pasivos en bonos) por ella misma emitidas (B_d).

La fórmula del modelo de Merton para valorar bonos sujetos a riesgo de *default*, es una adaptación del modelo de valuación de opciones B&S, y se expresa como sigue:

$$B_d(\tau) = Be^{-r_t^* \tau} \left[(1/d)N(h_1) + N(h_2) \right] \quad (2.1)$$

donde:

r^* = tasa libre de riesgo

τ = plazo residual de la deuda, esto es: $\tau = T - t$ donde T es el plazo total del bono y t es el plazo transcurrido.

B_d = bono sujeto a riesgo de default

d = razón de apalancamiento:

$$d = \frac{Be^{-r_t^* \tau}}{V_t}, \text{ donde el valor de mercado de la deuda } (V_t) \text{ se valúa a la tasa libre de riesgo } (r^*).$$

$N(h)$ = Probabilidad de ocurrencia de una desviación excedente del valor calculado de h , donde h :

$$h_1 = -\left[\frac{1}{2} \sigma^2 \tau - \ln(d) \right] / \sigma \sqrt{\tau}$$

$$h_2 = -\left[\frac{1}{2} \sigma^2 \tau + \ln(d) \right] / \sigma \sqrt{\tau}$$

siendo:

σ^2 = el riesgo del activo del emisor, entendido como la varianzá de la tasa de cambio en el valor del activo subyacente del emisor.

Como puede observarse, en la ecuación 2.1 Merton presenta un modelo que aplica técnicas de valuación de opciones adaptadas a la valuación de la deuda de un bono, tomando como activo subyacente de la opción el valor de los activos de la empresa (V_T). Entonces, con esta adaptación la opción se consideraría *dentro del dinero* siempre que el valor de los activos fuera superior a las deudas de la empresa ($V_T > B_d$)

Un aspecto notable del modelo de Merton para este trabajo está en la ecuación 2.1, dado que también puede expresarse en términos de tasas, es decir, mediante un “*spread*” entre la tasa de un bono corporativo y la tasa libre de riesgo. Con esta expresión Merton muestra que es posible identificar a la variable dependiente como una prima que debería adicionarse a una tasa de equilibrio para cubrir el riesgo de default ó R^d :

$$R^d - r_t^* = (-1/\tau) \ln [N(h_2) + (1/d)N(h_1)] \quad (2.2)$$

donde:

R^d = Rendimiento (“yield-to-maturity”) del pasivo riesgoso, bajo el supuesto de que la empresa nunca caiga en incumplimiento de pago.

r^* = Tasa libre de riesgo para una emisión de deuda de plazo equivalente.

En este caso, $R^d - r_t^*$ equivale a una *prima por riesgo de default*, que el propio Merton define como la *estructura de riesgo de las tasas de interés*. Dicha prima se expresa por dos factores:

- 1) la varianza (o volatilidad) de los activos de la empresa y,
- 2) el nivel de apalancamiento (d), es decir, el ratio entre el valor presente de la deuda de la empresa y el valor de sus activos.

Pero además de considerar al evento de crédito o “*default*” como un evento dependiente del valor de los activos una empresa, posteriormente Merton incorporó una condición de gran importancia que le imprime dinamismo a su modelo: el valor activos de una empresa se comportan a la manera de un “*camino aleatorio*”.

En su trabajo, Merton supone que el riesgo de *default* es un evento aislado e independiente del riesgo sistémico, como lo indica en la siguiente cita:

“El término ‘riesgo’ se restringe a la posibilidad de ganancias o pérdidas por parte de los accionistas como resultado de cambios no anticipables en la probabilidad de impago; éste no incluye las ganancias o pérdidas inherentes a todos los bonos provocadas por cambios generalizados en las tasas de interés.” (Merton, 1974)

Esto es, los cambios no anticipables a que se refiere Merton sólo pueden ser resultado de las variaciones en el riesgo propio de la empresa, pues excluye las variaciones a nivel sistémico, mismas que él mismo define como “*cambios generalizados provocados por ganancias o pérdidas inherentes a todos los bonos.*” (Merton, 1974).

En conclusión, como lo demuestra Merton, es factible medir el nivel de riesgo de una emisión de deuda a partir del diferencial entre la tasa de rendimiento de la propia emisión de deuda y la tasa libre de riesgo ($R^d - r_t^*$). De este diferencial se obtiene indirectamente la probabilidad de que la empresa sea incapaz de satisfacer todas o algunas de las provisiones y restricciones

contenidas en su contrato de deuda (e.g., fecha de liquidación, tasa cupón, derechos de pago en caso de incumplimiento, etc.).

Por tanto, derivado de los trabajos de Black y Scholes (1973) y de Merton (1974), a esta vertiente teórica se le denominó “enfoque estructural”. A partir de ella derivan otras propuestas teóricas con la finalidad de cubrir las deficiencias del modelo original de Merton, como por ejemplo, el no contemplar la posibilidad de bonos cuponados, no considerar la presencia de default antes del vencimiento, o no tener la capacidad de generar spreads con rendimientos similares a los que realmente se presentaban en los mercado de deuda.²²

Entre las nuevas adaptaciones del modelo estructural resalta la de Longstaff y Schwartz (1995) que propone la existencia de tasas de interés estocásticas en un modelo denominado *LS*, donde se utiliza un modelo dinámico (de Vasicek) para el cálculo de tasas. Según el *Modelo LS*, el default se produciría en cuanto el valor de los activos de una empresa cayera por debajo de ciertos niveles pre-especificados y no únicamente al final, como suponía Merton en el modelo original. Además, ante un evento de default, se asumía que los accionistas podían recuperar una fracción fija del principal y del cupón vigente.

Más adelante aparece otro modelo propuesto por Collin-Dufresne y Goldstein, el *Modelo CDG*. Éste era una extensión del *modelo LS* pero incorporando una razón de apalancamiento estacionaria (*d*), que lo dotaba de mayor flexibilidad frente al *modelo LS* en el sentido de que permitía a la empresa apartarse de una razón de apalancamiento objetivo durante ciertos períodos de corto plazo, (Collin-Dufresne y Goldstein, 2001).

²² Generalmente, los rendimientos obtenidos con el modelo de Merton resultaban ser más pequeños de lo que en realidad deberían ser.

La vertiente teórica alternativa al enfoque estructural es la de los *modelos de la forma reducida*. Esta vertiente tiene como principales representantes a Duffie y Singleton (1997 y 1999) y a Jarrow y Turnbull (1995). Algunas diferencias básicas entre esta vertiente y el enfoque estructural, son:

-La vertiente estructural tomaba el valor de la empresa como variable subyacente y definía la capacidad de pago de su deuda en función del valor de la propia empresa. Además, consideraba únicamente emisiones de bonos “cupón cero”. Por su parte, la vertiente de la forma reducida revoluciona el enfoque anterior para incorporar una variable como subyacente: “*la intensidad de default*”.

-Mientras los modelos estructurales requieren variables endógenas como insumos - como el valor en libros de la propia empresa o su estructura de capital-, los modelos de la forma reducida tienen un enfoque exógeno. Sus variables se definen en función de una calificación crediticia, de un spread de crédito y de la intensidad de default de períodos anteriores.

Por lo cual, los *modelos de la forma reducida* suelen subdividirse en modelos de “*credit rating*”, y de “*default*”. Los modelos de *credit rating* miden el riesgo a través de cambios graduales en la calificación crediticia; mientras los modelos de *default* definen la ocurrencia de un evento de crédito como un proceso estocástico que puede analizarse a partir del spread de crédito.

Dado que el enfoque estructural consideraba al evento de default como acontecimiento endógeno dependiente de la estructura de capital de la empresa (o del valor de sus activos), nunca habría default mientras el valor de los activos de la empresa no fuera inferior al valor de sus obligaciones financieras contractuales. Por su parte, el hecho de que el enfoque de la forma reducida defina al evento de default como un evento impredecible y exógeno, sí lo hace depender de movimientos en las tasas de interés y de otros elementos de riesgo sistémico, los que a su vez podrían desencadenar una reducción parcial o total en el valor de mercado del emisor de la deuda.

Con el enfoque de la forma reducida es necesario traer a valor presente los pasivos contingentes y fijarlos en cierto nivel, de tal manera que, aún sin default sea posible especificar desde un principio el monto que deberá pagarse en la fecha de vencimiento de la deuda. Sin embargo, para obtener esta suma se requiere hacer fuertes supuestos iniciales:

- 1) Existe una ***probabilidad de riesgo neutral***:
- 2) El escenario está **“libre de arbitraje”** (única condición que permite valorar cualquier instrumento de deuda con tasas de corto plazo asociadas a una medida martingala equivalente).

“En un mundo en el que los inversionistas fueran neutrales al riesgo, el rendimiento esperado de cualquier instrumento de deuda sería igual al de una tasa libre de riesgo (r^). Esto sucede porque supuestamente un inversionista neutral al riesgo no debe exigir ningún rendimiento adicional o prima por tomar el riesgo de invertir”. (Hull, 1997)*

Ahora bien, tanto el supuesto de *neutralidad* en el nivel de riesgo, como el de *no arbitraje* están fuertemente vinculados, pues sólo en la ausencia de oportunidades de arbitraje podrían darse el caso de que el rendimiento de un portafolio pudiera ser equivalente a la tasa libre de riesgo. Por lo anterior, al proceso de valuación riesgo-neutral se le identifica como una *medida martingale equivalente*²³.

Los dos supuestos simplificadores previos son cruciales en análisis de este tipo, ya que permiten que los modelos de la forma reducida tomen como punto de partida **tasas libres de riesgo**²⁴ en virtud de la cuales será posible derivar posteriormente todo un proceso de ajuste por riesgo de crédito.

Entonces, una vez ubicado el nivel de riesgo neutral de una deuda, el siguiente paso es adicionar componentes de ajuste por riesgo de crédito como son la tasa de riesgo de default (h_t), y la pérdida fraccional esperada en el valor de mercado de un bono (L_t). Obviamente, en caso de que ocurriese un default, dicha pérdida estaría condicionada por la información disponible en cada período vigente. Por lo cual, al valorar un bono en cualquier punto en el

²³ Un *martingale* es un proceso estocástico sin desplazamiento (“zero-drift”). En este caso, al suponer que las tasas de rendimiento esperado son siempre iguales a cero, y que no existen oportunidades de arbitraje, se dice que se tiene una *medida martingale equivalente* que representa la única condición bajo la cual es posible asegurar que el precio inicial de cualquier bono será idéntico al precio futuro esperado. Sólo bajo tales supuestos es posible sustentar la idea de que al hacer una valuación utilizando tasas de descuento cupón cero, el valor presente obtenido a partir de las mismas será idéntico al precio futuro esperado.

²⁴ Cabe aclarar que la ecuación de Black-Scholes (base de los modelos estructurales) también plantea un supuesto de independencia con respecto a las preferencias por el riesgo. De manera tal que, bajo el supuesto de neutralidad, las preferencias por el riesgo no modifican la solución.

tiempo sería necesario reemplazar las tasas libres de riesgo vigentes y de corto plazo (r^*), por tasas ajustadas por riesgo (R^d).

El proceso de tasas ajustadas por riesgo quedaría expresado en la siguiente fórmula:

$$R^d = r^* + b_t L_t \quad (2.3)$$

donde:

r^* = riesgo neutral: Equivale a la tasa libre de riesgo.

b_t = riesgo de default

L_t = pérdida fraccional esperada en el valor de mercado de un bono

$\therefore b_t L_t$ = Tasa de interés asociada a la pérdida media en un proceso con riesgo neutral ("factor de ajuste por riesgo")

R^d = Tasa de interés ajustada por riesgo de crédito.

El hecho de utilizar una tasa ajustada por riesgo de crédito (R^d) como factor de descuento en lugar de una tasa libre de riesgo (r^*) permite traer a valor presente el valor esperado de un pasivo riesgoso, además de que hace factible expresar en valor presente el nivel de riesgo de crédito esperado durante el tiempo que dure el bono:

$$V_0 = E_0^Q \left[e^{-\int_0^T R^d_t} X \right] \quad (2.4)$$

donde:

E_0^Q = Operador sobre la expectativa condicional de riesgo neutral en el período inicial.

Q = Medida martingala asociada.

X = Pagos periódicos (cupones)

$e^{-\int_0^T R^d_t}$ = Función cero : Convierte en cupón cero bonos cuponados.

En conclusión, como R^d representa una tasa de interés que incluye la pérdida media esperada asociada a un riesgo neutral, expresada a través del factor ($b_t L_t$); al momento de descontar los flujos de una deuda con una tasa ajustada por riesgo, automáticamente se está incluyendo en la probabilidad de default el efecto de las pérdidas esperadas.

Nota importante relacionada con el supuesto de exogeneidad de los modelos de la forma reducida:

Como ya se mencionó anteriormente, un factor de crucial importancia en los modelos de la forma reducida es que el proceso para determinar la pérdida media ($b_t L_t$) es un proceso **exógeno**. Por lo tanto, b_t y L_t son independientes del valor de los pasivos contingentes. Entonces, el hecho de que tanto la tasa de default (b_t) como la pérdida fraccional esperada (L_t) sean procesos exógenos, permite utilizar R^d sin problemas, como factor de descuento al valorar instrumentos de deuda con riesgo valiéndose de procedimientos de valuación tradicionales para instrumentos libres de riesgo. Nótese

que gracias a estos supuestos de exogeneidad, los modelos estructurales también podrían ser indiferentes entre utilizar R^d o r^* en su proceso de valuación. (ver la razón de apalancamiento (d) de la ecuación (2.1))

Sin embargo, existe un caso muy específico donde el supuesto de exogeneidad de los modelos de la forma reducida no aplica, y es cuando ***el riesgo de default (h) depende del valor de los pasivos contingentes, esto es, cuando está en función del valor de mercado de la deuda del emisor.*** Un buen ejemplo de este tipo se encuentra en los swaps de tasas cuando de antemano se sabe que la *calidad crediticia de las contrapartes es asimétrica*, pues en este caso el riesgo de default varía de acuerdo con la contraparte y se convierte en un evento endógeno. (Duffie y Singleton, 1999).

De cualquier modo, el modelo de la forma reducida al tomar al evento de default como un proceso exógeno muestra mayor flexibilidad frente al enfoque estructural, pues el default podrá presentarse sin estar necesariamente vinculado con la salud financiera de la empresa emisora.

Antes de concluir con esta sección es importante aclarar que se podría lograr cierta similitud entre la prima por riesgo de default del modelo estructural de Merton y la tasa ajustada por riesgo de crédito del modelo de la forma reducida si el valor de una empresa fuera definido como un proceso de difusión (es decir, incluyendo riesgo sistémico a la manera de Merton),²⁵ o como un proceso de jump-diffusion (incorporando cambios repentinos, como hace Zhou (1997) en su adaptación del modelo de Merton)²⁶.

²⁵ Merton (1974) asumía que el evento de default podía suceder sólo a través de un proceso de difusión que hiciera caer el valor de la firma por debajo del valor pasivo subyacente (o bono emitido). Dicho proceso sólo podía suceder ante la presencia de riesgo sistémico.

²⁶ Los procesos jump-diffusion capturan la posibilidad de cambios o “saltos repentinos” que pueden agregarse a un proceso de difusión. Merton incorporó un proceso de jump-diffusion para modelar la discontinuidad de cambios en los precios de las acciones derivado de una forma de solución cerrada para valorar opciones. Zhou adaptó el modelo de Merton con la estructura de un proceso de “jump-diffusion” bajo los siguientes supuestos: 1) Existe un mercado perfecto y sin fricciones en el que toda oferta tiene su demanda. 2) La estructura de tasas es plana y existe una tasa fija única para oferentes y demandantes. 3) Se cumple el teorema de Modigliani-Miller que plantea que el valor de la firma no varía con respecto a su estructura de capital. 4) Se cumple el modelo CAPM para el equilibrio de los rendimientos y las componentes del “jump” representan un riesgo no sistemático en el que la beta (β) es cero. 5) Existe un punto límite constante y el evento de default ocurrirá toda vez que el valor de la firma caiga por debajo de dicho límite.

II.B. RIESGO DE CRÉDITO EN LOS SWAPS

La semejanza de estructuras entre swaps y bonos ha permitido que los modelos originalmente diseñados para valorar bonos puedan aplicarse también en la valuación de swaps. Esto puede lograrse de una manera muy sencilla, modificando el factor de descuento descrito en la ecuación (2.3), es decir, $h_t L_r$ correspondiente al factor de ajuste por el riesgo, y adaptando el riesgo implícito en los swaps, vistos como si fueran bonos cuponados (Grinblatt, 1995 y Duffie and Singleton, 1997). Tal modificación a los factores de descuento originales, $(h_t L_r)$, hace posible valorar swaps de forma directa, y además representa una excelente alternativa para medir el riesgo de crédito o *default* presente un mercado de derivados, como éste.

II.A.1. SWAPS: Contratos con calidad crediticia continuamente renovada.

La idea de trabajar con swaps de tasas de interés en el análisis y medición del riesgo de crédito como si fueran bonos resulta bastante atractiva. En primer lugar, que los swaps sean contratos anclados a una tasa periódicamente actualizada (TIE o LIBOR) hace que la calidad crediticia de dichos contratos se renueve continuamente. Además, representan un indicador confiable de las condiciones crediticias del mercado interbancario en un punto cualquiera en el tiempo. (Collin-Dufresne y Solnik, 2000)

Las ventajas de utilizar tasas swap como indicadores del riesgo de crédito interbancario son la siguientes:

1. Brindan una medida de riesgo de crédito que puede utilizarse con fines comparativos, por tratarse del precio de un contrato de estructura homogénea tanto a nivel nacional como internacional. Esto no podría ser factible con un bono cualquiera, dado que los bonos tienen características muy específicas que los hacen perfectamente diferenciables entre sí (según el tipo y calidad crediticia de su emisor), por lo que son difícilmente comparables, a menos que se transformen sus estructuras originales (homologando plazos, tasas, número de cupones, fecha de corte de cupón, etc.).

-
2. Permiten detectar un “efecto de transferencia de riqueza” entre contrapartes cuando se presenta. (Se aclara que dicha transferencia es motivada por la presencia de las ventajas comparativas entre contrapartes).²⁷
 3. Incluyen una componente de expectativas debido a que la curva swap a partir de la que se valúan se elabora con precios esperados forward.

II.A.2. Tipos de riesgo presentes en los swaps de tasas de interés: Su relevancia para este estudio.

En cualquier transacción con swaps generalmente se presentan dos tipos de riesgo: el riesgo de mercado y el riesgo de default. El riesgo de mercado, como su nombre lo indica, se debe a fluctuaciones en las condiciones del mercado que afectan de manera global a cualquier tasa de interés. Tales fluctuaciones se deben a eventos económicos globales ante los cuales las contrapartes deben cubrirse tomando posiciones cortas o largas en otros instrumentos. Este tipo de riesgo es independiente de la calidad crediticia, tamaño o fortaleza financiera de las contrapartes, y simplemente aparece como consecuencia de choques sistémicos en la economía.

Con respecto al riesgo de default²⁸, éste se relaciona directamente con la calidad crediticia de las contrapartes. Se vincula directamente con la situación financiera de una empresa, por lo que podría ser más fácilmente monitoreado que el riesgo sistémico (o de mercado).

Por otra parte, los swaps son contratos que se negocian fuera del mercado organizado (en mercados *OTC*) y no cuentan con la garantía de una contraparte central²⁹. Esto les genera una exposición abierta y permanente a un evento de default. Curiosamente, con todo y carecer de una garantía directa, como se verá más adelante, las tasas swap generalmente se encuentran

²⁷ Para más detalles con respecto al principio de las ventajas comparativas en los IRS, regresar al capítulo I (sección I.A.1)

²⁸ Por default debe entenderse “incumplimiento de pago”, ya sea que se produzca por atrasos en el pago (moratorias) o por quiebras. Se clasifican como “eventos de crédito”.

²⁹ Por ejemplo, ASIGNA, que es la cámara de compensación que funge como contraparte de todas las operaciones efectuadas en el MEXDER.

por debajo de tasas de otros instrumentos de plazo y estructura similar. Esto indirectamente es un reflejo de la confianza que muestran los inversionistas hacia este tipo de contratos.³⁰

Una manera de identificar la presencia del riesgo de crédito en los swaps es utilizando una de las estructuras más simples de IRS, el swap tipo “*plain vanilla*” de tasa fija por flotante:

- a) En el momento inicial, t_0 , existe una única tasa swap capaz de igualar el valor presente de todos los pagos de la leg fija del swap con los pagos de la leg flotante. Como se explicó en el capítulo I, el valor inicial de un swap siempre debe ser igual a cero, lo que asegura que nadie gane ni pierda, y que se parte de una tasa de equilibrio donde ambas contrapartes se encuentran “*en el dinero*”³¹.
- b) A medida que pasa el tiempo y cambian las condiciones del mercado, también se moverán las tasas de interés, de manera que el valor de la pata flotante aumentará o disminuirá con respecto al valor de la pata fija dependiendo del punto donde se ubiquen las tasas interbancarias.³² Dichas variaciones provocarán que las contrapartes se muevan “*dentro o fuera del dinero*” siguiendo un camino aleatorio a lo largo del tiempo, por lo que quedarán expuestas periódicamente a la probabilidad de que su contraparte incumpla sus obligaciones de pago.

Entonces, suponiendo que el **default en los swaps de tasas es un evento totalmente dependiente del movimiento en las tasas de interés**, es importante considerar lo siguiente:

- 1) La tasa swap sólo funge como tasa de equilibrio en el momento de pactarse el contrato (en t_0), pues en cualquier momento posterior a la fecha de contratación del swap dicho equilibrio se rompe y, dependiendo de las condiciones del mercado, cualquiera de las contrapartes podría sufrir ante la probabilidad de default de su contraparte.
- 2) Nótese que el nivel del riesgo de default está periódicamente acotado por el margen entre la tasa swap (tasa fijada desde el principio) del contrato y la tasa flotante

³⁰ En el caso de los bancos, la garantía con la que cuentan las contrapartes que negocian con swaps son líneas de crédito abiertas entre las propias instituciones financieras, lo que en cierta forma sirve para fines de cobertura.

³¹ La frases “*en el dinero*”(1), “*dentro del dinero*”(2) o “*fuera del dinero*”(3) forman parte de la terminología de instrumentos derivados para indicar que las contrapartes involucradas: (1) Están en las mismas condiciones; (2) que la contraparte está ganando; o bien, (3) que la contraparte está perdiendo.

³² Recuérdese que lo más común es que la pata flotante de un swap se exprese en términos de tasas LIBOR (y en México, de la TIIE).

vigente en cada período. Este spread definirá el tamaño de la suma por liquidar, por lo que el nivel de riesgo de default asociado se obtiene del diferencial entre la tasa swap (inicial) y las tasas flotantes vigentes en cada período de pago del swap (gracias al proceso de liquidación por diferencias).

- 3) Si el riesgo de crédito de la contraparte influyera de manera directa en la definición de las tasas swap, entonces se esperaría que éstas fueran sensibles a la calificación crediticia de las contrapartes: Suponiendo que un mismo dealer vendiera dos swaps del mismo plazo a dos contrapartes distintas, una calificada AAA y la otra calificada BBB, de ser cierto el planteamiento anterior, la tasa swap solicitada a la contraparte calificada AAA debería ser menor que la tasa swap solicitada a la contraparte BBB. De tal manera que el diferencial entre las tasas swap entre ambos contratos serviría para identificar el nivel de riesgo de crédito que ese dealer percibe de una contraparte con respecto a la otra.

Con respecto a la primera observación (inciso 1), cuando se pretenda captar el nivel de riesgo de crédito implícito en un sector a través de un swap de tasas con fines analítico-comparativos, el mejor y más correcto indicador será únicamente la tasa de equilibrio. Esto es, deberán utilizarse únicamente las tasas swap de contratos nuevos, pues si los contratos son revaluados posteriormente sus tasas ya no ofrecerían información relevante, al menos no para fines de un análisis comparativo intertemporal.

Con respecto a la segunda observación (inciso 2), los swaps realizados entre contrapartes simétricas se valúan sin tomar en consideración el riesgo de default de cada contraparte (Collin y Solnik (2000) y He, (2001)), pues hipotéticamente dicho riesgo no existe. El que recibe la tasa fija de un swap sólo exige que dicha tasa incluya una prima que, por lo menos, cubra el costo de financiar a su contraparte a las tasas interbancarias vigentes del mercado, pero eso nada tiene que ver con el riesgo de default específico de cada contraparte, si es que lo hubiere.

La tercera observación (inciso 3) plantea la posibilidad de que las tasas swap estuvieran en función de la calificación crediticia de las contrapartes, es decir, es una extensión del inciso 2, pero suponiendo asimetría entre las contrapartes. Al respecto, la evidencia empírica obtenida hasta el momento muestra que independientemente de la calidad crediticia de las contrapartes,

y de que éstas sean o no simétricas financieramente, generalmente los dealers negocian con estos contratos sin preocuparse por la calificación de las contrapartes, y simplemente ofrecen una sola tasa de compra o de venta para cualquier IRS de plazo similar. Este es un asunto que podría generar futuros problemas, como lo reconoce Mozumdar (1999) en uno de sus estudios:

“Precisamente, insensibilidad en las tasas swap ante los niveles de riesgo ha convertido en un asunto de controversia la seguridad del negocio de los swaps. La comunidad académica e institucional ven este fenómeno en particular como una fuente potencial de errores significativos al momento de valorar a los swaps que podría generar inestabilidad en el sistema.”

A pesar de lo anterior, el hecho de que los swaps no sean contratos accesibles a cualquier participante, y de que sólo bancos o empresas de elevada calificación crediticia con importantes líneas de crédito tengan acceso a este tipo de contratos resulta beneficioso, pues indirectamente sirve para delimitar las condiciones y calidad crediticia inherentes a dichas contrapartes, además de que reduce al mínimo la posibilidad de un evento de default.

De cualquier forma, lo ideal para efectuar una correcta valuación de un swap sería que siempre se adicionara una prima ajustada por el riesgo de default de cada contraparte, definida en función de su calidad crediticia y fortaleza financiera.

II.A.2.1. Aspectos que atenúan el riesgo de default en un swap de tasas de interés

Ampliando la discusión previa sobre la existencia o no de riesgo de default en un swap, es interesante mencionar que existen ciertos factores en dichos contratos que atenúan el impacto de un default. Por eso se considera que no tienen que ofrecer tasas diferenciales en función de la calidad crediticia de cada contraparte. Pero además, también explica por qué al comparar las tasas swap con las tasas de bonos corporativos de plazo y estructura similares, generalmente sucede que las tasas swap son más bajas (Litzenberger, 1992), pues:

- 1) La posibilidad de default en un swap (visto como un sólo contrato económicamente parecido a reunir dos bonos cuponados) es mucho menor al default asociado a dos bonos vistos por separado. Este hecho reduce el riesgo global asociado al contrato.

-
- 2) Un swap exige desembolsos considerablemente menores a los que tendrían que hacerse para dos bonos: 1) En el swap el nocional rara vez se intercambia. 2) La suma por liquidar equivale al valor neto entre los flujos de las legs fija y flotante (mecanismo de liquidación por diferencias). Ambos factores reducen considerablemente el nivel de exposición al riesgo.
 - 3) De acuerdo con los lineamientos del ISDA, en caso de producirse una liquidación generada por un evento de default, los estatutos favorecen sólo a la contraparte solvente. Es decir, en el momento del default si la parte solvente tiene además una posición positiva en el swap, ésta tendrá el derecho de cobrarse con los activos de la parte insolvente, pero esto no aplica si quien tiene la posición positiva fuera la parte insolvente. Esto también reduce parcialmente el riesgo.
 - 4) Un contrato swap, al estar definido con base en un contrato marco del ISDA, contempla en sus estatutos la presencia de condiciones “desencadenantes de un evento de crédito o *credit triggers*”: Existen ciertas condiciones que facultan a la parte afectada a exigir la liquidación en efectivo del contrato: Tal sería el caso de variaciones en la calificación crediticia de alguna de las contrapartes, por ejemplo, si la calificación de alguna contraparte cayera por debajo del grado de inversión (BAA). Dichos estatutos también atenúan parcialmente el nivel de riesgo de default, otorgando en cierta forma una garantía a la contraparte solvente.
 - 5) Por último, en los contratos swap están contemplados eventos “alentadores del crédito”, como son la presencia de márgenes o colaterales a los que la contraparte solvente del swap puede recurrir en caso de una liquidación por default, situación que al igual que las anteriores, atenúa el nivel de riesgo de default asociado.

