

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y  
DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.**



---

**LA VALUACIÓN DE DERIVADOS  
CREDITICIOS DE IMPAGO**

---

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA

KENICHI MARCELO ISHIZAKI RIVERA

RAÚL A. FELIZ

MÉXICO, D.F. OCTUBRE 2007

---



---

## DEDICATORIA

A mis padres por todo su amor, incondicional apoyo y esfuerzo a lo largo de todos estos años.

A mis profesores Raúl Feliz, Víctor Carreón, Alejandro Villagómez, Ángel Salinas y Rodolfo Cermeño, gracias por tenerlos en mi formación e instrucción profesional. Su presencia en mi vida ya ha dejado una gran huella.

A Alberto Saavedra, Jorge Alegría, Luis Acevedo y todo el equipo de la Bolsa Mexicana de Valores por su invaluable apoyo en mis esfuerzos de investigación.

A Alejandro Correa por ser un fiel hermano y transmitirme su fuerza, determinación y voluntad a lo largo de los años. A mi hermano, Yves Margarita, por mostrarme nuevos y divergentes puntos de vista y comprender que todo en la vida depende del matiz con el que se vean las cosas. A mi hermana Nadia Luján por transitar conmigo más de la mitad de nuestras vidas, siempre sosteniéndonos con la fuerza de la amistad.

A mi amigo del alma Luis Trejo por mostrarme que la empatía y sensibilidad son elementos de fortaleza y no de vulnerabilidad. A Hilda Ramírez por ser la persona que siempre ha estado a mi lado y siempre ha sabido guiarme por el camino correcto. A Ximena Santaolalla por ofrecerme su amistad y apoyo, inclusive en los momentos más oscuros. A Andrés Jiménez con quien he compartido años maravillosos de la carrera y en donde nació la amistad que nos une.

A mis tíos y tías por su gran cariño y apoyo de toda índole. A los abuelos y a mi tía Conchita que desde el cielo siguen marcando pautas en mi vida.

A Lourdes Suayfeta y Alfonso Castro por su impulso y por creer en mí. Mi más profundo agradecimiento y reconocimiento a sus roles como puntos de referencia.

A Lucía Ochoa y Rocío Miranda, mujeres indomables, toda mi admiración.

A Pamela Huerta, Marta Fresno, Elisa Hernández y Grant Baskerville que gracias a incontables discusiones han hecho posible avizorar horizontes más allá del análisis económico.

A Mai Linh Le Thi, Gabriela García, Roberto Lazzeri, Amadeo Valdés, Christopher Schubert, Luis Hidalgo, Malena Svarch, Alejandro Trigos, Lucía Cerrilla y Louis Zaltzman, gracias por viajar en mi tren, aunque a ratos sea en vagones diferentes.

A Ricardo Arce, gracias por los parámetros que definiste en diversos órdenes de mi vida.

Y a todos los que desde antes de nacer arroparon mi llegada a este mundo y después mi camino por la vida.

A todos gracias por caminar conmigo en forma paralela...

---

**Palabras clave:** Derivado, derivado crediticio de impago, riesgo crediticio, calificación crediticia, compañía calificadora, modelo de valuación de activos, tasa de interés libre de riesgo, futuros, opciones, volatilidad.

**Síntesis:** Se han realizado relativamente pocas investigaciones que conjunten elementos teóricos y empíricos sobre los determinantes del precio de los derivados crediticios de impago (credit default swaps o CDS). La mayoría de los estudios se han enfocado en analizar derivados de corte tradicional, como las opciones o futuros, o se han enfocado en analizar temas relacionados a los CDS como el riesgo crediticio o riesgo soberano, pero muy pocos llegan a enfocarse en temas relacionados con la valuación de derivados crediticios de impago y sus determinantes. Adicionalmente existe un problema en cuanto a la accesibilidad y periodicidad de los datos, en particular al tratar de recabarse datos de corte financiero y conjuntarlos en un análisis con variables y metodologías de corte económico. En este estudio se parte de una base de datos privada de diversos instrumentos crediticios de Valuador de Mercado S.A. de C.V. (VALMER), la empresa valuadora de la Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V. (BMV) y una base de datos privada sobre derivados del Mercado Mexicano de Derivados, S.A. de C.V. (MEXDER). Conjuntando diversas metodologías y herramientas, tanto financieras como económicas, se realizó un ejercicio tanto teórico como empírico para estimar el impacto de los determinantes más importantes en la valuación de un derivado crediticio de impago para una serie de instrumentos emitidos por empresas mexicanas. La conclusión central de este estudio se encuentra en línea con estudios similares al respecto, mostrando que los determinantes más importantes en la valuación de derivados crediticios son la calificación crediticia, el plazo del instrumento, y la estructura de tasas. Sin embargo, se introducen nuevas variables y elementos a las estimaciones tradicionales al incluir variables sobre las características de las empresas relacionadas a su solvencia así como el efecto que tienen otros instrumentos crediticios de impago en el precio de un CDS determinado. Se encuentra que el flujo de efectivo y las ventas netas son variables importantes en la determinación del precio y que el comportamiento de otros instrumentos crediticios así como su volatilidad tienen impactos importantes en el precio de un CDS.

---

<b>CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN</b>	
1.1 Introducción a los derivados financieros y los derivados crediticios .....	5
1.2 Motivación del estudio.....	9
1.3 Definición del alcance de este estudio .....	12
1.5 Breve adelanto de la tesis a probar .....	15
<b>CAPÍTULO 2 : RIESGO CREDITICIO</b> .....	17
2.1 Definición general de riesgo crediticio .....	17
2.2 Definición operativa del riesgo crediticio en este estudio .....	19
2.3 Alternativas en la medición del riesgo crediticio.....	19
2.4 Una breve descripción de contabilidad financiera .....	26
<b>CAPITULO 3 : DERIVADOS CREDITICIOS</b> .....	28
3.1 Definición de los derivados crediticios de impago (CDS) .....	28
3.2 Definición operativa de los derivados crediticios analizados en el estudio...30	
<b>CAPITULO 4: MODELOS TRADICIONALES FINANCIEROS Y ECONOMICOS DE VALUACIÓN DE INSTRUMENTOS</b>	
4.1 Modelos estructurales vs. Modelos en forma reducida.....	32
4.2 El modelo de flujos descontados y modelo tradicional basado en consumo .36	
4.3 El modelo CAPM y el modelo I-CAPM.....	38
4.4 El modelo de Hull de valuación de CDS .....	40
4.5 Elección del modelo central utilizado en este estudio .....	47
<b>CAPÍTULO 5: REVISION DE LA LITERATURA</b> .....	50
5.1 Estudios existentes sobre los derivados crediticios y el riesgo.....	50
5.2 Descripción detallada de la tesis central de este estudio .....	53
5.3 Aportación de este estudio a la literatura de derivados crediticios.....	56
<b>CAPÍTULO 6: DESCRIPCIÓN DE DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	
6.1 Datos aseguibles en fuentes privadas de información .....	57
6.2 Datos aseguibles en fuentes públicas de información .....	60
6.3 Cuadro resumen de los datos recabados .....	60
6.4 Un comentario sobre los datos.....	61
6.4 Herramientas informáticas utilizadas en este estudio .....	63

---

## **CAPÍTULO 7: MODELOS ECONOMETRICOS**

7.1	Metodología de este estudio .....	64
7.2	Modelos de corte económico .....	66
7.2.1	Modelo tradicional de los determinantes del DCDS (Modelo OLS).....	67
7.2.2	Expansión del modelo lineal utilizando datos en forma de panel de los determinantes del DCDS (Modelo Panel OLS).....	84
7.3	Modelos de corte financiero .....	94
7.3.1	Modelo de vectores autorregresivos (Modelo VAR y VEC) .....	95
7.3.2	Modelo autorregresivo, multivariado y multiecuacional con heterocedasticidad condicional del DCDS y una medida del mercado accionario (Modelo M-GARCH-M).....	105
7.4	Resumen de los modelos financieros y económicos.....	114
7.5	Descripción sobre las limitantes de este estudio.....	115

## **CAPÍTULO 8: EL PANORAMA DE LOS DERIVADOS CREDITICIOS EN MEXICO Y EL MUNDO**

8.1	El mercado estructurado de derivados de México .....	117
8.2	Alternativas posibles para México.....	119

<b>APÉNDICE:</b>	<b>TABLAS, GRÁFICAS Y CÓDIGOS</b> .....	125
------------------	---	-----

<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	141
---------------------------	-----

---

## CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

### 1.1 Introducción a los derivados financieros y los derivados crediticios

El concepto de un derivado emana de un contrato sobre algún activo u otro tipo de contrato original, muchas veces denominado activo o contrato subyacente. En otras palabras, es un contrato que se deriva de otro contrato. Un ejemplo concreto es un activo cuyo precio depende, o se deriva, del precio de otro activo. Algunos de los derivados más utilizados y populares son los basados en opciones sobre acciones. Estos contratos muchas veces se basan en los precios de las acciones y son acordados sin la necesidad de transferir el activo subyacente. Esto permite a los participantes del mercado accionario intercambiar y manejar riesgos asociados al mercado, algunas veces sin tener que intercambiar acciones. Otro ejemplo de un derivado muy popular es un futuro sobre mercancías. Estos instrumentos también permiten el intercambio y manejo de riesgo por parte de los agentes en una economía.

En los últimos años ha surgido un tipo especial de derivado financiero denominado derivado crediticio (*credit derivative*). Estos contratos también permiten el intercambio y manejo de riesgos asociados a fluctuaciones en el retorno o precios de un componente subyacente. En este caso, sin embargo, el componente subyacente de dicho contrato es un activo crediticio como lo es un bono o algún indicador del estatus crediticio de una compañía o entidad soberana. En este caso se genera un acuerdo entre un comprador de protección (*protection buyer*) para transferir el riesgo crediticio de un activo crediticio, que puede tener o no tener bajo su propiedad, a un vendedor de protección (*protection seller*).

En la actualidad el derivado crediticio más popular es el credit default swap (*CDS*) o intercambio crediticio de impago (Lehman Brothers, 2006). Este derivado representa aproximadamente un 70% del mercado de derivados crediticios<sup>1</sup>. Básicamente este contrato provee un seguro ante el impago de una compañía particular o una entidad soberana. A la compañía o la entidad soberana se le conoce como la entidad de referencia (*reference entity*) y al caso de impago se le conoce muchas veces como evento crediticio (*credit event*). En este caso particular el comprador de protección hace pagos periódicos, usualmente anuales, a un vendedor de protección y por esto obtiene un derecho a vender el bono de la entidad de referencia y recibir el valor nominal (*payoff*) en caso de un evento crediticio. A la tasa de pagos hecha por el comprador de protección se le denomina el diferencial del derivado crediticio de impago (*CDS spread*) y se expresa usualmente en puntos base.

Para ilustrar el concepto de un CDS tradicional se presenta un ejemplo. Suponga que un individuo adquiere bonos de una compañía con un vencimiento dentro de cinco años a un valor nominal de \$10 millones de dólares (por ejemplo 100,000 bonos a \$100 cada uno). Este individuo puede decidir comprar una protección sobre estos bonos a un vendedor de protección. Supongamos que logra dicho acuerdo con el vendedor de protección a un nivel de 300 puntos base, es decir un CDS spread de 300 puntos base. Este comprador de protección deberá pagar \$300,000 dólares a dicho vendedor de protección a cambio del derecho de vender sus bonos por un valor nominal de \$10 millones de dólares en caso de un evento crediticio. Si dicho evento no se materializa durante cinco años el comprador de protección se ve obligado a

---

<sup>1</sup> De acuerdo a datos del British Bankers Association 2002.

pagar \$300,000 dólares cada año. Si el acuerdo es de tipo físico (*physical settlement*) y en caso de que se materialice el evento crediticio, el comprador de protección puede entregar los bonos y recibir \$10 millones de dólares por ellos sin importar el valor que dictamine el mercado. En la mayoría de los casos, sin embargo, el acuerdo es de tipo en efectivo (*cash settlement*), en cuyo caso el comprador de protección recibe el diferencial entre el valor nominal del activo crediticio menos el valor de dicho instrumento en el momento del evento crediticio, es decir,  $R = VN_{\text{inicial}} - VN_{\text{quiebra}}$ . En este caso, si los bonos tienen un valor de \$40 en el momento de la quiebra el comprador de protección recibirá \$60 por cada bono o lo que es lo mismo, \$6 millones de dólares.

Naturalmente existen otros tipos de derivados crediticios como el intercambio de retornos totales (*total return swap*) o las notas enlazadas de crédito (*credit linked notes*). En el primer caso, el contrato establece un intercambio de retornos entre dos o más agentes. Un agente puede intercambiar el flujo de retornos de un activo crediticio, que naturalmente puede ser variable y quizás impredecible, a cambio de un flujo de retornos predeterminados. En el caso del segundo derivado, el vendedor de protección recibe notas del agente dueño del activo subyacente. En caso de un evento crediticio el vendedor de protección deja de percibir los intereses de estas notas o inclusive puede experimentar un retraso en el pago de dichas notas. Sin embargo, en la actualidad estos instrumentos actualmente no son los más utilizados en este sector del mercado financiero y por consiguiente no serán el centro de atención de este proyecto de investigación.

Adicionalmente a los intercambios crediticios de impago tradicionales existen algunas variantes de ellos. En el caso de una canasta de credit default swaps (*basket CDS*) se especifica un grupo de entidades de referencia y en caso de un evento crediticio de algún elemento de dicho grupo, entra en vigor el derecho del comprador de protección de recibir el pago acordado. También existen los credit default swaps contingentes (*contingent CDS*) que expanden el CDS tradicional a incluir una contingencia adicional como el movimiento de otra variable de mercado. En este caso, el derecho del comprador de protección a recibir el pago entra en vigor en el momento del evento crediticio y cuando una variable adicional llegue o sobrepase cierto nivel (por ejemplo si la tasa de inflación sobrepasa algún nivel acordado). Por último también existen los credit default swaps dinámicos (*dynamic CDS*). En este caso, el pago que recibe el comprador de protección, en caso de un evento crediticio, está asociado a un nivel de un portafolio de swaps. Es decir, el pago no se encuentra atado a un nivel predeterminado sino que varía de acuerdo al retorno de una canasta predeterminada de swaps. Algunas de estas variantes de contratos crediticios serán mencionadas en este estudio, aunque cabe señalar que gran parte del estudio se concentrará en los credit default swaps ordinarios o comúnmente denominados como derivados crediticios de impago “vainilla”. Por lo anterior en los siguientes capítulos se dará una descripción más formal del concepto de riesgo crediticio y de los derivados crediticios, haciendo énfasis en los derivados crediticios de impago.

## 1.2 Motivación del estudio

Hasta hace unos años el manejo del riesgo crediticio era una tarea extremadamente compleja (JP Morgan, 2002). Un individuo representativo que deseaba manejar el riesgo en un portafolio de instrumentos crediticios debía recurrir a una serie de estrategias complejas como comprar seguros, adquirir cartas de crédito o negociar colaterales sobre instrumentos en su portafolio (JP Morgan, 2002). Adicionalmente, en muchos casos los dueños de un portafolio de instrumentos crediticios debían recurrir a la compra y venta de sus instrumentos para mantener los niveles de rentabilidad que requerían en sus portafolios. Por ejemplo, en el caso de un bono corporativo, que en esencia representa una canasta de riesgos, entre los cuales destacan la duración, convexidad, y riesgo crediticio (entre muchos más aspectos), muchas veces tenía que ser vendido en “paquete” para poder mitigar posturas crediticias muy riesgosas (JP Morgan, 2002). Esto claramente constituía un proceso ineficiente ya que no permitía separar el manejo del riesgo crediticio del manejo de los instrumentos contenidos en un portafolio así como de otros riesgos que no son propiamente los crediticios (Cossin & Pirrotte, 2001).

Formalmente los derivados crediticios son contratos bilaterales que permiten aislar aspectos específicos de un instrumento o subyacente y transferir el riesgo entre dos entidades (JP Morgan, 2002). La implicación de lo anterior es que los derivados crediticios permiten separar la propiedad y manejo del instrumento crediticio de la propiedad y manejo de los riesgos crediticios asociados a dicho instrumento. Al permitir que exista un mercado más completo en el manejo de instrumentos crediticios los derivados crediticios potencialmente aumentan la eficiencia del

---

mercado (Hull y White, 2000). Al desagregar los diversos elementos en el mercado de instrumentos crediticios es posible crear una serie de mercados para cada uno de los tipos de riesgos e instrumentos, en estos mercados es posible negociar las posturas de acuerdo a los elementos específicos a cada mercado. Sobra mencionar las ventajas de eficiencia que se derivan de no tener que transferir la propiedad de un instrumento crediticio de un individuo a otro cuando un individuo trata de transferir riesgo (JP Morgan, 2002). En cuanto al caso particular de México, se podrá apreciar en el capítulo 8 de este estudio (que trata sobre el panorama de los derivados tanto actual como futuro) que este tipo de investigaciones pueden ser muy útiles para México ya que potencialmente se introducen nuevos instrumentos en el mercado. A diferencia de los instrumentos ya existentes en el mercado de derivados de México, que usualmente tienen que competir con los ofrecidos por otras compañías internacionales, la introducción de derivados crediticios puede generar nichos de mercado para México en los cuales puede haber poca competencia y por ende las ganancias pueden ser sustanciales. Los argumentos presentados en estos párrafos son motivo suficiente para justificar la aventura de realizar estudios para entender mejor dichos instrumentos y potencialmente ayudar a valorar los instrumentos de la manera más eficiente. No obstante, existe un elemento motivador adicional que se presentará en el siguiente párrafo.

En adición a las ventajas de eficiencia que genera la introducción de los derivados crediticios en los mercados financieros, una de las motivaciones centrales de este estudio es tratar de presentar una serie de modelos y técnicas sobre los determinantes más importantes del precio de los derivados crediticios de impago que usualmente no

---

se encuentran en la literatura. Como se ilustrará en la sección sobre la revisión literaria, se han realizado relativamente pocas investigaciones que conjunten elementos teóricos y empíricos sobre los determinantes del precio de los derivados crediticios de impago (credit default swaps o CDS). La mayoría de los estudios se han enfocado en analizar derivados de corte tradicional, como las opciones o futuros, o se han enfocado en analizar temas relacionados a los CDS tales como el riesgo crediticio y el riesgo soberano, pero muy pocos llegan a enfocarse en temas propiamente relacionados con la valuación de derivados crediticios de impago y sus determinantes. Adicionalmente, existe un problema en cuanto a la accesibilidad y periodicidad de los datos, en particular al tratar de recabar datos de corte financiero, que usualmente son muy difíciles y costosos de obtener y generalmente son de periodicidad corta (diarios o mensuales generalmente). La razón por la cual son difíciles de obtener se centra fundamentalmente en la naturaleza actual del mercado de derivados crediticios que es un mercado de “mostrador” (over the counter u OTC) y no un mercado público como es el caso de otros derivados de renta fija, como las opciones y los futuros. Este problema se agrava al tratar de conjuntar dichos datos en un análisis económico ya que muchas veces las variables de corte tradicionalmente económico, tales como indicadores de producción y precios, suelen tener una periodicidad más larga (mensual o trimestral) que la de indicadores financieros. Este factor es una de las causas principales por la cual la mayoría de los estudios se dividen fundamentalmente en dos tipos, unos con metodologías y variables de corte financiero y otros con técnicas y variables de corte económico. En adición, esta limitante en la accesibilidad de datos genera que muchos de los estudios se

---

mantengan en un nivel exclusivamente teórico y no puedan emprender una corroboración empírica.

En este estudio se parte de una base de datos privada de diversos instrumentos crediticios por cortesía de Valuador de Mercado (VALMER), la empresa valuadora de la Bolsa Mexicana de Valores y una base de datos privada sobre derivados del Mercado Mexicano de Derivados (MEXDER). Dichas bases de datos se detallarán aun más en el apartado de la descripción de fuentes de información privadas en el capítulo 6. Conjuntando diversas metodologías y herramientas, tanto financieras como económicas, una de las motivaciones centrales del estudio es realizar un ejercicio innovador tanto teórico como empírico para dilucidar los determinantes más importantes en la valuación de un derivado crediticio de impago.

### 1.3 Definición del alcance de este estudio

Una vez delineado el objetivo central de este estudio resulta importante definir los alcances propuestos para este proyecto. Como se mencionó en el apartado anterior y se detallará más adelante en el capítulo de la revisión de la literatura hay una carencia notable de estudios sobre derivados crediticios de impago que combinen elementos teóricos y empíricos. Gran parte de esto se debe a la precariedad de datos. Adicionalmente, gran parte de los estudios que se aventuran a realizar análisis empíricos recurren a la presentación de una sola herramienta econométrica, lo cual naturalmente puede propiciar que en la mayoría de los casos el análisis sea incompleto (Naifar y Abid, 2000) y resulta importante realizar diversos análisis por separado.

---

En este estudio se intentan resolver algunos de estos problemas al utilizar una base de datos difícil de obtener de manera pública y de manera paralela utilizar un arsenal de modelos económicos para explicar diversos elementos fundamentales en la valuación de derivados crediticios de impago y no limitarse a generar un solo modelo (que puede estar bien elaborado pero limitado en sus alcances). Vale la pena destacar que no se encuentra dentro de los alcances de este estudio el proponer un modelo unificador para evaluar los determinantes más importantes en la valuación de CDS. La razón fundamental de esta decisión no se debe en sí a la complejidad de realizar dicho modelo, sino porque los datos con los que se cuenta, aunque pueden ser sustancialmente mejores que los presentados en otros estudios, no son suficientes en la mayoría de los casos como para hacer modelos que por sí solos sean lo suficientemente robustos estadísticamente. Sin embargo, lo que sí se encuentra dentro del alcance de este estudio, es recurrir a las herramientas más modernas de la econometría y esbozar una serie de modelos que en su conjunto sirvan para aclarar un poco más la naturaleza de los precios de los derivados crediticios de impago. De hecho, como se ahondará en un capítulo posterior, la metodología seleccionada en este estudio (i.e. utilizar diversos modelos) puede considerarse como una aportación importante a la literatura de los derivados crediticios. Dicho esto, en el siguiente apartado se presentará la estructura planteada en este estudio.

#### 1.4 Estructura del estudio

Este trabajo está estructurado de una manera piramidal para facilitar el manejo de la información y el análisis. Los siguientes cuatro capítulos son la base teórica en la que se sustenta el estudio. Posteriormente se introducen dos capítulos en donde se realiza una presentación de los datos y una serie de análisis estadísticos y econométricos de ellos. Finalmente se presentan capítulos que ofrecen las conclusiones del estudio.

Entrando más a detalle, en el capítulo 2 se esboza una definición más comprensiva del riesgo crediticio y algunos de los elementos más relevantes del riesgo crediticio para este estudio. Este capítulo servirá para proveer una definición operativa del riesgo crediticio manejado en este estudio. En el capítulo 3 se da una descripción más detallada de los derivados crediticios haciendo hincapié en el instrumento a analizar en este proyecto, el derivado crediticio de impago (o credit default swap). En el capítulo 4 se presentan los modelos “tradicionales” de valuación de instrumentos financieros usados en la mayoría de los estudios financieros y económicos. Este capítulo será de extrema utilidad para desarrollar el herramental empírico que se presenta en los capítulos posteriores. También se presenta el modelo más popular en la valuación de este instrumento a fin de dar un poco más de luz sobre los determinantes más importantes de los derivados crediticios. Por último, en el capítulo 5 se presenta una breve revisión de la literatura más relevante que trata sobre los derivados crediticios y temas relacionados, así como la tesis central del estudio.