Cabe mencionar, sin embargo, que los swaps por utilizarse como instrumentos de cobertura, están subordinados a otra deuda que no siempre cuenta con el apoyo de algún colateral. Por ello, el riesgo puede incrementarse si la contraparte insolvente también cae en default en su deuda original. Aunque este factor no afecta el momento de definir la tasa swap inicial, hipotéticamente en el límite, la presencia de colaterales en un swap sí debería llevar el swap spread de equilibrio a cero.

II.A.3. Valuación del riesgo de crédito en los swaps.

II.A.3.1 Algunas consideraciones teóricas del proceso de valuación de los swaps

Como ya se ha mencionado reiteradamente, los swaps son contratos que necesariamente deben tener un valor esperado inicial igual a cero, de tal forma que el precio pactado (o tasa swap) pueda considerarse una tasa de equilibrio. Para esto, en t_0 el valor de la pata flotante del swap debe ser equivalente al valor de la pata fija:

$$V_{t_0}^v(s) = E_{t_0}^Q \left[\sum_{t_\tau=0}^T \phi_{t_\tau} (s - v_\tau) \mid F_{t_0} \right] = 0 \quad (2.5.a)$$

donde:

V_t^v = Valor del swap para la pata que paga tasa flotante (v)

s = Tasa swap

v = Tasa variable

$E_{t_0}^Q$ = Operador sobre la expectativa de riesgo neutral en el período inicial condicionada a la información disponible en el momento inicial del swap

$\phi_{t_\tau} = e^{-\int_{s=0}^{\tau} r_s^* ds}$ $\tau = t \leq T =$ “Función cero”³³: Representa el factor de descuento puro apropiado para el período t , donde r_s^* representa la tasa libre de riesgo de corto plazo y d_s el factor de descuento.

mientras que el valor de la pata fija será:

$$V_{t_0}^f(s) = E_{t_0}^Q \left[\sum_{t_\tau=0}^T \phi_{t_\tau} (v_\tau - s) \mid F_{t_0} \right] = 0 \quad (2.5.b)$$

y, por consiguiente:

$V_{t_0}^f =$ Valor del swap para la pata que paga tasa fija (f) ($f=TASA SWAP$)

Nota:

Para adaptar un método diseñado originalmente para la valuación de un bono, a la valuación de un swap, se tiene que el operador sobre la expectativa de riesgo neutral

³³ Se recuerda que una “función cero” es aquella función que transforma en cupón cero la estructura “cuponada o periódica” de las legs de un swap.

(E_0^Q) para la pata flotante de un swap deberá calcularse con base en las tasas forward de una curva swap, en lugar de las tasas de una curva libre de riesgo.

Al suponer que todas las contrapartes son neutrales al riesgo, es posible valuar un swap simplemente con observar la estructura de tasas en la curva de precios forward. Por consiguiente, para que el modelo opere bajo el criterio de expectativas de **riesgo neutral**, es decir, siguiendo los mismos supuestos utilizados en la definición de los modelos de la forma reducida para valuar un bono cualquiera, (ver ecuación 2.4), deberá cumplirse un fuerte supuesto:

*“los precios forward de las tasas swap en el mercado³⁴ para el período inicial serán los que efectivamente se realizarán”, es decir,
“las tasas futuras hoy, serán idénticas a las tasas spot observadas en el futuro”.*

Hipotéticamente, la única posibilidad de que las tasas de interés se comportaran exactamente de acuerdo con las expectativas pronosticadas al inicio del contrato es que la curva de precios forward tuviera una estructura perfectamente plana. En la práctica esto no sucede, por lo que en $\tau > 0$, el valor del swap se aparta del equilibrio y sigue un comportamiento “aleatorio”.

Por eso, las dos ecuaciones anteriores, (2.5.a.) y (2.5.b), sólo cumplen con ser equivalentes en el momento inicial (t_0), pues a medida que pase el tiempo, simplemente el cambio natural en la estructura de tasas hace que el valor vigente del swap se aparte del valor esperado, colocando a cada contraparte *dentro o fuera del dinero*. Por consiguiente, en cualquier momento posterior a $\tau = 0$, el valor de la pata flotante del swap tendrá que recalcularse conforme a la siguiente fórmula:³⁵

$$V_{t_\tau}^v(s) = E_{t_\tau}^Q \left[\sum_{t_\tau=0}^T \phi_{t_i} (s - v_{t_\tau}) \mid F_{t_\tau} \right] \neq 0 \quad \tau > 0 \quad (2.6)$$

Antes de continuar con esta explicación debe quedar bien claro que la razón de mencionar las características de este proceso y la forma en la que puede ir cambiando el valor de un swap a lo

³⁴ En el caso de México, las tasas que se ocupan son las tasas forward de TIE 28, obtenidas de la curva swap.

³⁵ Se hace la aclaración de que el valor de leg fija, tal y como su nombre lo indica, ya no se modifica, por lo cual, cualquier variación en el valor del swap posterior a t_0 dependerá únicamente de la leg flotante.

largo del tiempo está directamente vinculada al riesgo inherente a dichos contratos. *Por tanto, el grado de exposición al riesgo de una contraparte con respecto a la otra estará en función de movimientos posteriores en las tasas de interés que provocan que el valor de las patas flotantes de un swap se aparte de la posición de equilibrio inicial y tome valores distintos de cero (positivos o negativos).*

Por eso, a partir de $\tau > 0$, el diferencial entre las tasas flotantes de vigentes y las tasas forward pronosticadas al principio del contrato reflejan la variación entre el riesgo pronosticado en el momento inicial del contrato y las condiciones económicas que estén vigentes en valuaciones posteriores. Esa es precisamente una de las razones por las que las tasas swap se han ganado el título de *benchmark*, ya que representan un excelente punto de comparación entre las condiciones económicas de un sector en una fecha determinada y las condiciones económicas posteriores.

Precisamente el núcleo de la observación anterior se halla en los factores de descuento, que al ser calculados con base en una curva de precios forward esperados³⁶ dota a las tasas swap de una importante componente de expectativas sobre el comportamiento futuro en las tasas de interés, especialmente de la TIE. Además, evita el tener que agregar alguna prima para compensar la presencia del riesgo sistémico, pues ésta ya está implícita en la propia curva de tasas swap.

Sin embargo, aunque ya está contemplada en la tasa de los swaps una prima que cubre el riesgo sistémico esperado en el futuro, la posibilidad de default depende de los movimientos no anticipados en las tasas de interés. Por esto se dice que la probabilidad de un default está siempre latente después del momento inicial. A partir de $\tau > 0$, el default podría sufrirlo cualquier contraparte, independientemente de su posición crediticia, cuando movimientos bruscos e inesperados en las tasas de interés le generan posiciones netas negativas.

Por tanto, abstrayendo la posibilidad de variaciones negativas en la calidad crediticia³⁷ que pudieran incrementar el riesgo crediticio de una contraparte, la probabilidad de incumplimiento dependerá de variaciones en las tasas de interés por efecto del riesgo sistémico. Por lo cual, en

³⁶ Esta es la curva swap, y en México algunos la denominan como curva *FRA-SWAP*

³⁷ Por ejemplo, considerables bajas de calificación.

este caso, únicamente quien termine con una posición neta positiva sería quien se expone al riesgo de default de su contraparte, siendo que el default podría presentarse en los siguientes casos:

- a) En un escenario de baja en tasas, la contraparte en probable default será la que pague tasas fijas, pues:

$$V_{t_r}^v(s) = -V_{t_r}^f(s) > 0$$

- c) En un escenario de alza en tasas, la contraparte en probable default será la que pague tasas flotantes, pues:

$$V_{t_r}^v(s) = -V_{t_r}^f(s) < 0$$

En resumen, la contraparte que quede con una posición neta positiva (o de ganancia) estará expuesta al riesgo de default de su contrario. Por eso, en cualquier momento después del momento inicial, quien pague la tasa fija o *tasa swap* (s) tendrá una probabilidad mayor de quedar expuesto al riesgo de default de su contrario toda vez que las tasas flotantes se ubiquen por encima de las tasas swap ($s < v$); mientras quien pague la tasa flotante (v), quedará expuesto en el escenario opuesto ($s > v$).

De ahí deriva la razón de que la pendiente de la curva de rendimiento represente un factor tan importante al estimar las tasas swap: Curvas con pendiente positiva favorecen a los cortos, quienes siguen pagando tasas fijas, ante expectativas de incremento en las tasas. Mientras que las curvas con pendiente negativa favorecen a quienes tomaron posiciones largas, es decir, a los que recibirán tasas fijas y pagarán flotantes por el tiempo que dure su contrato.

II.A.3.2 Definición del modelo de riesgo empleado en este estudio

Al principio de este capítulo se mencionó que existen dos modelos para medir el riesgo de crédito en un bono: los modelos estructurales y los modelos de la forma reducida. Aunque ambos pueden emplearse para evaluar el riesgo de crédito de un swap en este trabajo se decidió adoptar los supuestos del modelo de la forma reducida, por considerarlo un enfoque más flexible en cuanto al manejo y disponibilidad de información.

Dado que el enfoque de la forma reducida emplea variables “exógenas” en la medición del riesgo, y que éstas se expresan como spreads de tasas de interés; esto hace posible adaptar el modelo original para valuar bonos a una versión modificada para valuar swaps. Dicha adaptación consiste en identificar los factores de riesgo presentes en un swap y reemplazarlos en la fórmula de la prima ajustada por riesgo de un bono (ec. 2.3):

$$R^d = r^* + h_t L_t$$

Entonces, si en la fórmula original se tenía que:

r^* = riesgo neutral: Tasa libre de riesgo.

h_t = riesgo de default asociado al bono

L_t = pérdida fraccional esperada en el valor de mercado del bono

Entonces, la “adaptación” del factor de riesgo de un bono por el de un swap recaerá sobre:

$h_t L_t$: Tasa de interés asociada a un proceso con riesgo neutral
 (“factor de ajuste por riesgo”)

Por lo cual, para definir una tasa de interés ajustada por el riesgo de un swap

$$R^d = i_{\text{swap}} \quad \text{Tasa de interés ajustada por riesgo de crédito del SWAP.}$$

Se modifica el término ($h_t L_t$) de la ec. 2.3, para derivar un nuevo término aplicable a la medición del riesgo de un swap (λ):

$$i_{\text{swap}} = r^* + \lambda \quad (2.3.1)$$

Bajo esta nueva versión, λ representará el “factor de ajuste por riesgo el asociado a un SWAP”, que a partir de este momento se identificará como el símbolo del llamado swap spread.

Aunque el análisis del swap spread (λ) se deja para el siguiente capítulo, por el momento es importante mencionar que las tasas swap (i_{swap}) -al igual que la tasa de un bono cualquiera - son el mejor indicador del valor (o precio) asociado a un contrato IRS, por lo que esta misma

tasa analizada como *swap spread* (λ) permite identificar los elementos de riesgo asociados al propio contrato, y por consiguiente a las contrapartes involucradas en el mismo.³⁸

Cabe recalcar que entre todos los tipos de riesgo que pueden extraerse de un spread, el riesgo de crédito representa tan sólo una componente más, pues en el proceso para fijar la tasa swap de un contrato está implícito todo un conjunto de factores, tales como el plazo que tendrá el contrato, las contrapartes involucradas, el tipo de tasas y la estructura de los pagos parciales periódicos. En resumen, por tales motivos es posible afirmar que en el *swap spread* (λ) se entremezclan factores como la liquidez, el riesgo de mercado, las expectativas³⁹ y el propio riesgo crediticio de las contrapartes del swap; factores cuyo análisis será el objetivo del último capítulo de esta investigación.

³⁸ En trabajos como los de Duffie y Singleton (1997), Grinblatt (1995) o He (2001) se analiza el swap spread identificando varios tipos de riesgo: default, liquidez, plazo, entre otros.

³⁹ Collin-Dufresne y Solnik (2000); Mozumdar (1999); Liu, Longstaff y Mandell (2000) "*The Market Price of Credit Risk. An Empirical Analysis of Interest Rate Swap Spreads*", Mimeo Octubre 2000, entre otros.

CAPÍTULO III

Análisis de las componentes del riesgo implícito en los swaps de tasas de interés

**Algunas especificaciones iniciales.*

Como se explicó en el capítulo I, el que los swap de tasas de interés en México se negocien casi exclusivamente entre instituciones bancarias permite tomar al spread entre las tasas swap y las tasas gubernamentales como una medida bastante representativa del riesgo de crédito interbancario.

En este capítulo, tomando una muestra de los swaps de tasas fija por flotante más negociados en México y fundamentándose en los principios de un modelo de riesgo de crédito se identifican las principales componentes implícitas en el spread entre las tasas swap y las tasas libres de riesgo de plazos similares.

En el capítulo previo se mencionó que dos de los principales modelos dedicados a medir el riesgo de crédito de un instrumento eran el modelo estructural y el modelo de la forma reducida. Sin embargo, esta investigación se fundamentará únicamente en los principios del modelo de la forma reducida, ya que se optó por examinar al riesgo de crédito como un evento “exógeno”, de manera tal que fuera más fácil disponer de información, en este caso, analizando el comportamiento de distintas tasas de interés⁴⁰. Se considera que el enfoque de la forma reducida otorga más flexibilidad en cuanto al manejo y disponibilidad de información, pues simplemente requiere series históricas de diversos tipos de tasas de interés; por ejemplo, tasas gubernamentales, corporativas, tasas swap y tasas de reporto, entre otras.

⁴⁰ Si se hubiera elegido el enfoque estructural, éste al ser un enfoque “endógeno” hubiera requerido información mucho más específica sobre los estados financieros de los bancos y los precios de sus acciones. Por lo tanto, trabajar con un modelo estructural implicaba ciertas exigencias de información que en el caso de los bancos mexicanos eran difíciles de cumplir.

Basándose en este enfoque se han efectuado gran variedad de estudios, sin embargo, se aclara que entre estos, el trabajo que sirvió como una de las guías fundamentales para la realización de esta investigación fue planteado por Duffie y Singleton en 1997. Dichos autores desarrollan un modelo econométrico multifactorial sobre la estructura de los rendimientos de los IRS. En su modelo, contemplan la presencia de riesgo de contraparte así como los efectos que produce la liquidez sobre el mercado de IRS's. A partir de la parametrización de un modelo de tasas swap, estimaron tasas cupón cero implícitas en swaps de tasas (IRS), concluyendo que la información contenida en el spread entre las tasas swap y las tasas libres de riesgo tiene como principales componentes el riesgo de crédito (o default) y la liquidez. Muestran además que la liquidez da cuenta de las principales fuentes de variación del *spread de un swap*.

Una de las aportaciones más interesantes de su trabajo fue la adaptación que hacen de los modelos de valuación tradicionales (elaborados para valorar instrumentos libres de riesgo), para valorar contratos swap (IRS's). Esto lo logran mediante la incorporación de una "*tasa de descuento ajustada por riesgo de default*", tal y como lo sugiere el enfoque de los modelos de la forma reducida (seguir el desarrollo de la ec. 2.3.1 de la sección II.A.3.2).

Otras dos propuestas metodológicas que también se tomaron como un importante punto de referencia en cuanto a la identificación de las componentes del spread de crédito implícito en las tasas swap fueron los trabajos de Liu, Longstaff y Mandell (2000) y el de Mozumdar (1999). Estos trabajos utilizan modelos multifactoriales afines y desagregan el spread de crédito de los swaps en otras componentes, además de la liquidez y el riesgo de crédito, pero sus nombres y características se dejarán para secciones posteriores.

III.A. ESPECIFICACIÓN TEÓRICA DEL MODELO

Cualquier bono que emita un agente distinto del Gobierno Federal⁴¹ lleva implícita la posibilidad de incumplimiento de pago. Por eso, el emisor debería compensar al adquiriente de dicha deuda pagándole una prima que le cubra por el riesgo ante la posibilidad de no pago.

⁴¹ Por convención se considera al papel gubernamental como una deuda libre de riesgo, sin embargo, en la práctica los instrumentos gubernamentales también llevan implícitas otras formas de riesgo, por ejemplo, el riesgo-país.

Una de las mejores maneras para identificar el riesgo de default asociado a un emisor es el análisis de las primas de riesgo, comúnmente conocidas como “spreads de crédito”:

$$i_b = i_g + p \quad (3.1)$$

$$p = i_b - i_g \rightarrow \text{spread de crédito} \quad (3.1.1)$$

Donde:

i_b = Tasa de interés ofrecida por un bono con riesgo de crédito implícito

i_g = Tasa gubernamental o tasa “libre de riesgo” (r^*)

p = Prima de riesgo: Spread de crédito de un bono

La semejanza de estructuras entre los bonos cuponados y las patas de un swap ha permitido desglosar las tasas swap (i_{swap}) de la misma manera que las tasas de los bonos, es decir, desagregándolas en una componente libre de riesgo (r^*) (en este caso la tasa gubernamental (i_g)), y el factor de ajuste por riesgo, que se expresa como la *prima de riesgo* (p ó λ) la cual, según los modelos de la forma reducida es equivalente al factor (bL_r).

Por eso, a partir de la ecuación 3.1 se deriva que el spread de crédito de los swap (λ) se podría identificar con el spread de crédito de un bono (p), es decir:

$$i_{swap} = i_g + \lambda \quad (3.2)$$

Donde:

$$\begin{aligned} p &= \lambda \quad \therefore \\ \lambda &= i_{swap} - i_g \end{aligned} \quad (3.2.1)$$

$$\lambda = \text{Swap spread} = \text{Spread de crédito del swap}$$

$$\lambda = \text{Tasa swap} - \text{Tasa gubernamental}$$

$\lambda = \text{Spread del swap}$: Es la diferencia entre la TASA SWAP y el rendimiento de un bono gubernamental recientemente emitido con la misma duración que el swap. Se hace la aclaración de que la tasa swap corresponde a la **pata fija** del swap; mientras la **pata flotante** generalmente deriva de tasas interbancarias, (Grinblatt, 1995).

Nota:

La ecuación 3.2 ya fue presentada previamente en la ecuación 2.3.1, pero fue desarrollada en términos de los componentes de una tasa ajustada por riesgo, según lo dicta el modelo de la forma reducida. Un swap no es propiamente un instrumento de deuda, ni un bono, sino un contrato que ampara un acuerdo de intercambio de flujos periódicos de pago entre

contrapartes, bajo condiciones de tasa y plazo que aseguran igualdad de condiciones al inicio del contrato. Por tanto, en virtud de la similitud de estructuras arriba comentada, al igual que sucede con un bono cualquiera, las tasas swap también se calculan a partir de un proceso de valuación que requiere el empleo de curvas y factores de descuento.

Por otra parte, a pesar de las similitudes entre swaps y bonos, generalmente se observa que a medida que los plazos se amplían, si se compara la tasa de un swap (IRS) con las tasas de instrumentos de renta fija, todos con el mismo plazo y emisores; la primera será menor que la segunda, lo que se explica precisamente por sus primas de riesgo. Los niveles de riesgo asociados a los instrumentos de renta fija (p), son por lo general más elevados que los asociados a un swap (λ), teniendo que: $p > \lambda$.

Una razón por la que existe una disparidad en el nivel de las primas, $p > \lambda$, responde principalmente al efecto de la liquidación por diferencias de los swaps, pues en el proceso de “netear” los flujos de pago entre las dos patas de un swap (fija y flotante) el hecho de que se reduzca significativamente el monto a intercambiar en las fechas de liquidación, indirectamente, conlleva a una percepción de menor riesgo asociado a operar con swaps. Mientras que una deuda de plazo similar cuya liquidación deba cubrir la totalidad del monto pactado, generalmente conlleva una percepción de mayor riesgo.

Regresando a la ecuación 3.2.1, dadas las similitudes entre el riesgo asociado a un bono y el de un swap, se deduce entonces que λ representa el spread correspondiente al riesgo implícito en un swap (Ω). Se aclara, sin embargo, que las tasas libres de riesgo (r^*) también llevan implícita cierta forma de riesgo: La prima por plazo (τ), aunque ésta se asocia más con el riesgo sistémico o de mercado.

III.A.3. Descripción de las componentes del riesgo implícito en el spread de las tasas swap: (λ)

El spread de un swap (λ) representa un proceso integrado por dos componentes principales:

$$\lambda = \tau_p + \Omega \quad (3.3)$$

Donde:

τ_p : *Riesgo por plazo, donde p = plazo.*

Ω : *Riesgo implícito en un swap (excluyendo la prima por el plazo).*

τ_p : Prima por plazo: Esta componente captura el efecto del plazo presente en cualquier instrumento de renta fija, gubernamental o privado, pues está asociado con las tasas libres de riesgo. De hecho, se mide por la pendiente de la curva libre de riesgo. Esta pendiente será positiva cuando las curvas de rendimiento sean normales, y tendrá pendiente negativa cuando las curvas estén invertidas. Por tanto, se considera una buena proxy del comportamiento esperado de las tasas libres de riesgo. (Liu, et. al., 2000)

Ω : Riesgo implícito en un swap: Separando del spread de un swap la componente del plazo (τ_{i_g}), la parte restante del spread es lo que corresponde al llamado *factor de ajuste por riesgo* (es decir, el factor (h, L_i)), que a partir de este momento se denominará como el "factor de riesgo implícito en las tasas swap", Ω , que a su vez, se subdivide en:

$$\Omega = \varphi + R_\delta + R_l + \kappa \quad (3.4)^{42}$$

Donde:

φ : *Costo de financiamiento instantáneo*

R_δ : *Riesgo de default*

R_l : *Riesgo de liquidez*

κ : *Expectativas de corto, mediano y largo plazo.*

Despejando (3.4) en (3.3), se llega a una expresión global que, para efectos de esta investigación es la que representa todas las componentes que intervienen en el spread de un swap:

⁴² Para llegar a una expresión como ésta, que engloba las diferentes componentes implícitas en el llamado factor de crédito de un swap (Ω) se consideraron diversas propuestas teóricas sustentadas por los resultados empíricos de varios trabajos relacionados con el análisis del riesgo de crédito en los swaps de tasas de interés, tal es el caso de trabajos como los de Duffie, et. al., 1997; Collin-Dufresne, et. al, 2001; Grinblatt, 1995; He, 2001; y Liu, et. al., 2000; entre otros.

$$\lambda = \tau + \varphi + R_\delta + R_l + \kappa \quad (3.5)$$

Una a una, las componentes de Ω , se irán definiendo a continuación:

III.A.3.1. Costo de financiamiento instantáneo (φ)

Esta componente se refiere a un costo de financiamiento de muy corto plazo en el que incurren quienes pagan las tasas flotantes de un swap, es decir, las contrapartes “largas”. Las contrapartes que periódicamente están obligadas a liquidar a las tasas interbancarias vigentes están expuestas a variaciones de muy corto plazo en las tasas de interés, lo que se traduce en un “costo instantáneo” o de “financiamiento inmediato”.

Esta componente resulta una excelente aproximación de la percepción del riesgo interbancario de corto plazo⁴³ y se expresa como la diferencia entre la tasa interbancaria (TIE 28) y la tasa libre de riesgo de menor plazo: $R_{banc} = i_{TIE} - i_g$.

Algunos autores sugieren que para obtener una medida más precisa de este costo, en lugar de utilizar tasas gubernamentales, se mida la diferencia entre las tasas interbancarias y las tasas de reporto, (He, 2001). Más adelante se definirá a detalle qué es un reporto y por qué existen ventajas al trabajar con sus tasas⁴⁴. Por el momento, basta con mencionar que la prima de un reporto se considera la tasa más representativa de una operación verdaderamente libre de riesgo, pues un reporto es como un préstamo garantizado por el Gobierno Federal (Liu, et.al. (2000); Fisher (2002), y Collin-Dufresne, et.al. (2001), entre otros).

⁴³ En el caso de los swaps en México para el corto plazo se consideran períodos que no superan los 28 días, mientras en otros países, los cortos plazos se ubican entre 3 y 6 meses aproximadamente.

⁴⁴ Los reportos constituyen una de las principales operaciones de fondeo de los bancos. En términos muy generales, un reporto equivale a vender títulos gubernamentales a cambio de dinero en el presente, a cambio de la promesa de recomprar el instrumento reportado en fecha futura, a un precio por debajo del precio de mercado. Gracias a este tipo de operaciones, los bancos obtienen la liquidez necesaria en el corto plazo y a tasas inferiores a TIE.

Por tanto, en este trabajo se optó por definir como medida del costo instantáneo la siguiente expresión:

$$\varphi = i_{TIE28} - i_{repo.g} \quad (3.5.1)$$

III.A.3.2. Riesgo de liquidez (R_l)

En ocasiones, las tasas gubernamentales pueden estar distorsionadas por efecto de la liquidez. Por ejemplo, cuando la demanda por determinadas emisiones gubernamentales es excesiva, es probable que tales emisiones eleven su valor en el mercado secundario y, por lo tanto, que sus tasas se ubiquen en niveles inferiores a los que deberían situarse de existir condiciones normales de demanda. De modo semejante, se puede presentar el efecto contrario, es decir, que la falta de demanda haga subir las tasas de interés a medida que las emisiones van perdiendo liquidez.

El hecho de que algunas emisiones gubernamentales se vuelvan más o menos líquidas, responde, entre otras cosas, a los requerimientos de fondeo o cobertura que tiene el propio mercado, en especial, el interbancario. Esto es, si los bancos elevan súbitamente sus requerimientos de fondeo, eso puede provocar que aquellas emisiones gubernamentales con las que cubren dicha necesidad valgan más de lo que debieran y, por consiguiente, que paguen tasas inferiores a las que deberían pagar si los requerimientos de fondeo fueran normales. (Liu, Longstaff y Mandell, 2000).

Por eso es tan importante identificar, y de ser posible, medir el efecto de la liquidez en las tasas libres de riesgo, pues de no hacerlo se estarán transfiriendo tales distorsiones a los precios de aquellos instrumentos que empleen tasas libres de riesgo en sus proceso de valuación.

Por lo anterior, expertos en análisis de riesgo mediante spreads como Duffie, et. al.(1997) y Liu, et. al. (2000) recomiendan que como alternativa de las tasas gubernamentales se utilicen tasas de reporto en representación de las tasas libres de riesgo. Esta recomendación tiene por finalidad aislar el efecto de la liquidez asociada a los instrumentos gubernamentales. Las razones fundamentales de recomendar el uso de tasas de reporto como medida de una

verdadera tasa libre de riesgo son, primero, que los reportos representan préstamos colateralizados por papel gubernamental que se hacen generalmente entre bancos; y segundo, que al igual que los swaps, los reportos son contratos y no títulos, por lo que sus precios no están tan contaminados por el efecto de la liquidez. Esto obedece a que en un contrato una vez pactado el precio, éste queda fijo, por lo que se supone ajeno a cambios en las condiciones de oferta y demanda.

A raíz del problema anterior, la sugerencia para analizar spreads es utilizar un indicador que permita detectar el nivel de liquidez asociado a una tasa gubernamental o “libre de riesgo” (R_l):

$$R_l = i_g - i_{repo.g} \quad (3.5.2)$$

III.A.3.3. Riesgo de default” (R_s)

En el spread de los swaps también está presente una componente de riesgo derivada específicamente del riesgo crediticio de las contrapartes. En virtud de que las tasas interbancarias son las tasas más representativas de la pata flotante de los IRS, y de que la gran mayoría de estos contratos exclusivamente se negocian entre bancos, puede afirmarse entonces que el riesgo de crédito en los IRS representa específicamente el riesgo del sector bancario.

En México, por ejemplo, la tasa más utilizada como referencia de la pata flotante de un IRS es la tasa de interbancaria de equilibrio a 28 días (TIIE). Dado que la TIIE se renueva periódicamente, constituye un indicador vigente del nivel al que se están efectuando las transacciones interbancarias en los cortos plazos. Aunque las tasas swap también resultan un excelente indicador del nivel de riesgo interbancario, éstas tienen la ventaja sobre TIIE de que cuentan con una mayor disponibilidad de plazos.

La mejor manera de analizar si efectivamente el spread de los swaps (λ) cuenta con una componente de default correspondiente al riesgo del sector bancario es comparando dicho spread con el spread de otros instrumentos de deuda bancarios. Dicha comparación entre los spreads de distintos pagarés bancarios se hace tomando muestras de grupos integrados de acuerdo con sus calificaciones crediticias (AAA, AA, ó A); entonces también sería posible

identificar la calificación crediticia asociada a las contrapartes de un swap, por consiguiente, esto permitiría conocer cuál es la calificación crediticia global representativa en el interior del sistema bancario.

Para saber si efectivamente las tasas swap son representativas de contrapartes bancarias y no de otros emisores de deuda, se requieren elementos que comparen dichas tasas frente a las de otras emisiones no bancarias. Por ello, en este estudio se decidió comparar las tasas swaps con las de otros instrumentos no bancarios, tales como bonos corporativos o papel comercial. Así, al analizar el tipo de relación entre los IRS y el resto de las emisiones de deuda (bancaria y no bancaria) podrá verificarse si efectivamente un IRS es un indicador exclusivo del riesgo bancario o un indicador que pudiera asociarse con el riesgo crediticio de algún otro emisor.

Por lo tanto, la opción para evaluar si el riesgo de default (R_δ) presente en las tasas swap se vincula más con el riesgo del sector bancario que con el de otros emisores fue analizar los spreads de instrumentos de deuda, tanto bancarios, como no bancarios: pagarés bancarios, bonos corporativos y papel comercial:

$$\begin{aligned}R_{\delta \text{ pag}} &= i_{\text{pag}} - i_g \\R_{\delta \text{ corp}} &= i_{\text{corp}} - i_g \quad (3.5.3) \\R_{\delta \text{ pcom}} &= i_{\text{pcom}} - i_g\end{aligned}$$

Estudios empíricos previos demuestran que el poder explicativo del spread de los bonos corporativos, o mejor dicho, el riesgo de default correspondiente a los bonos corporativos es un elemento poco vinculado con el riesgo de default en el spread de los swaps (λ) (Litzenberger, 1992 y Grinblatt, 1995). Sin embargo, el spread de bonos corporativos de empresas de elevada calificación crediticia (AAA-AA) sí es significativo, y tiene un poder explicativo marginal en swaps de plazos más largos. (Chen y Selender, 1994).

III.A.3.4. Expectativas (κ)

Las expectativas representan la última componente del factor de riesgo implícito en los *swap spreads* (Ω). Cabe aclarar que en este estudio lo que se ha definido como “expectativas” (κ) son las pendientes de las curvas swap.

Esta componente capta cómo las expectativas de los agentes con respecto al futuro comportamiento de la TIE afectan el nivel de las tasas swap. Dado que las expectativas cambian a través del tiempo, esto también puede captarse midiendo las pendientes de la curva swap para diversos horizontes de tiempo; esto es, en función del corto, mediano y largo plazos. Por tanto, se optó por subdividir esta variable en tres rangos de tiempo, para poder diferenciar entre los efectos de las expectativas a un mes, a un año (o menos, en el caso de los swaps de 84 y 168 días) y a más de un año.

Por lo cual, esta componente quedó definida como se indica a continuación:

$$\kappa_{cto.} = i_{swap_{28d}} - i_{swap_{1d}} \quad (3.5.4.1) \quad \text{Expectativas de corto plazo (1 mes)}$$

$$\kappa_{med.} = i_{swap_{\leq 364d}} - i_{swap_{28d}} \quad (3.5.4.2) \quad \text{Expectativas de mediano plazo (1 mes a 1 año)}$$

$$\kappa_{lgo.} = i_{swap_{\geq 364d}} - i_{swap_{364d}} \quad (3.5.4.3) \quad \text{Expectativas de largo plazo (1 año a 5 años)}$$

III.B. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

En este trabajo se utilizaron series históricas diarias de distintas tasas de interés que comprenden un período ubicado entre enero de 2001 y agosto de 2003, aunque la información de algunas series sólo está disponible a partir de 2002.

Las principales fuentes de información empleadas fueron el Banco de México, para las series históricas de instrumentos gubernamentales, bancarios y reportos; y VALMER, para una amplia variedad de emisiones corporativas, bancarias, y curvas. El criterio para agrupar la información fue el plazo, por lo que se seleccionaron los plazos de los contratos swap más representativos en México para el período de estudio. Cabe mencionar que debido a la combinación de distintos plazos en la definición de algunos spreads, todas las tasas se

convierten a la tasa equivalente al plazo especificado de cada grupo, por lo que al final, se analizaron sólo 6 plazos correspondientes a los plazos de engrapados de 84, 168 y 364 días, así como los swaps (engrapados) de 3, 4 y 5 años.

III.B.1. La selección de los plazos

Como los swaps se negocian en el mercado OTC no es fácil identificar las operaciones que se negocian individualmente, pues muestran características muy particulares asociadas a las condiciones crediticias de las contrapartes y hasta el momento no existen fuentes de información al respecto.

Por tales motivos, la alternativa fue tomar como base los plazos y características de un contrato parecido a la estructura de un swap que se negocia en el mercado organizado, y que a diferencia de los swaps, éste sí es estandarizado: el “engrapado”. Un engrapado se construye como una “cadena” de futuros de TIEE y prácticamente replica el comportamiento de un swap de tasas fija por flotante, con pagos que se efectúan cada 28 días, y cuya tasa flotante está referenciada a TIEE.

Considerando que los plazos negociados en los engrapados de TIEE abarcan un amplio período que va desde los 84 días (“3X1”), hasta los 5 años (“65X1”⁴⁵), en este análisis únicamente se trabajó con datos de engrapados de 84, 168, 364, 1092, 1456 y 1820 días, por ser los plazos que mejor se corresponden con información disponible en emisiones gubernamentales. Recuérdese que para construir spreads la duración del instrumento libre de riesgo tiene que coincidir con la duración del IRS con el que vaya a compararse. Por consiguiente, se buscaron plazos similares a los disponibles para las tasas libres de riesgo más representativas del mercado, tal es el caso de los cetes de 91, 182 y 364 días, así como los bonos M3 y M5.

⁴⁵ Esta es una notación especial que se emplea en el MEXDER para identificar el plazo de los engrapados. Por ejemplo, un engrapado de “3X1” equivale a un contrato con tres futuros de TIEE, cada uno con plazo igual a 28 días, que en conjunto equivale a un engrapado por 84 días, mientras que el engrapado de “65X1” representa una serie de 65 futuros de TIEE de periodos de 28 días, equivalente a un swap de 1820 días.

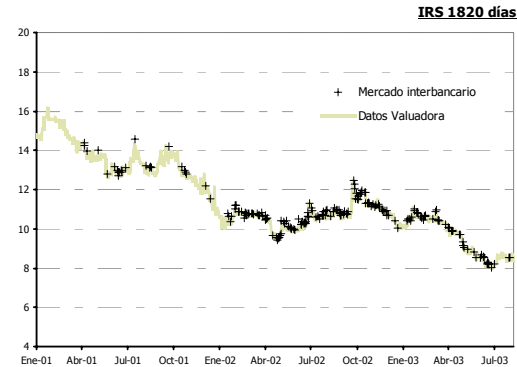
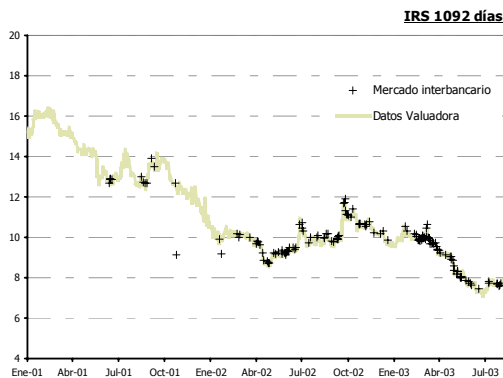
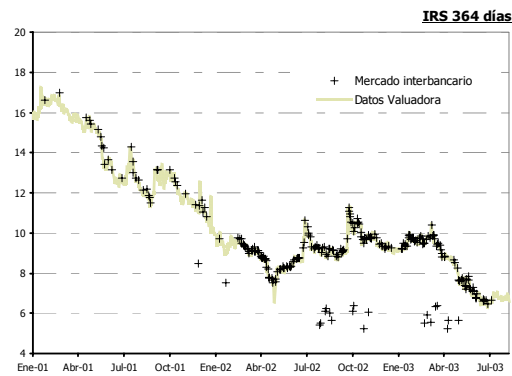
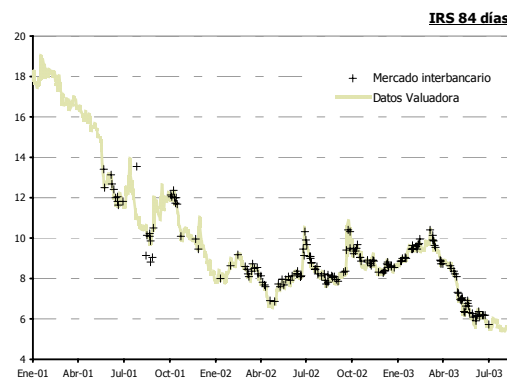
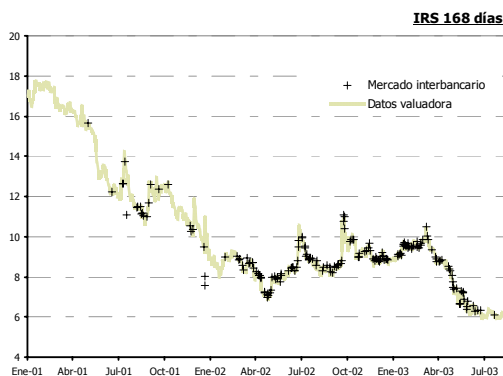
III.B.2. Definición de las variables explicativas

III.B.2.1 Swaps de tasas de interés y curvas SWAP

Hace unos años la información disponible en el mercado con respecto a swaps aún era muy escasa y presentaba ciertas irregularidades. Esto se debía a que dichos contratos en México tenían poco tiempo desde que comenzaron a negociarse formalmente.

Gráficos III.1

**TASAS SWAP (IRS)
MERCADO INTERBANCARIO
vs. DATOS VALUADORA**
Posturas de compra
"Banco recibiendo tasa fija"



Dado que los swaps son negociados en el OTC, la información disponible en el mercado es irregular e insuficiente, por lo que se optó emplear información formalmente publicada por alguna valuadora, en este caso, VALMER. Después, para verificar si la información proporcionada por la valuadora era representativa de las tasas a las que se negocia realmente en el mercado, se construyó una muestra con los IRS más representativos en el OTC, y se le comparó con las tasas publicadas en fuentes oficiales⁴⁶.

En los gráficos *III.1* se muestra un comparativo con tasas obtenidas de ambas fuentes. Los precios ofrecidos por la valuadora se asemejan bastante a las tasas swap tomadas directamente del mercado interbancario. Nótese además cómo se reduce significativamente la muestra de contratos disponibles a medida que se incrementa el plazo de los swaps.

Cabe aclarar que en esta investigación se tomaron solamente posturas de compra entre bancos, es decir, aquéllas en las que los bancos actúan como la contraparte “*larga*”, es decir, recibiendo tasas fijas (o tasas swap) y pagando tasas flotantes (TIIE) a otro banco. Esto se hizo con la finalidad de registrar sólo cuando los bancos compran swaps con el objeto de cubrirse, lo que sería equivalente a analizar la posición pasiva de la banca, considerando a los IRS como una fuente alternativa de financiamiento.

Asimismo, se emplearon las curvas “*FRA-SWAP*” proporcionadas por VALMER para el cálculo de la componente de expectativas. Estas curvas reciben ese nombre porque se construyen a partir de una combinación de forward rate agreements (FRA’s), engrapados y swaps.

⁴⁶ La información del mercado real se armó con datos de un formulario de swaps elaborado por la CNBV.

III.B.2.2 Tasas de reporto e instrumentos de deuda: gubernamental, bancaria y corporativa.

Los spreads correspondientes al riesgo de liquidez (R_L) y el riesgo de default (R_D) se calcularon empleando tasas de papel gubernamental, tasas de reporto, tasas de pagarés bancarios, de bonos corporativos y de papel comercial.

La componente de liquidez (expresada como la diferencia entre las tasas libres de riesgo y las tasas de reporto, ver ecuación 3.5.2) se calculó a partir de series históricas de tasas gubernamentales de subasta primaria y de mercado secundario para cetes y bonos de tasa fija (M3 ó M5). Los plazos seleccionados fueron: 1, 28, 91, 182 y 360 días, así como 3 y 5 años.

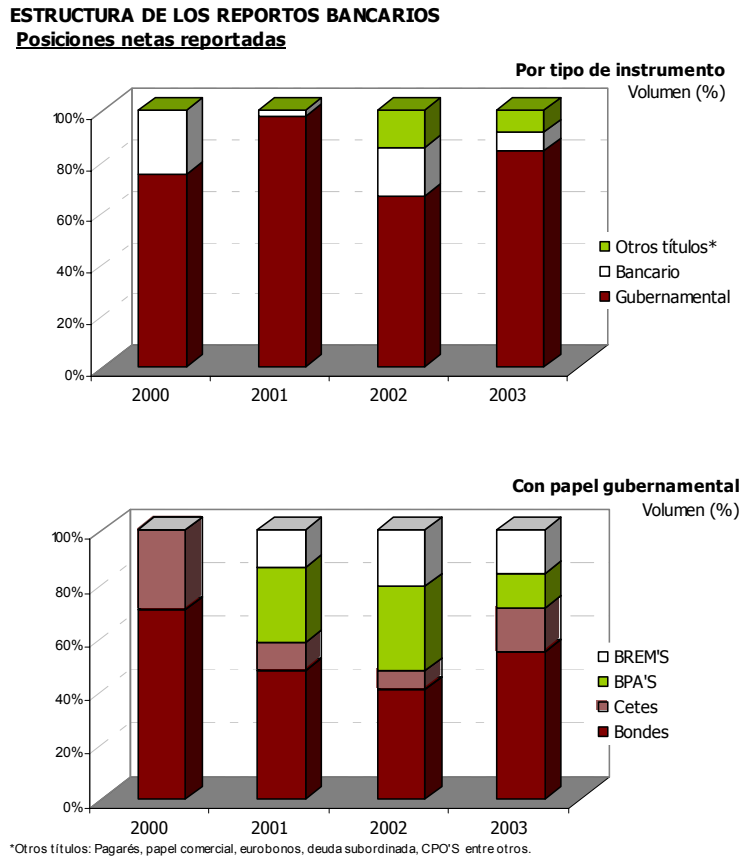
Con respecto a las tasas de reporto, se utilizaron solamente las tasas de reportos con cetes y bondes. En primer lugar, porque los cetes y los bondes son los instrumentos libres de riesgo que mejor se adaptan a la estructura y plazos de los swaps seleccionados en esta investigación. En segundo lugar, porque el mayor volumen de reportos de la banca se hace precisamente con dichos títulos, por lo que se ubican entre las principales fuentes de fondeo interbancario en su tipo.

Aunque en los gráficos a continuación se muestran las posiciones netas, es decir, el resultado (en términos absolutos) de la diferencia entre la posición activa y pasiva de una operación de reporto; lo que es importante entender aquí es que los bancos obtienen liquidez mediante operaciones de reporto sólo cuando se ubican como reportados, pues cuando lo hacen como reportadores, en lugar de requerir liquidez, la están ofreciendo.⁴⁷ Por lo cual, la única posición relevante para este estudio es cuando la banca aparezca como REPORTADA.

⁴⁷ Una explicación más amplia acerca del proceso de fondeo a través del reporto puede verse en la sección III.C.2.3.2., dedicada a la explicación teórico-empírica del modelo.

En el gráfico III.2 puede observarse que el cete y el bonde se ubican entre los instrumentos más reportados:

Gráfico III.2



Otra observación importante es que aunque pueden hacerse reportos hasta por un año, para los fines de este estudio el único plazo relevante es el del reporto a un día, tanto para cetes como para bondes, ya que la medida de liquidez que pretende obtenerse a partir de estas tasas tiene que reflejar de la manera más limpia sólo necesidades inmediatas de fondeo interbancario. De otra forma, si se hubieran seleccionado reportos de plazos mayores a un día se estarían agregando en dicho spread otros elementos que podrían distorsionar la medida de liquidez, por ejemplo, el efecto del plazo y las expectativas futuras.

Con respecto al cálculo de la componente de riesgo de default (R_{δ}) se utilizaron tasas de pagarés bancarios, bonos corporativos, y de papel comercial. Las tasas de pagarés bancarios se tomaron de una clasificación propuesta por VALMER. En dicha clasificación se agrupan primero las instituciones calificadas con AAA, luego, un grupo de ocho bancos (G8), y por último otro grupo de doce bancos (G12). Donde G8 y G12 indirectamente corresponden a pagarés de instituciones calificadas con AA y A, respectivamente. Las tasas de papel comercial también se subdividieron en tres grupos, según la calificación crediticia del emisor: AAA, AA y A.

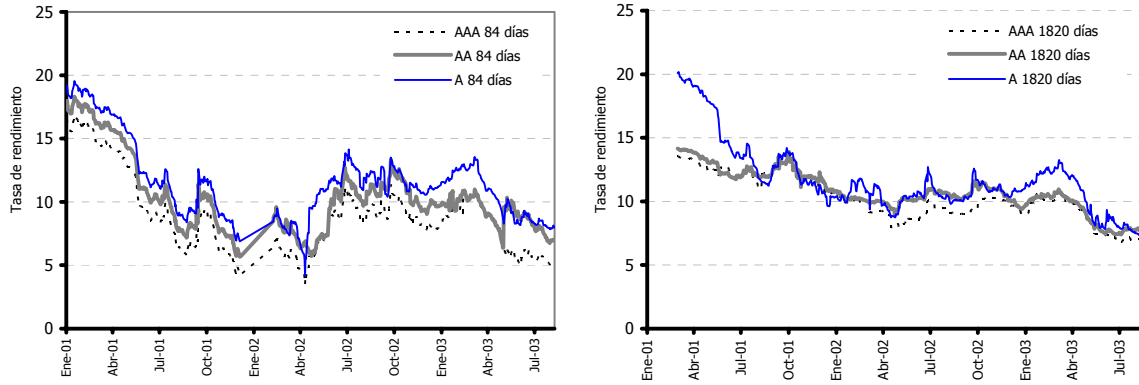
Para generar series históricas de tasas de instrumentos corporativos fue necesario seleccionar y agrupar emisiones de papel privado por tipo de instrumento y después por calificación. Es decir, se seleccionaron principalmente certificados bursátiles (91 y 93) y pagarés de mediano plazo (71 y 73)⁴⁸ con calificaciones AAA, AA y A. Por ejemplo, las series corporativas AAA se construyeron con emisiones de FORD, CEMEX, GMAC, BIMBO o AMX, entre otras. Mientras que las emisiones calificadas AA incluyen ciertas emisiones de GCARSO, VITRO, CIE, por mencionar algunos ejemplos.

En la construcción de estas series primero fue necesario identificar los instrumentos, y después agruparlos por plazo y calificación. Se calculó un promedio de las tasas de todos los instrumentos pertenecientes a cada grupo, con la finalidad de considerar una sola tasa por plazo y calificación. Al final, las series históricas promediadas de instrumentos corporativos AAA, AA y A quedaron como se muestra en el gráfico *III.3*.

⁴⁸ Los números entre paréntesis corresponden a las claves que a tales instrumentos otorga la Bolsa Mexicana de Valores.

Gráfico III.3

EMISIONES DE DEUDA CORPORATIVA
Tasas de rendimiento promedio, (ene 01-ago 03).
Agrupación por calificación y plazo



III.C. MODELO ECONOMETRICO

III.C.1. Especificación del modelo

Retomando la ecuación 3.5 de la sección previa, se llega a la siguiente especificación a partir de la cual se desarrollará el análisis econométrico:

$$\lambda_p = \alpha_p + \beta_1 \tau_p + \beta_2 \varphi_p + \beta_3 R_{lp} + \beta_4 R_{\delta ip} + \beta_5 \kappa_{jp} + \mu_p \quad (3.6)$$

donde:

τ : Riesgo por plazo

φ : Costo de financiamiento instantáneo

R_l : Riesgo de liquidez

R_δ : Riesgo de default

κ : Expectativas de corto, mediano y largo plazo.

y además:

$p = 84, 168, 364, 1092, 1456$ y 1820 días.

$i =$ Representa los diferentes instrumentos de deuda en la medición del riesgo de default:

$pag =$ Pagarés bancarios

$corp =$ Bonos corporativos

$pcom =$ Papel comercial

$j =$ Representa las expectativas del movimiento en tasas, para distintos períodos de tiempo:

$cto =$ Corto plazo (expectativas desde un día hasta un mes)

$med =$ Mediano plazo (expectativas desde un mes hasta un año)

$lgo =$ Largo plazo (expectativas desde un año hasta cinco años)

Por último, conforme a la teoría en que se sustentó este análisis se esperará que se cumplan las siguientes condiciones:

1) $\alpha_p = \text{Constante}$, donde $\alpha = 0$ ó $\alpha \neq 0$

2) Con respecto a los signos de las componentes del proceso de crédito, se espera que:

$\beta_1, \dots, \beta_5 \neq 0$ y que además cumplan las condiciones siguientes:

a) $\beta_1 < 0$

b) $\beta_2 > 0$

c) $\beta_3 < 0$

d) $\beta_4 > 0$; y además que, $\beta_{4pag} > \beta_{4pcom} > \beta_{4corp}$ al menos en los cortos plazos.

e) $\beta_5 \neq 0$, el signo puede variar dependiendo del plazo original del swap. En plazos superiores al año, el efecto de las expectativas con respecto al comportamiento de las tasas se vuelve en ocasiones negativo.

f) Además, se espera que todos los parámetros de aquellas componentes relacionadas con procesos de corto plazo sean comparativamente más significativas que las que no lo están, en especial para los swaps de plazos menores al año, por ejemplo:

$|\beta_2|, |\beta_3|, |\beta_{5cto}| > |\beta_1|, |\beta_{5med}, \beta_{5lgo}|$ para los plazos de 84 a 364 días; mientras que:

$|\beta_1|, |\beta_{5med}, \beta_{5lgo}| > |\beta_2|, |\beta_3|, |\beta_1|, |\beta_{5cto}|$ para plazos de 3 a 5 años.

III.C.2. Metodología econométrica

III.C.2.1 Análisis de integración

Para modelar series de tiempo lo primero que se necesita es identificar el comportamiento que éstas presentan. Esto implica definir el tipo de tendencia que muestran las series: estacionaria (“determinística”) o estocástica, pues modelar series de tiempo con tendencias genera ciertos problemas, por ejemplo: regresiones espúreas, valores erróneos en los estadísticos o medidas de bondad de ajuste inadecuadas (generalmente muy elevadas), (Hatanaka, 1996). Por esto, lo indicado es eliminar tendencias de cualquier tipo antes de comenzar a modelar.

Si un modelo presenta una *tendencia determinística* se considera un proceso estacionario que tiene un error de predicción limitado, aún para horizontes infinitos, lo que en términos generales no

es tan problemático. Sin embargo, si los modelos presentan *tendencias estocásticas* tendrán errores de predicción que se vuelven ilimitados a medida que se amplía el horizonte de observaciones.

Por lo anterior, si se observa que las series presentan tendencias estocásticas es indispensable aplicar un operador de diferencias para transformarlas en procesos estacionarios. Para determinar el comportamiento de una serie se realizan pruebas de integración: Por ejemplo, si se encuentran series de tipo $I(1)$, esto indica que la serie original presenta una tendencia y que es necesario diferenciarla una vez para transformarla en estacionaria o tipo $I(0)$. Pero este procedimiento se explicará con más detalle en el apartado siguiente.

Entre las pruebas de raíces unitarias para determinar si una serie presenta o no alguna tendencia, las más conocidas son la Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y la Phillips-Perron (PP), que brevemente se describirán a continuación:

III.C.2.1.1 Pruebas de raíces unitarias: ADF y PP

Una de las pruebas de raíces unitarias más conocidas para determinar la tendencia de una serie se conoce como “prueba DF” y fue propuesta por Dickey y Fuller en 1979.

Para explicar en qué consiste esta prueba de raíces unitarias, generalmente se recurre a la representación más simple de un modelo con tendencia estocástica, el *camino aleatorio*:

$$x_t = x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7a)$$

En el cual, los errores se comportan como ruido blanco, es decir:

$\{\varepsilon_t\}$ es i.i.d⁴⁹, y por lo tanto:

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_t) &= 0 && (\text{media cero}) \\ E(\varepsilon_t^2) &= \sigma_\varepsilon^2 && (\text{varianza constante}) \end{aligned}$$

Pero además, es posible expresarlos como:

$$x_t = x_0 + \sum_{s=1}^t \varepsilon_s \equiv x_0 + v_t \quad (3.7a.1)$$

⁴⁹ i.i.d. = se Distribuyen Idéntica e Independientemente.

En este caso $\{v_t\}$ equivale a un proceso estocástico no estacionario, o camino aleatorio, donde:

$$E(v_t^2) = t\sigma_\varepsilon^2$$

Por lo cual, la varianza se incrementa junto con el tiempo.

Otra manera de escribir la ecuación (3.7a) sin alterar su estructura puede ser:

$$x_t = \rho \cdot x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7b)$$

Siempre y cuando se cumpla que:

$$\rho = 1$$

Precisamente, la prueba DF revisa si se cumple o no la condición previa, es decir, que en la ecuación (3.7b), ρ sea igual a 1. Esta condición es lo que se conoce como la prueba de raíz unitaria. La prueba DF está basada en la estimación de una ecuación de regresión equivalente a (3.7b) a la que se aplica un operador de diferencias de la siguiente forma:

$$\Delta x_t = \delta \cdot x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7c)$$

En (3.7c) se muestra la aplicación del operador de diferencias, sin embargo, también podría reescribirse como:

$$x_t = (1 + \delta) \cdot x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7c.1)$$

Por lo que ahora:

$$\rho = (1 + \delta)$$

Por tanto, si en la ecuación 3.7c.1 δ es negativo, entonces en la ecuación 3.7b, ρ se vuelve menor que uno. Precisamente, la prueba Dickey-Fuller consiste en probar la negatividad de δ sobre la ecuación 3.7c aplicando una regresión de mínimos cuadrados ordinarios. En este caso, las hipótesis nula y alternativa serán respectivamente:

$$H_0 : \delta = 0$$

$$H_1 : \delta < 0$$

Si se acepta la hipótesis alternativa, entonces, $\rho < 1$. Por lo tanto, x_t estaría integrada de orden cero $I(0)$ y se tiene un proceso estacionario, (Granger y Newbold, 1986). En los casos en los que se rechace la hipótesis alternativa la variable analizada tendrá un orden de integración distinto de cero. Entonces, para determinar cuál es el orden de integración de la variable en estudio tendrá que repetirse la prueba DF tantas veces como sea necesario, utilizando variables con órdenes de integración superiores a cero (Δx_t , ó $\Delta\Delta x_t$), en lugar de x_t .

Por ejemplo, a continuación se muestra la prueba DF, bajo el supuesto de que la variable estuviera integrada de primer orden: $x_t \sim I(1)$:

$$\Delta\Delta x_t = \delta \cdot \Delta x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.7.c.2)$$

Si se rechaza la hipótesis nula aceptando $H_1 : \delta < 0$, entonces ahora, la serie Δx_t es estacionaria y por lo tanto, se cumple que $x_t \sim I(1)$. (Esto sólo pretende mostrar cuál es el procedimiento para realizar pruebas de esta naturaleza).

Sin embargo, la prueba DF en su versión original presenta una debilidad al no tomar en cuenta la posibilidad de autocorrelación en el proceso de error ε_t . Esto es, si ε_t está autocorrelacionado, entonces no cumpliría con ser ruido blanco. En ese caso, las estimaciones de mínimos cuadrados ordinarios de la ecuación (3.7c) no serán eficientes.

Para solucionar ese problema, Dickey y Fuller (1981) sugieren emplear como variables explicativas adicionales las variables rezagadas, y de esta forma poder aproximarse a la autocorrelación.