---

Una vez expuesta la base teórica en la que se sustenta el estudio se presentaran dos capítulos que se concentran en la presentación y análisis de datos. En el capítulo 6 se presenta una breve descripción de las fuentes de información tanto públicas como privadas que se utilizaron para estimar los diversos modelos. En el capítulo 7 se presenta la metodología del análisis empírico de este estudio así como los resultados de los modelos econométricos seleccionados.

Por último, se presenta en el capítulo 8 una breve discusión del mercado de derivados crediticios a la fecha y la probable evolución de dicho mercado en años venideros. Finalmente, en el capítulo 9 se presentan las conclusiones generales de este estudio, tanto teóricas como empíricas. Diversos cuadros y gráficas están incluidos en el apéndice al final de este proyecto, aunque cabe destacar que algunos cuadros son imprescindibles en el cuerpo de este proyecto para facilitar la asimilación de la información y se encuentran en los diversos capítulos.

### 1.5 Breve adelanto de la tesis a probar

Antes de entrar a la revisión teórica de los derivados crediticios de impago y el riesgo crediticio, así como de la literatura más sobresaliente sobre el tema de este estudio resulta útil mencionar a grandes rasgos la hipótesis a evaluar. La hipótesis central de este estudio es que el precio de un derivado crediticio de impago depende no solamente de variables de corte tradicional (como se detallará más adelante en la revisión de la literatura del capítulo 5) sino también de variables que encapsulan características de las entidades de referencia como las que se pueden obtener de los estados contables de las antedichas entidades. También es importante evaluar la

---

interrelación de los instrumentos en el mercado crediticio para poder generar modelos más precisos en la valuación de derivados crediticios de impago. Estas dos dimensiones deben tratarse de agruparse en futuros estudios sobre la materia.

## CAPÍTULO 2 : RIESGO CREDITICIO

### 2.1 Definición general de riesgo crediticio

La Real Academia Española (RAE) define como riesgo una “contingencia o proximidad de un daño”. Dentro del mundo financiero y económico es común observar un sinfín de definiciones para distintos tipos de riesgo, como riesgo de mercado, riesgo sistémico o riesgo crediticio. Adicionalmente, es muy común encontrar una miríada de definiciones operativas para cuantificar estos tipo de riesgos, en particular para medir el riesgo de mercado destaca la “desviación estándar” de rentabilidad de un instrumento financiero (Ross et. al., 2001). Sin embargo, todas estas definiciones muchas veces generan confusión y pocas veces llegan a alcanzar un grado axiomático o lo suficientemente general como para poder ser adoptadas universalmente. Inclusive algunos estudiosos ofuscan aún más la discusión al introducir conceptos como incertidumbre o los rendimientos esperados para generar definiciones operativas. El riesgo, sin embargo, es un concepto mucho más básico y que requiere de pocos conceptos auxiliares para ser definido. Después de todo, el riesgo, como lo señala la RAE simplemente se define como una contingencia.

*En el caso del riesgo crediticio, este concepto emana de la posibilidad de que se presente una contingencia tal que los prestatarios y/o la contraparte en una transacción crediticia incumplan con lo estipulado en el contrato de dicha transacción (adaptación de Hull, 2005).*

En este caso es posible notar que esta definición es lo suficientemente general o axiomática que resulta extremadamente complicado rebatirla. El lector puede notar que en ningún momento se hace mención de conceptos auxiliares como la incertidumbre, preferencias, pagos o muchos otros conceptos usualmente relacionados con este tema. Algunos autores cometen el error de no generalizar lo suficiente la definición de riesgo crediticio al introducir el concepto de un “pago” en una transacción crediticia. Esto propicia que la definición pierda generalidad, ya que dentro de un contrato crediticio no solamente se puede considerar como “incumplimiento” la transacción financiera sino también otras transacciones paralelas, como la propia transacción física de un instrumento (si está estipulado en el contrato) o la transferencia del título de propiedad de un instrumento. Después de todo, un prestamista puede cumplir cabalmente con todas sus obligaciones y en este sentido haber “pagado” todo lo acordado, pero si la contraparte incumple al liberarlo de esta responsabilidad, pocos estarían de acuerdo con que se ha eliminado el riesgo crediticio de esta transacción. También es importante señalar que no es necesario incluir conceptos como incertidumbre o probabilidad para poder llegar a definir el riesgo crediticio. Algunos autores comienzan a esbozar su definición de riesgo presentando argumentos como “la incertidumbre es algo que está presente en toda transacción por lo tanto...” lo cual es una opinión naturalmente aceptada por muchos y por el autor, no obstante sigue siendo una opinión y no necesariamente un hecho irrefutable. Por lo tanto, para evitar caer en trampas filosóficas sin salida es mejor elevar la definición a un grado lo más axiomático posible y definir el riesgo crediticio como se mencionó anteriormente.

## 2.2 Definición operativa del riesgo crediticio en este estudio

Una vez esbozada una definición general y rigurosa del riesgo crediticio se puede generar una definición mucho más operativa con el afán de simplificar el análisis del estudio. En este estudio se parte de una definición *ad-hoc* del riesgo crediticio referente a la posibilidad que se presente una contingencia (cualesquiera que sean sus causas) tal que la parte emisora de un instrumento de crédito incumpla en los pagos acordados en el antedicho contrato. En este estudio no se considera el riesgo de contraparte, o el riesgo de que se presente una contingencia tal que la contraparte (la que recibe el instrumento de crédito) incumpla con sus obligaciones contractuales, ni tampoco otros riesgos relacionados, como el riesgo de transferencia de propiedad del instrumento u otros riesgos administrativos<sup>2</sup>.

## 2.3 Alternativas en la medición del riesgo crediticio

En las siguientes secciones se ofrece una breve discusión de las medidas más utilizadas para medir el riesgo crediticio. Adicionalmente, se esbozan conceptos auxiliares a este tema y se ofrecen algunas definiciones operativas para este estudio. Estas secciones surgen por parte de la inspiración de John Hull y su libro *Options, Futures and Other Derivatives* (2005).

---

<sup>2</sup> Existen diversos estudios que analizan este tipo de riesgo, para más información ver John Hull, *Valuing Credit Default Swaps II*, 2006, en donde se introduce el riesgo de contraparte en la valuación de CDS.

### *Agencias calificadoras*

Compañías como Moody's y Standard & Poors se dedican a proveer calificaciones que describen la solvencia de entidades de referencia. Por ejemplo, Moody's utiliza un sistema basado en una escala alfabético-numérica en donde la mejor calificación es Aaa, la siguiente mejor calificación es Aa, y así subsecuentemente hasta llegar a Caa. Adicionalmente, expanden la escala al introducir números del 1 al 3 para cada categoría, exceptuando la Aaa. En esencia, es una opinión sobre la habilidad de un deudor de cumplir con sus obligaciones contractuales (Naifar y Abid, 2005). En la siguiente tabla se ilustra este tipo de escala para Moody's y para Standard & Poors.

**TABLA 2.3.1**  
**ESCALA DE CALIFICACIONES CREDITICIAS**

<b>Moody's</b>	<b>Standard &amp; Poors</b>
Aaa	AAA
Aa1	AA+
Aa2	AA
Aa3	AA-
A1	A+
A2	A
A3	A-
Baa1	BBB+
Baa2	BBB
Baa3	BBB-
Caa	CCC

### *Obtención de probabilidades de impago utilizando datos históricos*

Otra forma de analizar el riesgo crediticio es a través de la estimación de las probabilidades condicionales de impago de una entidad de referencia (default intensities). En adición a las calificaciones crediticias, las agencias calificadoras publican matrices de probabilidades de incumplimiento acumuladas. En la tabla 2.3.2 se ilustra un ejemplo por parte de la agencia Moody's, en ésta se puede observar la probabilidad de que una entidad de referencia con una determinada calificación incumpla con sus obligaciones contractuales crediticias. Por ejemplo, para un bono emitido inicialmente con una calificación crediticia Caa, la probabilidad de supervivencia al final del segundo año es de 62.80% (100 – 37.20). Mientras que la probabilidad de que incumpla en el tercer año dado que sobrevivió en el segundo es de 17.23% [(48.02-37.20)/(62.80)]. A este último resultado se le conoce como la probabilidad condicional de impago (o default rate) y sirve de indicador para evaluar la solvencia crediticia de una entidad de referencia<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Lo anterior es para un periodo discreto, sin embargo, se puede aplicar en periodos continuos utilizando la siguiente formulación. Sea  $V(t)$  la probabilidad acumulada de supervivencia (1 – probabilidad de impago),  $\lambda(t)$  la probabilidad de impago condicional y  $Q(t)$  la probabilidad de impago en el tiempo  $t$ :

$$V(t + \Delta t) - V(t) = -\lambda(t)V(t)\Delta t$$

$$\frac{dV(t)}{dt} = -\lambda(t)V(t)$$

$$V(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$$

$$Q(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$$

<b>TABLA 2.3.2</b>									
<b>PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO ACUMULADA (%), 1970-2003</b>									
<b>Termino</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>(años)</b>									
<b>Aaa</b>	0.00	0.00	0.00	0.04	0.12	0.29	0.62	1.21	1.55
<b>Aa</b>	0.02	0.03	0.06	0.15	0.24	0.43	0.68	1.51	2.70
<b>A</b>	0.02	0.09	0.23	0.38	0.54	0.91	1.59	2.94	5.24
<b>Baa</b>	0.20	0.67	1.03	1.62	2.16	3.24	5.10	9.12	12.59
<b>Ba</b>	1.26	3.48	6.00	8.59	11.17	15.44	21.01	30.88	38.56
<b>B</b>	6.21	13.76	20.65	26.66	31.99	40.79	50.02	59.21	60.73
<b>Caa</b>	23.65	37.20	48.02	55.56	60.83	69.36	77.91	80.23	80.23

*Fuente: Moody's*

Lo que se puede apreciar en la tabla anterior es que para instrumentos con una calificación crediticia baja generalmente la probabilidad de incumplimiento es una función decreciente en el tiempo, mientras que sucede lo contrario para instrumentos de calificación alta. Por ejemplo, para un instrumento con calificación Caa se tiene el siguiente patrón de probabilidad de impago: 23.65, 13.55, 10.82, 7.54, 5.27, etc. Dicho resultado sugiere que una vez que un instrumento de calificación crediticia sobrevive un determinado tiempo los inversionistas consideran que debe disminuir la probabilidad de que incumpla la entidad de referencia. Por lo tanto, se puede argumentar que la dimensión temporal es un factor importante al valorar instrumentos crediticios. En el capítulo 7 se provee un análisis intertemporal para tratar de dilucidar la evolución del precio de un CDS en el tiempo.

### *Tasas de recuperación*

Usualmente, cuando una compañía se declara en quiebra tiene que hacer frente a sus obligaciones crediticias, ya sea liquidando los activos de la compañía y utilizando el producto para pagar sus deudas o reorganizando y reestructurando sus deudas. Sin embargo, en pocas ocasiones llega a cubrir todos sus adeudos (algo razonable, ya que, de hecho, está en una mala situación por definición). La tasa de recuperación, es un término utilizado para definir el valor de los instrumentos crediticios de una empresa inmediatamente después de anunciarse en quiebra. En la siguiente tabla se ilustran las tasas de recuperación para distintos bonos corporativos en los Estados Unidos de acuerdo a la clase del instrumento.

<b>Clase de emisión</b>	<b>Tasa de recuperación</b>
Senior asegurada	51.6
Senior no asegurada	36.1
Senior subordinada	32.5
Subordinada	31.1
Junior subordinada	24.5

*Fuente: Moody's*

Como se puede apreciar en la tabla anterior, parece existir una relación positiva entre la tasa de recuperación y la clase del instrumento. Bonos corporativos con más “preferencia” (seniority) tienden a tener tasas de recuperación más altas. Por otro lado, Moody's señala que hay una correlación negativa entre las tasas de recuperación y la calificación crediticia (Moody's, 2003).

### *Obtención de probabilidades impago utilizando precios de bonos*

De acuerdo a Hamilton et. al (2003) la razón por la que el precio de un bono corporativo es menor que el de uno libre de riesgo es debido a la posibilidad de impago. Estos autores sugieren que la probabilidad de impago puede ser estimada utilizando los precios de bonos y las tasas de recuperación de éstos. Esto se puede expresar a grandes rasgos a través de la siguiente relación<sup>4</sup>:

$$h = \frac{s}{1 - R}$$

En donde s es el diferencial entre la tasa del instrumento riesgoso y el instrumento libre de riesgo, R es la tasa de recuperación y h es la probabilidad de impago. Entonces, un instrumento con un “spread” del 2% y con una tasa de recuperación del 40% tendrá una probabilidad de impago de 3.33%.

### *Comparación entre estimaciones de probabilidades de impago utilizando datos históricos vs. precios de bonos*

Después de haberse presentado dos maneras para medir la probabilidad de impago, es natural cuestionar cuál de ellas es la más apropiada. En la siguiente tabla se ilustran los resultados promedio de calcular las probabilidades de impago con los dos métodos y de acuerdo con la calificación crediticia de un bono corporativo.

---

<sup>4</sup> Esto es solamente una aproximación. Hay métodos alternativos para obtener resultados más precisos como el de igualar la pérdida esperada de un instrumento al diferencial entre el precio de un bono riesgoso y el de un bono libre de riesgo. Para más detalle ver Hull (2005).

**TABLA 2.3.4**  
**COMPARACION DE PROBABILIDADES ESTIMADAS DE IMPAGO**

<b>Calificación</b>	<b>Método con datos históricos</b>	<b>Método con precios de bonos</b>	<b>Razón</b>
Aaa	0.04	0.67	16.8
Aa	0.06	0.78	13.0
A	0.13	1.28	9.8
Baa	0.47	2.38	5.1
Ba	2.47	5.07	2.1
B	7.69	9.02	1.2
Caa	16.90	21.30	1.3

Al analizar las probabilidades obtenidas por los dos métodos, resulta patente observar que las probabilidades de impago obtenidas a través de los precios de los bonos suelen ser más elevadas que las obtenidas a través de datos históricos. Hull (2005) señala que esto puede deberse a diversas razones:

- 1) Que los inversionistas demanden un precio extra en bonos para compensar por la iliquidez del instrumento
- 2) Los inversionistas pueden estar considerando una posible crisis y requieren una compensación adicional
- 3) Las entidades de referencia suelen quebrar en conjunto y los inversionistas requiere una compensación adicional
- 4) Resulta difícil diversificar un portafolio de bonos

---

De acuerdo con John Hull, la razón más importante es la tercera, ya que en períodos de estrés económico tienden a quebrar entidades de referencia mientras que en períodos estables sucede lo contrario. Los inversionistas, por lo tanto, quizás están exigiendo un mayor retorno para adoptar este riesgo (popularmente conocido como sistemático, o que no puede ser diversificado).

Por último el mismo autor sugiere que la probabilidad adecuada depende del análisis a realizar. En casos de valuación de instrumentos es preferible utilizar las probabilidades estimadas a través de los precios de bonos, ya que implícitamente se recurre a métodos de valuación basados en tasas neutrales frente al riesgo (para ver porqué esto es cierto, recordar que se estimaron las probabilidades con precios de bonos utilizando como referencia el spread sobre la tasa libre de riesgo). En cambio cuando se recurrió a estimar las probabilidades a través de datos históricos, éstas fueron probabilidades “físicas” ya que de hecho son las del mundo real o lo que sucedió, de ahí que no son realmente apropiadas para valuar instrumentos en el futuro.

#### 2.4 Una breve descripción de contabilidad financiera

Una vez que se ha ilustrado la interrelación entre las probabilidades de impago y los precios de instrumentos crediticios, se podría argumentar que si un estudio pudiera recabar variables que determinaran estas probabilidades o estuvieran relacionadas con ellas, entonces esto a su vez podría servir para determinar los precios de un instrumento crediticio cualesquiera. Por lo tanto, si se obtienen variables relacionadas con la salud financiera de una entidad de referencia y su capacidad para

---

afrontar sus obligaciones crediticias, en teoría, se podría estimar una relación funcional para determinar el precio de un CDS emitido por ella. Como se verá a mayor detalle en el apartado sobre las supuestas diferencias entre modelos de “forma reducida” y los “estructurales”, existen ciertas variables como aquellas obtenibles de los resultados financieros de entidades de referencia que pueden estar estrechamente relacionadas con las probabilidades de impago de una empresa. Con este argumento en mente, en este estudio se ha recurrido a datos procedentes de los estados contables de entidades de referencia para obtener información que sirva para estimar los precios de los CDS de dichas entidades. Se seleccionaron datos de los estados financieros consolidados de diversas empresas en un afán de construir las razones financieras más utilizadas, como lo son los indicadores de actividad, de apalancamiento, de liquidez, de flujo de efectivo, entre otros más. Se puede argumentar que este tipo de información está relacionada con la probabilidad de que una entidad de referencia cualquiera experimente una situación de impago y por ende pueda servir para estimar los precios de los instrumentos crediticios emitidos por ésta. Este tipo de relaciones se explicará con mayor detalle en el capítulo 4 en donde se presentan modelos de valuación basados en factores y la selección de factores para introducir en el modelo. Adicionalmente, en el capítulo 6 se presentará un resumen de los datos recabados de los estados contables de las entidades de referencia seleccionadas para el análisis empírico.

## CAPITULO 3 : DERIVADOS CREDITICIOS

### 3.1 Definición de los derivados crediticios de impago (CDS)

#### *Método de valuación simple de CDS vainilla*

La manera más fácil de ilustrar la determinación del precio de un CDS vainilla y la relación de éste con las probabilidades de impago es a través de un ejemplo numérico (en el siguiente capítulo, naturalmente, se ofrece una demostración más rigurosa y completa). El siguiente ejemplo, se extrae íntegro del libro de John Hull, *Options, Futures and Other Derivatives (2005)*. En el ejemplo se asume la compra de un CDS a un precio  $s$  sobre un bono corporativo con un valor nominal de 1 dólar, una tasa libre de riesgo equivalente a 5% anual (con amortización continua), una tasa de recuperación esperada de 40% y una función de probabilidad de impago como la descrita en la columna 2 de la tabla 3.1.1. En el supuesto de que el comprador de protección hace pagos anuales y que la posible quiebra sucede a la mitad del año el flujo de pagos ordinarios por protección viene determinado de la siguiente forma:

<b>Tiempo</b>	<b>Prob. de impago</b>	<b>Prob. de supervivencia</b>	<b>Pago esperado</b>	<b>Factor de descuento</b>	<b>Valor presente de pagos</b>
1	0.0200	0.9800	0.9800s	0.9512	0.9322s
2	0.0196	0.9604	0.9604s	0.9048	0.8690s
3	0.0192	0.9412	0.9412s	0.8607	0.8110s
4	0.0188	0.9224	0.9224s	0.8187	0.7552s
5	0.0184	0.9039	0.9039s	0.7788	0.7040s
Total					4.0704s

*Fuente: Options, Futures and Other Derivatives (2005)*

En la mayoría de los contratos, el comprador de protección, paga por la protección ofrecida hasta el momento en que se declara en bancarrota la empresa. Asumiendo que la empresa se declare en quiebra a la mitad del año, el flujo de pagos por protección viene determinado de la siguiente forma.:

**TABLA 3.1.2**  
**PAGOS POR PROTECCION HASTA EL PUNTO DE QUIEBRA**

<b>Tiempo</b>	<b>Prob. de impago</b>	<b>Pago esperado</b>	<b>Factor de descuento</b>	<b>Valor presente de pagos</b>
0.5	0.0200	0.0100s	0.9753	0.0097s
1.5	0.0196	0.0098s	0.9277	0.0091s
2.5	0.0192	0.0096s	0.8825	0.0085s
3.5	0.0188	0.0094s	0.8395	0.0079s
4.5	0.0184	0.0092s	0.7985	0.0074s
<b>Total</b>				<b>0.0426s</b>

*Fuente: Options, Futures and Other Derivatives (2005)*

Por otro lado, el comprador de protección se hace acreedor a un potencial pago (payoff) en caso de que la empresa se declare en quiebra. Esto se puede ver en la siguiente tabla.

**TABLA 3.1.3**  
**PAGOS POR RECIBIR EN CASO DE QUIEBRA**

<b>Tiempo</b>	<b>Prob. de impago</b>	<b>Tasa de recuperación</b>	<b>Pago esperado</b>	<b>Factor de descuento</b>	<b>Valor presente de pagos</b>
0.5	0.0200	0.4	0.0120	0.9753	0.0117
1.5	0.0196	0.4	0.0118	0.9277	0.0109
2.5	0.0192	0.4	0.0115	0.8825	0.0102
3.5	0.0188	0.4	0.0113	0.8395	0.0095
4.5	0.0184	0.4	0.0111	0.7985	0.0088
<b>Total</b>					<b>0.0511</b>

*Fuente: Options, Futures and Other Derivatives (2005)*

Por lo tanto, la solución en el equilibrio (una vez que se eliminan las oportunidades de arbitraje) será cuando el comprador equipare las pérdidas esperadas de realizar los pagos por protección a las ganancias esperadas en caso de que la empresa quiebre:

$$4.0704s + 0.0426s = 0.0511 \quad (3.1)$$

Resolviendo para  $s$  se encuentra que el agente comprará protección a un precio anual de 0.0124 o 1.24% por cada dólar del valor nocional del instrumento. Este ejemplo es de gran utilidad ya que sirve para ilustrar el tipo de consideraciones en la determinación del precio de un CDS. Nótese que una de las variables más cruciales es la probabilidad de impago. De esta variable emana gran parte del marco conceptual necesario para valuar precios de CDS (inclusive, como se argumentó anteriormente, la variable tasa de recuperación está íntimamente ligada a ésta).

### 3.2 Definición operativa de los derivados crediticios analizados en el estudio

*¿Por qué no analizar otro tipo de derivados crediticios?*

Como se expuso en la introducción a este estudio el instrumento central a estudiar es el CDS vainilla. No se analizan otros derivados, como las canastas de instrumentos crediticios o derivados crediticios de intercambio de retornos totales ya que se considera que éstos son simplemente un compuesto o reagrupación de varios CDS vainilla. Por lo tanto, las conclusiones extraíbles de este estudio, pueden ser fácilmente adaptables para explicar este tipo de instrumentos. Adicionalmente, se

---

consideran situaciones en las que únicamente existe el riesgo de que una entidad de referencia entre en una situación de impago y no se analiza el caso en el que la contraparte (la parte que adquiere el CDS), incumpla en sus obligaciones. Esto se hace, naturalmente, con la finalidad de simplificar el análisis. Sin embargo, se puede argumentar que es un supuesto razonable (Hull, 2000).

## **CAPITULO 4: MODELOS TRADICIONALES FINANCIEROS Y ECONOMICOS DE VALUACIÓN DE INSTRUMENTOS**

### **4.1 Modelos estructurales vs. Modelos en forma reducida**

*La división entre modelos reducidos y estructurales: un debate irresoluto, mal concebido y obsoleto*

Algunos autores en un intento por encasillar en estructuras conceptuales absurdas y extremadamente rigurosas<sup>5</sup> a los distintos modelos de valuación de instrumentos han generado coloquialmente dos categorías para agrupar el amplio universo de modelos financieros, la primera bajo el nombre de modelos estructurales y la segunda bajo el nombre de modelos en forma reducida. No solamente eso, sino que se puede argumentar que se han enfrascado en una batalla campal por definir cuál vertiente es superior a la otra sin darse cuenta muchas veces que de hecho la barrera entre las dos es muy difusa y que de hecho se pueden complementar ambas vertientes (Jarrow y Protter, 2004). De acuerdo a Bielecky y Rutkowski (2002) existen dos tipos de modelos, los estructurales como el de Black Scholes (1973) y el de Merton (1974) y los de forma reducida como los de Jarrow y Turnbull (1992,1995). Curiosamente, Jarrow, considera esta división como errónea (Jarrow y Protter, 2004), y sin embargo, muchas veces es, considerado como uno de los creadores de dicha vertiente. De acuerdo con Jarrow y Protter, los modelos de tipo estructural generalmente recurren a variables que describen de manera detallada la estructura financiera de las empresas y el impacto que tienen éstas en el precio de los instrumentos crediticios (como el valor de los activos o el de los pasivos). Por otro lado, los modelos en forma reducida recurren a variables que suelen tener menos

---

<sup>5</sup> Punto de vista que este autor no comparte.

---

detalle sobre la estructura financiera de las empresas pero que están disponibles públicamente (como la calificación crediticia de una empresa o la estructura de tasas presente en la economía).

Un factor central que ha propiciado este debate es la creencia de que la diferencia en el tipo de información contenida en estas variables es conducente a un mayor o menor grado de predicción sobre un estado de incumplimiento crediticio. De acuerdo con Bielecky y Rutkowski (2002), los modelos en forma estructural al contar con información “más detallada” sobre las entidades de referencia implican que hay perfecta predicción del tiempo en el que una entidad de referencia pueda incumplir. Mientras que para los modelos de forma reducida dicha predicción es “inaccesible” y por ende se debe recurrir a la introducción de probabilidades de impago para evaluar el precio de los instrumentos crediticios. Esto ha generado un debate sobre cuál es el modelo más adecuado, ya que si el mercado no puede tener acceso a información detallada sobre la salud financiera de las empresas, entonces la valuación no se centrará en este tipo de variables sino en variables accesibles a los agentes. Sin embargo, Jarrow y Protter (2004) refutan este argumento al señalar que el contar con mayor información no necesariamente implica un mayor poder de predicción sobre el impago de un entidad de referencia. Un ejemplo de lo anterior, señalan Jarrow y Protter (2004) sería el caso en el que el valor de los activos de una empresa siguiera un proceso continuo de difusión “con brincos”<sup>6</sup> en donde no se pudiera determinar dicha probabilidad de impago. Adicionalmente, señalan que un modelo estructural

---

<sup>6</sup> Para más información sobre brincos y procesos de difusión referirse al estudio de Zhang, Zhou, y Ziu, *Explaining Credit Default Swap Spreads with equity volatility and Jump Risks of Individual Firms*, 2005.

puede ser transformado en uno en forma reducida si el conjunto de información se hace menos refinado, de tal manera que las variables sean similares o idénticas a las observadas en el mercado. De ahí que, de acuerdo con estos autores, la distinción entre los modelos de forma reducida y estructural no se basa en la predicción de las probabilidades de impago de las entidades de referencia como muchos autores lo han considerado sino en el tipo de información que adoptan los modelos y sobre todo si la información es observable o no por el mercado

Jarrow y Protter (2004) argumentan que para la valuación de instrumentos, es más apropiado utilizar el modelo en forma reducida ya que es plausible argumentar que los individuos en el mercado no tienen una información perfecta de las empresas y que se guían más por información disponible públicamente. Sin embargo, lo que queda patente es que la distinción entre los dos tipos de modelo es bastante difusa, lo cual es un resultado inexorable de tratar de encasillar modelos en clasificaciones innecesarias y mal concebidas<sup>7</sup>. Por ejemplo, considérese la variable ventas netas y el “rating” crediticio. De acuerdo con los proponentes de la supremacía de los modelos en forma reducida, ya que el mercado “no tiene acceso” y por ende no puede observar adecuadamente la primera variable, entonces recurrirá a la segunda variable y por lo tanto los modelos adecuados deben ser éstos. Sin embargo, es importante analizar con mayor detenimiento la variable rating (para más información referirse al capítulo 2) que generalmente es producto de estimaciones por parte de compañías calificadoras, precisamente sobre variables de los estados financieros de

---

<sup>7</sup> Para más información referirse a John Cochrane *Asset Pricing*, en el apartado de APT vs. I-CAPM para notar una presentación apasionante de lo difuso que resulta la distinción entre estos tipos de modelos, considerados por muchos como diametralmente opuestos.

---

las empresas, como por ejemplo, las ventas netas. Por consecuencia se entra a un mundo nebuloso y ofuscado de argumentos recursivos que no conducen a ninguna parte. El vislumbrar que un modelo en forma estructural tiene mayor poder de predicción sobre la probabilidad de impago sería equivalente a asumir que los agentes en el mercado pueden analizar los datos de una manera más precisa de lo que lo hacen las compañías calificadoras y de nuevo se entra en un debate en donde se introducen una miríada de conceptos como la “calidad” y “completitud” de la información, así como diferencias en la capacidad de digerir dicha información por los agentes. Adicionalmente y como se podrá apreciar en el capítulo 7 (sobre los resultados econométricos) el tratar de encasillarse en algún tipo de modelo puede tener consecuencias graves, ya que si las variables explicativas no varían pero el precio del instrumento sí lo hace, entonces el modelo por antonomasia tiene un bajo poder explicativo y no está logrando capturar todas las dinámicas en juego. En mercados no estructurados, como el de mostrador (over-the-counter), quizás los modelos estructurales sean los más adecuados ya que probablemente exista poca información pública disponible, mientras que en los estructurados puede suceder lo contrario. Sin embargo, el poder asumir que un estudioso de la materia pueda esbozar dicha división es extremadamente pretencioso.

En conclusión, la distinción entre modelos de tipo estructural y aquéllos de forma reducida tiende a ser difusa y tiende a generar confusión e imprecisión en la valuación de instrumentos. De acuerdo con Jarrow y Protter (2004) la diferencia de estos modelos muchas veces se centra en la selección de variables que se consideran como observables por el mercado. El imponer una estructura *a priori* a los modelos

puede resultar en algo desastroso ya que es equivalente a asumir que se puede distinguir entre lo que se observa o no el mercado (algo que puede resultar demasiado pretencioso). Es por este motivo que en este estudio se adopta una postura más laxa al respecto y se generan modelos de valuación combinando diversos tipos de variables y se señalan las ventajas y desventajas de utilizar cada una de ellas.

#### 4.2 El modelo de flujos descontados y modelo tradicional basado en consumo

Siguiendo la inspiración de John Cochrane (2005) sobre la valuación de instrumentos basados en modelos de flujos descontados en este apartado se presenta el modelo central de valuación de instrumentos financieros de acuerdo a este autor, así como el modelo tradicional con factores de descuento estocástico basados en funciones de consumo intertemporales como la siguiente:

$$U(C_t, C_{t+1}) = u(C_t) + \beta E_t[C_{t+1}] \quad (4.1)$$

En su libro *Asset Pricing*, John Cochrane postula una forma general para valuar cualquier tipo de instrumento financiero. El autor parte de una noción general basada en flujos descontados esperados (o a través de un método de momentos generalizados) y lo resume en dos sencillas ecuaciones:

$$P_t = E(m_{t+1} x_{t+1}) \quad (4.2)$$

$$m_{t+1} = f(\text{datos}, \text{parametros}) \quad (4.3)$$

En donde  $P_t$ : precio del activo

$x_{t+1}$ : pago del activo (o payoff)

$m_{t+1}$ : factor estocástico de descuento

Basado en esta noción el autor introduce uno de los modelos más populares en el mundo económico y es el del modelo de valuación basado en el consumo. En este modelo se presenta un consumidor representativo con una función de utilidad intertemporal y se resuelve el problema de maximización de este agente sujeto a una restricción crediticia intertemporal.

$$\max U(C_t, C_{t+1}) = u(C_t) + \beta E_t[C_{t+1}] \quad (4.4)$$

$$\text{s.a. } C_t = e_t + p_t \varepsilon$$

$$C_{t+1} = e_{t+1} + x_{t+1} \varepsilon$$

Asumiendo una función de utilidad sencilla<sup>8</sup> se puede demostrar que las condiciones de primer orden de este problema arrojan que:

$$P_t = E_t[\beta * \frac{U'(C_{t+1})}{U'(C_t)} * x_{t+1}] \quad (4.5)$$

O de rescribiendo lo anterior

$$P = E(mx) \quad (4.6)$$

$$m = \beta * \frac{U'(C_{t+1})}{U'(C_t)} \quad (4.7)$$

De ahí que el agente maximizador comprará más o menos del activo hasta que se cumpla la condición anterior. El ejercicio anterior es de gran utilidad ya que sugiere que cualquier instrumento financiero puede ser valuado de una manera relativamente sencilla. Lo único que se necesita es determinar el factor estocástico de descuento de

---

<sup>8</sup> Suponga una función de utilidad log-normal por ejemplo.

los agentes y simplemente descontar los pagos esperados de acuerdo a éste. Sin embargo, en la práctica el modelar este factor estocástico utilizando funciones de consumo (o la tasa marginal de sustitución) resulta complejo. Después de todo, ¿qué es exactamente una función de utilidad? ¿Acaso hay una forma de obtener información para modelarla y cuantificarla con precisión?

Los problemas que arroja el tratar de estimar funciones de utilidad han generado vertientes alternativas para determinar o aproximar el factor estocástico de descuento. Estas alternativas se presentan en la siguiente sección. Esto no quiere decir que el modelo esté equivocado, al contrario las alternativas se basan en el mismo concepto, simplemente tratan de hacerlo más operativo.

#### 4.3 El modelo CAPM y el modelo I-CAPM

La problemática de estimar el factor de descuento estocástico ha fomentado la generación de modelos alternativos para estimar dicho elemento. Entre algunos de los modelos más populares se encuentra el modelo de valuación de activos de capital de Sharpe y Lintner (o CAPM por sus siglas en inglés). De acuerdo con Cochrane (2005), estos modelos se pueden denominar como de factores ya que intentan reemplazar la expresión de la tasa de marginal de utilidad del consumo por una relación lineal de factores como se ilustra en la siguiente especificación<sup>9</sup>:

$$m_{t+1} = a + bf_{t+1} \quad (4.8)$$

---

<sup>9</sup> Es fácil demostrar que esto se puede reescribir como  $E(R_i) = \gamma + \beta_i R(E(R_w) - \gamma)$  que es la manera tradicional de ver al CAPM. Para un tratamiento más a fondo ver *Asset Pricing* de John Cochrane (2005).

En donde  $a$  y  $b$  son parámetros cualesquiera y  $f_{t+1}$  son una serie de variables que están asociadas con características relacionadas con las preferencias de los agentes. En otras palabras, aproximan el factor de descuento estocástico a una serie de variables o factores que estén relacionadas a la tasa marginal de utilidad de los agentes:

$$\beta^* \frac{U'(C_{t+1})}{U'(C_t)} \approx a + bf_{t+1} \quad (4.9)$$

Utilizando una serie de especificaciones funcionales para la función de consumo así como para la restricción crediticia, y otros supuestos adicionales<sup>10</sup>, se puede demostrar que el factor estocástico se puede modelar de la siguiente manera:

$$m_{t+1} = a + bR_{t+1} \quad (4.10)$$

En donde  $a$  y  $b$  son parámetros cualesquiera y  $R_{t+1}$  son los retornos del portafolio de riqueza de los agentes. Por lo tanto, el modelo CAPM básicamente sugiere que una manera de aproximar la tasa marginal de utilidad es a través de la utilización de una variable como los retornos de la riqueza. Este es un supuesto plausible ya que en muchos modelos económicos se puede notar que el consumo está relacionado con los retornos de un conjunto de portafolios<sup>11</sup> de los agentes (Cochrane, 2005).

A lo largo de los años el modelo CAPM ha ido evolucionando y en los últimos años se ha presentado una expansión del modelo original llamado el I-CAPM (o modelo

---

<sup>10</sup> En algunos casos es necesario introducir supuestos adicionales, como normalidad de distribuciones así como “linearización” de las especificaciones. Para un tratamiento más a fondo, ver *Asset Pricing* de John Cochrane (2005).

<sup>11</sup> En el portafolio se encuentra el retorno de todos los activos del agente, y destaca particularmente el retorno del capital humano, o en otras palabras, el ingreso marginal.

de valuación de activos de capital intertemporal). Este modelo eleva el grado de generalidad del anterior al señalar que cualquier variable de “estado”  $Z_t$  puede ser un factor de descuento. En otras palabras el modelo I-CAPM reemplaza la variable  $R_{t+1}$  por una variable más general  $f_{t+1}$  que incluye tanto la riqueza de los agentes como cualquier otro tipo de variable que puede servir de pronóstico de cambios en la distribución de los retornos futuros o el ingreso:

$$m_{t+1} = a + bf_{t+1} \quad (4.11)$$

Una vez concluido el repaso de los modelos de valuación de activos basados en el consumo y la forma en las que éstos se pueden estimar es de gran utilidad repasar brevemente un modelo utilizado para valorar el precio de un CDS y obtener más luz al respecto de los factores necesarios para valorar dicho instrumento.

#### 4.4 El modelo de Hull de valuación de CDS

##### *La valuación de un CDS vainilla*

Antes de presentar el modelo central de este proyecto es importante analizar más a fondo la relación entre el precio de un instrumento de intercambio crediticio de impago o diferencial del CDS y las probabilidades de que la entidad del instrumento subyacente experimente un evento crediticio. Este ejercicio es de gran utilidad ya que puede servir de guía para seleccionar los factores adecuados para valorar un instrumento CDS.

---

En este proyecto partiremos de un supuesto central sobre los agentes. En este proyecto los agentes se caracterizan por ser neutrales frente al riesgo. De esta manera cuando se extraigan las probabilidades neutrales frente al riesgo de una entidad se podrán estimar correctamente los precios de los derivados.

En un CDS vainilla el comprador de protección hace una serie de pagos periódicos, usualmente anuales, a un vendedor de protección. A cambio de estos pagos el comprador de protección adquiere el derecho de recibir el diferencial entre el valor nominal del subyacente en el momento en que se expidió éste y el valor nominal del subyacente en el momento de un evento crediticio. Por ejemplo si una empresa, que emite un bono, a un valor nominal de \$100, llegara a quebrar, y suponiendo que su precio se desplomara a \$30, alguien que hubiera comprado un CDS por este bono, se haría acreedor a recibir \$70. En este caso el precio del bono caería hasta un 30% de su nivel original. A este porcentaje se le denomina tasa de recuperación.

En los siguientes párrafos se presentará un modelo sencillo de determinación del diferencial CDS. Este modelo se extrae íntegramente del trabajo seminal de John Hull, Valuing Credit Default Swaps I (2002). En ese trabajo John Hull asume que los eventos de impago, las tasas de interés libres de riesgo, y las tasas de recuperación de los bonos en caso de impago son independientes entre sí. También se asume que en caso de un impago, el contrato CDS estipula un pago igual al valor nominal del bono en ese momento más los intereses acumulados.

El modelo se define de la siguiente manera

$T$ : Vida del CDS

- $q(t)$ : Densidad de probabilidad neutral frente al riesgo de un evento crediticio
- $\pi$ : La probabilidad neutral frente al riesgo de que no ocurra un evento crediticio
- $R$ : Tasa de recuperación esperada en un mundo neutral frente al riesgo
- $u(t)$ : Valor presente de pagos a una razón de \$1 por año, entre  $t=0$  y  $t$
- $e(t)$ : Valor presente de pagos incrementales en el tiempo  $t$  igual a  $t-t^*$ , donde  $t^*$  es el pago inmediatamente anterior al pago en el tiempo  $t$
- $v(t)$ : Valor presente de un \$1 en el tiempo  $t$
- $w$ : Pagos anuales por el comprador de protección
- $s$ : Valor que genera un valor del CDS igual a cero
- $A(t)$ : Intereses acumulados del instrumento de referencia en el tiempo  $t$

Asumiendo un mundo neutral frente al riesgo en caso de un evento crediticio los dueños de CDS recibirán por cada dólar:

$$1 - R \quad (4.12)$$

Incorporando los intereses acumulados la expresión anterior se expande a:

$$1 - (1 + A(t))R = 1 - R - A(t)R \quad (4.13)$$

Por otro lado la probabilidad de un evento crediticio viene definida por la siguiente relación:

$$\pi = 1 - \int_0^T q(t)dt \quad (4.14)$$

Dado esto, el valor presente de los pagos por un comprador de protección queda definido por:

$$w \int_0^T q(t)[u(t) + e(t)]dt + w\pi u(T) \quad (4.15)$$

Mientras que el valor presente del pago por parte de un vendedor de protección queda definido por:

$$\int_0^T [1 - \hat{R} - A(t)\hat{R}]q(t)v(t)dt \quad (4.16)$$

Por lo que el valor del derivado CDS queda definido como la diferencia entre el pago que el vendedor le da y lo que el tiene que pagar:

$$\int_0^T [1 - \hat{R} - A(t)\hat{R}]q(t)v(t)dt - w \int_0^T q(t)[u(t) + e(t)]dt - \pi w u(T) \quad (4.17)$$

Recordando que  $w$  representa los pagos que hace el comprador de protección sabemos que se debe elegir un punto donde la expresión anterior sea igual a cero. Definiendo a  $s$  como el nivel que produce que la expresión sea igual a cero obtenemos:

$$s = \frac{\int_0^T [1 - \hat{R} - A(t)\hat{R}]q(t)v(t)dt}{\int_0^T q(t)[u(t) + e(t)]dt + \pi u(T)} \quad (4.18)$$

Se pueden calcular fácilmente los precios de los CDS si se obtienen datos sobre la tasa de recuperación, intereses acumulados y las probabilidades neutrales frente al riesgo. Asumiendo que los primeros dos elementos son conocidos por todos (aunque la tasa de recuperación se debe calcular históricamente o extraer de alguna compañía calificadora) lo único que hace falta es extraer las probabilidades neutrales frente al riesgo.

*La valuación de CDS vainilla asumiendo inexistencia de oportunidades de arbitraje*

Si se asume que los agentes capturan cualquier oportunidad de obtener retornos producto del arbitraje entonces el DCDS puede ser aproximado al diferencial entre el rendimiento de un bono libre de riesgo de T años de duración y el rendimiento de un bono similar emitido por una entidad que no es libre de riesgo. Este diferencial se puede expresar como  $s^* = y - x$ , donde  $y$  denota el rendimiento de un bono emitido por una entidad con riesgo y  $x$  el rendimiento de un bono libre de riesgo. Esta expresión debe ser cierta si los agentes capturan cualquier oportunidad de arbitraje. Para ver porqué, asúmase por un momento que  $y - x$  es mayor a  $s^*$ , en este caso a cualquier agente le convendrá comprar el bono emitido por la entidad de referencia junto con el CDS y vender en corto un bono libre de riesgo. Alternativamente si  $y - x$  es menor a  $s^*$  a un agente le convendrá vender en corto un bono emitido por la entidad de referencia, vender el CDS y comprar un bono libre de riesgo. El resultado de estas acciones llevará a la igualdad de estos dos elementos y por lo tanto se agotarán las oportunidades de arbitraje.

El modelo se define de la siguiente manera

$A^*(t)$ : Intereses acumulados del instrumento de referencia en el tiempo  $t$  que son pagados al mismo tiempo que los pagos del CDS

$L$  : Valor nocional del subyacente

$R$ : Tasa de recuperación que ocurre al momento de la quiebra

De esta manera el valor del CDS queda definido por:

$$L[1 + A^*(t)](1 - R) - L(y - x)(t - t^*) \quad (4.19)$$

El pago ideal de un CDS queda definido como:

$$[1 + A^*(t)](1 - R) \quad (4.20)$$

Pero este pago contrasta con el que antes se había obtenido y que es de hecho el que normalmente ocurre en transacciones de CDS:

$$1 - R - A(t)R \quad (4.21)$$

Por lo que el valor de  $s^*$  sobreestima el valor del verdadero  $s$ , pero es posible hacer una simple corrección para eliminar este problema haciendo algo similar a lo presentado en el inciso anterior:

$$s^* = \frac{(1 - \hat{R}) \int_0^T [1 + A^*(t)] q(t) v(t) dt}{\int_0^T q(t) [u(t) + e(t)] dt + \pi u(T)} \quad (4.22)$$

$$s^* = \frac{(1 - \hat{R})(1 + a^*) \int_0^T q(t)v(t)dt}{\int_0^T q(t)[u(t) + e(t)]dt + \pi u(T)} \quad (4.23)$$

Por otro lado:

$$s = \frac{(1 - \hat{R} - a\hat{R}) \int_0^T q(t)v(t)dt}{\int_0^T q(t)[u(t) + e(t)]dt + \pi u(T)} \quad (4.24)$$

De estas dos últimas especificaciones es fácil obtener:

$$s = \frac{s^*(1 - \hat{R} - a\hat{R})}{(1 - \hat{R})(1 + a^*)} \quad (4.25)$$

Con esta especificación es fácil observar que el DCDS se puede construir a través del diferencial entre el rendimiento de un bono emitido por una entidad y el de un bono libre de riesgo, ajustando por la tasa de recuperación y la tasa de los cupones. Como se podrá observar en el capítulo 6 sobre la descripción de datos, es con esta inspiración en mente que se seleccionó a la sobretasa ofrecida por VALMER como una variable aproximada del precio de un CDS.

#### 4.5 Elección del modelo central utilizado en este estudio

##### *Un modelo de valuación basado en factores*

Los modelos anteriores sirven para ilustrar la relación entre los CDS y los instrumentos subyacentes. Señalan un elemento crucial entre estos dos activos: las probabilidades de impago. Lamentablemente estos modelos asumen la independencia entre eventos de impago, las tasas de interés libres de riesgo, y las tasas de recuperación de los bonos. Esto puede ser demasiado restrictivo. Sin embargo, los modelos son extremadamente útiles ilustrando la relación entre los dos activos.

En este proyecto se parte de una metodología más general para analizar a fondo cuáles son los determinantes del precio de un CDS. Se parte de la ecuación de valuación fundamental de las finanzas de John Cochrane,  $P_t = E(m_{t+1}x_{t+1})$ . Esta ecuación determina el precio de cualquier activo siempre y cuando se cuente con un factor de descuento estocástico apropiado. Si resulta posible modelar el factor estocástico adecuadamente entonces se podrán encontrar los precios de los derivados crediticios. Por ejemplo, en el caso de otros instrumentos como las acciones muchos autores argumentan que factores como rendimientos del mercado, cambios en la producción, tipo de cambio y otros más pueden modelar adecuadamente el factor de descuento estocástico. Una vez que se obtiene éste se pueden descontar los pagos esperados de las acciones y obtener sus precios. De hecho esta metodología resulta en modelar precios a través del conocido I-CAPM que postula la ecuación:

$$E(R_i) = R_{LR} + \beta_o(R^* - R_i) + B_1Z_1 + B_2Z_2 + \dots + B_nZ_n = R_{LR} + \sum B_iZ_i \quad (4.26)$$

En particular en este proyecto se postula una forma funcional lineal del factor estocástico  $m_{t+i}$  que depende de una serie de factores  $Z_i$ :

$$m_{t+i} = B_1 Z_1 + B_2 Z_2 + \dots + B_n Z_n = R_{LR} + \sum B_i Z_i \quad (4.27)$$

Esta especificación permite postular de manera lineal relaciones funcionales que ayuden a encontrar los determinantes de los derivados crediticios. La desventaja central de esta metodología es que no señala ningún criterio para limitar el número de factores que podemos incluir. Potencialmente se podrían incluir un número infinito de factores, quizás con muy poco poder explicativo o nulo. Es por este motivo que diversos estudios presentan pruebas de causalidad de Granger para determinar la inclusión de una variable en sus especificaciones del factor de descuento estocástico.