A esta nueva versión de la prueba DF se le conoce como prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF). La ecuación de la prueba ADF es similar a la que se presentó en la ecuación (3.7c), con la diferencia de que se le agrega una componente intermedia para incluir los rezagos:

$$\Delta x_t = \delta \cdot x_{t-1} + \sum_{i=1}^k \hat{\delta}_i \cdot \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.7d)$$

Una regla práctica para determinar el valor de k (número de rezagos de $\Delta x_{t,i}$), es que esto tendrá que ser lo suficientemente pequeño como para salvar los grados de libertad, pero también lo suficientemente grande como para permitir la existencia de autocorrelación en ε_t , hasta que cumpla la condición de hacerse ruido blanco.

Existe otro método alternativo no paramétrico, propuesto por Phillips y Perron (1988) que emplea los errores del modelo de primer orden de la ecuación propuesta por Dickey-Fuller en su versión no-aumentada, para corregir el estadístico t :

$$\Delta x_t = (\rho - 1)x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

Este método requiere la estimación de un parámetro adicional:

$$\sigma_s^2 = E\left[\left(\sum \varepsilon_t\right)^2\right]$$

que se interpreta como el valor de la densidad espectral⁵⁰ de ε en el origen.

⁵⁰ Al realizar el análisis de cointegración existe un requerimiento más débil y a la vez más técnico en el cual las series tienen un espectro que es finito pero distinto de cero para todas las frecuencias. A las series que cumplen con esta propiedad se les define como $I(0)$. Granger (1986)

III.C.2.1.2. Resultados de los análisis de integración

En los cuadros III.1 y III.2 se muestran los resultados de las pruebas de integración efectuadas a cada uno de los spreads. Se aplicaron las pruebas ADF y PP a cada spread y el criterio para decidir el grado de integración fue que la variable debería pasar satisfactoriamente ambas pruebas. Es decir, si una de las pruebas acepta la hipótesis nula, pero la otra no, entonces se integra en el orden siguiente hasta que los estadísticos de ambas lo cumplan.

Cuadro: III.1

| PRUEBAS DE RAÍCES UNITARIAS | | | |
|---|-----------------------------|----------------|---------------|
| <i>Variable</i> | <i>Orden de integración</i> | ADF(12) | PP(12) |
| λ | <i>(Spread swap)</i> | | |
| <i>swapsread</i> ₈₄ | I(0) | -3.74 (0.00) | -6.10 (0.00) |
| <i>swapsread</i> ₁₆₈ | I(0) | -3.35 (0.01) | -4.67 (0.00) |
| <i>swapsread</i> ₃₆₄ | | -2.27 (0.18) | -3.53 (0.01) |
| Δ <i>swapsread</i> ₃₆₄ | I(1) | -8.63 (0.00) | -43.89 (0.00) |
| <i>swapsread</i> ₁₀₉₂ | I(0) | -3.98 (0.00) | -5.03 (0.00) |
| <i>swapsread</i> ₁₄₅₆ | I(0) | -3.73 (0.00) | -5.43 (0.00) |
| <i>swapsread</i> ₁₈₂₀ | I(0) | -3.73 (0.00) | -5.43 (0.00) |
| $R \delta_{pag}$ | <i>(Spread pagarés)</i> | | |
| <i>pagspread</i> ₈₄ | | -2.73 (0.07) | -5.98 (0.00) |
| Δ <i>pagspread</i> ₈₄ | I(1) | -9.2 (0.00) | -39.53 (0.00) |
| <i>pagspread</i> ₁₆₈ | | -2.91 (0.05) | -7.18 (0.00) |
| Δ <i>pagspread</i> ₁₆₈ | I(1) | -8.11 (0.00) | -43.92 (0.00) |
| <i>pagspread</i> ₃₆₄ | | -1.60 (0.48) | -5.37 (0.00) |
| Δ <i>pagspread</i> ₃₆₄ | I(1) | -9.18 (0.00) | -43.61 (0.00) |
| <i>pagspread</i> ₁₀₉₂ | | -1.45 (0.56) | -2.45 (0.13) |
| Δ <i>pagspread</i> ₁₀₉₂ | I(1) | -7.91 (0.00) | -47.14 (0.00) |
| <i>pagspread</i> ₁₄₅₆ | | -1.30 (0.63) | -3.33 (0.01) |
| Δ <i>pagspread</i> ₁₄₅₆ | I(1) | -5.58 (0.00) | -30.90 (0.00) |
| <i>pagspread</i> ₁₈₂₀ | | -1.30 (0.63) | -3.33 (0.01) |
| Δ <i>pagspread</i> ₁₈₂₀ | I(1) | -5.58 (0.00) | -30.90 (0.00) |

Cuadro III.2

| PRUEBAS DE RAÍCES UNITARIAS (continuación) | | | |
|---|----------------------|--------------|---------------|
| <i>V</i> ariable | Orden de integración | ADF(12) | PP(12) |
| <i>R δ_{corp}</i> (<i>Spread corporativos</i>) | | | |
| <i>corpspread</i> ₈₄ | | -0.65 (0.86) | -1.26 (0.65) |
| Δ <i>corpspread</i> ₈₄ | I(1) | -8.48 (0.00) | -31.73 (0.00) |
| <i>corpspread</i> ₁₆₈ | | -1.70 (0.43) | -1.60 (0.48) |
| Δ <i>corpspread</i> ₁₆₈ | I(1) | -3.84 (0.00) | -16.25 (0.00) |
| <i>corpspread</i> ₃₆₄ | | -1.45 (0.56) | -1.53 (0.52) |
| Δ <i>corpspread</i> ₃₆₄ | I(1) | -5.47 (0.00) | -21.03 (0.00) |
| <i>corpspread</i> ₁₀₉₂ | I(0) | -2.95 (0.04) | -2.94 (0.04) |
| <i>corpspread</i> ₁₄₅₆ | | -1.87 (0.35) | -1.85 (0.35) |
| Δ <i>corpspread</i> ₁₄₅₆ | I(1) | -4.58 (0.00) | -15.60 (0.00) |
| <i>corpspread</i> ₁₈₂₀ | | -1.87 (0.35) | -1.85 (0.35) |
| Δ <i>corpspread</i> ₁₈₂₀ | I(1) | -4.58 (0.00) | -15.99 (0.00) |
| <i>R δ_{pcom}</i> (<i>Spread p. comercial</i>) | | | |
| <i>pcomspread</i> ₈₄ | | -1.76 (0.40) | -4.33 (0.00) |
| Δ <i>pcomspread</i> ₈₄ | I(1) | -6.27 (0.00) | -28.24 (0.00) |
| <i>pcomspread</i> ₁₆₈ | | -2.60 (0.09) | -4.22 (0.00) |
| Δ <i>pcomspread</i> ₁₆₈ | I(1) | -6.09 (0.00) | -25.77 (0.00) |
| <i>pcomspread</i> ₃₆₄ | | -2.41 (0.14) | -3.78 (0.00) |
| Δ <i>pcomspread</i> ₃₆₄ | I(1) | -6.53 (0.00) | -23.13 (0.00) |
| <i>R_l</i> (<i>Riesgo liquidez</i>) | | | |
| <i>liquidez</i> ₈₄ | I(0) | -4.21 (0.00) | -6.33 (0.00) |
| <i>liquidez</i> ₁₆₈ | I(0) | -5.03 (0.00) | -6.77 (0.00) |
| <i>liquidez</i> ₃₆₄ | I(0) | -3.51 (0.01) | -5.30 (0.00) |
| <i>liquidez</i> _{1092 a 1820} | I(0) | -4.96 (0.00) | -6.75 (0.00) |
| <i>τ</i> (<i>Riesgo plazo</i>) | | | |
| <i>prima.plazo</i> ₈₄ | I(0) | -3.22 (0.02) | -5.71 (0.00) |
| <i>prima.plazo</i> ₁₆₈ | | -2.36 (0.15) | -3.38 (0.01) |
| Δ <i>prima.plazo</i> ₁₆₈ | I(1) | -8.43(0.00) | -27.60 (0.00) |
| <i>prima.plazo</i> ₃₆₄ | | -2.62 (0.08) | -3.02 (0.03) |
| Δ <i>prima.plazo</i> ₃₆₄ | I(1) | -8.04(0.00) | -26.32 (0.00) |
| <i>prima.plazo</i> ₁₀₉₂ | | -2.74 (0.07) | -3.00 (0.03) |
| Δ <i>prima.plazo</i> ₁₀₉₂ | I(1) | -7.37(0.00) | -25.57 (0.00) |
| <i>prima.plazo</i> ₁₄₅₆ | | -1.34 (0.61) | -1.84 (0.35) |
| Δ <i>prima.plazo</i> ₁₄₅₆ | I(1) | -5.10 (0.00) | -17.64 (0.00) |
| <i>prima.plazo</i> ₁₈₂₀ | | -1.34 (0.61) | -1.48 (0.54) |
| Δ <i>prima.plazo</i> ₁₈₂₀ | I(1) | -5.10 (0.00) | -17.64 (0.00) |
| <i>φ, κ</i> (<i>Financiamiento inmediato, expectativas</i>) | | | |
| <i>fin.inmediato</i> | I(0) | -4.72 (0.00) | -9.29 (0.00) |
| <i>expTIE-1 mes</i> | I(0) | -4.07 (0.00) | -17.01 (0.00) |
| <i>expTIE-1 año</i> | | -2.30 (0.17) | -2.51 (0.11) |
| Δ <i>expTIE-1 año</i> | I(1) | -6.98 (0.00) | -31.17 (0.00) |
| <i>expTIE < año < 1092</i> | I(0) | -7.22 (0.00) | -26.36 (0.00) |
| <i>expTIE < año < 1456</i> | | -2.10 (0.25) | -2.70 (0.07) |
| Δ <i>expTIE < año < 1456</i> | I(1) | -7.12 (0.00) | -41.25 (0.00) |
| <i>expTIE < año < 1820</i> | | -1.47 (0.55) | -1.86 (0.35) |
| Δ <i>expTIE < año < 1820</i> | I(1) | -5.06 (0.00) | -26.49 (0.00) |

Como puede observarse, las variables que presentaron comportamientos no estacionarios, fueron todos los spreads pertenecientes al indicador para medir el riesgo de default ($R_{\delta_{pag}}$ - $pagspread$, $R_{\delta_{corp}}$ - $corpspread$ y $R_{\delta_{pcom}}$ - $pcomspread$) y así como la componente de riesgo por plazo (τ - *prima plazo*).

Mientras que la variable dependiente, el *swap spread* (λ) y la componente de liquidez (R_l) son estacionarias. La componente de expectativas (κ), construida con las pendientes de la curva swap mostró spreads estacionarios para un mes y tres años, y no estacionarios para uno, cuatro y cinco años. Por último, la componente de financiamiento instantáneo (φ) también es estacionaria.

Se aclara que aunque no todas las variables tengan el mismo orden de integración, eso no impide que pueda existir una relación de largo plazo entre ellas. Para verificar si existe o no una relación de largo plazo entre las series analizadas se recurrió al método de cointegración.

III.C.2.2 Análisis de cointegración

Como se explicó anteriormente, la presencia de tendencias entre variables tiende a generar errores de medición, por ejemplo, regresiones espúreas⁵¹ que provocan que las medidas de bondad de ajuste arrojen resultados poco confiables.

Las variables financieras, y en particular las tasas de interés, son relativamente propensas a presentar tendencias estocásticas⁵², y tal y como lo demuestra el análisis de integración de los spreads (cuadros III.1 y III.2), una parte de ellos resultó ser $I(1)$.

⁵¹ Una regresión espúrea se produce cuando existe una correlación muestral entre dos series. Aunque los estadísticos sean aparentemente significativos, en realidad esto es sólo un reflejo de una tendencia común que muestran las series, sin que exista ninguna asociación de importancia. Las regresiones espúreas reflejan la apariencia superficial de un buen ajuste con estimadores que parecen ser significativos estadísticamente. Los típicos síntomas de una regresión espúrea son: una R^2 muy elevada, altos valores de t y un bajo estadístico Durbin-Watson.

Por esto es necesario aplicar la técnica de cointegración y evaluar si las series de tiempo guardan relaciones de equilibrio, es decir, si la combinación lineal entre ellas mantiene una relación estacionaria en el largo plazo. Esta es una técnica desarrollada para definir el comportamiento de variables sujetas a tendencias.

La cointegración se define como la existencia de combinaciones lineales entre variables no estacionarias (o con tendencia) que es estacionaria en sí misma. A las series que exhiben tales características se les denomina *series cointegradas*. Otra definición la proporcionan Charemza y Deadman (1993):

“Si existe una relación de largo plazo entre dos (o más) variables no estacionarias, la idea es que las desviaciones de su trayectoria en el largo plazo sean estacionarias. Si este es el caso, se dice que las variables en cuestión están cointegradas”.

Para comprender mejor en qué consiste el método de cointegración, considérense un par de series no estacionarias, x y y , cada una de las cuales es $I(1)$, y no presentan constante ni tendencia en su media. Bajo estas condiciones, entonces cualquier combinación lineal de dichas series también será $I(1)$.

Si existe una constante β que en $z_t = x_t - \beta y_t$ sea capaz de lograr que la combinación lineal de ambas series (z_t) se vuelva $I(0)$, entonces se dice que x_t y y_t están cointegradas, y que β es el *parámetro de cointegración*. De hecho, β representa al valor único que es capaz de hacer que tales series cointegren bajo ciertas condiciones específicas.

Además, x_t y y_t son series “no estacionarias” que individualmente muestran componentes de “baja frecuencia” (o de “onda larga”), cuyas características individuales desaparecen en z_t . Por lo tanto, aunque x_t y βy_t tengan componentes de baja frecuencia bajo circunstancias particulares resultado de su combinación tales componentes se eliminan para generar z_t .

⁵² Recuérdese que las *tendencias estocásticas* se vinculan con procesos en los cuales el error de predicción se vuelve ilimitado a medida que se avanza el tiempo. A diferencia de las *tendencias determinísticas* cuyo comportamiento está dictado por ecuaciones en diferencia asociadas a un proceso estacionario.

En otras palabras, cada una de las series originales tiene sus propias componentes no estacionarias, y cuando se da el caso de que las otras componentes de las series con las que se combine sean idénticas, entonces la combinación lineal de ambas hace que la componente estacional resultante (z_t) se anule.

Regresando a $z_t = x_t - \beta y_t$, si z_t es nula, entonces $x_t = \beta y_t$ y por consiguiente, la relación entre x y y será considerada como una *relación de equilibrio de largo plazo*. Por tanto, si z_t fuera distinto de cero, éste mide el grado en que el sistema formado por las dos series originales se aparta de esta relación de equilibrio, por lo que se le denomina *error de equilibrio*⁵³.

La importancia de definir una condición de equilibrio mediante un modelo de cointegración radica en que esto permite describir la tendencia que puede presentar un sistema a moverse hacia una dirección en particular. Por ello, si se observa que x_t y y_t son ambas $I(1)$, para que se muevan a la par en el largo plazo es estrictamente indispensable que entre ellas exista una z_t que sea $I(0)$, pues de lo contrario, ambas series se desplazarán con distintas trayectorias. Resumiendo, *la cointegración entre variables es la condición indispensable para afirmar la existencia de una relación de equilibrio en el largo plazo*.

III.C.2.2.1 Prueba de cointegración: Metodología Engle-Granger

Según Engle y Granger (1987), aunque dos series vistas individualmente tengan varianza infinita y no estacionaria, si estas series cointegran las desviaciones del equilibrio en el largo plazo serán estacionarias y de varianza finita.

De acuerdo con Granger (1981) el vector de una serie de tiempo $I(1)$ está cointegrado cuando cada elemento de la series sea $I(1)$ individualmente, pero además, si existen algunas

⁵³ Variable esencial en los modelos de corrección de error.

combinaciones lineales de los elementos que sean $I(0)$. Más adelante, en 1987 este autor propone en colaboración con Engle una definición más formal del concepto de cointegración:

Se dice que los componentes del vector $z_t = (x_t, y_t)$ *cointegran de orden $(d-b)$* donde $d \geq b \geq 0$ y se denotan como:

$$z_t \sim CI(d, b), \quad \text{si:}$$

- i) Todos los componentes de z_t son integrados de orden d y
- ii) Existe un vector, $\alpha \neq 0$, $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$ formado por la combinación lineal de las series x_t y y_t , tal que $\alpha_1 x_t + \alpha_2 y_t = w_t$ sea integrado de orden $(d-b)$, es decir, $w_t = \alpha' z_t \sim I(d-b), b > 0$

Al vector α , se le define como el *vector de cointegración* (Engle y Granger, 1987).

En estudios posteriores se propone conceder cierta flexibilidad a la definición anterior, permitiendo que algunos elementos del vector de las series de tiempo sean también $I(0)$, (Hatanaka, 1996). Esta especificación permite al vector de cointegración no tener nada que ver con la relación de largo plazo, indicando únicamente que algunas variables en el sistema son estacionarias.

Sin embargo, los casos más relevantes para el análisis empírico de cointegración se dan cuando las series transformadas por el vector de cointegración se vuelven estacionarias, es decir, cuando en la condición (ii) de Engle y Granger se logra que $d=b$, (ver recuadro). Sólo en ese caso, los coeficientes que integran al vector de cointegración pueden ser identificados con los parámetros de una relación de largo plazo entre variables. Si esto se cumple, entonces se tiene que:

$$z_t' \cdot \alpha \sim CI(d, d)^{54}$$

⁵⁴ Como puede observarse, en las relaciones de largo plazo entre dos variables, ambas deben estar integradas en el mismo orden para que el término de error sea estacionario, $I(0)$. Por lo tanto, la estacionariedad es crucial en especial cuando se busca examinar modelos que incorporen un mecanismo de corrección de error. Sin embargo, cabe aclarar que el mecanismo de corrección de error no se utiliza en este análisis.

Siguiendo la definición de cointegración de Engle y Granger, ellos presentan un procedimiento directo para determinar si dos variables x_t y y_t son $I(1)$ y si existe cointegración de orden $CI(1,1)$, entre ellas. Este procedimiento se describe a continuación:

1. Determinar el orden de integración de las variables: Dado que la cointegración necesita que las variables estén integradas en el mismo orden, el primer paso consiste en probar individualmente el orden de integración de cada variable. Las pruebas Dickey-Fuller, Dickey-Fuller aumentada o la Phillips-Perron pueden utilizarse para determinar el número de raíces unitarias de cada variable. Si una vez realizadas combinaciones lineales entre ellas se observara que las variables continúan con distintos órdenes de integración o son estacionarias, entonces la conclusión es que no están cointegradas.
2. Estimar la relación de equilibrio de largo plazo: Si se encontró que el orden de integración de las variables es $I(1)$, el siguiente paso es estimar la relación de equilibrio de largo plazo de la siguiente forma:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + e_t$$

En caso de que las variables cointegren, al efectuar una regresión con mínimos cuadrados ordinarios (MCO) arrojará un estimador “super-consistente” de los parámetros β_0 y β_1 . Para determinar si las variables cointegran o no, se analizan los residuales (ε_t). De manera tal que efectuando una autorregresión sobre los residuales estimados (e_t) es posible determinar si éstos guardan una relación de largo plazo. Si se encuentra que las desviaciones del equilibrio de largo plazo son estacionarias, entonces las variables x_t y y_t son cointegradas de orden $CI(1, 1)$.

$$\Delta \hat{e}_t = a_1 \hat{e}_{t-1} + \varepsilon_t$$

Dado que \hat{e}_t representa los residuales estimados de una ecuación de regresión, no se requiere adicionar una constante, dado que el único parámetro de interés en este caso será a_1 . Al aceptar la hipótesis nula $|a_1| = 0$, se podrá concluir que los residuales contienen raíces unitarias. Por lo tanto, x_t y y_t no cointegran. Por el contrario, rechazar la hipótesis nula implica que la secuencia de los residuales es estacionaria, y una vez demostrado que x_t y y_t son ambos $I(1)$; entonces ya puede concluirse que las series cointegran en el orden $CI(1,1)$.

La metodología de Engle-Granger resulta práctica y sencilla por el hecho de que se concentra en una sola ecuación con una variable dependiente explicada por otras variables que inicialmente se asumen débilmente exógenas.

III.C.2.2.2 Resultados de las pruebas de cointegración:

- 1) Con el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) se efectuaron 15 regresiones sobre la siguiente ecuación, una para cada uno de los distintos plazos (p) considerados en este estudio:

$$\lambda_p = \alpha_p + \beta_1 \tau_p + \beta_2 \varphi_p + \beta_3 R_{l_p} + \beta_4 R_{\delta_{ip}} + \beta_5 \kappa_{jp} + \mu_p \quad (3.9)$$

Los resultados de las mismas se resumen en el cuadro III.4.

- 2) Después, para definir si existe o no una relación de equilibrio en el largo plazo, se aplicaron pruebas de raíces unitarias (ADF y PP) a los residuales de la ecuación previa (3.9), y conforme a los resultados obtenidos, se infiere que efectivamente existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables en estudio (ver cuadro III.3).

Una vez efectuada la prueba de raíces unitarias, cabe aclarar que aunque se observa que los residuales de casi todas las ecuaciones analizadas resultaron ser $I(0)$, hubo 4 ecuaciones que sólo pasaron la prueba PP, pero no la ADF. Estas ecuaciones corresponden a los spreads de swaps con plazo de 364 días calculados con respecto a papel comercial y pagarés bancarios, así como los spreads con plazos de 168 y 1820 días con respecto a bonos corporativos. De cualquier forma, estas regresiones se conservaron durante todo el análisis.

En el siguiente cuadro se resumen los resultados de la prueba de cointegración:

Cuadro III.3

Prueba de Cointegración: Método Engle-Granger

| λ | ADF (12) | PP (12) |
|---|--------------|---------------|
| <i>λ respecto a PAGARÉS BANCARIOS</i> | | |
| <i>swapspread₈₄</i> | -4.87 (0.00) | -12.76 (0.00) |
| <i>swapspread₁₆₈</i> | -4.81 (0.00) | -12.16 (0.00) |
| <i>swapspread₃₆₄</i> | -2.57 (0.09) | -8.23 (0.00) |
| <i>swapspread₁₀₉₂</i> | -4.26 (0.00) | -7.43 (0.00) |
| <i>swapspread₁₄₅₆</i> | -4.87 (0.00) | -7.61 (0.00) |
| <i>swapspread₁₈₂₀</i> | -3.07 (0.03) | -7.06 (0.00) |
| <i>λ respecto a BONOS CORPORATIVOS</i> | | |
| <i>swapspread₈₄</i> | -4.55 (0.00) | -14.12 (0.00) |
| <i>swapspread₁₆₈</i> | -2.60 (0.09) | -8.76 (0.00) |
| <i>swapspread₃₆₄</i> | -3.04 (0.03) | -13.86 (0.00) |
| <i>swapspread₁₀₉₂</i> | -4.53 (0.00) | -7.01 (0.00) |
| <i>swapspread₁₄₅₆</i> | -3.01 (0.03) | -9.31 (0.00) |
| <i>swapspread₁₈₂₀</i> | -2.69 (0.07) | -6.86 (0.00) |
| <i>λ respecto a PAPEL COMERCIAL</i> | | |
| <i>swapspread₈₄</i> | -4.12 (0.00) | -12.88 (0.00) |
| <i>swapspread₁₆₈</i> | -3.09 (0.02) | -13.40 (0.00) |
| <i>swapspread₃₆₄</i> | -2.29 (0.10) | -12.45 (0.00) |

Los resultados de las regresiones con mínimos cuadrados ordinarios también se muestran en el cuadro III.4.

Cuadro III.4

Mínimos Cuadrados Ordinarios

| λ_p | α | τ | φ | R_l | R_δ | κ_{cto} | κ_{med} | κ_{lgo} | R^2 |
|--|--------------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|-------|
| <i>swap spread</i> | | <i>prima plazo</i> | <i>fin.cto.plazo</i> | <i>r. liquidez</i> | <i>r. default</i> | <i>expTIII-1 mes</i> | <i>expTIII-1 año</i> | <i>exp.TIII>año</i> | |
| <i>Spread respecto a PAGARÉS BANCARIOS (R$_{\delta pag}$)</i> | | | | | | | | | |
| <i>swaps spread₈₄</i> | 0.18 (0.00) | 0.01 (0.75) | 0.29 (0.00) | -0.38 (0.00) | 0.38 (0.00) | 0.31 (0.00) | 0.49 (0.00) _{/1} | - | 0.72 |
| <i>swaps spread₁₆₈</i> | 0.05 (0.03) | -0.05 (0.00) | 0.31 (0.00) | -0.56 (0.00) | 0.34 (0.00) | 0.26 (0.00) | 0.74 (0.00) _{/2} | - | 0.82 |
| <i>swaps spread₃₆₄</i> | -0.17 (0.00) | -0.08 (0.25) | 0.28 (0.00) | -0.70 (0.00) | 0.35 (0.00) | 0.30 (0.00) | 0.84 (0.00) _{/3} | - | 0.78 |
| <i>swaps spread₁₀₉₂</i> | -0.30 (0.00) | 0.08 (0.00) | 0.14 (0.00) | -0.29 (0.00) | -0.03 (0.01) | 0.20 (0.00) | 0.23 (0.00) _{/4} | 0.52 (0.00) | 0.71 |
| <i>swaps spread₁₄₅₆</i> | -0.06 (0.44) | 0.02 (0.18) | 0.18 (0.00) | -0.31 (0.00) | -0.28 (0.00) | 0.11 (0.00) | 0.27 (0.00) _{/5} | 0.47 (0.00) | 0.43 |
| <i>swaps spread₁₈₂₀</i> | 1.21 (0.00) | -0.06 (0.00) | 0.14 (0.00) | -0.15 (0.00) | -0.08 (0.02) | -0.06 (0.06) | 0.05 (0.06) _{/6} | -0.18 (0.97) | 0.32 |
| <i>Spread respecto a BONOS CORPORATIVOS (R$_{\delta corp}$)</i> | | | | | | | | | |
| <i>swaps spread₈₄</i> | 0.59 (0.00) | -0.05 (0.15) | 0.16 (0.00) | -0.40 (0.00) | 0.02 (0.02) | 0.26 (0.00) | 0.44 (0.00) _{/1} | - | 0.34 |
| <i>swaps spread₁₆₈</i> | 0.45 (0.00) | 0.00 (0.84) | 0.23 (0.00) | -0.74 (0.00) | -0.00 (0.90) | 0.25 (0.00) | 0.73 (0.00) _{/2} | - | 0.86 |
| <i>swaps spread₃₆₄</i> | 0.04 (0.08) | -0.00 (0.82) | 0.29 (0.00) | -0.70 (0.00) | 0.05 (0.00) | 0.33 (0.00) | 0.75 (0.00) _{/3} | - | 0.83 |
| <i>swaps spread₁₀₉₂</i> | -0.16 (0.00) | 0.09 (0.00) | 0.04 (0.02) | -0.18 (0.00) | 0.29 (0.00) | 0.18 (0.00) | 0.28 (0.00) _{/4} | 0.48 (0.00) | 0.75 |
| <i>swaps spread₁₄₅₆</i> | -0.58 (0.00) | 0.04 (0.00) | 0.10 (0.00) | -0.09 (0.00) | 0.69 (0.00) | -0.05 (0.00) | 0.47 (0.00) _{/5} | 0.40 (0.00) | 0.77 |
| <i>swaps spread₁₈₂₀</i> | 0.75 (0.00) | 0.07 (0.00) | 0.09 (0.00) | -0.14 (0.00) | 0.23 (0.00) | 0.01 (0.68) | 0.05 (0.21) _{/6} | 0.04 (0.15) | 0.40 |
| <i>Spread respecto a PAPEL COMERCIAL (R$_{\delta pcom}$)</i> | | | | | | | | | |
| <i>swaps spread₈₄</i> | 0.51 (0.00) | -0.10 (0.02) | 0.09 (0.00) | -0.22 (0.00) | 0.15 (0.00) | 0.14 (0.00) | 0.46 (0.00) _{/1} | - | 0.38 |
| <i>swaps spread₁₆₈</i> | 0.32 (0.00) | 0.01 (0.40) | 0.28 (0.00) | -0.73 (0.00) | 0.02 (0.20) | 0.32 (0.01) | 0.68 (0.00) _{/2} | - | 0.83 |
| <i>swaps spread₃₆₄</i> | 0.17 (0.00) | -0.02 (0.28) | 0.33 (0.00) | -0.86 (0.00) | -0.02 (0.13) | 0.34 (0.00) | 0.78 (0.00) _{/3} | - | 0.84 |

1/Curva swap₈₄₋₂₈2/Curva swap₁₆₈₋₂₈3 a 6/Curva swap₃₆₄₋₂₈

La explicación de los signos y valores de los parámetros de cada spread se dejarán para la siguiente sección de este capítulo. Por el momento, simplemente se señala que las variables de la gran mayoría de las ecuaciones resultaron significativas, y que las ecuaciones en las que el spread de “*riesgo de default*” se definió con pagarés bancarios fueron las que arrojaron las R^2 's más elevadas. Esto último era de esperarse, dado que los swaps son contratos con participación mayoritaria de bancos, y por consiguiente, el riesgo de default implícito en un instrumento bancario tenía que ser el que mayormente influyera en la determinación de las tasas swap.