Tomando en consideración los modelos iniciales es razonable asumir que el factor de descuento estocástico para el caso de derivados crediticios debe estar relacionado con las probabilidades de impago y quizás con otras variables más. Naturalmente obtener las probabilidades reales de impago puede ser imposible y quizás lo único que se pueda determinar son las probabilidades neutrales frente al riesgo. En todo caso lo que sugiere este inciso es que variables observables que estén relacionadas con la probabilidad de que una empresa quiebre serán las necesarias para formular una especificación del factor de descuento estocástico apropiada. Variables como apalancamiento de una empresa o flujo de efectivo de una empresa pueden ser las más apropiadas en este caso ya que es razonable asumir que quizás estén

---

correlacionadas con la probabilidad de que una empresa experimente un evento crediticio y esto a su vez pueda servir para estimar los precios de los instrumentos crediticios expedidos por la empresa.

---

## **CAPÍTULO 5: REVISION DE LA LITERATURA**

### 5.1 Estudios existentes sobre los derivados crediticios y el riesgo

Indudablemente dentro del mercado de derivados un sector que actualmente experimenta un crecimiento sobresaliente es el de los derivados crediticios. De acuerdo con estimaciones de Lehman Brothers el mercado de derivados crediticios medido por la cantidad nominal de deudas pendientes creció de \$270 billones de dólares en 1997 a uno de \$3,310 billones de dólares al finalizar el 2003. De manera paralela se puede apreciar un crecimiento de trabajos empíricos de este sector, sin embargo, la tasa de crecimiento de dichos proyectos no ha sido tan espectacular como la del mercado de derivados crediticios. Además, dado que éste es un sector relativamente joven, ya que mostró sus primeros movimientos en 1994, todavía no hay una acumulación de literatura que se pueda considerar como vasta. No obstante, en publicaciones académicas o de diversas instituciones financieras se puede encontrar un arsenal impresionante de trabajos teóricos, y ciertamente algunos que también presentan análisis empíricos, que buscan dilucidar un poco la mecánica de los derivados crediticios. En los siguientes párrafos se ofrece un resumen de las aportaciones más importantes.

Algunos de los trabajos más influyentes en este tema son el de Hull y White (2000) y su secuela en Hull y White (2001). En el primer proyecto se ofrece una metodología para valorar CDS emitidos por una entidad de referencia, sin riesgos de contraparte, y asumiendo la no correlación entre las variables explicativas, es decir, se asume la independencia entre las variables. El resultado esencial es que el diferencial del CDS viene determinado fundamentalmente por el diferencial del activo subyacente y el

---

retorno que ofrece un activo libre de riesgo (por ejemplo el retorno de los bonos emitidos por una entidad soberana). En el segundo proyecto se sofisticaba este análisis para incluir a más de una entidad de referencia, incluye el riesgo de contrapartes y elimina el supuesto de no correlación entre las variables. Hull y White (2005) estudian la valuación de derivados crediticios asumiendo dependencia entre las variables y lo hacen bajo un marco estructural. En cuanto al análisis de correlación entre variables, el estudio de Jarrow y Jildirim (2001) explora la sensibilidad de los resultados de la valuación de CDS cuando se modifican los supuestos respecto a la independencia de las variables explicativas. Otro proyecto que explora la determinación de una canasta de CDS es el de Mashal y Naldi (2002) proponiendo un modelo híbrido que incorpora modelos estructurales y modelos en forma reducida. Muy ligado a estos estudios se encuentra el de Hull, Pedrescu y White (2004). En este estudio se propone la tasa de interés libre de riesgo que utiliza el mercado (específicamente 10 puntos base debajo de la tasa swap) y además se estudia la relación entre anuncios y calificaciones crediticias y el diferencial del CDS.

Otro trabajo de investigación muy importante en esta área es el que ofrecen Ericsson et. al. (2004). Este estudio encuentra que las variables más importantes en la determinación del diferencial del CDS binario son la tasa de interés libre de riesgo, la volatilidad y el grado de apalancamiento de la entidad de referencia. En Burtschell, Gregory y Laurent (2005) se comparan estudios basados en cópulas Gaussianas y se aplican éstos a canastas de derivados crediticios. En Longstaff, Mithal y Neis (2004) se adopta una perspectiva inversa y se estudia la relación por un lado del diferencial

---

corporativo (definido como la diferencia entre el retorno que ofrece un activo crediticio y el retorno de un instrumento libre de riesgo) y por el otro lado del diferencial de los CDS. Encuentran que gran parte de este diferencial corporativo se debe al diferencial de los CDS. Es decir, el riesgo de quiebra medido por el diferencial del CDS es el componente más importante en la explicación de los diferenciales corporativos. Siguiendo la línea de pensamiento anterior, Aunon-Nerin et al. (2002) explora el papel del diferencial del CDS en el diferencial corporativo. Adicionalmente, estudios como el de Ericsson et al. (2004) resultan innovadoras al incluir las calificaciones que ofrecen compañías evaluadoras de riesgo, tasas de interés, diferenciales corporativos, apalancamiento y varianza. En otro trabajo, Jamshidian (2002) explora los derivados crediticios binarios emitidos por una sola entidad de referencia. En este trabajo se intenta hacer una adaptación al mercado de derivados crediticios del modelo Black-Scholes de valuación de opciones tradicionales. Brigo (2005) también propone una fórmula para valorar CDS basado en el trabajo de Jamshidian (2002). Un esquema general para valorar derivados crediticios es ofrecido por Bélanger, Shreve y Wong (2003) basado en modelos en forma reducida. Por último Schönbucher (1998) propone un estudio con procesos estocásticos y correlación.

Otros trabajos se basan más en derivados crediticios de otro tipo como lo son las opciones. Aunque no se enfocan en la valuación de CDS sus resultados son de gran utilidad para dilucidar un poco más acerca del tema. Longstaff y Schwartz (1995) exploran la determinación del precio de opciones crediticias. En un estudio similar

---

Hull y White (2005) también exploran la determinación del precio de opciones crediticias.

## 5.2 Descripción detallada de la tesis central de este estudio

Una vez expuesta la revisión de la literatura así como la descripción del riesgo crediticio y de derivados crediticios es imperativo entrar en el detalle de la tesis a probar en este proyecto. Es importante mencionar que la tesis de este estudio no intenta refutar otras hipótesis contenidas en la literatura sobre derivados crediticios. Al contrario, intenta retomar el camino expuesto por varios estudiosos de la materia y sugerir algunas alternativas en la valuación de derivados crediticios utilizando como ancla un modelo lineal de factores. Para facilitar el análisis econométrico se ha dividido la tesis de este estudio en dos dimensiones, la primera dimensión se concentrará en evaluar el impacto de características de las entidades financieras como lo son los datos de los estados contables de empresas, mientras que la segunda dimensión se concentrará en evaluar el impacto de la interrelación de los instrumentos en el mercado de derivados crediticios y el impacto que tiene dicha relación en los precios de los CDS. En el siguiente párrafo se delinea la primera dimensión, mientras que en un segundo párrafo se delinea la segunda parte del estudio empírico, y de este forma en un último párrafo se conjuntan las dos dimensiones y se enuncia la tesis de este estudio.

Como se puede apreciar en los capítulos 2 y 3, así como en la revisión literaria, parece existir un consenso sobre los factores más importantes en la valuación de derivados crediticios de impago. Como lo señalan Hull, Pedrescu y White (2004),

Huang y Kong (2003) así como Naifar y Abid (2005) los determinantes más importantes al explicar el diferencial de los CDS son la calificación crediticia, la madurez del instrumento, la tasa de interés libre de riesgo, la volatilidad accionaria<sup>12</sup>, la pendiente de la curva de bonos de largo plazo<sup>13</sup>, y algunas variables de corte macroeconómico, como algunas medidas de producción nacional para controlar por efectos macroeconómicos. Estas variables se pueden considerar como “tradicionales” si se considera que la gran mayoría de los estudios sobre temas crediticios toman estas variables como los factores determinantes del valor de instrumentos de corte crediticio (Hull y White, 2004). Sin embargo, estos estudios no son completos ya que en la mayoría de los casos solamente llegan a explicar a lo máximo dos terceras partes de la varianza en cada uno de los modelos (como es el caso de George Dionne et.al. y Nafir y Abid en que ninguno de sus modelos sobrepasa una R cuadrada de 0.65). Afortunadamente varios autores mencionan cuáles son los pasos a seguir en sus investigaciones para poder elevar el nivel de ajuste de su modelos. Duffie (1995) menciona la posibilidad de incluir otras variables que potencialmente pueden afectar la viabilidad de solventar deudas por parte de entidades de referencia como lo es el apalancamiento de la entidad, así como su rentabilidad y otras variables de los estados contables de las entidades de referencia. Inclusive los autores Nafir y Abid (2005) sugieren la expansión de su modelo para considerar este tipo de variables, sin embargo, dejan esto como una tarea pendiente para futuras investigaciones. En este estudio se propone que para obtener una mejor valuación de los derivados crediticios

---

<sup>12</sup> Definida por Hull, Pedrescu y White (2004) así como Naifar y Abid (2005) como la varianza anual de una serie de precios de acciones.

<sup>13</sup> Definida por Longstaff y Swartz (1995) como el diferencial entre la tasa de interés de un bono de largo plazo y la tasa de interés de un certificado del tesoro corto plazo.

---

de impago es necesaria la inclusión de variables “no tradicionales” que explican características pertinentes a la solvencia de entidades de referencia y que por lo tanto afectan al precio de los CDS.

El desarrollo de un modelo de valuación de derivados crediticios de impago no puede solamente basarse en variables directamente relacionadas con las entidades de referencia, tales como las variables de estados contables o calificación crediticia, sino también tiene que considerar variables externas a las entidades. Para poder hacer un análisis más completo de los factores que determinan el precio del antedicho instrumento es necesario tomar en cuenta la naturaleza del propio mercado y la interrelación que guarda un instrumento con los demás. Como lo sugieren Hull (2005) y Norden & Weber (2004) es necesario evaluar la interacción de los diversos instrumentos en el mercado para poder explicar de una manera más completa la determinación de los diferenciales de tasas de los derivados crediticios de impago. Basado en esta inspiración, en este estudio se introducen técnicas econométricas de manejo de series de tiempo para analizar el impacto que tienen los precios de otros instrumentos crediticios sobre el precio de un determinado instrumento. En este estudio se propone que para obtener una mejor noción de los determinantes del precio de un CDS es necesario incluir los efectos que tienen los movimientos de precios de otros instrumentos sobre un determinado instrumento.

Una vez expuestas las dos dimensiones por las cuales se encaminará la revisión empírica de este estudio solamente queda detallar la tesis de este proyecto. La tesis propuesta en este proyecto señala que para poder estimar de una manera más precisa

---

los precios de derivados crediticios de impago es necesaria la inclusión de características relacionadas con la solvencia de una entidad de referencia así como la interacción de los demás instrumentos en el mercado. Es importante señalar que la distinción entre los modelos de tipo económico y financiero, es simplemente operativa y con el objetivo de hacer más fácil la exposición de resultados, ya que en esencia los dos tipos de modelos presentados aquí emanan del mismo modelo de factores expuesto en el capítulo 4.

### 5.3 Aportación de este estudio a la literatura de derivados crediticios

Este estudio contrasta con la mayoría de los estudios disponibles públicamente tanto en su metodología como en sus fuentes de información. Este estudio es innovador en cuanto a la metodología (que se presentará más a detalle en el capítulo 7) utilizada en la mayoría de los estudios ya que reúne técnicas estadísticas y econométricas modernas pocas veces presentes en otros estudios. Adicionalmente es innovador ya que en vez de presentar un sólo modelo econométrico y sus resultados, presenta una serie de modelos econométricos, que no son más que adaptaciones del modelo básico de factores delineado en el capítulo 4, y que en su conjunto sirven para ilustrar varios elementos presentes en la valuación de derivados crediticios. Por último, vale la pena destacar la naturaleza en sí del tema en relación con temas comúnmente manejados en la economía tradicional e inclusive economía financiera. Se puede señalar que el tema en sí es innovador en cuanto al análisis económico de corte tradicional ya que como se puede constatar en la revisión literaria existen relativamente pocos estudios al respecto.

---

## **CAPÍTULO 6: DESCRIPCIÓN DE DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **6.1 Datos asequibles en fuentes privadas de información**

En este estudio se utilizaron dos fuentes de información provistas por empresas privadas. La razón fundamental por la que se recurrió a estas empresas radica en la naturaleza privada del mercado, ya que a la fecha las transacciones de derivados crediticios se realizan en mercados privados o de mostrador (over-the-counter) y no hay mucha información pública al respecto. La primera base de datos presenta algunas de las variables más utilizadas en el mercado de instrumentos de deuda y es cortesía de Valor de Mercado S.A. de C.V (VALMER), una empresa dedicada a la difusión de información de dichos instrumentos. Mientras que la segunda base de información presenta datos que complementan a los primeros y fueron extraídos del Sistema Integrado de Valores Automatizado (SIVA) de la Bolsa Mexicana de Valores S.A. de C.V. y son cortesía del Mercado Mexicano de Derivados S.A. de C.V. (MEXDER).

En la primera fuente de información se encuentran datos de 10 empresas privadas y que además cotizan en bolsa. Estas 10 empresas privadas se utilizan como entidades de referencia. La periodicidad de los datos abarca desde enero del 2002 a octubre del 2005. El criterio de selección de estas empresas se basó en un combinación de bursatilidad o actividad en la bolsa de valores y la cantidad de instrumentos de deuda disponibles en las bases de datos de VALMER. Se buscaban empresas que cotizaran en bolsa y que además tuvieran instrumentos de deuda vigentes. Esto no solamente permitió extraer información sobre el precio de un CDS sino también información sobre cada una de las entidades de referencia (que se delinearán en el siguiente

párrafo). El spread o diferencial de tasas de los CDS fue provisto por VALMER y se igualó a la sobretasa de cada instrumento que ofrece VALMER. Se obtuvo un total de 88 series diarias, representando naturalmente diferentes emisiones de certificados de deuda de las entidades de referencia seleccionadas. Estas series, sin embargo, no son homogéneas y los instrumentos tampoco lo son. Esto es un resultado natural ya que las empresas emiten sus bonos en fechas diferentes. Sin embargo, VALMER ajusta estas diferencias utilizando métodos recursivos para extraer las diferenciales de tasas de los CDS. No obstante, el problema central que presentan los datos en bruto es que algunas emisiones contaban con observaciones para todo los días (1400 observaciones por serie) pero otras emisiones no contaban con todas las observaciones (por lo que en total solamente se recabaron 48,825 observaciones). Por lo tanto, se seleccionaron las series que fueran lo más extensas posible en un afán de maximizar el ajuste estadístico de los modelos aquí presentados. Adicionalmente este proceso de selección permite alcanzar cierta homogeneidad para que los instrumentos sean lo más comparables entre sí. Por último, en esta fuente de información se encuentran las calificaciones crediticias otorgadas a las entidades de referencia por Standard & Poors, Fitch Ratings y Moody's.

---

**TABLA 6.1.1**  
**EMPRESAS SELECCIONADAS DEL ESTUDIO**

---

AMERICA MOVIL	CEMEX
GRUPO POSADAS	BIMBO
TELMEX	LAMOSA
TELECOM	IMSA
GRUPO CARSO	VITRO

---

En la segunda fuente de información se encuentran datos de corte financiero y contables de las mismas empresas seleccionadas. Entre los datos recabados para cada entidad financiera se encuentra el precio de las acción más bursátil, su nivel de activos, de pasivos, de ventas netas, ingresos totales, y algunos datos adicionales que se encuentran en los estados financieros consolidados de dichas entidades de referencia. Adicionalmente, se obtuvieron del SIVA las razones financieras comúnmente utilizadas en el mundo financiero como de apalancamiento, de actividad, rendimiento, flujos de efectivo y de liquidez. Las medidas específicas de estos conceptos fueron las siguientes:

<b>Medida contable</b>	<b>Definición de razón contable</b>
Apalancamiento	Pasivos totales / Activos totales
Flujo de efectivo	Flujo de resultado neto / Ventas totales
Liquidez	Activo circulante / Pasivo circulante
Tasa de actividad	Intereses pagados / Pasivo total con costo
	Ventas netas / Activos totales
Rendimiento	Resultado neto/ Ventas netas

## 6.2 Datos asequibles en fuentes públicas de información

Para poder realizar un análisis más completo se incluyeron variables de corte tradicionalmente económico para el mismo período que el de las entidades de referencia. En primer lugar, se obtuvieron datos diarios de tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en moneda extranjera FIX de Banco de México, también se extrajeron las series de producto interno bruto trimestral y la del índice de producción industrial mensual, ambos de INEGI. Adicionalmente se obtuvieron las series del índice de precios y cotizaciones de la BMV. También se obtuvieron series de tasa de interés para Certificados de la Tesorería con un plazo de 28, 91, 182 y 364 días, así como la tasa de interés de Bonos de la Tesorería para 3, 5, 7, 10 y 20 años. En el siguiente apartado se presenta un listado de todos los datos recabados así como la abreviatura utilizada en este estudio.

## 6.3 Cuadro resumen de los datos recabados

<b>Variable</b>	<b>Periodicidad*</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Fuente</b>
CDS sobretasa (spread)	D, M, T	DCDS o CDS	VALMER
Tasa de interés de instrumentos crediticios	D, M, T	B	VALMER
Calificación crediticias de Moodys, S&P y Fitch Ratings	M,T	Rating	VALMER
Plazos de vencimiento CDS	D,M;T	Madurez	VALMER
Pasivos totales	T	-	SIVA
Activos totales	T	-	SIVA
Flujo de resultado neto	T	-	SIVA
Ventas totales	T	-	SIVA

Activo circulante	T	-	SIVA
Intereses pagados	T	-	SIVA
Resultado neto	T	-	SIVA
Precios de acciones	D,M,T	S	SIVA
Certificado de la Tesorería (28,91, 182 y 364 días)	M, T	TLR	BANXICO
Bonos (3,5,7,10,20 años)	M, T	Bono	BANXICO
Tipo de Cambio FIX (Peso/Dólar)	D,M,T	FIX	BANXICO
Producto Interno Bruto (México)	T	PIB	INEGI
Indicador de la actividad industrial	M	IAI	INEGI
Indicador General de Actividad Económica	M	IGAE	INEGI

---

Periodicidad: D=diaria, M=Mensual, T=Trimestral

#### 6.4 Un comentario sobre los datos

Lamentablemente las diversas series no son homogéneas y esto naturalmente complica cualquier análisis econométrico. Aunque hay datos de los CDS y rendimientos de los bonos para un número amplio de entidades de referencia y también sobre el precio de sus acciones, no existen datos diarios para muchas de las otras variables. Por ejemplo, para las variables como producto interno bruto o aquellas extraídas de estados financieros consolidados solamente se tienen observaciones trimestrales. Además de este problema, como se mencionó anteriormente, para algunas entidades no se cuenta con datos sobre el DCDS para todo el periodo en consideración, por lo cual se seleccionó una muestra compuesta por diez entidades de referencia.

---

Tomando en consideración lo anterior existen algunas opciones. La primera es trabajar con cada una de las entidades de referencia por separado y esperar así obtener un mejor ajuste econométrico (por lo menos para aquellas entidades de referencia de las que se cuenta con más datos). La segunda es trabajar con una muestra de las entidades de referencia lo más homogénea posible (en este caso se seleccionaron 10) y que permita de esa manera elaborar una estimación econométrica en grupo. La ventaja de hacer lo último es que no solamente se observa el efecto individual que tienen sobre el DCDS los diversos factores sino que también la interacción entre las diversas entidades financieras. En este estudio se adoptó la segunda alternativa y en el capítulo 7 se reportan los resultados. Sin embargo, es importante señalar, que el número de observaciones puede ser muy bajo dependiendo el tipo de especificación utilidad y por ende el ajuste estadístico puede ser bajo.

#### 6.4 Herramientas informáticas utilizadas en este estudio

En el mundo estadístico y econométrico existe un sinfín de herramientas informáticas para realizar análisis de datos. Sin embargo, ninguna de las herramientas disponibles para este estudio era lo suficientemente robusta como para poder manejar todos los modelos aquí esbozados. Por lo tanto, se trató de utilizar la herramienta más adecuada para cada modelo. Para los modelos de corte económico, tanto ordinarios y lineales y en formato de panel por lo general se recurrió a Stata 9.1 para hacer dichos análisis. Mientras que para modelos de series de tiempo se recurrió por lo general a E-Views 4.0. Sin embargo, para algunas de las pruebas estadísticas la división no era tan nítida y en esos casos se utilizó el programa cuyo método de operación fuera lo más sencillo. Ciertamente y como lo expresan las propias casas creadoras de estos programas existen algunas diferencias en el manejo de la información pero dichas diferencias tienden a ser sutiles (Osuna, 2006). Cabe la pena destacar que, al momento de generar uno de los modelos, en el estudio no existía una herramienta informática disponible comercialmente y se tuvo que recurrir a la creación de un programa GAUSS basado en la interfaz de MS-DOS. El código del programa se encuentra en el apéndice, así como los detalles de su operación.

---

## CAPÍTULO 7: MODELOS ECONOMETRICOS

### 7.1 Metodología de este estudio

Este estudio parte de un modelo de factores lineal como el expuesto en el capítulo 4 para explicar el precio del diferencial del derivado crediticio de impago. Tomando este modelo lineal como base, se hace una serie de adaptaciones para poder evaluar en diversos pasos la tesis central de este proyecto.

$$DCDS = c + \beta f_i + \varepsilon \quad (7.1)$$

En donde  $f_i$  son los factores introducidos al modelo y  $\beta$  el vector de coeficientes de los factores. Por lo tanto, se comienza con una especificación relativamente sencilla utilizando la técnica de mínimos cuadrados ordinarios y se reportan los resultados así como el análisis de éstos. Posteriormente se expande la especificación anterior para incluir variables adicionales y probar la primera parte de la hipótesis de este estudio que sugiere la existencia de un impacto de variables contables de las entidades financieras en el precio de los CDS. Sin embargo, como se detallará más en el apartado 7.2.2, se tiene que realizar una adaptación de esta especificación para estimarse mediante un modelo lineal pero en forma de panel.

Para probar la segunda parte de la hipótesis de este estudio se recurre a dos especificaciones, una utilizando vectores autorregresivos y la otra utilizando un modelo autorregresivo, multivariado y multiecuacional. La primera adaptación es útil para ver la interrelación de los instrumentos en el mercado y evaluar el impacto que

---

tiene el comportamiento de unos instrumentos sobre otros. La segunda adaptación es útil para evaluar el impacto de la evolución del mercado accionario así como su volatilidad en los precios de los derivados crediticios de impago.

En cada apartado de este capítulo se comienza por delinear la especificación econométrica utilizada para modelar los factores que determinan el precio del diferencial de los CDS (DCDS). Si resulta indispensable, se ofrece una breve revisión teórica de los temas econométricos importantes de dicha especificación y en algunos casos se ofrecen algunas referencias sobre estudios similares al respecto que utilizan dicha técnica. Adicionalmente, en cada sección de este capítulo, se mencionan las variables a utilizar para cada especificación y si resulta pertinente se ofrecen algunos comentarios adicionales sobre el manejo o adaptación de las variables para dicha especificación. Es importante recalcar, sin embargo, que aunque las especificaciones econométricas sean distintas, esto no quiere decir que se esté alterando la estructura del modelo de factores delineado en este apartado. Simplemente se trata de modificaciones operativas para ilustrar diversos aspectos importantes en la valuación de derivados crediticios de impago.

## 7.2 Modelos de corte económico

Como se mencionó en el capítulo 4 se parte de un modelo lineal de factores para explicar el precio de un derivado crediticio de impago. En la mayoría de los estudios se parte de una especificación econométrica como la siguiente:

$$P_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7.2)$$

En esta especificación se considera al precio del instrumento como una variable dependiente y gradualmente se incluyen variables consideradas como independientes a la variable dependiente así como entre ellas<sup>14</sup>. Usualmente la inclusión de variables independientes se basa en un criterio de selección de variables que tengan alguna justificación teórica, generalmente de estudios previos. Potencialmente se podrían incluir n-variables en un afán de encontrar aquéllas que arrojen un mayor ajuste. Sin embargo es importante recordar la diferencia central entre modelos de factores al estilo I-CAPM y modelos basados en el arbitraje como el APT. Los modelos I-CAPM como el presentado en este estudio difiere de modelos como el APT en la inspiración al seleccionar las variables independientes (Cochrane, 2005), ya que en el I-CAPM se buscan variables de corte tradicionalmente económico, como la producción y la inversión para explicar los precios de los instrumentos. Esencialmente se trata de un proceso de selección de variables con una detallada justificación teórica (Cochrane, 2005). No se busca en este tipo de modelos encontrar

---

<sup>14</sup> Esto claramente no es necesariamente cierto, y poco probable de hecho, sin embargo se tratan de seleccionar variables lo menos relacionadas entre sí, ya que correcciones por endogeneidad son muy complicadas de realizar en este tipo de estudio, además rara vez se cuenta con muchas variables como para poder utilizar técnicas econométricas de corrección de endogeneidad como la de variables instrumentales y regresiones por etapas.

el máximo ajuste posible al seleccionar variables independientes que maximicen la varianza explicada del modelo.

En este sentido en el siguiente apartado se presenta una adaptación del modelo más popular en la valuación de derivados crediticios de impago para el caso de México y las empresas seleccionadas. En este caso se tomaron los estudio de Naifar y Abid (2005) y Ericsson et. al. como base para la especificación del modelo de factores. En el siguiente apartado, el autor de este estudio, sugiere una manera alternativa para presentar dicha especificación y tratar de probar la primera dimensión de la hipótesis de este estudio.

#### 7.2.1 Modelo tradicional de los determinantes del DCDS (Modelo OLS)

Tomando como punto de partida la misma especificación utilizada por Naifar y Abid (2005) y muy similar a la de Ericsson et. al. (2004) se diseñó una regresión lineal donde la variable explicativa era el diferencial de los CDS o sobretasa y se fueron ejecutando regresiones incluyendo variables dependientes idénticas (o lo más similares) a las de los estudios mencionados. La especificación general quedó definida de la siguiente forma:

$$DCDS = c + \alpha_1 Rating + \alpha_2 Dummy + \alpha_3 Dummy * Rating + \alpha_4 Madurez + \alpha_5 TLR + \alpha_6 Pendiente + \alpha_7 Volatilidad + \varepsilon \quad (7.3)$$

En donde:

- DCDS: Es el diferencial del derivado crediticio de impago
- Rating: Rating escalar ofrecido por una agencia calificadora y de acuerdo a la tabla de conversión sugerida en la tabla 7.2.2
- Madurez: Es la variable madurez, equivalente al tiempo por vencer del instrumento.
- TLR: Tasa libre de riesgo, en este caso se seleccionó la de CETES a 28 días
- Pendiente: Pendiente de la curva de rendimientos de largo plazo, con bonos de 5, 7 y 10 años
- Dummy: Variable dicotómica de instrumentos de elevado riesgo vs. de menor riesgo
- Volatilidad: Definida como la varianza anual del precio de la acción de la entidad de referencia

La metodología de este apartado es la misma que se delineó en el capítulo 4. En primera se van introduciendo las variables en la regresión y se da una breve explicación de su inclusión basada en otros estudios y la experiencia de estudiosos en la materia. En la sección sobre la robustez de la especificación se detallan las correcciones estadísticas necesarias para validar al modelo

### *Variable dependiente*

En este caso la serie DCDS incluye a las 10 empresas antes mencionadas en el capítulo 6 para el período del comienzo del 2002 al final del 2005. Sin embargo, se toma la serie mensual de datos ya que muchas de las variables dependientes mantienen dicha periodicidad. Esto podría parecer algo indeseable ya que potencialmente reduce el ajuste de dicho modelo. No obstante, cabe recalcar que en esta especificación el número de observaciones fue de 470, que sobrepasa con creces al número utilizado por Naifar y Abid (2005) de 207 observaciones. En la siguiente tabla se da un resumen estadístico de la variable dependiente.

**TABLA 7.2.2.2**  
**DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LA VARIABLE DCDS**

<b>Variable</b>	<b>N. Obs.</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
DCDS	470	1.7978	1.1896	0.32	4.01

### *Variables independientes*

La variable  $\alpha_1$  rating o calificación puede ser considerada como una opinión de la solvencia crediticia actual de una entidad de referencia y sobre todo de su habilidad de poder confrontar sus obligaciones futuras en tiempo y en forma. El rating o calificación debería reflejar la posición financiera y el desempeño de una entidad de referencia (Ericsson et al. 2004). Como se mencionó en el capítulo 3, el proceso de calificar a una entidad incluye un análisis financiero de la firma, incluida la calidad en el manejo de la firma, la competitividad de la firma y otras características del

mercado en el que se ubica la entidad. En la base de datos de este estudio se cuenta con las calificaciones de las empresas calificadoras más populares como lo son: Standard & Poors, Moody's y Fitch Ratings. Ciertamente, existen algunas particularidades en la forma en que se obtienen estas calificaciones pero en general las calificaciones son bastante comparables entre sí (Naifar y Abid 2005). En este estudio se toman las calificaciones de Moody's México ya que la mayoría de las calificaciones de las empresas seleccionadas son valuadas por Moody's. En este caso se utilizó una tabla de conversión numérica para poder correr la especificación. Se toma la misma clasificación que en el estudio de Naifar y Abid (2004):

**TABLA 7.2.2.2**  
**CONVERSIÓN DE CALIFICACIONES A VALORES NUMÉRICOS**

<b>Standard &amp; Poors México</b>	<b>Moody's México</b>	<b>Valor numérico</b>
AAA	Aaa	1
AA+	Aa1	2
AA	Aa2	3
AA-	Aa3	4
A+	A1	5
A	A2	6
A-	A3	7
BBB+	Baa1	8
BBB	Baa2	9
BBB-	Baa3	10

En una primera aplicación de esta especificación se incluye solamente la variable dependiente antes mencionada y esta nueva variable. Los resultados se reportan en el siguiente cuadro. Quedando la especificación en este caso como:

$$DCDS = c + \alpha_1 Rating + \varepsilon \quad (7.4)$$

**TABLA 7.2.1.3  
RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.4)**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Estadístico-t</b>	<b>Valor P</b>
Rating	0.4164	37.27	0.000
Constante	0.5068	11.45	0.000
R cuadrada (ajust.)	0.7474	Estadístico-F	1388.78
N. observaciones	470	Prob. F	0.000

Al introducir la variable rating o calificación observamos que se genera un ajuste muy bueno, con una R cuadrada ajustada superior al 74%. El coeficiente del rating es significativo al 95% de confiabilidad y positivo. Esto se confirma en otros estudios como el de Ericsson et al. (2004) y Naifar y Abid (2005), aunque en esta especificación aparece mucho más alto que el de esos estudios (obtiene una R cuadrada de 45% como promedio). El coeficiente es positivo y en concordancia con la teoría, ya que a mayor riesgo crediticio (o mayor calificación numérica en este caso) se obtiene un diferencial del CDS más alto. En un estudio similar Cossin & Hrico (2002) obtienen resultados muy similares.

La variable rating, sin embargo, puede generar un sesgo ya que se está implícitamente asumiendo que el efecto marginal de un cambio de rating tiene el mismo efecto en el DCDS independientemente de la calificación original. Esto significaría que el cambio en calificación de un instrumento con una calificación alta inicial fuera el mismo que el de un instrumento con una calificación baja inicial. Para evaluar el efecto marginal diferenciado del cambio en calificación crediticia cuando se parte de un instrumento con calificación alta de uno de calificación baja se introducen dos variables más, una dicotómica (dummy) y la multiplicación de ésta con la variable rating. La variable dicotómica (dummy) es una variable que distingue a los instrumentos de calificación alta de los de calificación baja, tomando como calificación baja aquellos instrumentos con calificación menor a A2 en la escala de Moody's. Los resultados de introducir estas dos variables se presentan en la siguiente tabla. Quedando especificado el modelo como:

$$DCDS = c + \alpha_1 Rating + \alpha_2 Dummy + \alpha_3 Dummy * Rating + \varepsilon \quad (7.5)$$

**TABLA 7.2.1.4  
RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.5)**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Estadístico-t</b>	<b>Valor P</b>
Rating	0.7308	29.80	0.000
Dummy	-3.0284	-11.83	0.000
Dummy*Rating	0.6496	15.89	0.000
Constante	-0.0990	-1.81	0.071
R cuadrada (ajust.)	0.8402	Estadístico-F	823.09
N. observaciones	470	Prob. F	0.0000

El ajuste de la regresión anterior aumenta sustancialmente, alcanzando una R cuadrada ajustada de 0.8402 y es posible notar que todos los coeficientes son significativos a un nivel de 95% de confiabilidad exceptuando la constante. Se puede observar que al incluir la variable dummy queda patente que existe un efecto marginal diferenciado de acuerdo a la calificación original del instrumento. En otras palabras instrumentos con calificaciones crediticias más altas (con un valor numérico más bajo en este caso) tienden a reducir el precio del CDS. En adición, se puede notar que la variable  $\text{dummy} \times \text{rating}$  es significativa y positiva consistente con la hipótesis de Li (2003) que señala que anuncios que degradan la calificación crediticia de una entidad ocasionan alzas en los precios de los derivados crediticios.

Se podría argumentar que estas variables explican una gran fracción del precio de un CDS y que el modelo se encuentra completo, sin embargo varios autores señalan que es importante incluir variables como la madurez de un bono o tasas de interés de corto y largo plazo. Como se delineó en el capítulo 3, un derivado crediticio es un instrumento cuyo pago está afectado por el riesgo crediticio. En adición, la madurez es un concepto que está estrechamente ligado al riesgo crediticio ya que *ceteris paribus* un instrumento con madurez más larga que otro debe ofrecer un mayor pago, según muchos autores como Hull (2000) consideran que a un plazo mayor, mayor debe ser el riesgo de no poder cumplir con las obligaciones estipuladas. Por lo tanto, instrumentos con un mayor plazo deberían tener pagos (payoffs) más elevados. En la tabla 7.2.1.5 se ilustran los resultados del modelo al incluir esta variable. La especificación 7.2 se modifica y adopta la siguiente forma:

$$DCDS = c + \alpha_1 Rating + \alpha_2 Dummy + \alpha_3 Dummy * Rating + \alpha_4 Madurez + \varepsilon \quad (7.6)$$

**TABLA 7.2.1.5**  
**RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.6)**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Estadístico-t</b>	<b>Valor P</b>
Rating	0.7623	28.96	0.000
Dummy	-4.3417	-8.81	0.000
Dummy*Rating	0.8435	11.34	0.000
Madurez	0.0006	3.11	0.002
Constante	-1.4112	-1.32	0.08
R cuadrada (ajust.)	0.8431	Estadístico-F	631.22
N. observaciones	470	Prob. F	0.0000

En este caso no resulta sorprendente que el efecto marginal de la variable madurez sea muy bajo, aunque claramente es significativo al 95% de confiabilidad, ya que por definición se tomaron series con características similares, y sobre todo con plazos similares. Ciertamente existen diferencias en los plazos, pero son muy pequeñas como para explicar un cambio sustancial en el precio del CDS. Como podemos notar el coeficiente es positivo lo cual apoya la mayoría de la literatura de riesgo crediticio que señala que *ceteris paribus* instrumentos con plazos más largos deben compensar con pagos más elevados. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Naifar y Abid (2005) ya que ellos también utilizan series muy similares en cuanto a plazos de instrumentos crediticios.

Algunos autores como Longstaff & Shwartz (1995) y Hui, Lo & Lee (2001) señalan que la estructura de tasas puede tener un impacto en los precios de CDS. El razonamiento detrás de este argumento, es que se pueden presentar casos en donde la tasa de interés libre de riesgo varíe sustancialmente (quizás por una crisis financiera) y eso tenga un impacto en el precio de todos los CDS. También sugieren que cambios esperados en la tasa libre de riesgo podrían tener un impacto en el presente y que por lo tanto sería conveniente analizarlos en este tipo de modelos. En la tabla posterior a este párrafo se muestran los resultados al introducir estas dos variables y modificar la especificación de la siguiente manera:

$$DCDS = c + \alpha_1 Rating + \alpha_2 Dummy + \alpha_3 Dummy * Rating + \alpha_4 Madurez + \alpha_5 TLR + \alpha_6 Pendiente + \varepsilon \quad (7.7)$$

**TABLA 7.2.1.6  
RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.6)**

Variable	Coficiente	Estadístico-t	Valor P	Coficiente	Estadístico-t	Valor P
Rating	0.7623	28.92	0.000	0.7623	28.92	0.000
Dummy	-4.3417	-8.80	0.000	-4.3417	-8.80	0.000
Dummy	0.8435	-11.33	0.000	0.8435	11.33	0.000
*Rating						
Madurez	0.0006	3.11	0.002	0.006	3.11	0.002
TLR	-0.0101	-0.56	0.574	-0.0101	-0.61	0.545
Pendiente	0.0296	0.10	0.917	-	-	-
5 años						
Pendiente	-	-	-	0.0039	0.12	0.906
7 años						
Constante	-1.4925	-3.40	0.001			
R cuadrada	0.8427			0.8427		

En la tabla 7.2.1.6 se reportan los resultados al incluir la variables sugeridas por los estudiosos de esta materia como lo es la tasa libre de riesgo y la pendiente de la curva de rendimiento de 5 años y 7 años. La tasa del instrumento utilizado para aproximar la tasa libre de riesgo es la de los CETES a 28 días expedidos por Banco de México. Naidar y Abid (2005) señalan que ésta es una adecuada aproximación de la tasa libre de riesgo ya que se considera por muchos estudiosos que la entidad de referencia con menor riesgo de impago es el gobierno<sup>15</sup>. Por otro lado, la pendiente de la curva de rendimientos se calcula como el diferencial entre la tasa de un instrumento de largo plazo emitido por el gobierno y la tasa libre de riesgo. Este supuesto es razonable de acuerdo a Fama & Bliss (1987), si la estructura de tasas tiene un comportamiento “normal”, en donde no vemos una oscilación impredecible de tasas en el largo plazo.

De la tabla anterior es posible notar que la tasa libre de riesgo no es significativa al 95% de confiabilidad pero que su signo es negativo y consistente con los resultados arrojados por otros estudios similares. Duffie (1999) y Longstaff & Schwartz (1995) que encuentran una relación negativa entre las tasa libre de riesgo y el diferencial de los CDS. La explicación ofrecida en estos estudios señala que un incremento en la tasa libre de riesgo puede deberse a una percepción de mayor riesgo por parte del mercado y *ceteris paribus* el diferencial de riesgo entre los instrumentos de entidades de referencia particulares y el del gobierno se reduce. Sin embargo en esta estimación puede notarse que el efecto es muy pequeño y además no es significativo.

---

<sup>15</sup> Esto claramente no es cierto en países muy inestables, sin embargo, aun así se puede argumentar que es mucho más probable que quiebren las empresas de un país determinado antes de que lo haga su gobierno.

---

Por último se generaron dos regresiones, una incluyendo la variable pendiente con un periodo de 5 años y otra con un periodo de 7 años. De acuerdo a Longstaff & Schwartz (1995) la pendiente de la curva de rendimientos representa la estimación de los inversionistas de futuros movimientos de la tasa de interés, así como de las condiciones económicas en el futuro. Se observa que en ninguna de las dos regresiones el coeficiente de la variable es significativa a un 95% de confiabilidad, sin embargo, el coeficiente de la pendiente al utilizar un instrumento de 5 años es más alto que al utilizar el de 7 años. Esto contrasta con los resultados obtenidos en Naifar y Abid (2005) en donde sucede lo contrario, lo cual puede sugerir que en México, a comparación de los Estados Unidos, los inversionistas consideran pronósticos de tasas más cortos al tomar sus decisiones.

Todas las variables introducidas pueden considerarse como no directamente “relacionadas” a condiciones específicas de las entidades de referencia. La calificación crediticia puede estar reflejando la situación de una empresa sin embargo como se hará mención en la siguiente sección muchas veces, es una medida estática de la entidad. Los precios de las acciones, sin embargo, pueden estar reflejando mejor información relacionada con la empresa (Naifar y Abid, 2005). De acuerdo a Ericsson et. al. (2004) el riesgo sistemático o sistémico se puede aproximar mediante la utilización de la desviación estándar de los retornos de las acciones de las entidades de referencia. Siguiendo esta inspiración se modifica la especificación anterior y se incluye la desviación estándar de la variación del precio de las acciones. De modo que la especificación queda definida como:

$$DCDS = c + \alpha_1 Rating + \alpha_2 Dummy + \alpha_3 Dummy * Rating + \alpha_4 Madurez + \alpha_5 TLR + \alpha_6 Pendiente + \alpha_7 Volatilidad + \varepsilon \quad (7.3)$$

**TABLA 7.2.1.8**  
**RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.3)**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Estadístico-t</b>	<b>Valor P</b>
Rating	0.7532	29.80	0.000
Dummy	-4.0419	-8.18	0.000
Dummy*Rating	0.8029	10.80	0.000
Madurez	0.0006	2.52	0.012
TLR	-0.0330	-1.76	0.079
Pendiente 5 años	0.0015	0.54	0.588
Volatilidad	0.0013	3.65	0.000
Constante	-0.0990	-3.05	0.002
R cuadrada (ajust.)	0.8467	Estadístico-F	371.09
N. observaciones	470	Prob. F	0.0000

La tabla anterior reproduce los resultados al incluir la variable volatilidad, tal y como la define Ericsson et. al. (2004). Sin embargo, como se ilustrará en el apartado regresión multiecuacional con heterocedasticidad, existen formas alternativas y más precisas de definir lo anterior. Es posible notar que el coeficiente de la variable de volatilidad es significativo al 95% de confiabilidad y además es positivo. Esto puede sugerir que una mayor volatilidad, medida como una evolución más “inestable” de los retornos del precio de una acción, genera un incremento en el precio de los CDS.

---

Sin embargo, es importante destacar que la magnitud del coeficiente es pequeña en comparación con la magnitud de los demás coeficientes.

#### *Principales conclusiones del modelo tradicional*

Utilizando el modelo tradicional de valuación de derivados crediticios de impago para el caso de México se encontró que las variables “tradicionales” explican un 84% de la varianza del modelo y son consistentes con los resultados obtenidos en modelos similares. La variable más importante en el caso mexicano resulta ser la calificación crediticia otorgada por empresas calificadoras como Moody’s o Standard & Poors. Se encuentra que hay un impacto diferenciado de cambios en la calificación, entidades de referencia con calificaciones más bajas suelen tener un impacto marginal más alto ante anuncios de cambios en calificación. La madurez del instrumento resulta significativa y positiva, confirmando que instrumentos con un mayor plazo tienen precios de CDS más altos y también se confirma que ante una mayor volatilidad del precio de la acción de una entidad de referencia el precio del CDS aumenta. Sin embargo, el impacto de estas dos variables parece ser muy pequeño, al menos en esta especificación.

#### *Limitantes de esta especificación*

Uno podría considerar que con un ajuste de más del 84% medido a través de la R cuadrada ajustada resulta suficiente como para justificar al modelo como adecuado, en especial si se considera que otros estudios alcanzan a lo máximo 65% de ajuste

medido de esta forma<sup>16</sup>. Sin embargo es importante analizar la variable de calificación (la más significativa del modelo considerando el valor del estadístico-t) con un poco más de detenimiento. También resulta importante considerar el tamaño del mercado actual de derivados crediticios de impago en México, ya que al ser un mercado relativamente pequeño en relación con el de Estados Unidos (de donde se basan los estudios antes mencionados), la calificación crediticia puede tener un impacto más importante y por ende arrojar una R cuadrada más alta.

Como se mencionó en la sección anterior, las calificaciones crediticias son otorgadas después de realizar un análisis financiero de una firma, incluida la calidad en el manejo de la firma, la competitividad de la firma y otras características del mercado en el que se ubica la entidad. Sin embargo, es muy común observar pocos cambios en las calificaciones crediticias, en especial de empresas con altas calificaciones crediticias (Ericsson et. al 2004). En el siguiente cuadro se ilustra el número de cambios, medido como la existencia de una diferencia entre trimestres contiguos.

**TABLA 7.2.1.9  
NUMERO DE CAMBIOS REGISTRADOS EN LA ENTIDADES DE  
REFERENCIA (TRIMESTRES DEL 2002-2005)**

<b>Variable</b>	<b>Número de cambios registrados</b>
Calificación crediticia	32
Razón de flujo de caja	114

Fuente: VALMER.

<sup>16</sup> El estudio de Naifar y Abid (2005) obtiene en una especificación una R cuadrada de 0.65.

En la tabla anterior se puede apreciar claramente que la variable contable razón flujo de caja experimenta un número más elevado de variaciones que la calificación crediticia. Sin embargo, como se puede observar en las gráficas de la evaluación del precio de los CDS (ver apéndice) el precio cambia claramente muchas más veces que la calificación crediticia. Inclusive en la base de datos provista por VALMER, para empresas que cuentan con calificaciones crediticias altas (Aaa) es raro encontrar algún cambio en su calificación crediticia, sin embargo, el valor de su CDS no permanece constante (esto es consistente con el estudio de Li, 2003). Por lo tanto, como herramienta de predicción esta especificación puede tener severas limitaciones, en especial si lo que se desea es determinar el precio de un CDS cuando su calificación crediticia no varía. Es por eso que en el siguiente apartado (modelo Panel) se tratan de incluir variables provenientes de los estados financieros de las empresas en un afán de explicar el comportamiento de los precios de los CDS.