III.C.2.3 Descripción y análisis de los resultados empíricos

Este apartado tiene un enfoque analítico. En él que se presenta una explicación detallada en función de los plazos y tipo de spreads en la que se confrontan la evidencia empírica con los aspectos teóricos.

III.C.2.3.1 Descripción de los parámetros

*Organización de los datos y principales resultados

Se siguieron dos criterios para ordenar la información: Primero, todas las ecuaciones se agruparon de acuerdo con el instrumento utilizado en el cálculo del spread para medir riesgo de default, por lo que se obtuvieron los tres grupos siguientes:

- a) pagarés bancarios
- b) bonos corporativos
- c) papel comercial

A su vez, cada uno de estos grupos se subdividió en plazos de: 84, 168, 364, 1092, 1456 y 1820 días. Por lo que en el agregado este análisis se compone de 15 ecuaciones, cada una formada por 5 variables independientes expresadas como spreads (prima por plazo (τ), liquidez (R_l), costo de financiamiento (φ), riesgo de default (R_d), y expectativas (κ) y una variable dependiente, el propio *swap spread* (λ). Cada una de las 15 ecuaciones se estimaron en forma independiente, sin embargo, están agrupadas conforme al indicador del riesgo de *default*, es

decir, considerando las 3 categorías de emisiones de renta fija (pagarés bancarios, bonos corporativos y papel comercial), por lo que al final la clasificación de las ecuaciones queda de la siguiente forma:

6 ecuaciones donde el riesgo de default se mide con respecto a los pagarés bancarios, 6 ecuaciones donde ese riesgo se mide con respecto a bonos corporativos; y por último, 3 ecuaciones donde este mismo indicador se evalúa con respecto al papel comercial. Se aclara que cada grupo está subdividido por el plazo de los swaps (abarcando desde 84 días hasta 5 años), y que del último grupo, el número de plazos fue menor puesto que el papel comercial es un instrumento de deuda de corto plazo, que no cuenta con emisiones mayores al año.

III.C.2.3.2. **Principales resultados:** *Análisis empírico*

- *Componente (τ): PRIMA POR PLAZO*

Teóricamente la manera más indicada para calcular la prima por plazo es a partir de la pendiente de la curva de libre de riesgo.

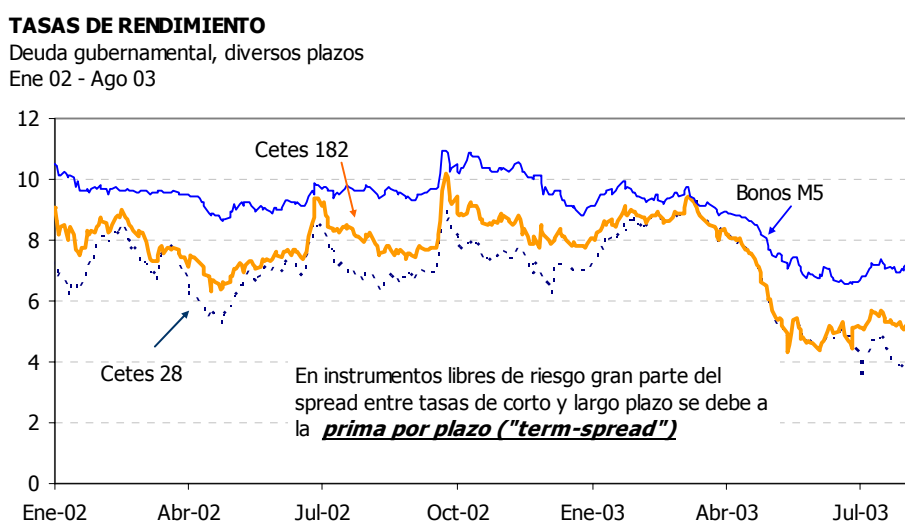
Para construir este indicador, en este análisis se decidió tomar únicamente tasas de subasta primaria por considerárseles la mejor aproximación a las tasas libres de riesgo. Estas tasas todavía no son afectadas por otros factores que generan variaciones en las tasas de interés del mercado secundario (tales como la liquidez, cuyo efecto se analiza más adelante). En el cuadro siguiente se indican los plazos de los swaps que se están analizando, junto con los instrumentos gubernamentales que fueron seleccionados:

Cuadro III.5

| <i>PLAZO</i> | <i>Papel gubernamental (tasa de SUBASTA)</i> | <i>Restado de: (tasa de SUBASTA)</i> |
|----------------|--|--------------------------------------|
| Swap 3X1 =84 | Cetes 91 | Cetes 28 |
| Swap 6X1 =168 | Cetes 182 | Cetes 28 |
| Swap 13X1=364 | Cetes 360 | Cetes 28 |
| Swap 39X1=1092 | Bono M3 | Cetes 28 |
| Swap 52X1=1456 | Curva gub. 1456 d. | Cetes 28 |
| Swap 65X1=1820 | Bono M5 | Cetes 28 |

Analizar el comportamiento de las curvas de rendimiento generalmente arroja un buen pronóstico del desempeño futuro de las tasas de interés, e indirectamente, de la actividad macroeconómica. Por ejemplo, se ha visto que los movimientos en el spread entre tasas de corto y largo plazo de instrumentos libres de riesgo están comúnmente asociados al pronóstico de recesiones o reactivaciones económicas en el futuro inmediato (Bernard, et. al., 1996).

Gráfico III.4

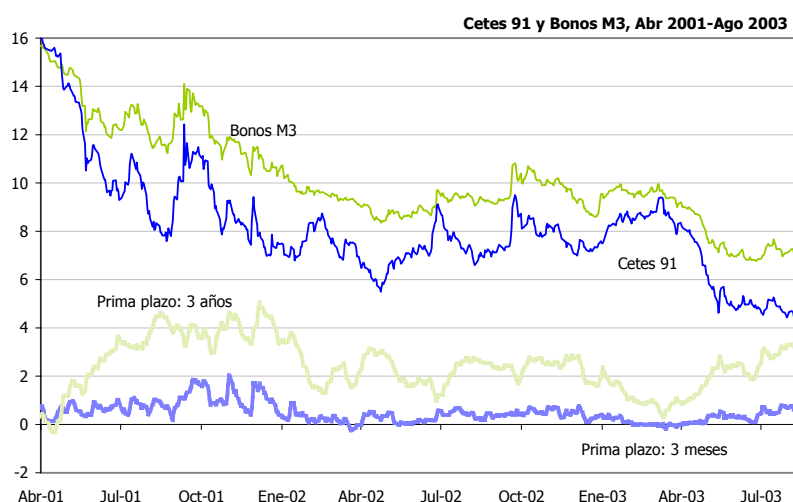


A través de la pendiente de la curva de rendimiento de tasas libres de riesgo es posible determinar la manera en la que los agentes perciben el futuro comportamiento del mercado. Por tal motivo, dicha pendiente se considera como un indicador que por estar directamente asociado al plazo de los instrumentos, a su vez, también se le asocia con la percepción anticipada de los agentes del mercado sobre el desempeño de la actividad económica.

Por ejemplo, en los casos en que una curva de rendimiento muestra una pendiente positiva esto indica que el mercado tiene expectativas de un incremento generalizado en las tasas de interés en un futuro próximo. Este comportamiento de las tasas es generado ante la preferencia por liquidez que exigen los agentes del mercado. Por eso para que los agentes económicos estén dispuestos a desprenderse de liquidez por un período de tiempo, exigirán un mayor precio por el dinero que no podrán utilizar de manera inmediata, lo que se traduce en tasas mayores entre mayores sean los plazos.

Gráfico III.5

Relación entre nivel y pendiente de curvas de rendimiento



En este estudio se encontró que el spread de los swaps guarda una relación inversa con la pendiente de la curva libre de riesgo, es decir, con la prima por el plazo. Al igual que sucede con el spread de cualquier instrumento de renta fija, ante incrementos en las tasas libres de riesgo, el swap spread tiende a disminuir menos que proporcionalmente. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, esta componente es poco relevante o no resulta significativa.

Una vez realizadas las estimaciones econométricas, los parámetros de la prima por plazo en cada uno de los grupos mostraron los siguientes resultados (ver cuadro III.4, columna τ):

a) Grupo de ecuaciones referenciadas a PAGARÉS BANCARIOS:

Todos los parámetros de la prima por plazo que fueron significativos muestran signos negativos, excepto el spread de 1092 días que mostró un signo positivo.

b) Grupo de ecuaciones referenciadas a BONOS CORPORATIVOS:

Curiosamente aquí se obtuvieron coeficientes positivos y negativos, sin embargo, los coeficientes que resultaron significativos sólo fueron positivos, y corresponden a las primas de los swaps de plazos entre 3 y 5 años.

c) Grupo de ecuaciones referenciadas a PAPEL COMERCIAL:

Sólo la ecuación correspondiente al plazo de 84 resultó significativa, aunque con una β_1 muy pequeña, -0.10%.

En resumen, hubo pocos coeficientes que resultaran significativos, y se obtuvieron signos tanto negativos como positivos. Generalmente, los signos negativos están asociados al corto y mediano plazos; mientras que los signos positivos se asocian con los swaps de plazos de 3 años o más, como fue el caso del spread con respecto a pagarés bancarios de 1092 días y de los spreads con respecto a bonos corporativos de 3 a 5 años.

La interpretación que puede darse a este comportamiento es la siguiente: Si los IRS's son instrumentos de cobertura que se adquieren (por bancos u otros intermediarios) ante la necesidad del comprador de asegurarse de recibir de tasas fijas durante un período de tiempo. Entonces, cuando un swap es de corto plazo y se contrata en períodos en los que existen expectativas de incremento (decremento) en las tasas de interés, el propio aumento en la demanda (oferta) de coberturas por parte de los intermediarios, es lo que repercute en el precio de los contratos y, por lo tanto, los hace más caros (baratos), debido a que caen (suben) las tasas swap.

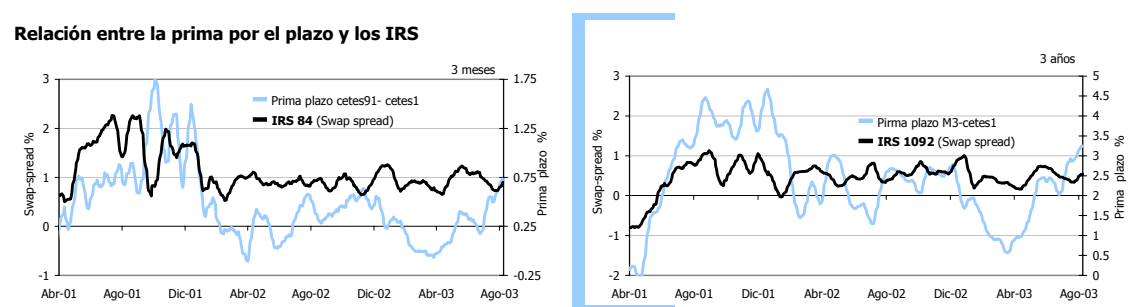
El valor de un IRS se define en función de la *tasa swap*. Por tanto, en contratos menores al año, entre mayor sea la pendiente de la curva de rendimiento, las tasas de los swaps disminuirán ligeramente, debido a lo siguiente: Ante una pendiente positiva en la curva de rendimiento quien tenga que pagar la pata fija de un swap se enfrenta a una mayor probabilidad de sufrir por el riesgo de default de la contraparte que paga tasas flotantes⁵⁵. Por esa razón es lógico pensar en que demandará una prima que le compense ante ese riesgo, que en este caso se traduciría en el pago de tasas fijas ligeramente más bajas.

Comparando los coeficientes obtenidos de la *prima plazo* (τ) con los coeficientes del resto de las variables explicativas (como la liquidez, el riesgo de default, el costo de financiamiento o las expectativas), se observa que en su mayoría son relativamente pequeños. Por lo cual, la prima por el plazo representa una parte muy pequeña del spread de un swap que no siempre es relevante.

⁵⁵ Recuérdese que en este ejemplo la contraparte está pagando tasas flotantes, y las expectativas tomadas a partir de la pendiente de la curva de rendimiento son que las tasas de mercado se van a incrementar en el futuro próximo.

De cualquier forma, haciendo una abstracción del resto de las variables explicativas puede concluirse lo siguiente: En los swaps de corto plazo, si la pendiente de las tasas gubernamentales aumenta (cae), el spread de las tasas swap caerá (aumentará); en los swaps de largo plazo, aparentemente la tendencia es que se invierta la relación y los parámetros se vuelvan positivos (ver spreads con respecto a bonos corporativos, ver cuadro III.4)

Gráfico III.6



Cabe aclarar que en este trabajo se decidió separar a la prima por plazo (τ) y considerarla como una variable independiente del factor de riesgo implícito en los swaps (Ω) : $\lambda = \tau_p + \Omega$ (ver, apartado III.A.3, ecuación 3.3). De tal manera que, separando a τ del resto del spread, ya se tiene aislado el efecto del *plazo*, por lo que se hace más fácil analizar la parte correspondiente al factor de riesgo implícito de swap (Ω), de manera independiente y sin distorsiones debidas al plazo de los contratos.

- *Componente (φ): FINANCIAMIENTO INSTANTÁNEO O DE CORTO PLAZO*

Esta componente se calculó como el spread entre la tasa TIE de 28 días y las tasas de reporto a un día ($\varphi = i_{TIE28} - i_{repo.g}$)

En un “*plain vanilla IRS*” quien recibe la tasa fija muestra una postura equivalente a mantener una posición larga en un instrumento gubernamental, financiando esta posición con el pago de tasas flotantes distintas en cada fecha de liquidación, (He, 2001). En México, por ejemplo, el factor de descuento de un swap se calcula conforme a TIE; por consiguiente, las tasas swap están influenciadas por una dinámica de muy corto plazo dado que las fechas de liquidación se

efectúan cada 28 días. En un escenario de elevada volatilidad en tasas, una dinámica de liquidaciones tan frecuentes genera un “costo de financiamiento inmediato o instantáneo” que se mide como el diferencial entre la tasa flotante de los swaps (TIEE28, en este caso) y la tasa libre de riesgo (tasa de reporto de papel gubernamental).⁵⁶

Por lo tanto, los swaps de tasas se ven influenciados en gran medida por expectativas de corto plazo. Teniendo presente que el factor de descuento utilizado en el proceso de valuación de cualquier IRS se asocia con volátiles tasas de corto plazo, lo lógico sería que su comportamiento también fuera considerado entre los factores de riesgo implícitos en el spread de los swaps, (Cooper, et. al., 1991; y Duffie, et. al., 1996).

Por lo anterior, el “costo de financiamiento instantáneo” (φ) se tomó como una variable más en la definición del spread de los swaps, y aunque su participación es relevante, su efecto es sólo temporal, como se ha mostrado en otros estudios. Por ese motivo, pareciera que ejerce una influencia “relativamente mayor” sobre spreads de plazos más cortos⁵⁷ que la mostrada sobre spreads de plazos más largos. En este trabajo los resultados obtenidos muestran que esta componente representa un costo cuya magnitud dentro del swap spread varía de manera inversamente proporcional al plazo, por lo que es relativamente más importante en contratos menores al año, y va perdiendo importancia relativa a medida en que el plazo de los swaps se va incrementando.

Esta componente (φ) aparece con un signo positivo ya que representa un costo adicional que los agentes contratantes deben tomar en cuenta; por lo que se traduce en incrementos en el valor de las tasas swap de los nuevos contratos.

Al respecto de lo anterior, He (2001) hace una observación interesante al plantear que el signo generalmente positivo de los swap spreads se debe precisamente al signo siempre positivo de

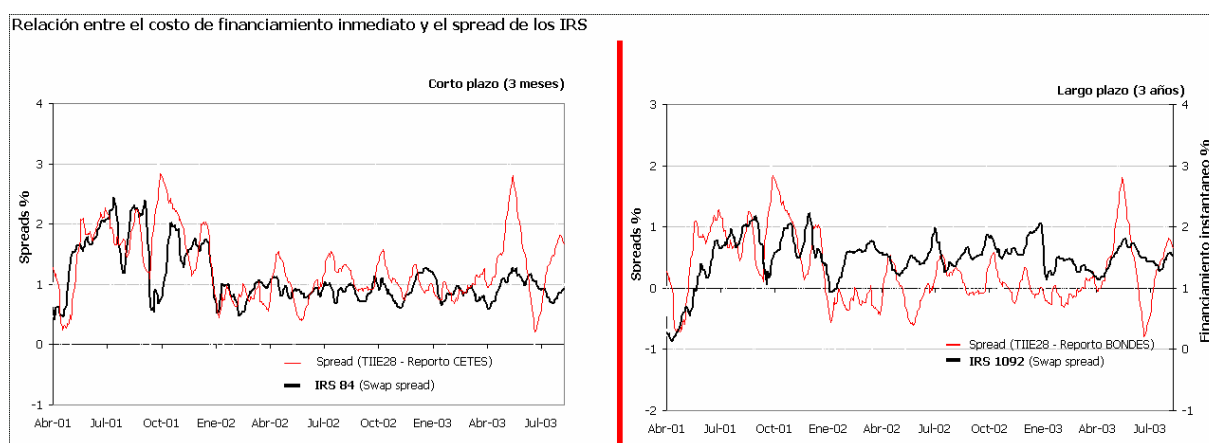
⁵⁶ Como se explica en secciones posteriores, las tasas de reporto son la mejor representación de las tasas libres de riesgo.

⁵⁷ Plazos menores o iguales al año.

esta componente (φ), y además la considera como el indicador más próximo de la calidad crediticia promedio de todos los bancos que participan en la construcción de la TIIE. Cabe mencionar que λ , a diferencia de φ , representa otro tipo de indicador “más global”, que además de ser una proxy de la calidad promedio de la banca, también involucra factores como el riesgo de default, la liquidez y las expectativas.

En los gráficos III.7 se muestra la relación entre los spreads de swaps y el spread de financiamiento instantáneo.⁵⁸

Gráfico III.7



De acuerdo con los resultados de las estimaciones, el costo del financiamiento instantáneo guarda una relación directamente proporcional al comportamiento del spread de los swaps. Esta relación es más marcada en spreads medidos con respecto a pagarés bancarios que en el grupo de spreads calculados con respecto a bonos corporativos. Esto puede deberse simplemente al tipo de emisor, dado que la TIIE representa una tasa de fondeo interbancario y no corporativo.

La interpretación del signo positivo que se obtuvo en todos los coeficientes correspondientes a φ es: Incrementos (decrementos) en los spreads de financiamiento instantáneo (tiie28-reportos) aumentan(disminuyen) los spreads de swaps, pues mientras mayor sea el “costo

⁵⁸ En todos los gráficos, los datos de los spreads siempre se muestran en medias móviles (12 días) con la finalidad de que se pueda apreciar su comportamiento al suavizar la volatilidad de las series.

instantáneo” al que tenga que enfrentarse quien paga periódicamente tasas flotantes (en este caso TIIIE), lo lógico es que requiera cierta compensación ante este riesgo de muy corto plazo por parte de quien le esté pagando tasa fija, mismo que se reflejará en un leve incremento de la tasa swap. Considerando que en un swap el intercambio debe ser justo y equitativo, entonces, con base en estos resultados se podría pensar que si la variación del swap spread guarda una estrecha relación con la volatilidad en tasas de muy corto plazo, por tanto, entre mayor sea la volatilidad esperada de la TIIIE, mayores tendrán que ser las tasas fijas (tasas swap) para compensar este riesgo.

Tal vez, por esta misma razón se observó que los coeficientes estimados de este indicador son relativamente mayores en swaps de menores plazos (gráfica III.7, lado izquierdo), y menos importantes en swaps superiores a los tres años (gráfica III.7, lado derecho). Dado que si la volatilidad de TIIIE en el corto plazo es tomada como una prima de riesgo adicional sobre las tasas fijas swap, entonces ésta prima tendrá un peso relativamente mayor entre menor sea el plazo global del contrato, pues el costo se reparte entre un menor número de pagos periódicos. Obsérvese en el cuadro III.4, la columna φ , para verificar que los coeficientes para 84, 168 y 364 son comparativamente más grandes que los de los plazos restantes en todos los grupos analizados.

A partir estos resultados puede inferirse que esta variable (φ) pierde importancia relativa como elemento explicativo del swap spread a medida que aumenta el plazo de los contratos, y va cediendo su sitio a otras variables, por ejemplo, las expectativas (κ).

- *Componente (R_l): RIESGO DE LIQUIDEZ*

Esta variable se calcula como el spread entre las tasas gubernamentales correspondientes al plazo de cada ecuación y las tasas de reporto de cetes o bondes a un día: $R_l = i_g - i_{repo.g}$. Específicamente, se utilizó la tasa de reporto con cetes en las ecuaciones de plazos menores al año (84, 168 y 364 días), mientras que para los swaps de plazos superiores (3, 4 y 5 años) se utilizaron tasas de reporto con bondes.

El riesgo de liquidez se refiere a la dificultad para vender un título en cualquier momento y a un buen precio por no existir un mercado secundario donde colocarlo. Por el contrario, cuando los títulos son muy líquidos (como sucede con algunas emisiones gubernamentales – cetes, bondes, BPA’s) se colocan fácilmente en mercado secundario, por la elevada demanda que existe hacia ellos.

En ese sentido, el exceso o la falta de *liquidez* de un título termina por influir en su precio. En Estados Unidos por ejemplo, se ha visto que en sus treasuries el(la) exceso (falta) de liquidez asociada a determinadas emisiones se refleja después en un(a) incremento (disminución) del precio de las emisiones vigentes, disminuyendo(elevando) el nivel real de las tasas libres de riesgo. De ahí la importancia de aislar el efecto de la liquidez, en especial en el momento de valorar un instrumento. En este caso en particular, la intención de identificar la prima por liquidez es definir el grado en el que puede distorsionar a las tasas swap.

De acuerdo con algunos estudios relacionados con este tema (Avouyi-Dovi, et.al., 1999; Duffie, 1996; Duffie, et. al., 1997, y Liu, et.al., 2000; entre otros) se ha visto que la liquidez afecta directamente la volatilidad del swap spread, y que su efecto es negativo y de corto plazo. Encuentran que la relación es inversa, dado que la liquidez hace que las tasas libres de riesgo sean menores, por consiguiente, una caída en las tasas gubernamentales, manteniéndose todo lo demás constante, hará crecer el spread.

Por otra parte, dichos estudios también proponen que para identificar el riesgo de liquidez se le asocie con una operación que los bancos utilizan como una de sus principales fuentes de fondeo: el reporto.

En términos del artículo 259 de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito un reporto se define como:

“La operación en virtud de la cual, el Reportador adquiere por una suma de dinero la propiedad de títulos de crédito y se obliga a transferir al Reportado [siempre un banco] la propiedad de otros tantos títulos de la misma especie en el plazo convenido y contra el reembolso del mismo precio, más un premio. El premio queda en beneficio del Reportador, salvo pacto en contrario. Por títulos de la misma especie se entenderá aquéllos que tengan igual “clave de emisión.”⁵⁹

⁵⁹ Circular 1/2003 del Banco de México

En otros países al reporto se le conoce como “*repo*”⁶⁰ y equivale a un préstamo con colateral; mientras que en México, el reporto representa una venta con obligación de recompra.

De cualquier forma, para fines prácticos, ambas operaciones resultan lo mismo: Cuando los títulos por reportar son valores gubernamentales, se considera que una operación verdaderamente **libre de riesgo** se identifica con un “*préstamo colateralizado por el Gobierno Federal*”. Pues aun en el evento de que la contraparte reportada no cumpliera con su obligación, el hecho de que el reportador tenga en su poder valores gubernamentales como garantía reduce considerablemente su nivel de exposición al riesgo ante la probabilidad de default del reportado.

Los reportos son operaciones de cobertura que se utilizan para hacer frente a necesidades de fondeo de muy corto plazo, pues no son superiores al año⁶¹. Por eso, si los reportos se efectúan reiteradamente sobre algunas emisiones gubernamentales en particular, esto equivale a dirigir una “demanda excesiva” por liquidez hacia determinados instrumentos que el propio mercado selecciona. Esto, a la larga repercutirá en un incremento del precio vigente de los instrumentos objeto del reporto, y a su vez, afectará los niveles “verdaderos” de las tasas libres de riesgo, pues las coloca a niveles por debajo del que deberían tener si las condiciones de demanda fueran normales.

Entonces, cuando la banca incrementa la demanda por fondeo (necesita liquidez), cuando el volumen de las emisiones gubernamentales se reduce⁶², o cuando, por estrategias de política monetaria, se restringe liquidez en ciertos períodos; la consecuencia directa será la elevación del precio de los títulos gubernamentales (caída de tasas), y particularmente de aquéllos que los bancos más utilicen para cubrir sus necesidades de fondeo mediante operaciones de reporto.

En resumen, para identificar y medir el riesgo de liquidez asociado a un instrumento libre de riesgo se recomienda que se analicen sus tasas de *reporto* (*tasas premio*). En otros países dicho

⁶⁰ Repo equivale a *repurchase agreement* (o acuerdo de recompra)

⁶¹ Cabe aclarar que los swaps tienen una función similar pero para plazos más largos.

⁶² Como ya sucede en Canadá y EE.UU.

riesgo se calcula únicamente empleando reportos de instrumentos gubernamentales, y obteniendo un spread denominado “*special repo spread*” que se calcula como la diferencia entre la tasa “*repo general*” (“*general collateral repo rate*”) y la tasa “*repo especial*”.

Para comprender esos conceptos, se hará un breve paréntesis: Una tasa de reporto se define en función del valor vigente y esperado del instrumento por reportar. En ocasiones, hay ciertas emisiones que se negocian a tasas inferiores a las “*repo generales*”, lo que es un indicio de que existe cierta prima por liquidez (*convenience yield*) que el mercado estará dispuesto a pagar con tal de obtener precisamente tales emisiones en particular, por considerarlas “potencialmente más rentables” frente al resto de emisiones similares en su tipo. Por ello, se dice que son emisiones que se reportan en una “*situación especial*” lograda por la liquidez que la propia demanda del mercado les ha conferido, (Buraschi y Menini, 2001).

Entonces, si la banca hace reportos en forma masiva con determinados instrumentos gubernamentales, la demanda excesiva hacia los mismos, a su vez, incrementará el precio de las nuevas emisiones del propio instrumento. Por lo tanto, el resultado final será que las tasas libres de riesgo de las emisiones nuevas también vaya reduciéndose en la medida que las necesidades de liquidez se incrementen. De tal forma, que el incremento en los requerimientos de liquidez (entendidos como necesidades de fondeo interbancario) indirectamente terminan por aumentar el spread de los swaps⁶³. De ahí que la relación entre el riesgo de liquidez y el spread del swap sea siempre inversa (ver gráfico III.8.a).

Aunque lo ideal hubiera sido poder trabajar con *tasas especiales de reporto* para medir la liquidez en tasas libres de riesgo tal y como se hace en otros países; en México no se dispone de alguna fuente pública de información a partir de la que puedan calcularse las primas de reporto. Por esto, tuvo que idearse una medida alternativa que captara el concepto del “riesgo de liquidez”, pero que funcionara de manera similar a la que se opera el “*special repo spread*” en otros países⁶⁴.

⁶³ Puesto en otros términos, la presencia del riesgo de liquidez en tasas gubernamentales termina por disminuir las tasas de rendimiento de cualquier instrumento no gubernamental en cuya valuación intervengan tasas libres de riesgo.

⁶⁴ Por ejemplo en Estados Unidos.

La alternativa sugerida en esta investigación para identificar el spread de liquidez en tasas gubernamentales es calcular el diferencial entre las tasas de mercado de emisiones gubernamentales vigentes que tengan plazo similar al de los *swaps spreads* y restarles la tasa de reporto de papel gubernamental a un día (*overnight*): ($R_l = i_g - i_{repo1}$).