Adicionalmente se encuentra un potencial problema de autocorrelación de los errores en este tipo de modelos. Este tipo de problemas se puede corregir de diversas formas, quizás la más popular sea introducir otro tipo de variables similares (o generar regresiones en varias etapas con variables instrumentales) o correr modelos como el SUR (seemingly unrelated regression) en donde se generan por separado una serie de ecuaciones para cada entidad de referencia. Sin embargo, en este estudio se argumenta, que aunque esas son alternativas correctas en ciertos casos, son poco aplicables en el caso de un estudio financiero ya que el número de observaciones se reduciría enormemente y también la precisión de los modelos. Por otro lado, se argumenta en este estudio que modelos en panel pueden ser mucho más adecuados,

porque pueden ayudar a capturar todos los efectos conjuntos de las variables que determinan el precio de un CDS.

Por último, solamente resulta necesario comentar sobre el tamaño del mercado de derivados crediticios en México. Aunque VALMER en la base de datos provista no tiene una cifra sobre el número de transacciones de este estilo, no sería muy descabellado señalar que el mercado de derivados crediticios en México es prácticamente inexistente o incipiente<sup>17</sup>. Es importante señalar esto ya que la elevada<sup>18</sup> R cuadrada obtenida en este modelo puede deberse a una falta de liquidez de mercado, por lo que los precios de los CDS en México actualmente vienen determinados en gran parte por su calificación crediticia y no por movimientos del mercado. Sin embargo, en un futuro, si los mercados de derivados crediticios en México comienzan a adquirir una mayor liquidez y a volverse más dinámicos, sería sensato suponer que otro tipo de variables deberían tener un efecto importante en la determinación de los precios de los CDS.

#### *Una breve nota sobre la robustez del modelo*

Diversos expertos de los derivados crediticios señalan que es común encontrar problemas de heterocedasticidad en los errores al correr este tipo de modelo (como Naifar y Abid 2005). Existen diversas pruebas y métodos de corrección de esto como la Gleisjer (1969), Goldfeld-Quand(1965) y White (1980). En este caso se seleccionó

---

<sup>17</sup> Aunque ciertamente en el mercado de derivados de renta fija, como opciones y futuros, de acuerdo a un estudio de la FIA (Futures Industry Association), en volumen el Mercado Mexicano de Derivados figura en un octavo lugar del ranking mundial.

<sup>18</sup> Según Cochrane (2005) los modelos de factores similares a estos suelen tener R cuadradas muy pequeñas, en algunos casos no superando el 10%.

la prueba y método de White para corregir dicho problema. En la prueba de White la hipótesis nula es que no existe heterocedasticidad en la varianza de los errores, en otras palabras, su comportamiento es como el de una constante (Greene, 2003):

$$E(u_i) = \sigma \quad (7.7)$$

Esta prueba consiste en evaluar una regresión pero en la que los errores se introducen de manera cuadrática, y se consideran como la variable dependiente y posteriormente las variables del modelo, también elevadas al cuadrado, se utilizan como variables explicativas (Greene, 2003). En el caso de la especificación de este apartado, se encontró que existía heterocedasticidad en la varianza de los errores y por lo tanto se utilizó el método de corrección de White como lo sugieren Ericsson et al (2004). Simplemente se corrieron las regresiones lineales con pesos de White para corregir por heterocedasticidad. A continuación la prueba de White que se obtuvo después de correr la especificación de este apartado:

Prueba de White (estadístico)	Valor P
	0.7832

### 7.2.2 Expansión del modelo lineal utilizando datos en forma de panel de los determinantes del DCDS (Modelo Panel OLS)

#### *Las ventajas provistas por los modelos en forma de panel*

Las ventajas de utilizar datos en forma de panel son sustanciales cuando se cuenta con bases de datos como las que usualmente están presentes en el mundo financiero. Muchas veces la información de corte financiero es de periodicidad relativamente corta y al tratar de conjuntarla con variables de corte tradicionalmente económico la bondad del ajuste tiende a disminuir ya que el número de observaciones con las cuales se generan las estimaciones disminuye dramáticamente. Por ejemplo, al tratar de evaluar el impacto de la producción en un instrumento financiero es necesario recurrir a una variable “proxy” con una periodicidad menor, o simplemente generar regresiones con periodicidad trimestral. Sin embargo, algunos instrumentos financieros no alcanzan por lo menos esa periodicidad, por ejemplo, un crédito mensual. Por lo tanto, al generar ecuaciones con datos panel se puede aumentar la bondad de ajuste de una determinada especificación lineal.

Adicionalmente, existen otras ventajas estadísticas de utilizar datos en forma de panel como el control sobre la heterogeneidad individual y la flexibilidad de resultados obtenidos en una estimación. Es razonable asumir que individuos, firmas o estados son generalmente heterogéneos e ignorar la heterogeneidad puede conducir a resultados sesgados (Greene, 2003). Además, las estimaciones con paneles de datos generalmente ofrecen mayor variabilidad, menor colinealidad entre variables y más grados de libertad y eficiencia. (Greene, 2003).

En este estudio se recurre a los datos panel ya que como se mencionó en el capítulo 6, muchos datos se obtuvieron con una periodicidad trimestral. En especial destacan los datos de estados contables de las entidades financieras, que como es de conocimiento popular, solamente se publican trimestralmente. Adicionalmente, otras variables de corte tradicionalmente económico se incluyen como variables de control, como es el caso de la producción nacional<sup>19</sup>. Sin embargo, al hacer eso se reduce el número de observaciones dramáticamente y por lo tanto la precisión de la estimación disminuye dramáticamente.

En este estudio se realizaron estimaciones de tipo panel con efectos fijos y con efectos aleatorios. Sin embargo, como se apreciará en la sección de robustez del modelo solamente se presentan los resultados y el análisis del modelo con efectos aleatorios ya que las pruebas estadísticas señalan que es el modelo más adecuado. En el apéndice, sin embargo, se encuentran los resultados del análisis suponiendo efectos fijos en la estimación de panel.

---

<sup>19</sup> Ciertamente se podría utilizar como proxy el índice de producción industrial publicado por el INEGI, sin embargo esta medida puede no estar capturando diversos componentes del PIB, en particular el consumo.

*Una especificación en panel (con efectos aleatorios)*

En este apartado se parte de una especificación en forma de panel del modelo de factores delineado en el capítulo 4. Un panel de datos típico como el siguiente simplemente contiene observaciones repetidas en el tiempo sobre el mismo conjunto de entidades de referencia. De nuevo tenemos como variable dependiente al precio de los CDS y tenemos como variables independientes las mismas variables del apartado anterior. En esencia lo único que cambia es el manejo de los datos. La especificación queda como la siguiente:

$$DCDS_{it} = c_{it} + \alpha^j x_{it}^j + u_{it} \quad (7.8)$$

En donde

$DCDS_{it}$  : el precio del CDS por entidad y por periodo

$c_{it}$  : la(s) constantes

$x_{it}^j$  : las variables explicativas de  $J=1 \dots K$

$K$  es el número de variables explicativas

$u_{it}$  : término de error

En este caso, al ser una especificación (con efectos aleatorios) se considera que el término de error  $\varepsilon_{it}$  está conformado por elementos aleatorios en comparación con los modelos de efectos fijos donde esto no sucede. Los interceptos de cada ecuación de corte transversal son distintos para cada entidad de referencia así como los coeficientes de éstas (Greene, 2003).

### *Variables*

En esta especificación se utilizan muchas de las variables utilizadas en el apartado anterior y se introducen algunas nuevas variables. Es importante mencionar que las variables utilizadas en el apartado anterior se convierten a variables trimestrales<sup>20</sup>. Esto quizás no es del todo correcto ya que se puede estar eliminando mucha información al promediar los valores de las variables como la tasa del CDS o la calificación crediticia de la entidad de referencia. Sin embargo, el tratar de hacer un proceso inverso sí constituiría un error grave, ya que el tratar de descomponer variables de estados financieros en períodos más cortos resulta en suponer que durante el período hubo un mismo nivel para la variable. Una vez mencionado lo anterior se procede a estimar una especificación como la siguiente:

$$DCDS_{it} = c_{it} + \alpha^j x_{it}^j + u_{it} \quad (7.9)$$

En donde el vector  $\alpha = \alpha^j$  para  $j=1 \dots K$  incluye las siguientes variables:

Madurez, Volatilidad, Pendiente de la curva de rendimientos,  
Flujo de efectivo, Ventas, Apalancamiento y Producción.

Esencialmente se trata de la misma especificación que la (7.3) de la secciones anteriores, pero no se incluye el rating, ni la variable dicotómica, ni su interacción con el rating. La razón por la cual se excluye el rating se basa en la discusión de las limitantes del modelo de Naifar y Abid (2005) expuesta anteriormente. En la siguiente tabla se reportan los resultados de esta estimación:

---

<sup>20</sup> Por ejemplo para el precio del CDS se obtiene un promedio por cada tres meses para así construir el precio trimestral

**TABLA 7.2.2.1**  
**RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.9)**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Estadístico-Z</b>	<b>Valor P</b>
Flujo de efectivo	-0.01756	-4.86	0.000
Madurez	0.0011	0.46	0.643
TLR	0.0493	2.75	0.000
Ventas netas	-0.2791	-1.46	0.143
Apalancamiento	0.0062	1.74	0.082
PIB	0.0001	1.66	0.97
Volatilidad	0.0004	1.56	0.118
Curva 5 años	-0.0031	-0.22	0.827
Constante	3.3243	0.75	0.454
R cuadrada (over.)	0.11	Estadístico-Wald	36.29
N. observaciones	150	Prob. Chi	0.0000

En esta nueva especificación se incluyen tres nuevas variables que se obtienen de los estados contables de las entidades de referencia, el flujo de efectivo, las ventas netas y el apalancamiento (ver definición más detallada de éstas en el capítulo 6 en el apartado de datos asequibles en fuentes privadas de información). El coeficiente de la primera variable, flujo de efectivo, resulta significativo con un nivel de confiabilidad de 0.95 y también con un signo negativo. Esto podría manifestar que empresas con un mayor flujo de efectivo, y quizás una mayor probabilidad de solventar obligaciones *ceteris paribus* empresas con similares características, tienen precios de CDS más bajos. Esto es consistente con muchas de las investigaciones sobre riesgo crediticio, y como se mencionó en el capítulo 2, características o

---

acciones de una entidad financiera que reducen la probabilidad de impago deben ser conducentes a disminuir el riesgo crediticio.

Otra variable que se introduce en el modelo son las ventas netas de una entidad de referencia. De acuerdo a Naifar y Abid (2005) resultaría interesante evaluar alguna de las variables “directamente relacionadas” con las características de las empresas. En este caso se seleccionó la variable ventas netas ofrecido por SIVA para ilustrar el impacto de empresas que tienen ventas mucho más altas en comparación con otras (ajustando claramente, por el tamaño de la empresa medido por sus activos totales). El signo del coeficiente de la antedicha variable resulta ser negativo, lo cual parece ser sensato y lógico, ya que podría sugerir que empresas con mayores ventas y quizás una mejor forma de enfrentar sus obligaciones tuvieran precios de CDS más bajos. Sin embargo, se puede observar que el coeficiente no es significativo con un nivel de confiabilidad de 95%.

Por otro lado, se incluye la variable apalancamiento, definido como el número de pasivos totales entre el número totales de activos (para poder controlar por el tamaño de empresa). Aunon-Nerin et. al. (2002) sugieren la inclusión de una variable que señale el grado de apalancamiento de una entidad de referencia para poder valorar mejor los derivados crediticios. De acuerdo a estos autores empresas con un mayor grado de apalancamiento o endeudamiento deberían tener precios de CDS más altos ya que un mayor grado de deuda puede derivar en una probabilidad más alta de impago. En la tabla se puede observar que el coeficiente es positivo, pero solamente significativo a un 90% de confiabilidad, además resulta ser muy pequeño en

magnitud. Sin embargo, es consistente con los resultados arrojados por Aunon-Nerin et. al. (2002) que encuentran una relación similar en su estudio. Adicionalmente, se incluye la variable producción, medida como el PIB trimestral para controlar por el efecto de cambios generales en la economía (algo que no se presentó en el estudio de Naifar y Abid, 2005). El coeficiente resulta significativo, pero es muy pequeño y no parece tener un impacto sustancial en los precios de los CDS. Adicionalmente, parece ser que el ajuste del modelo no resulta ser tan grande ya que se obtiene una R cuadrada general de 11%. Sin embargo, de acuerdo a Cochrane (2005) en modelos de estilo I-CAPM hay una tendencia a encontrar estimaciones con R cuadradas muy bajas.

Finalmente como en Aunon-Nerin et. al (2002), se incluye la variable rating y todas las variables anteriores de tal forma que la especificación a estimar es:

$$DCDS_{it} = c_{it} + \alpha^j x_{it}^j + u_{it} \quad (7.10)$$

En donde el vector  $\alpha = \alpha^j$  para  $j=1 \dots K$  incluye las siguientes variables:

Madurez, Volatilidad, Pendiente de la curva de rendimientos,

Flujo de efectivo, Ventas, Apalancamiento, Producción, y Rating

**TABLA 7.2.2.2**  
**RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.10)**

<b>Variable</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Estadístico-Z</b>	<b>Valor P</b>
Flujo de efectivo	-0.0170	-4.74	0.000
Madurez	0.0014	1.28	0.200
TLR	0.0492	2.71	0.000

Ventas netas	-0.2707	-1.44	0.150
Apalancamiento	0.0067	1.87	0.061
PIB	0.0001	1.67	0.095
Volatilidad	0.0004	1.58	0.113
Curva 5 años	-0.0027	-0.19	0.847
Rating	0.4047	4.60	0.000
Constante	2.6015	1.24	0.216
R cuadrada (over.)	0.7719	Estadístico-Wald	68.15
N. observaciones	150	Prob. Chi	0.000

Como claramente se puede apreciar, que el ajuste del modelo medido por la R-cuadrada general (overall) aumenta sustancialmente. La variable rating tiene un coeficiente significativo (con una confiabilidad del 95%) y tiene un signo positivo como lo esperado. Esto, sin embargo, no quiere decir necesariamente que en futuros estudios se deberá utilizar la variable rating para estimar el precio de un CDS. De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior sobre los limitantes de los modelos tradicionales, puede ser que dada la iliquidez del mercado mexicano la relación entre estas dos variables sea muy estrecha actualmente, sin embargo, si en un futuro el mercado comienza a ser más dinámico, esta variable perderá dicho atractivo (a menos claro, de que los ratings se emitan de manera paralela a las transacciones de CDS y las calificaciones se subdividan en más niveles para obtener una mayor precisión).

---

### *Principales conclusiones del modelo expandido*

Las principales conclusiones que se pueden extraer de una especificación como la de datos en forma de panel, es que hay otras variables en juego en la determinación de precios de los CDS. Adicionalmente, estas variables tienen el atractivo de estar “directamente” relacionadas con características específicas de las empresas y que además tienden a ofrecer mucha mayor información de cambios en la empresa que la variable de calificación crediticia. Ciertamente el ajuste que se encuentra en este tipo de modelos tiende a ser bajo como lo señala adecuadamente Cochrane (2005), sin embargo, es importante mencionar que es de poca utilidad tener modelos con altas R cuadradas si el objetivo central de un estudio es encontrar los determinantes de un instrumento financiero en un mercado cada día más dinámico y en donde los cambios en la calificación crediticia no puedan ser un fiel indicador de todas las variables observables en el mercado.

### *Una breve nota sobre la robustez del modelo y sobre la elección de un modelo panel con efectos aleatorios versus un modelo con efectos fijos*

En las secciones anteriores se reportan los resultados de un modelo panel con efectos aleatorios. Esta decisión fue motivada después de realizar una serie de pruebas estadísticas para poder validar dicha especificación. Usualmente, para determinar qué modelo es el más apropiado se recurre a dos pruebas estadísticas, la prueba de Hausman y la de Breusch-Pagan.

La prueba de Hausman es una prueba que intenta detectar si hay correlación entre los efectos aleatorios y los represores del modelo. Si éste es el caso, el modelo de efectos

aleatorios no es válido y es mejor utilizar un modelo de efectos fijos. La hipótesis nula de la prueba es que no existe correlación. Al aplicar dicha prueba al modelo anterior, se obtiene un estadístico para la prueba equivalente a 2.99 y con un valor-P de 0.7018 lo cual no permite rechazar la hipótesis nula. Por otro lado, la prueba Breusch-Pagan es una prueba basada en un multiplicador de Lagrange y cuya hipótesis nula es que la varianza de los errores “particulares” es igual a cero. Si éste es el caso, entonces un modelo de efectos fijos es por antonomasia el apropiado, de lo contrario se puede utilizar un modelo de efectos aleatorios. En este caso se obtuvo un estadístico LM equivalente a 451.2 y con un valor-P equivalente a 0.000 lo cual hace que se rechace la hipótesis nula de que la varianza del término de error sea igual a cero. Las pruebas anteriores confirman que el modelo más adecuado en este caso es un modelo panel con efectos aleatorios. Sin embargo, los resultados de realizar la estimación considerando efectos fijos se ilustran en el apéndice. En la siguiente tabla se presenta un resumen de las pruebas antes mencionadas.

**TABLA 7.2.2.3**  
**PRUEBAS PARA DETERMINAR EL MODELO PANEL ADECUADO**

	<b>Estadístico de la prueba</b>	<b>Valor P</b>
Hausman	2.99	0.7018
Breusch-Pagan	451.2	0.000

### 7.3 Modelos de corte financiero

En la literatura de modelos econométricos que tratan de explicar el precio de un determinado instrumento es común encontrar estudios que se basan exclusivamente en variables financieras para explicar dichos precios (Cochrane, 2005). La motivación central de esto, se debe a la incongruencia de la periodicidad de los datos de corte tradicionalmente económico con aquellos de corte financiero. Es muy común encontrar series sobre los precios de la mayoría de los instrumentos disponibles en el mercado con una periodicidad diaria o inclusive con periodicidades más cortas<sup>21</sup>. En cambio para la mayoría de los datos de corte económico como el PIB o variables de estados financieros, muchas veces la periodicidad se expande más allá de un mes, y de hecho muchas variables tienen una periodicidad trimestral. Adicionalmente, en varias ocasiones simplemente no hay disponibilidad de datos, ya sea por manejos de cuentas contables o por el rezago en la publicación de ellos.

En la literatura financiera han surgido muchos estudios en los que se trata de describir el precio de un instrumento basado en la evaluación del precio del propio instrumento en el pasado así como la evolución del precio de otros instrumentos relacionados en el tiempo (Cochrane, 2005). Una técnica econométrica muy popular es la de especificaciones de vectores autorregresivos que intenta explicar el precio de un instrumento basado en el comportamiento de ese mismo instrumento en el pasado (Greene, 2003). Otra técnica muy popular, aunque controversial y con muchas deficiencias, es la de componentes principales, en la que se trata de reducir el

---

<sup>21</sup> Es posible encontrar datos casi instantáneos a través de interfaces electrónicas en tiempo real como Bloomberg o Reuters. Por ejemplo en estos sistemas se pueden realizar consultas sobre el tipo de cambio con un ajuste tan veloz que inclusive el usuario no puede percibir dichos cambios.

número de variables tal que se maximice la varianza explicada en un modelo econométrico (Greene, 2003).

### 7.3.1 Modelo de vectores autorregresivos (Modelo VAR y VEC)

#### *Modelo VAR*

En un afán de capturar la interrelación de los diversos elementos que impactan al precio de un CDS en esta sección se diverge un poco de la metodología utilizada en los dos apartados anteriores. Ciertamente esto no quiere decir que no se aplica en esta sección el modelo de factores, sin embargo, la inspiración con la que se seleccionan los factores a introducir en el modelo es la misma. Se introduce un modelo de vectores autorregresivos (VAR)<sup>22</sup> irrestricto basado en el estudio de Norden & Weber (2004) para ver la interacción entre cinco instrumentos de distante calificación en el tiempo. En este caso se incluyeron dos rezagos de las variables (como se verá en la sección de selección de orden, se da una breve explicación del porqué de esto). Se seleccionaron tres instrumentos con calificaciones altas y dos instrumentos con calificaciones bajas<sup>23</sup> que no estuvieran muy relacionados entre sí (es decir que no fueran parte de la misma compañía controladora). De esta forma el modelo quedó definido de la siguiente forma:

$$\mathbf{DCDS}_t = \mu + \mathbf{A}_1 \mathbf{DCDS}_{t-1} + \dots + \mathbf{A}_p \mathbf{DCDS}_{t-p} + \varepsilon \quad (7.11)$$

---

<sup>22</sup> A no ser confundido con un modelo VaR o value-at-risk.

<sup>23</sup> Los instrumentos fueron Lamosa, Bimbo, Telecom, AMX, IMSA, aunque no se introdujeron en ese orden, y se utilizan sobrenombres para mantener la confidencialidad de los datos.

En donde  $\mathbf{DCDS}_t$  son los vectores incluyendo los cinco instrumentos y  $\mathbf{A}_i$  son matrices que contienen a los coeficientes a estimar para cada uno de los instrumentos (matrices de 5 x 5). Esencialmente, se trata entonces de un sistema de ecuaciones en donde el precio de un CDS depende de los rezagos de dicho instrumento así como de los demás.

### *Variables*

En esta especificación, en contraposición con las expuestas en los apartados anteriores, y como señala coloquialmente Cochrane (2005), la “inspiración” para incluir factores varía ya que las variables en sí no tienen un fundamento teórico como las variables anteriores (pero sí tienen una estructura lógica subyacente). Sin embargo, es importante aclarar que esto no quiere decir que se departe de un modelo de factores I-CAPM hacia uno de tipo APT en donde se buscan factores que maximicen el ajuste (Cochrane, 2005). La justificación teórica de incluir los precios de otros instrumentos para explicar el precio de un instrumento determinado (así como el precio del instrumento en el pasado) se basa en que los instrumentos se encuentran dentro de un mercado común y las probabilidades de impago de entidades de referencia pueden estar determinadas por la interrelación de dichos instrumentos en el mercado. Esto puede ser útil para estimar de una mejor forma los precios de los CDS.

### *Procedimientos preliminares estadísticos y robustez del modelo*

Antes de presentar los resultados de la estimación de la especificación (7.11) se realizaron ciertos procedimientos estándar para evitar obtener regresiones espúreas y

---

por ende obtener un modelo incorrecto. Se realizaron por ende pruebas de raíces unitarias, de cointegración y de causalidad de Granger.

Las series económicas pueden tener tendencias estocásticas, en cuyo caso la representación autorregresivas de éstas contendrá una o más raíces unitarias y esto puede ocasionar dos problemas. En primer lugar, la inferencia vía métodos convencionales no será válida ya que no se pueden utilizar las pruebas-t convencionales puesto que no tienen una distribución usual (Greene, 2003). En segundo lugar, las regresiones entre estas variables pueden producir resultados espúreos a menos de que exista cointegración entre las variables, porque dos variables pueden estar correlacionadas pero esto no necesariamente implica la existencia de una relación causal entre estas (Greene, 2003). Es en este sentido que surgen las pruebas de raíces unitarias. En este estudio se utilizaron dos de las más populares, la prueba de Dickey-Fuller Aumentada y la prueba Phillips-Perron. La metodología utilizada para probar la existencia de raíces unitarias partió de modelos lo más generales posibles de las series, es decir con intercepto y con tendencia, y se fue modificando hasta llegar a pruebas de raíz unitaria lo más específicas posibles (sin intercepto y sin tendencia). En la tabla 7.3.11 se reporta un resumen de los resultados utilizando esta metodología. Como se puede apreciar, todas las series seleccionadas tienen una raíz unitaria cuando se aplican las pruebas en niveles, mientras que dejan de presentar dicho fenómeno cuando se utilizan las primeras o segundas diferencias. Por lo tanto, se puede asumir que las series se caracterizan por ser integradas de orden uno o  $I(1)$ .