El “*special repo spread*” opera bajo la siguiente lógica:

Cuando una tasa de reporto se coloca por debajo del nivel de las tasas de reporto promedio (o tasas *repo generales*), se dice que la primera es una tasa de *reporto especial*. Generalmente esto sucede si la liquidez conferida por el mercado a un instrumento gubernamental en particular es demasiado elevada. Por tanto, cuando se observa que un instrumento gubernamental se reporta en situación especial, o con tasas *repo especiales*, se dice que el mercado está pagando una prima por liquidez. Por lo tanto, el precio de mercado de futuras emisiones de ese mismo instrumento (a estas emisiones comúnmente se les denomina “*on the run*”) será relativamente superior que el resto de las emisiones previas o emisiones viejas (también denominadas emisiones “*off the run*”).

Sabiendo esto, se decidió que ante la falta de información en México sobre tasas especiales de reporto, una opción para averiguar si una emisión gubernamental opera o no en situación especial, se propone como alternativa comparar la tasa de mercado de dicha emisión gubernamental con sus tasas de reporto *overnight* (1 día). En otras palabras, este estudio propone que para identificar el grado de liquidez de la emisión gubernamental más reciente en el mercado se le compare con emisiones previas del mismo instrumento. Sin embargo, la clave de esta comparación está en utilizar la tasa gubernamental en su plazo original para la nueva emisión (*on the run*) y la tasa de reporto *overnight* del mismo instrumento, pero de las emisiones previas.

Según este indicador alternativo, bajo condiciones normales de demanda, el spread (R_l) debería ser positivo, pues se están comparando tasas de emisiones gubernamentales en su plazo original (similares a las de emisión primaria) con tasas a un día de reporto en mercado secundario, de esta manera simplemente por la diferencia en plazos se esperaría que el spread fuera invariablemente positivo.



Por tanto, la mecánica de este indicador será que cuando haya emisiones que se encuentren en situación especial, o dicho de otra forma, cuando se presenten episodios en los que existan requerimientos de “liquidez adicional⁶⁵” tales que el mercado esté dispuesto a pagar una prima por adquirir un instrumento sumamente líquido, lo que se esperará es que el spread (R_s) se vaya reduciendo hasta volverse negativo.

Entonces, en aquellos períodos en que se den situaciones especiales y que el mercado “sobre-valore” la liquidez que pudiera brindarle el adquirir determinadas emisiones gubernamentales, el indicador aquí propuesto (R_s) reconocerá los episodios de “demanda excesiva” cuando se observe que el valor del título en su plazo original es superior a su valor de reporto a un día. En otras palabras, “es factible encontrar situaciones en las cuales la demanda excesiva por ciertas emisiones provoca que las tasas libres de riesgo en su plazo original muestran una distorsión tal, que llegan a colocarse a niveles por debajo de sus tasas de fondeo a un día”. Este estudio considera que ese diferencial puede ser representativo de una “prima por liquidez”.

⁶⁵ En este caso, las necesidades de liquidez se traducirán en incrementos en las operaciones de fondeo interbancario, es decir, en incrementos en las operaciones de reporto sobre algunas emisiones en particular.

En resumen, bajo condiciones normales de demanda, la tasa de reporto **a un día** siempre será inferior a la tasa gubernamental **en su plazo original** (tasa de emisión primaria). Sin embargo, puede darse el caso de que en los períodos de demanda excesiva por liquidez habrá ciertas emisiones gubernamentales vigentes para las cuales sus tasas de reporto a un día (tasa *overnight*) se ubicarán temporalmente por encima de sus tasas de emisión primaria (al plazo original), haciendo que R_t se vuelva negativo.

Con la finalidad de verificar que efectivamente el spread propuesto (R_t) sea una buena proxy del elemento de liquidez implícito en las emisiones gubernamentales se empleó como variable auxiliar el volumen de las intervenciones diarias programadas del Banco de México en el mercado de dinero, observándose lo siguiente:

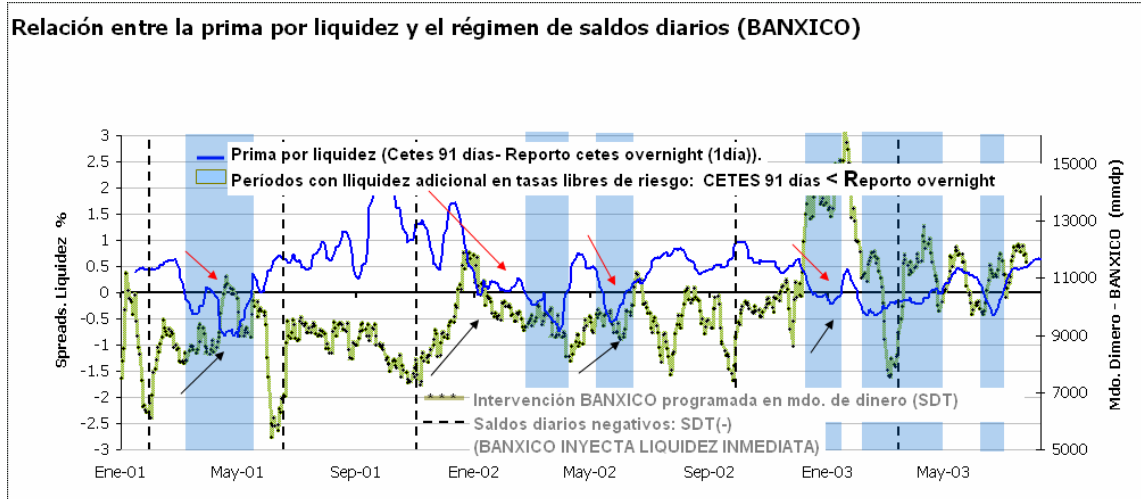
-Generalmente el Banco de México interviene en el mercado de dinero dejando corto al sistema, es decir, retirando liquidez, de forma tal que la demanda de dinero se mantenga estable y no se afecte a las tasas de interés. Por eso, en los períodos en que el mercado requiere más liquidez, el grado de intervención disminuye, e incluso se vuelve negativo (cuando se libera liquidez) para aliviar los períodos en los que existe un exceso de demanda de liquidez por parte del mercado.

Entonces, si el spread propuesto en esta investigación como “*prima por liquidez*” efectivamente es una buena proxy de la liquidez implícita en las tasas de instrumentos libres de riesgo, se esperaría que la relación entre dicho spread y las intervenciones que efectúa el Banco de México en mercado de dinero fuera inversa. A medida que la demanda por liquidez aumenta en el sistema, los agentes estarán dispuestos a pagar más por aquellos instrumentos que consideren más líquidos, y al mismo tiempo, la intervención de Banco de México durante estos períodos tendría que ser más “flexible” para aliviar presiones sobre las tasas de interés. Por lo cual, podría esperarse que ocasionalmente se presentaran saldos diarios negativos (SDT(-)) en las fechas correspondientes con necesidades excesivas de liquidez.

En el gráfico *III.8.b* se observa que efectivamente existe una relación inversa entre la “*prima de liquidez*” propuesta en este estudio y el indicador auxiliar mencionado. Por lo cual, es factible concluir que el indicador propuesto como alternativa al *special repo spread*

representa una buena alternativa para identificar el riesgo de liquidez presente en los swap spreads:

Gráfico III.8b



En el gráfico anterior se muestra la relación entre el indicador propuesto como “prima por liquidez” para cetes a 91 días (calculado como “*Cetes 91- repo-cetes 1 día*”) y el volumen de intervención programada por el Banco de México (identificado por el régimen de saldos acumulados (SA), o por el nuevo régimen de saldos diarios, SDT). Las secciones sombreadas indican episodios con “liquidez adicional en tasas libres de riesgo”.

A medida que la demanda por liquidez es mayor, el spread entre la tasa de cetes 91 y las de reporto *overnight* se hace cada vez más pequeño, hasta volverse negativo (como se muestra en las secciones sombreadas del gráfico anterior). Este comportamiento en las tasas es resultado de los momentos en que la liquidez disponible en el mercado se “percibe” insuficiente. Por ejemplo, en periodos en que las intervenciones en el mercado de dinero son más agresivas (ver en el gráfico cuando la intervención aumenta), la respuesta es una presión sobre las primas por liquidez asociadas a tasas libres de riesgo y de reporto (reduciendo el spread entre ambas). En otras palabras, se observa que el efecto de la liquidez efectivamente distorsiona el valor de ciertas emisiones gubernamentales haciéndolas valer más de lo que deberían en condiciones normales de demanda.

Además, en el gráfico se muestran algunas líneas punteadas verticales y otras secciones sombreadas. Las líneas punteadas corresponden a las fechas en que el saldo fue negativo (SDT(-)), es decir, indican las fechas en que, contrariamente a lo acostumbrado, se libera liquidez para aliviar la presión del mercado sobre las tasas de interés. Obsérvese cómo, en días previos a tales fechas, la *prima por liquidez* (R_l) mostraba una tendencia creciente, debida precisamente al incremento en las tasas de mercado, y cómo, después de efectuada la intervención, el spread se reduce nuevamente.

Los resultados de las estimaciones con respecto al riesgo de liquidez, (R_l), fueron los siguientes (ver columna R_l en el cuadro III.4):

- a) Todas las variables, en todos los grupos fueron significativas y con signo negativo, cómo se esperaba teóricamente.
 - b) Al igual que el *costo de financiamiento* (φ), los parámetros de la componente para determinar el riesgo de liquidez muestran valores mayores para plazos menores al año, siendo particularmente alto para swaps de 6 meses y un año. Esto podría indicar que los cetes se encuentran entre los instrumentos más líquidos del mercado, en especial aquellos cuyo plazo se encuentra entre los 91 y los 182 días.
 - c) Analizando esta componente de manera horizontal y poniendo en valores absolutos los coeficientes, se observa que los parámetros del riesgo liquidez generalmente se ubican en el primer o segundo sitio en comparación con el resto de las variables explicativas. Esto muestra que la liquidez efectivamente es una de las componentes más importantes que intervienen en el proceso de fijar las tasas swap, y por consiguiente pueden afectar la determinación del spread de crédito, tal y como lo sugiere la teoría.
- *Componente (R_δ): RIESGO DE DEFAULT*

Esta componente se calcula como el spread entre las tasas de rendimiento ofrecidas por instrumentos de deuda riesgosos y las tasas de deuda gubernamental de la misma duración.

$R_\delta = i_{riesgo} - i_g$ (ver sección III.A.3.3, ecuación 3.5.3, para más detalle sobre el cálculo de este spread).

Inicialmente, se hicieron pruebas con instrumentos de diversas calificaciones (AAA, AA, y A), por lo cual, se estimaron regresiones auxiliares por cada grupo: pagarés bancarios, bonos corporativos y papel comercial. La razón de utilizar regresiones auxiliares fue determinar la calificación de aquellos instrumentos cuyos parámetros resultaran más significativos en la explicación del spread de los swaps, por lo que se trabajó únicamente con aquellas calificaciones que mostraron las R^2 s más elevadas.

Por tanto, con base en tales estimaciones previas se pudo observar que las R^2 's y los coeficientes más elevados se asocian siempre con los instrumentos de mejor calificación (AAA). Por lo cual, se optó por ocupar únicamente las tasas de los instrumentos mejor calificados en cada uno de los grupos.

Ahora bien, aunque hasta el momento no se ha llegado a un acuerdo sobre la mejor o más exacta manera de definir un evento de default, existen toda una serie de eventos que podrían entrar bajo este concepto: quiebras, atrasos en las fechas de liquidación e incluso reestructuras (Blanco, et. al., 2003). Existe diferentes propuestas teóricas que en función del tipo de variables que analizan (endógenas o exógenas) aplican diferentes modelos: estructurales o de la forma reducida.⁶⁶

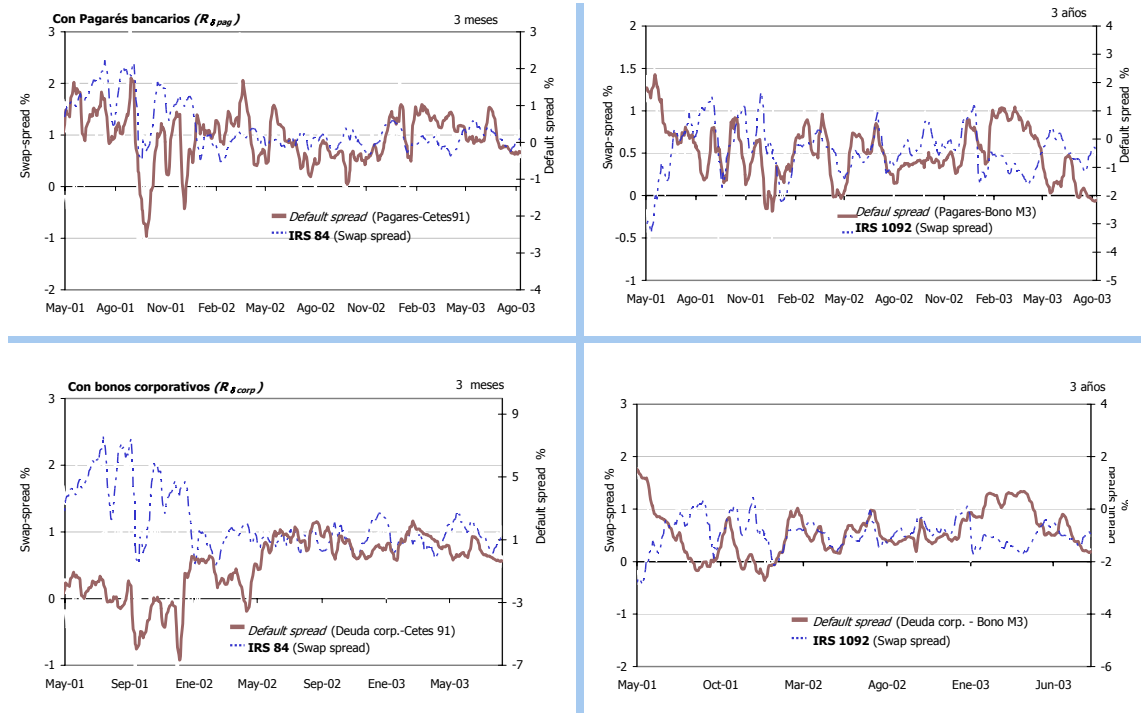
Es importante aclarar que en este análisis se optó por estudiar al evento de default únicamente a partir de variables exógenas, esto es, aplicando las condiciones teóricas de los modelos de la forma reducida. Pues como se explicó anteriormente, estos modelos tienen un enfoque que permite identificar al riesgo de default simplemente a través de un spread entre las tasas de interés de títulos riesgosos y las tasas libres de riesgo.

Otro aspecto de interesante que también cabe mencionar es que dichos modelos de riesgo de crédito originalmente fueron diseñados para valorar instrumentos de renta fija (bonos), por lo que la adaptación de los mismos para identificar el riesgo de default en un swap requirió ciertas modificaciones que ya fueron especificadas en el capítulo previo (ver sección II.A.3).

⁶⁶ Los modelos estructurales se centran en factores endógenos, mientras que los modelos de la forma reducida muestran un enfoque exógeno. En el capítulo II se pueden revisar más ampliamente estos conceptos.

Gráfico III.9

Relación entre riesgo de default y spread de los IRS



Algunos autores afirman que en el caso de los swaps su propio diseño excluye la necesidad de añadir primas correspondientes al riesgo de default de cada una de las contrapartes involucradas, pues recuérdese que por lo general se considera que las contrapartes de un swap son simétricas⁶⁷, (Duffie, et. al., 1996). Además, la presencia del proceso de liquidación por diferencias en los swaps que se refiere al neteo entre los flujos de pago antes de liquidar también contribuye a reducir considerablemente el nivel de exposición al riesgo de default.

Por otro lado, aunque los IRS se negocien en el *OTC* y no exista colateral de por medio que sirva de garantía sobre el contrato, la condición para poder negociar entre bancos con IRS es que las contrapartes se extiendan previamente líneas de crédito entre ellas que cubran el valor nominal de sus contratos swap. Por tanto, si se conocieran las condiciones bajo las que se

⁶⁷ Recuérdese que estos contratos están basados en el principio de ventajas comparativas, por lo cual, si las contrapartes tienen una calidad crediticia simétrica, el intercambio es perfectamente justo, y no requiere agregarle a la TASA SWAP ninguna prima por default a ninguna de las contrapartes.

extendieron estas líneas de crédito, indirectamente se podrían identificar los niveles de riesgo de default asociados a cada una de las contrapartes del swap⁶⁸.

Desafortunadamente esta información no está disponible al público, y la única manera de deducirla en un análisis de spreads como éste, es precisamente mediante la definición tradicional del spread de crédito, es decir, tomando la diferencia entre un instrumento riesgoso y uno que no lo es. En este caso, por ejemplo, a partir de los pagarés bancarios, los bonos corporativos y el papel comercial.

De hecho, suponiendo que la condición de simetría entre contrapartes previamente enunciadas, fuera cierta, la medida de default que puede extraerse del spread de un swap será la correspondiente al riesgo de default de todo el sector involucrado,⁶⁹ pues los bancos podrán tener calidades crediticias similares, pero no están libres de riesgo como el Gobierno Federal.

A pesar de todo anterior, en este estudio se decidió incluir una componente de default asociada al spread y ver si en el caso mexicano resulta o no significativa.

Con respecto a los resultados de las estimaciones del riesgo de default se observa que éstos concuerdan con los de otros trabajos empíricos similares (Collin-Dufresne, et. al., 2000). Esto es, con la ayuda de las regresiones auxiliares para diversos rangos de calificaciones (desde A hasta AAA) se puede concluir que los swaps representan contratos que se negocian generalmente entre clientes de muy elevada calidad (AAA ó AA), que en su gran mayoría son bancos.

Ahora bien, agrupando por tipo de instrumento: bancario y corporativo, se observó que el riesgo de default de los pagarés bancarios es el que se relaciona más estrechamente con el spread de los swaps, como sería lógico esperar⁷⁰. En el cuadro *III.6* se muestran correlaciones

⁶⁸ Pues téngase presente que la apertura de líneas de crédito implica entre otras cosas: conocer el historial crediticio de los intermediarios, de sus garantías, sus clientes, etc.

⁶⁹ Cabe mencionar que la participación de contrapartes no bancarias es muy limitada y generalmente se presenta en swaps de plazos muy largos donde la banca vende el swap a empresas, es decir, tiene una posición corta que no es tan relevante para este estudio, por lo que no interviene en los resultados de forma significativa.

⁷⁰ Se reitera que esto era algo lógico de esperar pues los swaps son instrumentos casi totalmente negociados en el mercado interbancario y los pagarés analizados también se emiten únicamente por bancos a tasas muy cercanas a

entre el swap spread y el spread de riesgo de default asociado a los tres instrumentos considerados.

Cuadro III.6

| TABLA DE CORRELACIONES | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Swap spread vs. Riesgo de default (R_{δ}) | | | | | | |
| | 84 | 168 | 364 | 1092 | 1456 | 1820 |
| $R_{\delta_{pag}}$ | 0.48 | 0.90 | 0.86 | 0.01 | -0.20 | -0.49 |
| $R_{\delta_{corp}}$ | -0.09 | -0.16 | 0.57 | -0.59 | -0.66 | 0.24 |
| $R_{\delta_{pcom}}$ | 0.33 | 0.15 | -0.05 | | | |

No obstante lo anterior, otro resultado interesante obtenido fue que el riesgo de default calculado con respecto a los bonos corporativos representó un factor relevante en swaps con plazos superiores a 3 años (ver también cuadro III.4, columna R_{δ}).

En estudios previos se ha visto que el spread por riesgo de default es más predecible y menos volátil que la prima por plazo y que en los casos en que se presentan shocks crediticios, esta componente muestra un efecto inicial débil que va incrementándose con el paso del tiempo hasta reflejarse finalmente en el spread de los IRS's, (Duffie, et. al., 1997).

Con respecto a los resultados obtenidos en las estimaciones es interesante mencionar que entre los 3 grupos de análisis⁷¹, el riesgo de default asociado a los pagarés bancarios obtuvo los mayores coeficientes, mientras que el de los bonos corporativos, sólo fue significativo en los largos plazos y el del papel comercial, casi no mostró coeficientes significativos.

las interbancarias, mientras los bonos corporativos además de ser emitidos por empresas, por lo general toman como referencia tasas gubernamentales y no la TIEE.

⁷¹ Recuérdese que para facilitar el análisis de los resultados las estimaciones se dividieron con respecto al riesgo de default en tres grupos, según los instrumentos siguientes: Pagarés bancarios, bonos corporativos y papel comercial.

Ahora, analizando los resultados en forma horizontal, es decir, por plazos (ver cuadro III.4) se observa que el riesgo de default fue en términos absolutos, la segunda o tercera variable explicativa de mayor importancia relativa frente al resto de las variables analizadas.

Por último, un comentario importante que vale la pena mencionar se relaciona con el signo esperado de esta variable. Es lógico esperar que el riesgo de default asociado a un emisor incremente el spread de crédito, y esto se cumplió en la gran mayoría de las estimaciones. Sin embargo, curiosamente las componentes de riesgo obtenidas de los pagarés bancarios de las ecuaciones de 4 y 5 años aparecen algunos signos negativos. Aunque este comportamiento podría resultar inconsistente con la teoría, podría interpretarse como que a tales plazos son más los bancos que están tomando posiciones cortas, es decir, pareciera que los bancos prefirieran pagar tasas fijas en los swaps de plazos más largos, en este caso ellos estarían financiando (u otorgando cobertura) a sus contrapartes, por lo que, entre más riesgosas sean éstas, menores tasas fijas les ofrecerán.

- *Componente (κ): EXPECTATIVAS*

“La pendiente de la curva swap muestra la relación esperada [o expectativa] entre el comportamiento de las tasas en títulos de crédito valuados con respecto a TIE y las tasas swap”

(Collin-Dufresne, 2000).

Esta variable se define como la pendiente de la curva swap ($\kappa = i_{swap_{plazo\ largo}} - i_{swap_{plazocorto}}$) y se construyó en forma tal que pudiera captarse el efecto del cambio en las expectativas en función del horizonte de tiempo, esto es, segmentando la curva por plazos crecientes: para un mes, un año o más de un año. Para más detalle sobre el cálculo de esta componente, revisar sección III.A.3.4, ecuaciones (3.5.4.1.) a (3.5.4.3.).

El hecho de incluir la pendiente de la curva swap como variable explicativa lo que busca es medir el grado en el que el comportamiento esperado de las tasas interbancarias puede afectar

la definición de las tasas swap. Se aclara que esta medida arroja información complementaria a la captada en la prima por el plazo (τ) por lo que no debe considerarse repetitiva.

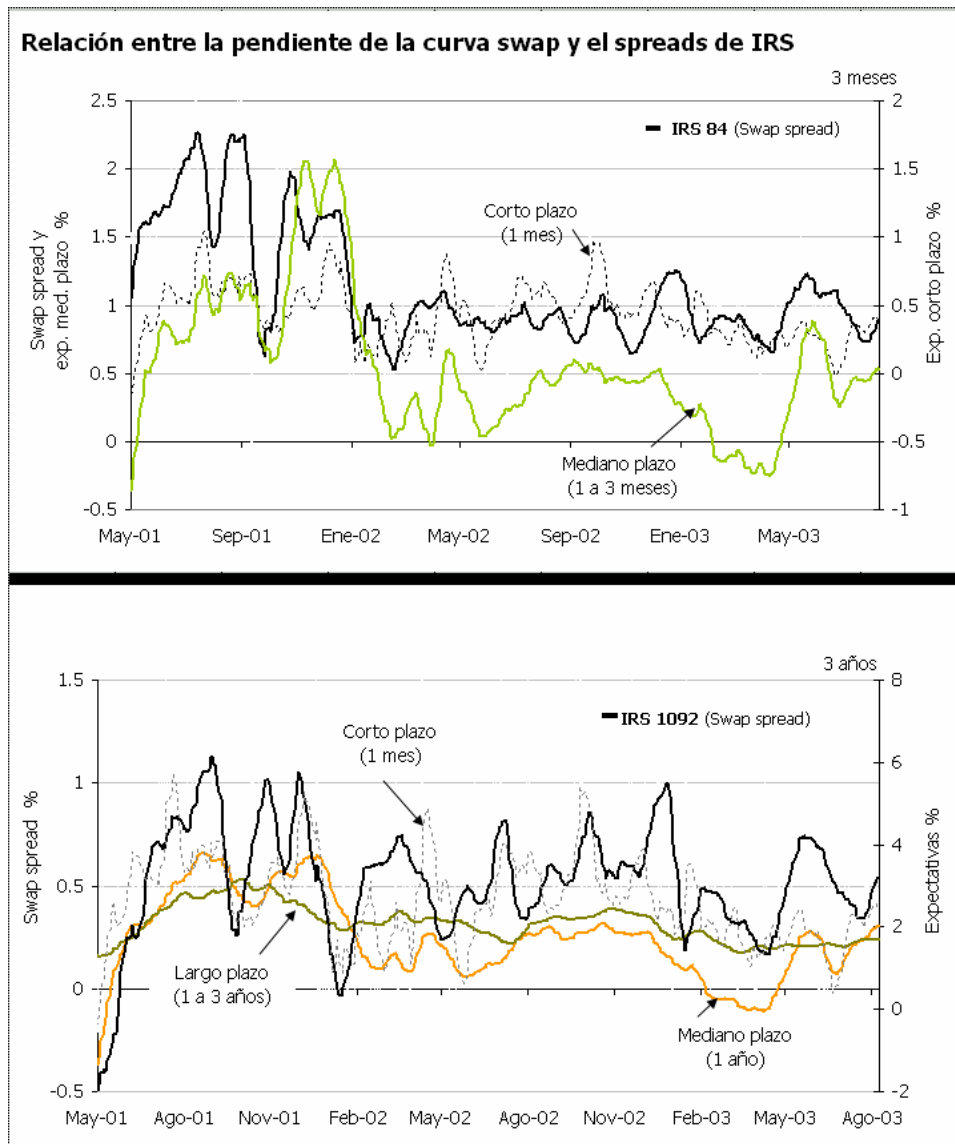
En virtud de que la curva SWAP se construye con “tasas de equilibrio” derivadas de la combinación de **tasas futuras esperadas**: forwards, engrapados de TIEE y swaps⁷², dada la naturaleza de dichas tasas, esta curva tiene la ventaja de incorporar una componente de expectativas de mercado con respecto al futuro comportamiento de las tasas de interés, pero más específicamente, de la TIEE.

Por consiguiente, incluir el análisis de esta pendiente permite claramente adicionar al modelo una componente de “expectativas en tasas”. Asimismo, considerando que las expectativas de los agentes cambian con el tiempo, la decisión de segmentar la curva swap para abarcar distintos plazos (corto, mediano y largo) tiene por finalidad captar los cambios de las expectativas de los agentes en el tiempo.

En resumen, el papel de esta componente es identificar el grado en el que las expectativas respecto al futuro comportamiento de TIEE pueden influir en los niveles a los que se fijan las tasas swap en contratos vigentes. De acuerdo con los resultados, puede concluirse que las expectativas juegan un papel crucial sobre el nivel de las tasas swap, en especial las expectativas de mediano plazo (correspondientes al primer año de vida del contrato).

Con respecto al resultado de las estimaciones (ver cuadro III.4, columna κ), se observó que la dirección en la que se espera se muevan las tasas guarda una relación directa sobre el swap spread. Por ejemplo, en escenarios con expectativas de alza, es decir, cuando la pendiente de la curva swap sea positiva, existe una tendencia a que el spread de los IRS se incremente. Esto significa que ante la expectativa de que las tasas interbancarias a un mes (TIEE 28 esperada) se elevarán en el futuro, se espera también una mayor oferta de posiciones cortas, es decir, se esperaría que fueran más los bancos dispuestos a pagar tasas fijas, en comparación con los estarán dispuestos a recibirlas (menor cantidad de posiciones largas).

⁷² Las curvas swaps utilizadas en este trabajo fueron proporcionadas por VALMER y se construyen principalmente a partir de tres instrumentos: “forward rate agreements o FRAS’s” (para muy cortos plazos), engrapados de TIEE 28 (para segmentos medios) y swaps (para largos plazos).

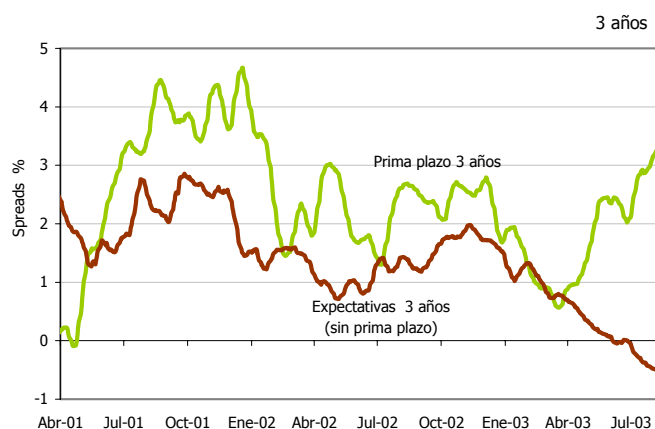
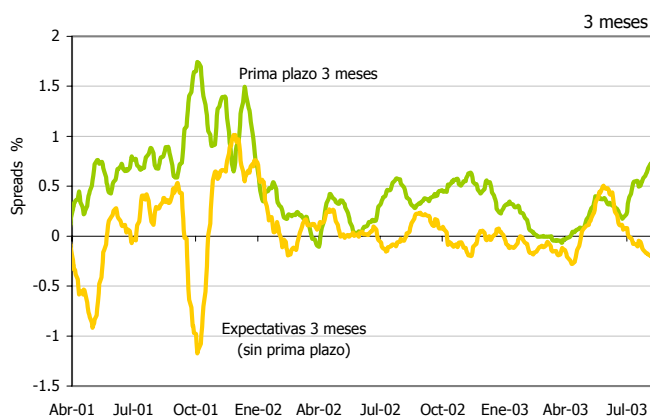


Por tanto, bajo un escenario de alza en tasas, para que una contraparte larga esté dispuesta a recibir una misma tasa (pata fija) en un lapso de tiempo en el que existe una expectativa de que las tasas flotantes se elevarán, su contraparte corta tendrá que mejorar su oferta, es decir, estará obligado a elevar la tasa fija (TASA SWAP) que prometerá pagarle durante tal período. Obviamente, esto explica por qué la relación es directa entre los swap spreads y la componente de expectativas propuesta.

Con respecto al comportamiento de las expectativas de largo plazo, gráficamente puede observarse un fenómeno interesante (ver gráfico III.11): La relación anteriormente descrita en ocasiones se invierte. Esto podría ser un indicio de que para la celebración de swaps de plazos muy largos, el comportamiento de la curva swap en sus últimos segmentos está más estrechamente vinculado con condiciones económicas globales esperadas, y por consiguiente, muestran un comportamiento similar al de las tasas libres de riesgo. En las siguientes gráficas (III.11) se muestra el tipo de relación que existe entre las expectativas y la prima por el plazo para dos distintos segmentos: corto y largo plazos.

Gráfico III.11

Relación expectativas-prima plazo



Entonces, en la celebración de contratos de plazos más largos, las expectativas con respecto al futuro comportamiento de TIE están mucho más influenciadas por las condiciones económicas globales que se reflejan en una curva de rendimiento gubernamental (representada en la prima por el plazo, τ), que únicamente por las condiciones del sector bancario. Por lo cual, la curva swap y la curva libre de riesgo tienden a parecerse más en sus últimos segmentos.

Cabe mencionar que una vez incorporada la componente de expectativas al análisis se observó que el poder explicativo del resto de las variables mejoró. Una razón de esta mejoría en las estimaciones es que si únicamente se hubiera incluido la prima por el plazo (τ) sólo hubiera sido posible identificar el efecto de las expectativas de mercado con respecto al comportamiento de las tasas libres de riesgo, dejando oculto el efecto de las expectativas en términos de TIE. Por tanto, al definir una componente adicional para captar las expectativas sobre TIE (κ) se pudo rescatar esa parte faltante, que en el caso de los contratos swap es tan importante.

Teóricamente es fácil comprender este resultado, pues los swaps son instrumentos cuyo valor se fija tomando en cuenta tasas bancarias y gubernamentales: TIE (para la pata flotante) y tasas libres de riesgo (para la pata fija), por eso, mientras κ absorbe específicamente la componente del riesgo interbancario esperado, τ absorbe el riesgo sistémico esperado, siendo ambas componentes complementarias y relevantes al definir del spread de un swap.

Retomando los resultados de las estimaciones se tiene que, en general, todos los coeficientes de esta variable muestran signos positivos y como se aprecia en el cuadro III.4, la columna correspondiente a las expectativas a un año (κ_{med}) generalmente arroja los coeficientes más altos. Otro hallazgo interesante es que las expectativas a un mes (κ_{cto}) en las ecuaciones de plazos superiores a 364 días muestran parámetros poco relevantes, que en ocasiones aparecen con signo negativo. (ver cuadro III.4, columnas κ_{cto} , med y lgo).

Por último, cabe mencionar es que si se agruparan los valores absolutos de los parámetros de los tres segmentos de expectativas propuestos (κ *cto*, *med* y *lgo*) en una sola componente, para todas las ecuaciones analizadas se observaría que la componente de expectativas es indudablemente la más importante entre todas las variables explicativas.

III.C.2.4 Análisis de la volatilidad implícita en spreads de swaps de tasas de interés

Tradicionalmente, la medición de riesgo se asocia con análisis de varianzas. Algo peculiar de esta investigación es que todas las medidas y parámetros obtenidos hasta ahora se han derivado de estimaciones de la media condicional sin tomar en cuenta la varianza.

Dado que las tasas swap, como cualquier tasa de interés, son sumamente volátiles, y que se sabe que dicha volatilidad está en función del tiempo, esto puede generar problemas al hacer estimaciones en el largo plazo. Por lo tanto, para corregir problemas de heterocedasticidad y como complemento del análisis de medias condicionales, se optó por incluir un mecanismo que evaluara también el comportamiento de la varianza condicional, mediante la estimación de modelos GARCH.

Ahora sí, a través de la metodología GARCH es posible captar la variabilidad del spread de los swaps asociada con la presencia de cambios sistemáticos en el tiempo, es otras palabras, esta metodología permite identificar la volatilidad o riesgo implícito en los spreads, como “tradicionalmente” se acostumbra hacerlo.

Cabe mencionar que una vez que se aplica la metodología GARCH a las ecuaciones originales, los resultados de las estimaciones mejoraron, en términos generales. Pero antes de mostrar un cuadro con los resultados de la estimaciones una vez incluido el GARCH, a continuación se proporciona una breve explicación sobre este tipo de procesos.

El supuesto de que el término de error en un modelo de regresión sigue una varianza constante se denomina *homocedasticidad*. Partiendo de un modelo de regresión estándar se tiene que:

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (3.10)$$

donde la varianza será homocedástica siempre y cuando:

$$V(\varepsilon_i) = \sigma^2 \text{ para todo } i=1 \quad (3.10.1)$$

Sin embargo, en la series financieras el supuesto de homocedasticidad (3.10.1) no se cumple, y muestran varianzas que no son constantes. Por lo cual, se dice que la varianza de los errores es *heterocedástica*.

Cuando los errores varían con el tiempo, existe una manera de estimarlos, propuesta por Engle (1982). Él modeló una matriz de covarianza esperada (o condicional) en función del cuadrado de los errores pasados, y lo denominó como un “*Modelo de Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva (ARCH)*”, donde el supuesto básico era que la esperanza condicional de la matriz de covarianzas se podía determinar en función de información pasada.

Más adelante, Bollerslev (1986) presentó una extensión del modelo ARCH, a la que denomina *Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva Generalizada (GARCH)*. Básicamente, el cambio con respecto al modelo anterior consistía en incluir además de los términos de errores rezagados otro término para la varianza condicional en la ecuación original del modelo ARCH.

La propuesta de Bollerslev amplía el trabajo original de Engle desarrollando una técnica para incluir en la varianza condicional el proceso autorregresivo de media móvil (ARMA). De esta manera, el proceso de error quedaría de forma tal que:

$$\varepsilon_i = u_i \sqrt{h_i} \quad (3.11)$$

donde además, se cumple con que:

$$\sigma_u^2 = 1 \quad (3.11.a)$$

y

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \quad (3.11.b)$$

En este caso u_t representa un proceso de ruido blanco independiente de las realizaciones pasadas de ε_{t-i} , donde además, las medias condicional e incondicional de ε_t son iguales a cero.

Ahora, tomando el valor esperado de ε_t , se verifica que:

$$E\varepsilon_t = Eu_t \sqrt{h_t} = 0 \quad (3.11.c)$$

En este caso, el punto importante por resaltar es que la varianza condicional de ε_t está dada por $E_{t-1}\varepsilon_t^2 = h_t$, Por lo tanto, la *varianza condicional* ε_t está dada por h_t en (3.11.b)

En resumen, un modelo GARCH(p,q) permite incluir componentes autorregresivas y de media móvil dentro de la varianza heterocedástica. Un GARCH(p,q) donde $p=0$ y $q=1$ equivale a que todas las β_i sean iguales a cero, y por lo tanto, sería lo mismo que tener un modelo ARCH(q).

Dado que en los modelos GARCH la varianza condicional de los errores constituye un proceso ARMA, por lo tanto, se espera que los residuales de un modelo ARMA ajustado también muestren este patrón.

III.C.2.4.2 Resultados del análisis del riesgo implícito en tasas swap aplicando el modelo GARCH

La aplicación de un modelo GARCH en esta investigación tiene por finalidad captar la *volatilidad o riesgo implícito* en el spread de los swaps que no pudo corregir el análisis de la media condicional, esperando con eso lograr una estimación más precisa de los coeficientes.

En el cuadro III.7 se muestran los parámetros correspondientes a las ecuaciones de la varianza, así como las R^2 's correspondientes a las ecuaciones de la media, una vez hechas las estimaciones GARCH.

Cuadro III.7

| Ecuaciones GARCH | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------|
| λ_p | <i>cte.</i> | ARCH(1) | GARCH(1) | $\Sigma(GARCH)$ | R^2 |
| <i>swap spread_p</i> | | | | | |
| <i>Spread respecto a PAGARÉS BANCARIOS ($R_{\delta_{pag}}$)</i> | | | | | |
| <i>swapspread₈₄</i> | 0.00 (0.00) | 0.37 (0.00) | 0.58 (0.00) | 0.95 | 0.69 |
| <i>swapspread₁₆₈</i> | 0.00 (0.00) | 0.51 (0.00) | 0.47 (0.00) | 0.98 | 0.78 |
| <i>swapspread₃₆₄</i> | 0.00 (0.06) | 0.57 (0.03) | 0.38 (0.00) | 0.95 | 0.68 |
| <i>swapspread₁₀₉₂</i> | 0.00 (0.00) | 0.98 (0.00) | | 0.98 | 0.65 |
| <i>swapspread₁₄₅₆</i> | 0.00 (0.00) | 0.93 (0.00) | | 0.93 | 0.33 |
| <i>swapspread₁₈₂₀</i> | 0.00 (0.01) | 0.78 (0.00) | 0.16 (0.06) | 0.94 | 0.26 |
| <i>Spread respecto a BONOS CORPORATIVOS ($R_{\delta_{corp}}$)</i> | | | | | |
| <i>swapspread₈₄</i> | 0.00 (0.01) | 0.30 (0.00) | 0.41 (0.00) | 0.71 | 0.34 |
| <i>swapspread₁₆₈</i> | 0.00 (0.00) | 0.99 (0.00) | | 0.99 | 0.84 |
| <i>swapspread₃₆₄</i> | 0.00 (0.00) | 0.75 (0.00) | 0.16 (0.02) | 0.91 | 0.78 |
| <i>swapspread₁₀₉₂</i> | 0.00 (0.00) | 0.94 (0.00) | | 0.94 | 0.65 |
| <i>swapspread₁₄₅₆</i> | 0.00 (0.00) | 0.92 (0.00) | | 0.92 | 0.77 |
| <i>swapspread₁₈₂₀</i> | 0.00 (0.00) | 0.95 (0.00) | | 0.95 | 0.31 |
| <i>Spread respecto a PAPEL COMERCIAL ($R_{\delta_{pcom}}$)</i> | | | | | |
| <i>swapspread₈₄</i> | 0.00 (0.00) | 0.47 (0.00) | 0.40 (0.00) | 0.87 | 0.35 |
| <i>swapspread₁₆₈</i> | 0.00 (0.00) | 0.68 (0.00) | 0.25 (0.06) | 0.93 | 0.80 |
| <i>swapspread₃₆₄</i> | 0.00 (0.00) | 0.68 (0.00) | 0.18 (0.03) | 0.86 | 0.79 |

La primera observación que salta a la vista es que la sumatoria de los coeficientes de las ecuaciones GARCH es muy cercana a uno, lo cual es indicio de que los choques de volatilidad

asociados al *swap spread* son persistentes. Como ya se mencionó anteriormente, este es un comportamiento característico de series financieras de elevada frecuencia.

Sin embargo, la sumatoria en ningún caso resultó mayor que uno, (cuadro *III.7*, columna (Σ GARCH) por lo tanto, esto indica que es posible hacer pronósticos sobre el comportamiento del swap spread en el largo plazo, es decir, hacer estimaciones del riesgo implícito en el spread de los swaps.

Otra observación interesante es que la mayor parte de los procesos resultó ser de tipo GARCH(1,1), esto es aproximadamente el 60% de los spreads; mientras que el 40% de los spreads restantes fueron tipo GARCH (0,1), que sería lo equivalente a contar con procesos tipo ARCH(1).

Por otro lado, comparando las R^2 's obtenidas en el análisis previo de la media condicional con las R^2 's obtenidas una vez incluido el análisis de la varianza condicional (revisar las últimas columnas (R^3) de los cuadros *III.4* y *III.7*) se notará que al agregar un proceso GARCH se reduce levemente el valor de las R^2 's.

En el cuadro *III.8* se resumen los nuevos valores de los coeficientes una vez incluido el proceso GARCH; además, se incluyen los valores del riesgo implícito de corto y largo plazo, asociados a cada swap spread (ver las dos últimas columnas).

Cuadro III.8

REGRESION incluyendo ANALISIS DE VOLATILIDADES IMPLICITAS- (Modelos GARCH)

| λ_p | α | τ | φ | R_l | R_δ | K_{cto} | K_{med} | K_{lgo} | Riesgo cto.pzq. | Riesgo lgo.pzq. | |
|----------------------------|--|--------------|---------------|--------------|--------------|----------------|----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--|
| swap spread | | prima.plazo | fin.cto.plazo | r. liquidez | r. default | exp.TIIE-1 mes | exp.TIIE-1 año | exp.TIIE > año | | | |
| | Spread respecto a PAGARÉS BANCARIOS ($R_{\delta pag}$) | | | | | | | | | | |
| swapspread ₈₄ | 0.29 (0.00) | -0.02 (0.34) | 0.33 (0.00) | -0.44 (0.00) | 0.23 (0.00) | 0.20 (0.00) | 0.48 (0.00) _{/1} | - | 0.21 | 0.11 | |
| swapspread ₁₆₈ | 0.19 (0.00) | -0.03 (0.00) | 0.22 (0.00) | -0.44 (0.00) | 0.39 (0.00) | 0.23 (0.0) | 0.56 (0.00) _{/2} | - | 0.95 | 0.18 | |
| swapspread ₃₆₄ | 0.01 (0.49) | -0.05 (0.00) | 0.34 (0.00) | -0.56 (0.00) | 0.24 (0.00) | 0.19 (0.00) | 0.58 (0.00) _{/3} | - | 2.13 | 0.10 | |
| swapspread ₁₀₉₂ | -0.47 (0.06) | -0.02 (0.91) | 0.20 (0.00) | -0.31 (0.00) | 0.01 (0.51) | 0.12 (0.00) | 0.29 (0.00) _{/4} | 0.61 (0.00) | 0.59 | 0.53 | |
| swapspread ₁₄₅₆ | -0.41 (0.00) | 0.00 (0.73) | 0.17 (0.00) | -0.22 (0.00) | -0.05 (0.00) | 0.03 (0.04) | 0.24 (0.00) _{/5} | 0.38 (0.00) | 0.51 | 0.07 | |
| swapspread ₁₈₂₀ | 0.95 (0.00) | -0.01 (0.15) | 0.16 (0.00) | -0.18 (0.00) | -0.10 (0.00) | -0.01 (0.71) | 0.04 (0.00) _{/6} | 0.13 (0.00) | 0.14 | 0.10 | |
| | Spread respecto a BONOS CORPORATIVOS ($R_{\delta corp}$) | | | | | | | | | | |
| swapspread ₈₄ | 0.58 (0.00) | -0.10 (0.01) | 0.15 (0.00) | -0.39 (0.00) | 0.01 (0.02) | 0.27 (0.00) | 0.46 (0.00) _{/1} | - | 0.05 | 0.02 | |
| swapspread ₁₆₈ | 0.42 (0.00) | 0.02 (0.38) | 0.21 (0.00) | -0.85 (0.00) | 0.00 (0.65) | 0.42 (0.05) | 0.74 (0.00) _{/2} | - | 0.02 | 1.33 | |
| swapspread ₃₆₄ | -0.06 (0.00) | 0.02 (0.05) | 0.47 (0.00) | -0.75 (0.00) | 0.02 (0.00) | 0.27 (0.00) | 0.69 (0.00) _{/3} | - | 0.01 | 0.08 | |
| swapspread ₁₀₉₂ | -0.38 (0.02) | -0.01 (0.11) | 0.11 (0.00) | -0.21 (0.00) | 0.23 (0.00) | 0.10 (0.91) | 0.37 (0.00) _{/4} | 0.61 (0.00) | 0.45 | 0.14 | |
| swapspread ₁₄₅₆ | -0.78 (0.00) | 0.04 (0.00) | 0.10 (0.00) | -0.10 (0.00) | 0.77 (0.00) | -0.05 (0.00) | 0.53 (0.00) _{/5} | 0.57 (0.00) | 0.01 | 0.02 | |
| swapspread ₁₈₂₀ | 0.51 (0.00) | 0.01 (0.07) | 0.09 (0.00) | -0.12 (0.00) | 0.21 (0.00) | 0.03 (0.18) | -0.04 (0.06) _{/6} | 0.14 (0.00) | 0.02 | 0.13 | |
| | Spread respecto a P-APEL COMERCIAL ($R_{\delta pcom}$) | | | | | | | | | | |
| swapspread ₈₄ | 0.39 (0.00) | -0.06 (0.09) | 0.11 (0.00) | -0.24 (0.00) | 0.21 (0.00) | 0.14 (0.00) | 0.45 (0.00) _{/1} | - | 0.02 | 0.04 | |
| swapspread ₁₆₈ | 0.17 (0.00) | -0.00 (0.84) | 0.32 (0.00) | -0.64 (0.00) | 0.08 (0.00) | 0.24 (0.00) | 0.59 (0.00) _{/2} | - | 0.01 | 0.06 | |
| swapspread ₃₆₄ | -0.02 (0.43) | 0.03 (0.01) | 0.49 (0.00) | -0.77 (0.00) | 0.00 (0.76) | 0.23 (0.00) | 0.67 (0.00) _{/3} | - | 0.01 | 0.04 | |

1/Curva swap₈₄₋₂₈2/Curva swap₁₆₈₋₂₈3 a 6/Curva swap₃₆₄₋₂₈

Entre los cambios en los resultados de las estimaciones una vez incluido el análisis de la varianza condicional se encontró que (comparar cuadros III.4 y III.8):

1. Algunas componentes que no eran significativas con el análisis de la media condicional, se volvieron significativas al incluir el análisis de la varianza condicional en el modelo, o viceversa. Por ejemplo, estos comportamientos se observan en la prima plazo (τ) y la constante (α).
2. Se producen algunos cambios de signo, por ejemplo en las expectativas de largo plazo de 4 y 5 años varios parámetros se vuelven positivos y significativos.

Al final del cuadro III.8 se agregaron dos columnas denominadas “*riesgo de corto y riesgo de largo plazo*” en las que se indican los valores pronosticados del riesgo implícito para los swap spreads a los distintos plazos analizados. Los resultados de ambas columnas muestran el efecto pronosticado (o esperado) que choques de volatilidad pueden generar sobre los spreads.

Se encontraron dos tipos de respuestas: El efecto de un choque sobre el spread puede generar una respuesta más marcada en el corto plazo en comparación con el largo plazo, en cuyo caso, se observa que el “*riesgo de corto plazo*” supera al “*riesgo de largo plazo*”; también puede el comportamiento contrario, es decir, que los choques de volatilidad vayan incrementando paulatinamente el spread a medida que pase el tiempo.

En términos generales, puede encontrarse cierta asociación entre el primer tipo de respuesta y los *swap spreads* calculados con respecto a pagarés bancarios; mientras que el segundo tipo de respuesta, de “*riesgos implícitos crecientes*” se asocia mayormente con los spreads calculados con respecto a los bonos corporativos y el papel comercial.

Asimismo, con base en estos resultados puede concluirse que la volatilidad asociada a los spread de los swaps, a pesar de no ser constante, sí mantiene un rango de variación que es posible “delimitar” a lo largo del tiempo.

III.D. PARTICIPACIÓN DE LAS COMPONENTES DE RIESGO IMPLÍCITAS EN EL *SWAP SPREAD*, un ejemplo.

A manera de conclusión de este capítulo, se incluye un ejemplo sobre la manera de interpretar los resultados obtenidos a lo largo de este análisis. Para lo cual se analiza la participación relativa de las diversas componentes de riesgo propuestas para explicar el comportamiento de un *swap spread observado*. Además, se incluye la participación de los residuales en representación de aquella proporción de “riesgo no explicado” por el modelo.

Para ilustrar la forma en que se deben interpretar los resultados de las estimaciones se optó por explicar las componentes de un *swap spread* que, según las R^2 s de las regresiones, fuera de los mejor explicados por el modelo. Este fue el *swap spread* de 6 meses (o 168 días),⁷³ integrante del primer grupo de regresiones, es decir, donde el riesgo de default se calculó con respecto a los pagarés bancarios, ($R_{\delta \text{ pag}}$).

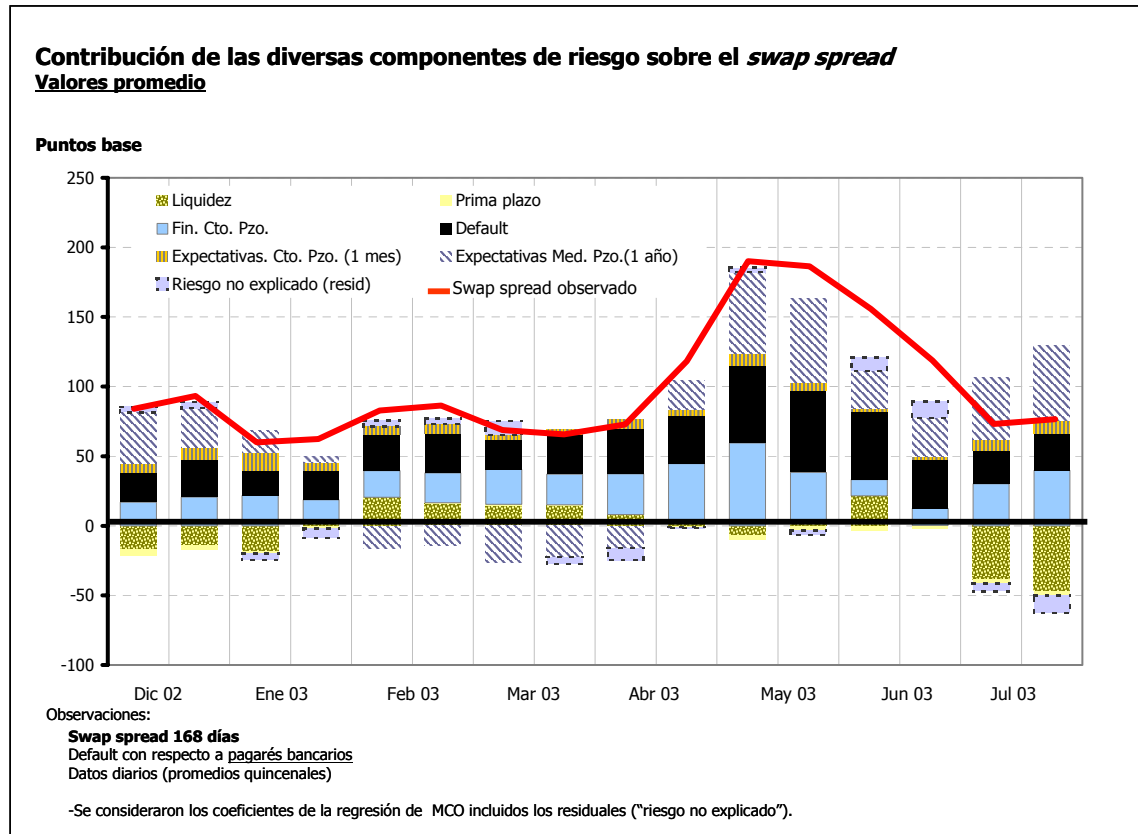
El análisis consiste en determinar qué variables provocan las variaciones del swap spread durante el período de estimación. Las variables explicativas se multiplicaron por sus respectivos coeficientes estimados (ver cuadro III.8, segundo renglón: swapsread_{168} , para identificar el coeficiente por el que fue que multiplicada cada variable). Aunque todas las estimaciones de este estudio fueron obtenidas con información diaria, para facilitar visualización de los resultados se decidió trabajar con valores promedio quincenales, para el período comprendido entre diciembre de 2002 y junio de 2003.

En el gráfico III.12 el swapsread_{168} promedio quincenal es la línea continua, mientras que la contribución de cada una de las variables explicativas está representada en columnas, apiladas una sobre otra. La participación diaria de las variables explicativas en el spread fue promediada quincenalmente, es decir, tomando períodos de 15 días se calculó el producto del valor medio

⁷³ La R^2 de este spread fue primero de 0.82, en el MCO y después de 0.78, al incluir el GARCH.

“observado” de cada variable explicativa por los respectivos coeficientes “estimados” en las regresiones.

Gráfico III.12



Como puede observarse, en los swaps de 6 meses (o mediano plazo) contratados entre los bancos comerciales en el período diciembre 2002-agosto 2003 las variables que ejercieron mayor influencia sobre el comportamiento del *swap spread* son precisamente las “**expectativas de mediano plazo**” (κ_{med}), específicamente, las expectativas sobre el nivel esperado de la TIEE a un año; seguidas por **la liquidez** (R_l), cuyo efecto sobre el spread fue siempre negativo; y por último, el llamado **costo de financiamiento instantáneo** (φ).

Obsérvese que se produce una caída del spread en la primer quincena de enero de 2003. De acuerdo con el análisis de los resultados, ésta se debió principalmente a la combinación de dos efectos:

*El primero lo explica la liquidez (ver barras con líneas punteadas), que mostró un incremento (en valor absoluto) con respecto a la segunda quincena de diciembre de 2002. Se sabe que por efecto de la liquidez, en ciertos períodos, las tasas libres de riesgo se distorsionan y se ubican a niveles superiores o inferiores de los “normales” dependiendo de la liquidez de asociada con determinadas emisiones gubernamentales. En este período en particular, el efecto de la liquidez contribuyó a la caída del *swap spread* como respuesta al incremento en las tasas libres de riesgo.⁷⁴

*El segundo efecto importante fue el de las expectativas de mediano plazo con respecto a TIIIE (ver barras con líneas diagonales). Como fue explicado en secciones previas, la variable de expectativas guarda una relación positiva frente al spread de los IRS y refleja los cambios esperados en las tasas de interés, en específico de la TIIIE. Esto se debe a que por calcularse con la pendiente de la curva de tasas swap, es una variable que permite identificar las expectativas del mercado con respecto a cambios en el nivel esperado de la TIIIE a diferentes plazos.

En el gráfico *III.12*, la variable de expectativas de mediano plazo corresponde a las barras con líneas diagonales. Obsérvese cómo su valor se reduce en la primer quincena de enero, a diferencia de la liquidez. Por tanto, durante la primer quincena de enero de 2003, la expectativa de sobre la TIIIE era que las tasas a un año “caerían”, por consiguiente, era de esperarse que el spread se redujera.