**TABLA 7.3.1.1**  
**RESUMEN DE LAS RAICES UNITARIAS DE LAS SERIES POR NIVELES**  
**Y DIFERENCIAS**

		<b>Prueba Dickey-Fuller</b>		<b>Prueba Phillips-Perron</b>		
		<b>Aumentada</b>				
Entidad de Referencia	Nivel	Primera Diferencia	Segunda Diferencia	Nivel	Primera Diferencia	Segunda Diferencia
1	1	0	0	1	0	0
2	1	0	0	1	0	0
3	1	0	0	1	0	0
4	1	0	0	1	0	0
5	1	0	0	1	0	0

Dos series determinadas pueden no tener una relación de equilibrio de largo plazo, en cuyo caso se alejan entre sí cada vez más en el tiempo. En este caso la relación obtenida de una regresión será espúrea. Para evitar esto se realizaron pruebas de cointegración multivariada de Johansen (con el método de traza) para las series antes seleccionadas en el VAR. Al existir cointegración entre las series se puede argumentar que existe una relación de equilibrio de largo plazo a la cual se converge y la regresión entre éstas tendrá sentido. Los resultados de distintas especificaciones se resumen en la siguiente tabla. Como se puede apreciar el máximo número posibles de relaciones de cointegración resulta ser cuatro (exceptuando una tendencia cuadrática de los datos con intercepto y con tendencia).

**TABLA 7.3.1.2**  
**PRUEBAS DE COINTEGRACION MULTIVARIADA JOHANSEN**

Tipo de tendencia	Ninguna	Ninguna	Linear	Linear	Cuadrática
Intercepto	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Tendencia	No	No	No	Sí	Sí
Rango de la traza	4	4	4	4	5

Por último, dos series determinadas pueden estar estrechamente correlacionadas sin que esto quiera decir que exista una relación causal entre ellas. A esto se le conoce como relación espúrea. Para evitar esto se realizaron pruebas de causalidad de Granger multivariadas para verificar la existencia de causalidad entre variables. Se encontró que en la mayoría de los casos existen relaciones de causalidad entre variables. Sin embargo, debido a que resultan diez relaciones (ya que son 5 variables) los resultados se postulan en el apéndice.

### *Resultados*

Dado que se generó un sistema autorregresivo con más de cinco variables y dos rezagos de cada una de ellas, para facilidad del lector, se ha puesto en esta sección un resumen de los coeficientes significativos (en el apéndice se pueden observar los coeficientes así como sus estadísticos-t).

**TABLA 7.3.1.3**  
**RESUMEN DE LOS REZAGOS SIGNIFICATIVOS DEL VECTOR**  
**AUTORREGESIVO DE ACUERDO A LA ESPECIFICACIÓN (7.11)**  
(ORDEN DE REZAGOS EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CELDA, SIGNO EN LA INFERIOR)

	Entidad 1	Entidad 2	Entidad 3	Entidad 4	Entidad 5
Entidad 1	1	-	1	1	1
Entidad 2	1	2	1,2	-	1,2
Entidad 3	2	-	1,2	1,2	1
Entidad 4	1,2	-	-	-	1
Entidad 5	2	2	1,2	-	-
R cuadrada	0.839239	0.195686	0.826444	0.562447	0.391839
R ajustada	0.831965	0.159292	0.818591	0.542648	0.364321

Como se puede apreciar en la tabla anterior es notable la existencia de una interrelación entre los instrumentos crediticios en el tiempo. En todas las estimaciones podemos notar que para un determinado CDS el precio de éste se ve afectado por las variaciones de los precios de otros CDS en períodos anteriores, e inclusive por rezagos de orden mayor a uno. Como sugiere John Hull (2005) esto puede explicar porqué las probabilidades implícitas de impago de los instrumentos son por lo regular más altas que las probabilidades obtenidas en datos históricos. De acuerdo con John Hull (2005) los inversionistas pueden estar considerando el potencial de un choque generalizado en expectativas que ocasione una espiral inflacionaria de los precios de los CDS. En otras palabras, los inversionistas pueden estar previendo la probabilidad de que crisis económicas tengan un impacto generalizado en diversas industrias y esto pueda a su vez generar una serie de impagos por parte de las entidades de referencia. Por lo tanto, en el mercado los

---

inversionistas demandan una mayor cobertura por ese tipo de riesgo y en consecuencia elevando el precio del CDS.

*Selección del orden del VAR (criterio Akaike AIC y Schwarz SC)*

La selección del orden del VAR estimado anteriormente se basó en la minimización del criterio Akaike y Schwarz. Se corrieron diversos modelos con varios rezagos hasta llegar a minimizar estos dos estadísticos. El número mínimo se alcanza al utilizar una especificación con dos rezagos. Para el modelo VEC presentado en el siguiente apartado se procedió de la misma forma.

*Modelo VEC*

Tomando en consideración la existencia de cointegración entre las series, se estimó un modelo para tomar en cuenta esto y brindar una estimación más precisa. La existencia de cointegración sugiere que las series no se alejan cada vez más en el tiempo y por lo tanto una regresión entre estas series captura la relación de equilibrio de largo plazo y la regresión tiene sentido (no arroja una relación espúrea). Los modelos de corrección de error como el VEC incorporan tanto efectos de corto plazo como aquellos de largo plazo y con este tipo de modelos no se tendrá el problema de una regresión espúrea.

*Resultados*

**TABLA 7.3.1.3**  
**RESUMEN DE LOS REZAGOS SIGNIFICATIVOS DEL VECTOR**  
**AUTORREGESIVO CON CORRECCION DE ERROR DE ACUERDO A LA**  
**ESPECIFICACIÓN (7.12)**

	Entidad 1	Entidad 2	Entidad 3	Entidad 4	Entidad 5
Entidad 1	1,2	-	1	1	2
Entidad 2	-	2	-	-	-
Entidad 3	1,2	-	1,2	-	1,2
Entidad 4	1,2	1	-	1,2	1,2
Entidad 5	1	1,2	2	-	1
R cuadrada	0.250438	0.450968	0.567771	0.420830	0.645829
R ajustada	0.212788	0.423391	0.546061	0.391739	0.628039

En la tabla anterior se puede observar que una vez que se aplica el método de vectores autorregresivos con corrección de error los resultados no varían de manera trascendental. Ciertamente, al introducir el VEC, algunos de los coeficientes que habían resultado significativos ya no lo son en esta nueva especificación, sin embargo, son evidentes las relaciones entre los diversos instrumentos a lo largo del tiempo. Como se ha mencionado, esto puede servir para explicar porqué las probabilidades implícitas de impago suelen ser superiores a las obtenidas por el método de datos históricos.

*Principales conclusiones del modelo VAR y VEC*

Los modelos anteriores son de gran utilidad para dilucidar la dinámica de los precios de instrumentos CDS. Señalan que existen dos tipos de relaciones, una relación entre

los precios pasados de un instrumento determinado y sus precios corrientes así como una relación entre los precios de un determinado instrumento y el de otros instrumentos en el mercado. En cada uno de los instrumentos es posible apreciar que el precio de un CDS actualmente viene determinado por movimientos en el pasado del CDS. Adicionalmente, se puede notar que el precio de un CDS también se ve impactado por la evolución del tiempo de otros CDS. Esto puede sugerir la existencia, de un tipo de “contagio financiero” en el mercado de derivados crediticios. Esto es algo que es compatible con los elementos teóricos esbozados en el capítulo 2 en donde se señala la existencia de un diferencial considerable entre las probabilidades de impago calculadas a través del precio de bonos y el de las probabilidades físicas o estimadas a través de datos históricos. Por lo tanto, si se desea estimar con mayor precisión el precio de un CDS, es importante tomar en cuenta las dinámicas del mercado de instrumentos crediticios así como las variables expuestas en el apartado anterior.

#### *Limitantes del modelo VAR y VEC*

Los modelos VAR y VEC como los que se expusieron en las secciones anteriores presentan una limitante fundamental, y es la falta de inclusión de otras variables que pueden estar potencialmente influyendo en la determinación de precios de CDS. Las especificaciones anteriores, en contraposición con los dos apartados anteriores (OLS y Panel OLS), no incluyen la interrelación de variables como flujo de caja y calificación crediticia. Sin embargo, estos modelos son útiles ya que muchas veces no se puede obtener este tipo de información y lo único que queda para poder realizar inferencias es este tipo de análisis. Adicionalmente, este tipo de análisis

---

captura la interrelación de todos los instrumentos en el mercado y el efecto que esto pueda tener en la determinación de las probabilidades de impago de las entidades de referencia.

7.3.2 Modelo autorregresivo, multivariado y multiecuacional con heterocedasticidad condicional del DCDS y una medida del mercado accionario (Modelo M-GARCH-M)

En los apartados 7.2.1 y 7.2.2 se estimaron ecuaciones del DCDS incluyendo una variable llamada volatilidad, que no era más que la desviación estándar de los retornos del precio de las acciones de las entidades de referencia. En términos prácticos esto es algo comúnmente utilizado como se puede notar en diversos estudios como los de Kothari (1995), Clare (1998) y Naifar y Abid (2005). Sin embargo, en términos estrictos resulta más práctico incluir la interrelación que guardan muchas variables en un sistema. Utilizando como fuente de inspiración un modelo sobre la tasa de interés real por Grier y Hernández (2003) se introduce la idea de un modelo M-GARCH-M, o precisamente un GARCH-M bivariado ya que solamente se utilizan dos variables debido a que la inclusión de más variables hacía que fuera imposible de estimar. En el estudio de Grier y Hernández (2003) se estiman los efectos que tienen diversas variables, como el ciclo electoral, en la determinación del tipo de cambio de un país. Desde luego que su modelo involucra muchas más variables, pero en este caso la inclusión de dos variables resulta suficiente para ilustrar parte de la segunda dimensión de la tesis de este estudio. Adicionalmente, en este estudio se adaptan las ecuaciones presentadas por Grier y Hernández (2003) para hacerlas más operativas con el tema central de este proyecto. El modelo utilizado es un modelo bivariado y biecual, y no incluye parámetros exógenos como lo hace el estudio de Grier y Hernández (2003).

La gran ventaja de estos modelos es que capturan el comportamiento simultáneo de un conjunto de variables y también de las varianzas de estas variables (Greene, 2003). Sin embargo, estos modelos llegan a ser extremadamente complejos si se empiezan a considerar muchas variables ya que las varianzas condicionales pueden depender mutuamente de sus valores pasados así como de los errores pasados (Greene, 2003). Por esta razón se ha modificado el modelo propuesto por Grier y Hernández (2003) y se expone de la siguiente forma:

$$S_t = \alpha_1 + \alpha_2 S_{t-1} + \alpha_3 S_{t-2} + \alpha_4 CDS_{t-1} + \alpha_5 CDS_{t-2} + \varepsilon_{1t} \quad (7.12)$$

$$CDS_t = \alpha_6 + \alpha_7 CDS_{t-1} + \alpha_8 CDS_{t-2} + \alpha_9 S_{t-1} + \alpha_{10} S_{t-2} + \varepsilon_{2t} \quad (7.13)$$

$$\sigma^2_{1t} = \alpha_{11} + \alpha_{12} \varepsilon^2_{1t-1} + \alpha_{13} \sigma^2_{1t-1} \quad (7.14)$$

$$\sigma^2_{2t} = \alpha_{14} + \alpha_{15} \varepsilon^2_{2t-1} + \alpha_{16} \sigma^2_{2t-1} \quad (7.15)$$

$$COV \quad (7.16)$$

En donde:

$S_t =$  Es el retorno de las acciones de las entidades en el tiempo t

$CDS_t =$  Es el diferencial del precio del CDS en el tiempo t

$\sigma^2_{1t} =$  Es la varianza del primer proceso

$\sigma^2_{2t} =$  Es la varianza del segundo proceso

$COV =$  Es la covarianza de las dos ecuaciones principales

### *Variables*

En este modelo se generan dos ecuaciones autorregresivas principales. En la primera ecuación se incluye el precio de los CDS como variable dependiente así como sus rezagos y los rezagos del retorno de las acciones de las entidades de referencia. Mientras que el retorno de la acciones también es utilizado como variable dependiente en la segunda ecuación con una forma muy similar a la primera. Las demás ecuaciones definen el proceso de varianza-covarianza condicional bajo supuestos de diagonalización y correlación constante (Greene, 2003).

En este caso, solamente se seleccionaron 4 entidades de referencia (las que gozaban de una calificación crediticia más alta) para generar una serie de datos CDS que fuera lo más uniforme posible ya que de lo contrario se obtenía un comportamiento muy errático y el modelo en GAUSS por un método de máxima verosimilitud no podía ser estimado. De estas mismas entidades de referencia se obtuvieron datos del retorno del precio de sus acciones y se generó la serie de datos  $S_t$ . Ambas series fueron insertadas en un modelo VAR y en un modelo GARCH(1,1) para obtener los coeficientes iniciales necesarios para correr el modelo en GAUSS. Después de una serie de pruebas de intento y error variando los coeficientes iniciales se logró inicializar el programa y obtener los resultados de esta estimación.

### *Procedimientos preliminares estadísticos y robustez del modelo*

Como en la sección anterior, primero se realizaron las pruebas estadísticas pertinentes antes de estimar el modelo M-GARCH-M. Como lo hacen Grier y Hernández (2003) se realizaron tres pruebas, la de raíces unitarias, prueba de

cointegración, y prueba de causalidad de Granger. Esto fue con el propósito de generar un modelo en el que no hubiera un comportamiento errático de las series ni tampoco relaciones espúreas entre las variables. Retomando la metodología expuesta en el apartado anterior, se determinó que estas dos series se caracterizan por ser integradas de orden (1) ya que se encuentran raíces unitarias en los niveles de la serie pero no en sus diferencias. También se encontró, por lo menos, una relación de cointegración entre la serie DCDS y las acciones a través de una prueba de Johanssen multivariada. Por último se encontró la existencia de causalidad de Granger por parte de las dos series, descartando la existencia de relaciones espúreas (siendo más significativa la causalidad del precio de la acción hacia el DCDS). En las siguientes tablas se reporta un resumen de las pruebas de raíces unitarias, cointegración y de causalidad de Granger.

**TABLA 7.3.2.1  
PRUEBAS DE RAIZ UNITARIA**

Serie	Prueba Dickey-Fuller Aumentada			Prueba Phillips-Perron		
	Nivel	Primera Diferencia	Segunda Diferencia	Nivel	Primera Diferencia	Segunda Diferencia
DCDS	1	0	0	1	0	0
Acciones	1	0	0	1	0	0

**TABLA 7.3.2.2**  
**PRUEBAS DE COINTEGRACION MULTIVARIADA JOHANSEN**

Tipo de tendencia	Ninguna	Ninguna	Linear	Linear	Cuadrática
Intercepto	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Tendencia	No	No	No	Sí	Sí
Rango de la traza	1	1	1	2	2

**TABLA 7.3.2.3**  
**PRUEBA DE CAUSALIDAD GRANGER**

<b>Relación</b>	<b>Estadístico-F</b>	<b>Valor P.</b>
DCDS Granger-causa a Acciones	6.87	0.001
Acciones Granger-causa a DCDS	11.06	0.000

*Resultados*

**TABLA 7.3.2.4**  
**RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE ACUERDO**  
**A LA ESPECIFICACIÓN (7.12-7.13)**

<b>Variable</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Valor P</b>	<b>Estadístico-t</b>
$\alpha_1$	0.3340	0.1792	1.34
$\alpha_2$	0.7277	0.0000	10.52
$\alpha_3$	0.1371	0.0042	2.02
$\alpha_4$	0.0369	0.1909	1.30
$\alpha_5$	0.0142	0.5969	0.52
$\alpha_6$	2.9596	0.0000	4.63
$\alpha_7$	0.1121	0.1968	1.29
$\alpha_8$	-0.1172	0.1729	-1.36
$\alpha_9$	-0.3207	0.0000	-4.57
$\alpha_{10}$	0.1959	0.0064	2.72
$\alpha_{11}$	0.0000	0.9852	0.00
$\alpha_{12}$	0.8133	0.0000	20.52
$\alpha_{13}$	0.1015	0.0703	1.80
$\alpha_{14}$	0.1754	0.4044	0.83
$\alpha_{15}$	0.8427	0.0000	13.96
$\alpha_{16}$	0.1552	0.0248	2.24
$\alpha_{17}$	0.1926	0.0004	2.81
Estadístico LR	2153.34		

Los resultados de la tabla anterior ilustran una serie de dinámicas interesantes entre el precio de los CDS y los retornos de las acciones de las mismas entidades de

referencia. Para simplificar el análisis solamente se analizarán los coeficientes que resultaron significativos a un grado de confiabilidad del 95% y que resultan relevantes en términos del objetivo de este estudio.

La tabla anterior señala que los coeficientes  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$  resultan significativos en la primera ecuación (7.12). Esto sugiere que existe un efecto de la variación del precio de las acciones en el pasado sobre el precio de las acciones en el presente. Por otro lado, notamos que los coeficientes  $\alpha_9$  y  $\alpha_{10}$  también resultan significativos potencialmente sugiriendo en la ecuación (7.13) la existencia de un efecto de cambios en el precio de las acciones en los CDS. Esto es parcialmente consistente con lo recabado por Norden y Weber (2004) en donde se realiza un ejercicio similar (aunque no utilizando un modelo M-GARCH-M y más bien un VAR) en donde se encuentra un impacto de los retornos del precio de las acciones sobre el diferencial de los CDS<sup>24</sup>. En otras palabras parece existir una relación cercana y negativa entre el precio de las acciones de las entidades de referencia y el precio de los CDS. Quizás esto puede indicar que empresas cuyas acciones estén experimentando procesos a la alza, sean percibidas como más estables y menos propensas a entrar en situaciones de impago, empujando el precio hacia la baja. Por último, en las ecuaciones (7.15) y (7.16) que describen el proceso de las varianzas de las ecuaciones destaca la significancia de los coeficientes  $\alpha_{12}$  y  $\alpha_{15}$  potencialmente sugiriendo que las varianzas evolucionan en el tiempo siguiendo un patrón autorregresivo algo bastante común en series financieras y macroeconómicas

---

<sup>24</sup> Los autores encuentran una relación negativa entre los retornos de las acciones y la variable DCDS. Sin embargo, en esta estimación no se obtuvieron dichos signos.

---

(Greene, 2003). En este caso, los procesos corresponden a unos de heterocedasticidad condicional autorregresiva. Quizás esto pueda sugerir que existe un impacto de la volatilidad de los precios de las acciones en el comportamiento de los CDS. Por lo que, puede ser que en casos en donde se presenten volatilidades elevadas y exista la percepción de incremento en las probabilidades de impago (como en situaciones de crisis) esto pueda repercutir en una alza generalizada en el precio de un CDS. Por último, la covarianza entre ecuaciones también resulta significativa confirmando la existencia de interrelación entre los dos procesos.

#### *Principales conclusiones del modelo M-GARCH-M*

La especificación anterior sugiere la existencia de una relación positiva entre los precios de las acciones de las entidades de referencia y el precio de sus CDS. El enlace entre estas dos variables puede explicarse por el impacto que tienen los precios elevados de acciones sobre las expectativas de probabilidad de impago de una entidad de referencia. Quizás empresas con una mejor salud financiera y por ende precios de acción más alto, sean percibidas en el mercado como más capaces de solventar sus obligaciones impulsando el precio del CDS a la baja. Esto sirve para soportar la segunda dimensión de la tesis propuesta ya que sugiere que es necesario considerar la interacción de los instrumentos crediticios con otros activos, en este caso las acciones de las entidades de referencia y el comportamiento de éstas.

#### *Limitaciones del modelo M-GARCH-M*

La principal limitación de un modelo como el expuesto anteriormente es la poca flexibilidad que tiene para incluir un conjunto amplio de variables. El tratar de

---

incluir parámetros adicionales eleva la complejidad del modelo ya que el número de parámetros a estimar se eleva exponencialmente (se tienen que estimar ecuaciones de varianza y covarianza por cada variable añadida). Adicionalmente, las series que se introducen al modelo deben ser series estables o por lo menos no con demasiados brincos (algo de por sí raro de encontrar en este tipo de estudios), ya que de lo contrario con las técnicas usuales de estimación (como la técnica de máxima verosimilitud) muchas veces no se alcanza una solución.

#### 7.4 Resumen de los modelos financieros y económicos

Los modelos financieros y económicos expuestos en los apartados anteriores emanan de un modelo de valuación de activos basado en factores. Aparentemente el lector puede pensar que se tratan de distintos modelos, ya que las especificaciones estadísticas varían notablemente, sin embargo, son simplemente variaciones de un modelo fundamental de precios de activos basado en flujos descontados.

En los modelos tradicionalmente de corte económico se introducen factores relacionados a la probabilidad de impago de una entidad de referencia y dado que existe una relación estrecha entre el precio de un CDS y la probabilidad de impago, esto resulta útil para determinar el precio de un CDS. En estos modelos se encuentra que variables “tradicionales” como la calificación crediticia, la madurez de un instrumento, y la volatilidad del precio de la acción de una entidad de referencia tienen un efecto importante sobre el precio de un CDS. En particular para el caso analizado, se encuentra que una peor calificación crediticia, una mayor madurez del instrumento y una mayor volatilidad en el precio de la acción elevan el precio de un CDS ya que están relacionadas con una mayor probabilidad de impago. Por otro lado, en este estudio se presenta una expansión de los modelos anteriores para incluir variables de estados financieros de las empresas y que se cree están ligadas estrechamente con características relacionadas con la probabilidad de impago de una entidad.

En los modelos tradicionalmente de corte financiero se recurre a variables generalmente accesibles en el mercado. Muchas veces estas variables resultan ser las

propias variables a analizar o mejor dicho su comportamiento, como en este caso, el precio del CDS. La ventaja de dichos modelos es que son útiles en ilustrar la dinámica de los propios instrumentos en el tiempo así como la interrelación entre ellos. En este estudio se muestra que para el caso mexicano hay una interrelación entre el precio de los CDS sugiriendo la existencia de un enlace entre las probabilidades de impago de los instrumentos crediticios. También se muestra que variables relacionadas con la probabilidad de impago, como el precio de la acción así como la volatilidad de ella, tienen un impacto en el precio de un CDS. Una percepción optimista de la probabilidad de impago de una entidad, reflejada en un precio elevado de la acción o una menor volatilidad tiene un impacto negativo en el precio del CDS, y por ende disminuye el diferencial de tasa presente en el CDS.

#### 7.5 Descripción sobre las limitantes de este estudio

La principal limitante de este tipo de estudio inexorablemente es la asequibilidad de los datos y su periodicidad. No solamente resulta complicado y costoso el obtener los datos de los instrumentos crediticios así como de los estados contables de las empresas, sino también tratar de consolidarlos en bases de datos consistentes con el herramental estadístico de corte económico. La naturaleza actual del mercado de derivados crediticios, un mercado de mostrador (over-the-counter), es la razón fundamental de este problema ya que las transacciones son usualmente realizadas entre bancos (JP Morgan, 2002) y la información es de carácter privado. El autor considera que en un futuro, quizás se pueda presentar una estandarización de los instrumentos crediticios similar al caso de derivados de renta fija (como las opciones

---

sobre acciones de empresas) y la información por ende pueda ser pública y naturalmente mucho más abundante, haciendo de esto un problema del pasado.