Cabe mencionar que la expectativa de reducción en las tasas de mediano plazo se mantuvo más o menos constante durante el primer trimestre del 2003, y que la tendencia se revierte hasta la segunda quincena de abril. Obsérvese que la pendiente de la curva swap a un año (es decir, la

⁷⁴ Para más detalles del efecto de la liquidez sobre el *swap spread* ver sección III.C.2.3.2. –“Componente de liquidez”, de este capítulo.

variable de expectativas mediano plazo) alcanza a su nivel máximo en la primer quincena de mayo del mismo año, y vuelve a “estabilizarse” de nuevo hasta julio. Todos estos cambios en las expectativas fueron absorbidos directamente por el $swap\ spread_{168}$ tal y como se esperaba. De hecho, entre la primer quincena de abril y la primer quincena de mayo se aprecia un incremento considerable en el spread, por lo que puede concluirse que efectivamente, las variaciones en la pendiente de la curva swap dirigen parte del movimiento del spread de los IRS.

Si los incrementos en la pendiente de la curva swap se tradujeran en incrementos en la demanda por “pagar tasas fijas”, entonces, en un escenario donde las expectativas del mercado son que las tasas futuras aumentarán, lo lógico es esperar que para efectos de cobertura, se incrementaran las necesidades de fijar tasas recibiendo a cambio tasas flotante, lo que a su vez, se reflejará en incrementos en los niveles de las tasas swap en el corto plazo.

Otra variable cuya participación es muy importante teóricamente (y que gráficamente lo demuestra) es el costo de financiamiento instantáneo (φ). Se recuerda que éste es un costo de último momento en el que incurren sólo las contrapartes largas de un swap⁷⁵ y que es considerada una de las principales fuentes de volatilidad del spread por construirse con tasas de muy corto plazo (TIE-Reporto_{IDIA}). Como puede observarse, a lo largo del período analizado, la participación porcentual de esta componente sobre el spread es muy relevante, y siempre muestra un signo positivo (pues representa un costo adicional que debe tenerse presente, al momento de fijar las tasas swap).

El resto de las variables explicativas, que falta por mencionar son: el **riesgo crediticio o de “default”** (R_δ); las **expectativas de corto plazo** (κ_{cto}), y la **prima por el plazo** (τ). La prima o riesgo por default (R_δ) muestra una contribución relevante en el spread a lo largo de todo el período, sin embargo, su influencia sobre los incrementos o caídas en el spread se aprecia menor que la que ejercen la liquidez o las expectativas (ver barras color negro).

⁷⁵ Se recuerda que, por convención, las contrapartes largas son las que reciben o compran TASA FIJA a cambio de pagar periódicamente tasas FLOTANTES (ej. pagan TIE, cada 28 días).

Con respecto a las expectativas de corto plazo (κ_{cto}), éstas muestran el efecto que el valor esperado de la TIE en un mes puede tener sobre las tasas swap. Esta variable muestra un efecto positivo sobre el spread, sin embargo, en comparación con las expectativas de mediano plazo, su contribución es poco relevante (ver barras con líneas verticales).

El último indicador propuesto es la **prima por el plazo** (τ). Éste resultó ser el indicador menos relevante en la definición del spread de los contratos swap de 6 meses y además de no aparecer en todos los períodos, en los que aparece lo hace con valores negativos bastante pequeños.

A juzgar por los coeficientes obtenidos en las estimaciones, el efecto de τ sobre el spread de swaps de 6 meses, tiende ligeramente a disminuirlo. Esto es, manteniéndose todo lo demás constante, en el corto plazo los incrementos en las tasas libres de riesgo provocan que se reduzca el spread. Pero además, la interpretación de este resultado es que en períodos en los que existen expectativas de incremento en las tasas aumentará la demanda por recibir tasas flotantes a cambio de pagar tasas fijas. Este comportamiento a su vez, repercutirá en caídas en las tasas swap futuras, lo que a la larga podría hacer caer el spread.

Tal vez pueda pensarse que existe cierta multicolinealidad entre la variable de expectativas y la prima por plazo, dado que el comportamiento de ambas variables está muy relacionado. Sin embargo, cabe mencionar que la aportación de cada una por separado en la definición teórica del spread es complementaria y no redundante:

“ El hecho de que los swaps sean instrumentos cuyo valor se define tomando en cuenta tasas flotantes y fija: TIE (para la pata flotante) y tasas libres de riesgo más un elemento de ajuste por riesgo (para la pata fija), explica por qué mientras κ extrae la componente del “riesgo esperado con respecto a TIE”, τ únicamente capta la contribución de factores de riesgo “sistémico” que al estar implícitos en las tasas libres de riesgo también pueden afectar a las tasas swap”.

CONCLUSIONES

Las tasas swap podrían funcionar como indicadores muy eficaces no sólo de las condiciones vigentes del mercado, sino también reflejar las expectativas con respecto al futuro movimiento en las tasas de interés, en especial de las tasas interbancarias.

El hecho de que los swaps de tasas de interés (IRS) sean contratos ampliamente negociados en varios países, paulatinamente les ha otorgado un lugar preponderante como *benchmark* en la valuación de instrumentos de renta fija. Esto es de resaltarse, sobre todo considerando que este lugar antes exclusivo de las tasas gubernamentales, ahora le está abriendo paso a las tasas swap.

Los swaps de tasas se encuentran entre los contratos más representativos del financiamiento interbancario, pues son los bancos sus principales contrapartes. Constituyen una forma alternativa de financiamiento a costos considerablemente menores que aprovecha el beneficio de las ventajas comparativas en su construcción. Representan además, uno de los mejores mecanismos de cobertura, particularmente a nivel interbancario. Una muestra palpable de la gran aceptación que están teniendo son los crecimientos exponenciales en sus volúmenes de negociación, en especial en los últimos dos años. Tan solo en México la tasa de crecimiento promedio anual para 2003 se ubicó alrededor de un 150%⁷⁶.

En este trabajo se efectuó un análisis de diferenciales de tasas (o *spreads*)⁷⁷ con el que se identificaron algunos de los principales factores de riesgo que intervienen en la definición de las tasas swaps. Con los resultados obtenidos es posible inferir las condiciones que intervienen en el proceso de financiamiento a nivel interbancario. Se trabajó con un modelo de riesgo cuyos fundamentos se basan en el *modelo teórico de la forma reducida* propuesto Duffie y Singleton (1997). Este modelo se caracteriza por tener un enfoque exógeno que propone desagregar el

⁷⁶Información elaborada con base en reportes tomados de la CNBV. Cabe aclarar que esta tasa de crecimiento corresponde a los **volúmenes nominales** negociados, y no al monto que se liquida parcialmente en cada fecha de pago.

⁷⁷También llamados “diferenciales de crédito”.

spread de crédito interbancario en diversas componentes de riesgo implícitas en el diferencial entre una tasa swap y una tasa libre de riesgo de duración similar.

Para desarrollar el análisis empírico, primero se definió una ecuación de regresión donde se tomó como variable dependiente al *swap spread*⁷⁸, y como variables independientes, cinco componentes de riesgo expresadas también como spreads: una prima por plazo (τ), una componente de financiamiento instantáneo o inmediato (φ), una prima por liquidez (R_l), una prima por riesgo de default (R_s)⁷⁹, y una componente de “expectativas” (κ).

Después, se verificó que entre el *swap spread* y las variables explicativas existiera una relación consistente en el largo plazo. Para esto se utilizó el método de cointegración propuesto por Engle y Granger según el cual primero debe determinarse el orden de integración de las series⁸⁰, después se efectúa una regresión con mínimos cuadrados ordinarios; y por último, sobre los residuales de estas regresiones se aplican pruebas de raíces unitarias (ADF) esperando que estos sean $I(0)$. Si todo esto se cumple, entonces efectivamente se ha encontrado una relación de largo plazo entre las variables analizadas. Cabe mencionar que con base en esta metodología, pudo concluirse que las series propuestas efectivamente cointegran.

A pesar de que se observó una relación de largo plazo entre el *swap spread* y las componentes de riesgo arriba mencionadas, es de resaltar que en series financieras de elevada frecuencia el supuesto de homocedasticidad no se cumple, por eso este análisis estaría incompleto si no se complementara con un modelo para identificar el comportamiento de la varianza condicional, dado que de antemano se sabe que la varianza de los errores es *heterocedástica*. Por tanto, con la finalidad de afinar los resultados de las estimaciones se consideró pertinente aplicar un modelo GARCH que permitiera modelar al mismo tiempo, la media y la varianza condicionales de los errores.

⁷⁸ En este trabajo, el *swap spread* corresponde a la diferencia entre la tasa fija de un swap de tasas de interés (IRS) y la tasa de un instrumento gubernamental, ambos del mismo plazo.

⁷⁹ El riesgo de default es lo mismo que *riesgo de crédito*, es decir, el spread entre la tasa de un instrumento riesgoso y una tasa libre de riesgo.

⁸⁰ Se encontró que las variables analizadas muestran órdenes de integración $I(0)$ ó $I(1)$.

Después de realizar las estimaciones econométricas pertinentes, se encontró que los elementos de riesgo propuestos como componentes del *swap spread* muestran las siguientes características:

- a) El *riesgo de liquidez* (R_l)⁸¹ y el llamado *costo de financiamiento instantáneo* (φ)⁸² tienen la particularidad de ser los spreads más volátiles y con una participación relevante en la definición del *swap spread*. Según estudios revisados, se considera que su efecto sobre el spread es temporal y de corto plazo; sin embargo, la demostración de este comportamiento queda pendiente para un futuro análisis. Por el momento, toda la investigación únicamente está centrada en identificar el comportamiento de largo plazo.
- b) Se encontró que el *riesgo de liquidez* (R_l) guarda una relación inversa frente al *swap spread* lo que se interpreta como que la presencia de liquidez asociada a ciertas emisiones gubernamentales genera una caída de las tasas libres de riesgo, aumentando el *spread*. En otras palabras, en aquellas ocasiones en que los bancos demandan excesivamente ciertas emisiones gubernamentales mediante operaciones de reporto para cubrir necesidades inmediatas de fondeo; en ese caso, están dispuestos a pagar “*tasas especiales de reporto*” que se expresan en un premio o prima por liquidez, que a su vez, distorsiona el valor de las emisiones gubernamentales, llevándolo a niveles por encima los “normales.”⁸³
- c) Por otra parte, en virtud de que el proceso de valuación de cualquier IRS se encuentra estrechamente vinculado con tasas de interés de corto plazo (TIE 28 días), se encontró que en la medición del *swap spread* era importante considerar una componente que midiera el costo “instantáneo” en el que incurre la contraparte que

⁸¹ R_l fue medido como el spread entre las tasas gubernamentales correspondientes al plazo del swap y las tasas de reporto de cetes o bondes a un día: ($R_l = i_g - i_{repo.g}$)

⁸² φ se obtiene a partir de la diferencia entre las tasas interbancarias y las tasas libres de riesgo de corto plazo: ($\varphi = i_{TIE} - i_g$).

⁸³ De ahí el que se esté volviendo un problema utilizar tasas gubernamentales para valuar de instrumentos de renta fija, pues el efecto de la liquidez termina por distorsionar los niveles reales de una tasa libre de riesgo. Por tal motivo, estudios efectuados en otros países recomiendan el empleo de tasas swap, en lugar de tasas gubernamentales, que eviten que el efecto de la liquidez distorsione las tasas de descuento ocupadas en la valuación de instrumentos de renta fija.

paga la pata flotante de un swap ante variaciones inesperadas de la tasa flotante (TIE) justo en el momento previo a la liquidación. Este costo se capta en una componente denominada: “costo de financiamiento instantáneo o financiamiento de corto plazo” (φ), encontrándose que dicha componente guarda una relación directa con el *swap spread*. Algunos autores consideran a este indicador en especial, como una de la mejores aproximaciones del “nivel promedio de riesgo interbancario”, pues combina en un spread tanto la TIE, como las tasas libres de riesgo, estas últimas representadas a través de tasas de reporto gubernamental (He, 2001; Cooper, et. al., 2001).

Resumiendo, tanto el *riesgo de liquidez* (R_l) como el *costo de financiamiento instantáneo* (φ) son componentes calculadas con tasas de muy corto plazo. Por eso, se les ubican entre las principales fuentes de volatilidad del *swap spread* que además, ejercen conjuntamente un efecto complementario sobre el spread. Según los resultados de esta investigación se encontró que el primero puede llegar a reducir al *swap spread*, mientras que el segundo compensa el efecto previo pues lo incrementa.

- d) Además, dado que los swaps son contratos cuyo precio se define en función del intercambio periódico de flujos de intereses referenciados a tasas TIE y tasas libres de riesgo, también era importante identificar el grado en que el comportamiento esperado de tales tasas afecta el nivel de las tasas swap. Por eso, se adicionaron como variables explicativas del *swap spread* las pendientes de las curvas de dichas tasas, medidas como spreads: La *prima por plazo* (τ) y las *expectativas sobre TIE* (κ)⁸⁴. La primera, (τ), capta las expectativas del mercado con respecto al comportamiento esperado de las tasas libres de riesgo, mientras (κ) permite captar expectativas en términos de TIE. Al igual que (R_l) y (φ) se relacionaban estrechamente por representar los efectos de tasas de corto plazo sobre el spread; (τ) y (κ) también tienen un vínculo estrecho: Mientras las *expectativas sobre TIE* (κ) reflejan específicamente lo que el mercado anticipa con

⁸⁴ La primera corresponde a la pendiente de la curva gubernamental o libre de riesgo, mientras que las expectativas se representan como la pendiente de la curva swap a diversos plazos.

respecto al riesgo interbancario esperado, la *prima por plazo* (τ) absorbe otro tipo de expectativas asociado con el riesgo sistémico esperado.

Por tanto, al igual que R_t y ϕ ofrecen información complementaria entre ellos y definen la participación del corto plazo en el spread; τ y κ se asocian a otro concepto, el de las expectativas del mercado tanto global como interbancario.

Se encontró que las expectativas del mercado con respecto al futuro comportamiento de TIE (κ) impactan directa y considerablemente las estrategias de financiamiento de los bancos, y que su participación se incrementa a medida que aumenta el plazo de los contratos. A su vez, las expectativas con respecto a la tasa libre de riesgo (τ) tienen un efecto negativo sobre el spread, pero su participación es muy poco relevante:

“Incrementos en la *prima por plazo* (τ) generalmente reducen el spread de los swaps pues éstos, al ser instrumentos de cobertura⁸⁵, se compran por los bancos (u otros intermediarios) en épocas que existen expectativas de incremento de las tasas libres de riesgo, elevando la demanda de cobertura por parte de los banco, y repercutiendo inversamente en el precio de los swaps. En este caso, prefieren asegurarse pagar tasas fijas. Como en los swaps de tasas, el precio es precisamente la tasa swap, entonces se tendrá que entre mayor sea la pendiente de la curva libre de riesgo, menores serán las tasas swap esperadas”.

Por su parte, la componente de *expectativas sobre TIE* (κ) tiene un efecto sobre el *swap spread* opuesto al de la *prima por plazo* (τ), es decir, entre mayor sea la pendiente de la curva swap, el *swap spread* será más amplio. De acuerdo con los resultados obtenidos se encontró que κ juega un papel determinante en el comportamiento del *swap spread*; en especial, la TIE de 28 días estimada para un año (cuya participación promedio sobre el spread oscila entre un 18 y 24%). A su vez, otro hallazgo interesante fue que la importancia de las expectativas (κ) va ganando terreno entre mayor sea el plazo de los

⁸⁵ En este caso en particular se estará considerando como una cobertura únicamente “comprar tasas FIJAS” durante un lapso de tiempo determinado.

swaps. En swaps de 3 años o más, casi el 50% del *swap spread* se explica a partir del nivel en que los agentes esperan que se ubique la TIIIE en un futuro.

La última variable explicativa fue el *riesgo de default* (R_δ). Comúnmente, al spread entre la tasa de un instrumento riesgoso y uno libre de riesgo se le define como **spread de crédito**, y es lógico pensar que de este diferencial pueda derivarse el nivel de riesgo asociado al emisor de dicho instrumento. En este estudio, se demostró que esta afirmación, al menos en el caso de los swaps es parcialmente cierta. Aunque con el *swap spread* es posible observar el nivel de riesgo asociado con la calidad crediticia del sector bancario (representando aproximadamente entre del 12% al 25% del spread), se encontró que el riesgo de default del banco no representa la parte fundamental del spread, y que existen más factores como la liquidez o las expectativas de mercado que complementan la definición del *swap spread*. De ahí el que se considere al swap de tasas de interés como un excelente *benchmark* del mercado de renta fija, por la variedad de factores que influyen en su determinación.

- e) Para identificar al *riesgo de default* (R_δ) del spread de un IRS se optó por compararlo con el spread de crédito de otros instrumentos de renta fija de distintas calificaciones: Pagarés bancarios, papel comercial y bonos corporativos. Cabe aclarar que en todos los casos, los instrumentos de los emisores mejor calificados siempre fueron los que mejor explicaron el *swap spread*. Este comportamiento tiene una interpretación interesante, pues mostró también que la calidad crediticia asociada al sector bancario es de las más altas en todo el sistema.

Además, como era de esperarse, el spread calculado con respecto a los pagarés bancarios fue el que mejor explicó el riesgo de crédito asociado a los swaps, en especial en los plazos menores al año,⁸⁶ y de hecho, representa aproximadamente un 12% del total del *swap spread*. Por otra parte, el riesgo de default calculado con papel comercial no resultó significativo. Esto se debe a que el papel comercial sólo es emitido por empresas no financieras, y el riesgo de crédito de sus tasas se asocia con otros factores ajenos al sector bancario.

⁸⁶ Es decir, en swaps de 3 meses a 1 año.

Curiosamente, en los swaps de plazos más largos⁸⁷, el spread de crédito de los bonos corporativos resultó significativo, mientras que el calculado con respecto a pagarés bancarios deja de serlo. Aunque lo lógico sería esperar que independientemente del plazo de un swap siempre fuera el riesgo de default asociado a los pagarés bancarios el que mejor explicara el riesgo de los swaps, encontrar que el riesgo asociado con los bonos corporativos resultara más importante en los largos plazos (representando alrededor del 25% del valor del *swap spread*) podría deberse a: 1) que no existen pagarés para esos plazos y la información disponible tuvo que elaborarse con base en curvas; y 2) que los bancos en dichos plazos también efectúan swaps con clientes corporativos, cuyo riesgo influye un poco más sobre el precio de los contratos.

En conclusión, en virtud de los resultados de esta investigación es correcto afirmar que el *swap spread* es una medida del riesgo interbancario de la que además pueden obtenerse importantes elementos de análisis tanto de expectativas de mercado, como de liquidez. En especial, fue posible identificar el grado en que las tasas de corto plazo y las tasas libres de riesgo pueden afectar el nivel de las tasas swap, lo que resulta muy importante pues permite al lector formarse una idea del efecto que la volatilidad en las tasas gubernamentales de corto plazo puede tener sobre la fijación de tasas en otros mercados.

El hecho de que los IRS sean contratos cuyo valor se determina a partir de tasas futuras implícitas en una curva swap, de las que a su vez se extraen *tasas de equilibrio* asociadas a un intercambio de características muy particulares que se asocian estrechamente con el sector bancario, les añade ciertas ventajas. Por ello sería recomendable que analistas financieros e inversionistas prestaran más atención a mercados como el de los swaps de tasas de interés (IRS), y de ser posible, se auxiliaran de análisis de este tipo de antes de tomar decisiones o diseñar estrategias de inversión. Obsérvese que al efectuar análisis de spreads sobre swaps como el propuesto en este trabajo se podría:

⁸⁷ Swaps de 3 a 5 años.

*Medir e identificar los riesgos potenciales asociados con la volatilidad en tasas libres de riesgo, por ejemplo los que se producen en respuesta de las condiciones de demanda de mercado y que generalmente se traducen en primas de liquidez y volatilidades de muy corto plazo.

*Evaluar y analizar los efectos de las expectativas de corto, mediano o largo plazo sobre la TIEE, en especial en proyectos relacionados con estrategias de financiamiento, inversión y coberturas de largo plazo.

*Contar con una referencia de mercado “más precisa y confiable”⁸⁸ asociada con el nivel de riesgo de crédito del propio sector bancario, que además de servir como punto de referencia para valorar instrumentos de renta fija; también permita comparar las condiciones del sector bancario a nivel internacional. (Este último punto, queda pendiente para estudios posteriores, pues en el presente trabajo únicamente se contó con datos sobre México).

⁸⁸ En el sentido de que es una medida más homogénea y de que no se ve tan afectada por factores como la liquidez, dado que se deriva del valor de un contrato, que por el sólo hecho de serlo no es susceptible a cambios una vez que se ha pactado su precio (a menos que se renovara explícitamente).

BIBLIOGRAFÍA

- Avouyi-Dovi, Sandy y Eric Jondeau (1999) “*Modelling the Swap Spread*” Notes D’Études et de Recherche No. 65. Banque de France.
- Banco de México. Circular 1/2003.
- Bernard, H y S. Gerlach (1996) *Does the term structure predict recessions? The international evidence.* Working Paper No. 37. BIS.
- Black, F. y M, Scholes (1973) “*The Pricing of options and Corporate Liabilities*” Journal of Political Economy No. 81 pp. 637-659.
- Blanco, R., S. Brennan y I. Marsh (2003) “*An empirical analysis of the dynamic relationship between investment grade bonds and credit default swaps*” Draft versión: Mayo, 2003
- Bicksler, J. y H. Chen (1986) “*An Economic Analysis of Interest Rate Swaps*”. Journal of Finance No. 41. pp. 645-656.
- Bollerslev, T. (1986), “*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*”, Journal of Econometrics, Vol. 31 pp.307-327.
- Brown, K.C., W. V. Harlow y D.J. Smith (1994) “*An Empirical Analysis of Interest Rate Swap Spreads*”. Journal of Fixed Income. pp. 61-78.
- Buraschi, A. y D. Menini (2001) *Liquidity risk and specialness.* London Business School, Departamento de Finanzas. Mimeo.
- Charemza, W. y D. Deadman (1993), “*New Directions in Econometric Modelling. General to Specific Modelling, Cointegration and Vector Autoregression*”. Edit. Edward Elgar. Cambridge University Press. 370 pp.
- Chen, A. y A. Selender (1994) *Determination of Swap Spreads: An Empirical Analysis* Southern Methodist University Working Paper.
- Collin-Dufresne y B. Solnik (2000) “*On the term structure of default premia in the swap and LIBOR markets*”. Formato PDF.
- _____, R. Goldstein y S. Martin (2001) “*The Determinants of Credit Spread Changes*”, Journal of Finance Vol.56 pp. 1929-1957.
- Cooper, I.A. y A.S. Mello (1991) “*The Default Risk of Swaps*” Journal of Finance No. 46 pp. 597-620.
- Cuthbertson, K., S.Hall y M. Taylor (1992) *Applied Econometric Techniques* Ed. Phill Allan. Gran Bretaña 275 pp.

-
- Das, Satyajit (1994) *"Swap and Derivative Financing"*. McGraw-Hill.
- Dickey, D. y W. Fuller (1979) *"Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root"* Journal of the American Statistical Association No. 74 pp.427-431.
- _____ (1981) *"Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root"*. Econometrica Vol. 49 pp. 1057-1072.
- Duffie, D. (1996) *Special Repo Rates* Journal of Finance Vol. LI, No.2 pp.493-526.
- Duffie, D. y M. Huang (1996) *"Swap Rates and Credit Quality"* Journal of Finance No. 51 pp.921-950.
- _____ y K.J. Singleton (1997) *"An Econometric Model of the Term Structure of Interest-Rate Swap Yields"*. Journal of Finance No. 52 pp. 1287-1320.
- _____ y K. Singleton (1999) *"Modelling term structures of defaultable bonds"* The Review of Financial Studies Vol. 12 pp. 687-720.
- Enders, W. (1995) *Applied Econometric Time Series* Ed. Jonh Wiley and Sons. EE.UU.
- Engle, R.F. (1982) *"Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of the U.K. Inflation"* Econometrica No.50, 987-1007.
- _____ y W. J. Granger (1987) *"Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing"*, Econometrica No. 55, pp. 251-276
- Fang, Victor y Ronnie Muljono (2001) *"An Empirical Analysis of the Australian Dollar Swap Spreads"* Working Paper No. 71. Monash University, Australia.
- Fleming, Michael (2000) *"The Benchmark U.S. Treasury Market: Recent Performance and Possible Alternatives"*. FRBNY Economic Policy Review, April. Federal Reserve Bank of New York.
- Granger. W.J. (1981) *"Some Properties of Time Series Data and Their Use in Econometric Model Specification"*, Journal of Econometrics No. 16 pp. 121-130.
- Granger W. J y P. Newbold (1986) *"Forecasting Economic Time Series"* Academic Press. Segunda Edición San Diego, California.
- Grinblatt, M. (1995) *"An Analytical Solution for Interest Rate Swap Spreads"* UCLA. Working Paper.
- Hatanaka, Michio (1996) *"Time-Series-Based Econometrics. Unit Roots and Cointegration"*. Oxford University Press. Gran Bretaña. 294 pp.
- He, Hua, (2001) *"Modelling Term Structures of Swap Spreads"* Yale School of Management

-
- Hull, J.C. (1989) “*Assessing the Credit Risk in a Financial Institution’s Off-Balance Sheet Commitments*” Journal of Financial and Quantitative Analysis No. 24 pp.489-501.
- _____ (1997) “*Options, futures and other derivatives*” Prentice Hall. 572 pp.
- Jarrow, R.A. y S.M. Turnbull (1995) “*Pricing derivatives in financial securities subject to credit risk*” The Journal of Finance Vol. 50 pp.53-85.
- Kliff, John; Uri Ron y Shafiq Ebrahim (2001) “*The Federal Government’s Use of Interest Rate Swaps and Currency Swaps*”. Bank of Canada Review, Winter 2000-2001.
- Litzenberger, R. (1992) *Swaps: Plain and Fancyful* Journal of Finance.
- Liu, Jun, F.A. Longstaff y R.E. Mandell (2000) “*The Market Price of Credit Risk. An Empirical Analysis of Interest Rate Swap Spreads*”, MIMEO October 2000.
- Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito.
- Longstaff, F y E. Schwartz (1995) “*Valuing Risky Debt: A New Approach*” Journal of Finance Vol.50 pp.789-820.
- Martin, B. (2003) “*Financial and Econometric Models for Credit Risk Management*”. Disertación Mayo, 2003 Universität Fridericiana zu Karlsruhe
- Merton R. (1974) “*On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates*”, Journal of Finance Vol. 29 pp. 440-470.
- MexDer, (2002) *Informe Annual*.
- Mozumdar, A. (1999) “*Default Risk of Interest Rate Swaps: Theory and Evidence*” Virginia Tech.
- Phillips, P. y P. Perron (1988) “*Testing for a Unit Root in Time Series Regression*” Biometrika No.35, pp. 335-346.
- Remolona, Eli y Philip D. Wooldridge (2003) “*The euro interest rate swap market*”. Quarterly Review, BIS. Marzo 2003.
- Ron, Uri (2000) “*A Practical Guide to Swap Curve Construction*”. W.P. 2000-17. Bank of Canada.
- Saunders, A(1999) “*Credit Risk Measurement. New Approaches to Value at Risk and Other Paradigms*”. John Wiley & Sons. U.S.A.
- Smith, C.W. Jr., C.W. Smithson y L.M. Wakeman (1988) “*The Market for Interest Rate Swap*” Financial Management Winter pp.35-45.
- Sorensen, E. y T. Bollier (1994) “*Pricing Swap Default Risk*”. Financial Analysis Journal. Mayo-Junio, 23-33.

Sun, T.S., S. Sundaresan y C. Wang (1993) *“Interest Rates Swaps: An Empirical Investigation”*
Journal of Financial Economics No. 34 pp.77-99.

Sundaresan, S. (1991) *“Valuation of Swaps”* en S.J. Khoury (ed.), Recent Developments in
International Banking and Finance Vol. 5, Elsevier Science Publishers, Nueva York.

Wooldridge, P. (2001) *“The emergence of new benchmark yield curves”*. BIS Quarterly Review,
Diciembre, 2001

Zhou, Chunsheng (1997) *“A jump-diffusion approach to modelling credit risk and valuing defaultable securities”* Federal Reserve Board. Washington