De manera paralela a esta limitante se encuentra uno de los problemas centrales de este tipo de estudio, la robustez de los modelos. Los modelos muchas veces resultan estadísticamente limitados ya que muchas de las técnicas de corrección como las de endogeneidad y autocorrelación no se pueden realizar debido precisamente al problema de la accesibilidad de datos. Muchas veces se generan regresiones asumiendo la no existencia de endogeneidad (o independencia de las variables con el término de error y entre sí) y la no autocorrelación de los errores para poder presentar los resultados (ver Naifar y Abid, 2005). Por ende, resulta necesario realizar ejercicios como el expuesto en este proyecto de presentar una serie de modelos en paralelo para poder dilucidar un argumento. En este estudio, por ejemplo, no se aplicó ninguna de las técnicas estadísticas comúnmente aplicadas para el modelo del apartado del modelo tradicional de valuación de CDS, como la técnica de corrección de endogeneidad con variables instrumentales (i.e. mínimos cuadrados en varias etapas) o regresiones aparentemente no relacionadas (SUR). Sin embargo, se optó por presentar un modelo en forma de panel en donde algunos de estos errores se pueden controlar con mayor precisión. Paralelamente se presentaron modelos que incorporaban exclusivamente el comportamiento del precio del CDS (modelos VAR y VEC) en un afán de reducir la probabilidad de estar cometiendo errores estadísticos debido a la precariedad de los datos. Adicionalmente, en cada apartado se incluyeron secciones donde se mostraban las pruebas estadísticas comúnmente utilizadas para evaluar la robustez estadística de los modelos.

## CAPÍTULO 8: EL PANORAMA DE LOS DERIVADOS CREDITICIOS EN MEXICO Y EL MUNDO

### 8.1 El mercado estructurado de derivados de México

El mercado estructurado de derivados de México es uno que, en primera instancia, parece estar relativamente bien posicionado en el ranking mundial, sin embargo, analizando más a fondo su situación cuenta con severas limitaciones. De acuerdo con datos del Futures Industry Association en términos de volumen de contratos, el Mercado Mexicano de Derivados (MEXDER) figura en la posición número 15 en el ranking de mercados estructurados de derivados.

**TABLA 8.1.1**  
**RANKING DE MERCADOS ESTRUCTURADOS DE DERIVADOS**  
**VOLUMEN DE OPCIONES Y FUTUROS**

Ranking	Mercado	Volumen <sup>25</sup>
1	Korea Exchange	2,593,088,445
2	Eurex	1,248,748,152
3	Chicago Mercantile Exchange	1,090,351,711
4	Euronext.liffe	757,926,860
....		
15	Mexican Derivatives Exchange	108,177,276

*Fuente: FIA*

A primera vista, esto podría ser un indicador de que la situación es favorable para el mercado y de que México podría obtener cuantiosos beneficios de esto, sin embargo, analizando un poco más a detalle el portafolio de instrumentos manejados por el

<sup>25</sup> Utilizando como variable aproximada al número de contratos de opciones y futuros. Excluye opciones sobre futuros.

MEXDER es posible darse cuenta de que hay un grave problema y que su posición en el mercado mundial es precaria.

**TABLA 8.1.2**  
**COMPOSICIÓN DE INSTRUMENTOS NEGOCIADOS EN EL MEXDER**  
**OCTUBRE 2005**

<b>Instrumento</b>	<b>Volumen</b>	<b>Porcentaje del total</b>
Dólar	205,807	3.48%
Euro	91	0.00%
CETE 91	581,000	9.82%
IPC	55,054	0.93%
TIEE 28	5,055,479	85.46%
UDI	0	0.00%
Bono M3	0	0.00%
Bono M10	17,900	0.30%
Acciones	0	0.00%

La tabla anterior muestra la composición del número de operaciones totales del MEXDER por tipo de instrumento para el mes de octubre de 2005. Se puede apreciar claramente que el instrumento más negociado es TIEE28 o el futuro sobre tasa de interés interbancaria de equilibrio. Por lo que, gran parte del volumen total de transacciones viene determinado por movimientos de un solo instrumento, lo cual genera dudas sobre el auténtico posicionamiento del MEXDER en los mercados internacionales, ya que gran parte de su evolución se verá atada a dicho instrumento. Naturalmente surge la interrogante de porqué es prácticamente el único instrumento

---

negociado por el MEXDER. Una posible explicación de esto puede centrarse en el grado de diferenciación que ofrece dicho instrumento en relación con aquéllos ofrecidos en otros mercados, en contraposición con otros derivados que se pueden obtener también en otros mercados. Por ejemplo, en el caso de un inversionista que quisiera adquirir un futuro sobre el dólar, tiene como alternativas el adquirir un futuro sobre el dólar en el MEXDER o un futuro muy similar pero sobre el peso en el Chicago Mercantile Exchange (ya que después de todo estos dos instrumentos son equivalentes). Con el advenimiento de métodos de transacción electrónicos, que reducen los costos de transacción, a dicho inversionista le convendrá adquirir el instrumento en donde le resulte más barato.

## 8.2 Alternativas posibles para México

Actualmente el mercado de derivados crediticios es uno de “tipo mostrador” (OTC) y cuyas transacciones usualmente se realizan por bancos u otras instituciones financieras, pero no de manera estructurada como es el caso de varios derivados de renta fija. La estructuración de los mercados usualmente eleva el número de transacciones y reduce el precio de los instrumentos negociados ya que usualmente estos mercados establecen estructuras de protección (como mantenimiento de márgenes y límites) a los participantes y además proveen información para los participantes (Hull, 2005). De acuerdo con varios teóricos, sin embargo, existen varias dudas sobre el verdadero potencial del mercado de derivados crediticios, ya que en contraposición al mercado de derivados de renta fija, existe un potencial problema de asimetría en la información dado que una de las variables elementales para la valuación de éste, la probabilidad de impago, suele ser un elemento

determinable por información usualmente asimétrica (Hull, 2005). Adicionalmente, algunos teóricos consideran que el mercado de derivados crediticios no ha alcanzado el grado de estructuración de otros derivados ya que muchas veces se requiere que los instrumentos sean *ad-hoc* a la variedad de instrumentos y situaciones específicas de las entidades de referencia (Hull, 2005). Sin embargo, sería plausible argumentar, aun con estos potenciales problemas en mente, que en un futuro se podrían empezar a generar los primeros derivados crediticios de impago en los mercados estructurados si se establecen medidas de protección similares a los derivados de renta fija. En esencia el pasar a mercados estructurados simplemente se trata de una disyuntiva, en la que se pierde flexibilidad al generar contratos CDS con estructuras más rígidas pero por otro lado se podrían obtener beneficios de reducciones en los precios debido a un mayor número de transacciones, elementos de protección y quizás mayor apertura en la información. En el contexto de lo expuesto en el apartado anterior, la implicación que tiene esto para el MEXDER, así como para otros mercados estructurados, es que potencialmente pueden introducir nuevos instrumentos que se caracterizan por estar diferenciados de otros ofrecidos en el mercado internacional. Adicionalmente, el estructurar este tipo de instrumento puede servir para reducir los problemas de asimetría de información potencialmente presentes en transacciones de derivados crediticios ya que por definición se genera una mayor apertura de información. Después de todo, sería plausible concebir un sistema de manutención de márgenes, como en el caso de derivados de renta fija, para eliminar problemas potenciales asociados a la asimetría de información (y por ende evitar escenarios en los cuales una valuación incorrecta de los CDS genera posturas muy riesgosas).

---

## **CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES**

La motivación principal de este estudio fue determinar los factores requeridos para valorar un derivado crediticio de impago. Adicionalmente, este estudio intentó proveer un entendimiento más completo de diversas dinámicas presentes en el mercado de derivados crediticios y propone que es necesario incluir variables estrechamente relacionadas con las entidades de referencia así como la interacción de los instrumentos en el mercado. La implicación de alcanzar dicho objetivo puede repercutir en un aumento de la eficiencia de los mercados financieros ya que los derivados crediticios son un pilar en la construcción de mercados completos al permitir separar la propiedad y manejo de los instrumentos del manejo de los riesgos asociados a éstos.

Un repaso teórico de los derivados crediticios de impago vainilla o CDS reveló una relación estrecha entre la probabilidad de impago de una entidad de referencia y el precio de un CDS. Tomando en cuenta esta relación, en este estudio se parte de una formulación general de un modelo de factores para valorar activos a través de la noción de flujos descontados mediante factores de descuento estocásticos. Se introdujeron al modelo factores que estuvieran relacionados con dicha probabilidad de impago en un afán de construir relaciones funcionales entre estos factores y el precio del CDS. Estadísticamente, la metodología para lograr lo anterior se basó en la presentación de cuatro especificaciones econométricas distintas que en su conjunto sirven para demostrar la tesis de este estudio. A su vez y para hacer más digerible el caudal de información estas especificaciones se subdividieron en dos categorías reflejando el tipo de factores usualmente introducidos en el modelo.

---

En una primera especificación, mediante el uso de mínimos cuadrados ordinarios y una especificación relativamente sencilla, se reprodujeron los resultados de modelos tradicionales de instrumentos crediticios. Los resultados obtenidos fueron consistentes con los de estudios similares y sugieren que las variables “tradicionales” como la calificación crediticia, la madurez del instrumento y la volatilidad del precio de las acciones explican una parte considerable del precio de un CDS. Sin embargo, en este estudio se argumenta que esto puede ser un resultado incompleto ya que estas variables no alcanzan un grado lo suficientemente dinámico como para poder considerarse adecuadas en un mercado que reacciona mucho más velozmente que dichas variables. Adicionalmente, el alto ajuste obtenido a través de esta especificación puede ser un resultado coyuntural ya que el mercado puede considerarse como incipiente y de ahí que este tipo de especificación no sea muy aplicable en el futuro o con un mercado más dinámico.

En una segunda especificación, se expandió la primera especificación para incluir otro tipo de variables estrechamente relacionadas con características de las entidades de referencia y que se consideran altamente relacionadas con sus probabilidades de impago. En dicha especificación se encontró que, variables provenientes de los estados contables de las entidades de referencia efectivamente tienen un impacto importante en el precio de un CDS. Un mayor flujo de caja, ventas netas más elevadas, y un menor apalancamiento, al parecer disminuyen la probabilidad de impago de una entidad de referencia y tienen un impacto negativo en el precio de los CDS.

---

En una tercera especificación se modeló la interrelación de los instrumentos en el mercado. Tomando como fundamento teórico la posible interrelación de las probabilidades de impago de distintos instrumentos en el mercado, se encontró que en efecto existen relaciones entre los precios de distintos instrumentos en el tiempo. Esto sirve para confirmar la segunda dimensión de la tesis expuesta que sugiere que para valorar instrumentos como éste es necesario considerar la interrelación que tienen estos instrumentos en el mercado. Paralelamente, la evidencia empírica indica un marcado diferencial entre probabilidades implícitas obtenidas con precios de bonos y probabilidades históricas. Tomando en cuenta los resultados arrojados en esta especificación, la interrelación entre las probabilidades de impago de distintos instrumentos puede ser la causa de dicho diferencial.

Por último, en una cuarta especificación se expande la especificación anterior para modelar de una manera alternativa el efecto que tiene la variable del precio de las acciones. Se encontró la existencia de una relación negativa entre el precio de las acciones y el precio de un CDS, por lo que, empresas cuyos precios accionarios experimenten alzas pueden estar siendo percibidas por el mercado como más solventes y por lo tanto en respuesta el precio de los CDS se ajusta a la baja. Esto confirma la importancia de incluir no solamente variables relacionadas con la situación crediticia de las entidades de referencia sino también la interacción de los instrumentos en el mercado entre sí y en relación con otros.

---

Conjuntando las distintas especificaciones sugeridas se puede concluir que para valorar adecuadamente derivados crediticios de impago es necesario incluir variables que ofrezcan información sobre las características de las entidades de referencia y también resulta necesario considerar la interrelación que guardan los diversos instrumentos en el mercado.

**APÉNDICE: TABLAS, GRÁFICAS Y CÓDIGOS**

**TABLA A1**  
**RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.9)**  
**UTILIZANDO EFECTOS FIJOS**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Estadístico-Z</b>	<b>Valor P</b>
Flujo de efectivo	-0.0176	-4.83	0.000
Madurez	dropped	-	-
TLR	-0.0293	-2.59	0.000
Ventas netas	-0.2606	-1.35	0.180
Apalancamiento	0.0062	1.73	0.086
PIB	0.0001	1.61	0.111
Volatilidad	0.0004	1.55	0.124
Curva 5 años	-0.0003	-0.22	0.828
Constante	1.2915	2.58	0.011
R cuadrada (over.)	0.0325	Estadístico-F	5.89
N. observaciones	150	Prob. Chi	0.0000

**TABLA A2**  
**RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN (7.10)**  
**UTILIZANDO EFECTOS FIJOS**

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Estadístico-Z</b>	<b>Valor P</b>
Flujo de efectivo	-0.0176	-4.83	0.000
Madurez	dropped	-	-
TLR	-0.0292	-2.59	0.000
Ventas netas	-0.2606	-1.35	0.180
Apalancamiento	0.0062	1.73	0.086
PIB	0.0001	1.61	0.111
Volatilidad	0.0004	1.55	0.124

Curva 5 años	-0.0003	-0.22	0.828
Rating	dropped	-	-
Constante	1.2915	2.58	0.011
R cuadrada (over.)	0.0325	Estadístico-F	5.89
N. observaciones	150	Prob. Chi	0.0000

**TABLA A3**  
**MODELO VAR DE ACUERDO A LA ESPECIFICACIÓN (7.9)**

	DIFF1	DIFF2	DIFF3	DIFF4	DIFF5
DIFF1(-1)	0.743518	-0.03828	2.936235	0.87371	-2.026425
	-0.06504	-0.02892	-0.69923	-0.34502	-0.89633
	(-11.4321)	(-1.32358)	(-4.19922)	(-2.53237)	(-2.26081)
DIFF1(-2)	-0.05702	0.032233	-1.05532	-0.65332	1.667821
	-0.06846	-0.03044	-0.736	-0.36316	-0.94345
	(-0.83298)	(1.05883)	(-1.43387)	(-1.79902)	(-1.76779)
DIFF2(-1)	-0.33652	0.224464	-3.73407	0.031095	6.540088
	-0.14701	-0.06537	-1.58053	-0.77986	-2.02603
	(-2.28911)	(3.43354)	(-2.36255)	(-0.03987)	(-3.22804)
DIFF2(-2)	-0.23656	-0.37002	-4.17708	0.484176	-7.141321
	-0.15303	-0.06805	-1.64523	-0.81179	-2.10897
	(-1.54583)	(-5.43748)	(-2.53890)	(-0.59643)	(-3.38616)
DIFF3(-1)	0.005001	0.000837	0.171603	0.087417	0.531915
	-0.00599	-0.00266	-0.06438	-0.03176	-0.08252
	(-0.8352)	(-0.31452)	(-2.66567)	(-2.75208)	(-6.44587)
DIFF3(-2)	0.019825	-0.00344	0.513889	0.126395	-0.142466
	-0.00631	-0.00281	-0.06784	-0.03347	-0.08696
	(-3.1419)	(-1.22532)	(-7.57506)	(-3.77598)	(-1.63826)
DIFF4(-1)	0.04336	0.001598	0.181675	0.11073	-0.361454
	-0.01331	-0.00592	-0.14306	-0.07059	-0.18338
	(-3.25859)	(-0.27002)	(-1.26992)	(-1.56866)	(-1.97102)
DIFF4(-2)	-0.03535	-0.00195	0.000389	0.041262	-0.185196
	-0.01331	-0.00592	-0.14306	-0.07059	-0.18338

		(-2.65664)	(-0.33022)	(-0.00272)	(-0.58455)	(-1.00990)
DIFF5(-1)	0.005669	0.004122	0.107894	-0.05045	0.121324	
	-0.00507	-0.00225	-0.0545	-0.02689	-0.06986	
	(-1.11834)	(-1.82839)	(-1.9797)	(-1.87621)	-1.73663	
DIFF5(-2)	-0.00956	0.007367	0.187815	-0.02712	0.108109	
	-0.00471	-0.00209	-0.05064	-0.02499	-0.06491	
	(-2.02905)	(-3.51744)	(-3.70899)	(-1.08556)	(-1.6655)	
C	-0.0015	0.027189	2.720808	0.891066	-1.00626	
	-0.14506	-0.06451	-1.55957	-0.76952	-1.99916	
	(-0.01031)	(-0.42149)	(-1.74459)	(-1.157959)	(-0.50334)	
R-squared	0.839239	0.195686	0.826444	0.562447	0.391839	
Adj. R-squared	0.831965	0.159292	0.818591	0.542648	0.364321	
Sum sq. resids	488.7254	96.64602	56490.94	13753.47	92825.08	
S.E. equation	1.487087	0.661296	15.98797	7.888784	20.49446	
F-statistic	115.3714	5.37683	105.2364	28.40812	14.23908	
Log likelihood	-415.621	-227.615	-966.625	-802.742	-1024.235	
Akaike AIC	3.677768	2.057022	8.427803	7.015014	8.924439	
Schwarz SC	3.841191	2.220445	8.591226	7.178437	9.087862	
Mean dependent	2.955928	0.011307	37.42112	10.15431	8.900431	
S.D. dependent	3.627742	0.721229	37.53734	11.665	25.70499	
Standard errors below coefficient						
t-statistic in parenthesis						

**TABLA A4**  
**PRUEBAS DE RAICES UNITARIAS**

Prueba	Serie	Tipo	Valores	Valores críticos	
ADF	Entidad 1	Nivel	4.073305	1%	-4.001
ADF	Entidad 2	Nivel	-2.20101	5%	-3.4305
ADF	Entidad 3	Nivel	3.592279	10%	-3.1386
ADF	Entidad 4	Nivel	2.045718		
ADF	Entidad 5	Nivel	-0.2047		
ADF	Entidad 1	Primera diff	-4.76553	1%	-4.0012

ADF	Entidad 2	Primera diff	-5.36091	5%	-3.4305
ADF	Entidad 3	Primera diff	-3.60388	10%	-3.1386
ADF	Entidad 4	Primera diff	-3.55652		
ADF	Entidad 5	Primera diff	-6.69774		
PP	Entidad 1	Nivel	5.883521	1%	-4.0004
PP	Entidad 2	Nivel	-2.199557	5%	-3.4302
PP	Entidad 3	Nivel	6.852227	10%	-3.1384
PP	Entidad 4	Nivel	3.661934		
PP	Entidad 5	Nivel	0.147483		
PP	Entidad 1	Primera diff	-6.636855	1%	-4.0005
PP	Entidad 2	Primera diff	-12.00589	5%	-3.4303
PP	Entidad 3	Primera diff	-11.92897	10%	-3.1384
PP	Entidad 4	Primera diff	-3.556524		
PP	Entidad 5	Primera diff	-6.697743		

**TABLA A5**  
**MODELO VEC DE ACUERDO A LA ESPECIFICACIÓN (7.9)**

	D(DIFF1)	D(DIFF2)	D(DIFF3)	D(DIFF4)	D(DIFF5)
CointEq1	-0.067997 -0.01745 (-3.89682)	-0.031205 -0.00799 (-3.90441)	-0.091794 -0.17803 (-0.51562)	-0.239982 -0.09385 (-2.55695)	-1.241953 -0.22568 (-5.50318)
D(DIFF1(-1))	-0.165717 -0.0634 (-2.61390)	0.001158 -0.02904 (-0.03987)	2.195006 -0.64682 (-3.39353)	1.078242 -0.341 (-3.16197)	-0.822113 -0.81996 (-1.00262)
D(DIFF1(-2))	-0.223684 -0.0638 (-3.50618)	0.043022 -0.02922 (-1.47232)	0.600686 -0.65089 (-0.92287)	-0.22251 -0.34315 (-0.64844)	2.251947 -0.82511 (-2.72925)
D(DIFF2(-1))	0.205987 -0.142 (-1.45056)	-0.268755 -0.06504 (-4.13204)	0.761617 -1.4488 (-0.52569)	1.144616 -0.76381 (-1.49857)	10.57342 -1.83661 8-5.75703)
D(DIFF2(-2))	0.037478 -0.13629 (-0.27499)	-0.553046 -0.06242 (-8.85961)	-1.878102 -1.39047 (-1.35069)	1.306618 -0.73306 (-1.78242)	1.533944 -1.76267 (-0.87024)

D(DIFF3(-1))	-0.026606 -0.00806 (-3.30094)	-0.001287 -0.00369 (-0.34863)	-0.917685 -0.08223 (-11.1596)	-0.049971 -0.04335 (-1.15266)	0.392847 -0.10424 (-3.7685)
D(DIFF3(-2))	-0.015229 -0.00702 (-2.16936)	0.001893 -0.00322 (-0.58868)	-0.395987 -0.07162 (-5.52889)	0.001124 -0.03776 (-0.02977)	0.473379 -0.09079 (-5.21383)
D(DIFF4(-1))	0.083239 -0.01332 (-6.24857)	0.017335 -0.0061 (-2.84107)	0.045928 -0.13591 -0.33793	-0.578206 -0.07165 (-8.06965)	0.436449 -0.17229 (-2.53321)
D(DIFF4(-2))	0.034909 -0.01228 (-2.84351)	0.010532 -0.00562 (-1.87301)	-0.160904 -0.12525 (-1.28463)	-0.434176 -0.06603 (-6.57512)	0.412056 -0.15878 (-2.59514)
D(DIFF5(-1))	0.019669 -0.00522 (-3.77017)	0.011061 -0.00239 (-4.62882)	0.100546 -0.05323 (-1.88898)	0.02326 -0.02806 (-0.8289)	-0.42073 -0.06748 (-6.23530)
D(DIFF5(-2))	0.001678 -0.00441 (-0.38012)	0.011409 -0.00202 (-5.64437)	0.110903 -0.04503 (-2.4631)	-0.011674 -0.02374 (-0.49179)	-0.019419 -0.05708 (-0.34021)
C	0.039993 -0.09883 (-0.40465)	-0.005867 -0.04527 (-0.12960)	1.39653 -1.00834 (-1.38498)	0.418403 -0.5316 (-0.78707)	-0.513868 -1.27825 (-0.40201)
R-squared	0.250438	0.450968	0.567771	0.42083	0.645829
Adj. R-squared	0.212788	0.423391	0.546061	0.391739	0.628039
Sum sq. resids	491.4672	103.1033	51156.79	14218.5	82209.57
S.E. equation	1.498046	0.686142	15.28374	8.057585	19.37489
F-statistic	6.651863	16.35305	26.15234	14.46612	36.3041
Log likelihood	-414.9747	-234.6026	-951.5017	-803.6211	-1006.292
Akaike AIC	3.696751	2.135087	8.342006	7.061655	8.816382
Schwarz SC	3.875578	2.313914	8.520833	7.240482	8.995209
Mean dependent	0.02613	0.001414	0.711255	0.236797	0.151082
S.D. dependent	1.688416	0.903594	22.68458	10.33142	31.76806
Standard errors below coefficient t-statistic in parenthesis					

**TABLA A6**  
**PRUEBAS DE RAICES UNITARIAS**

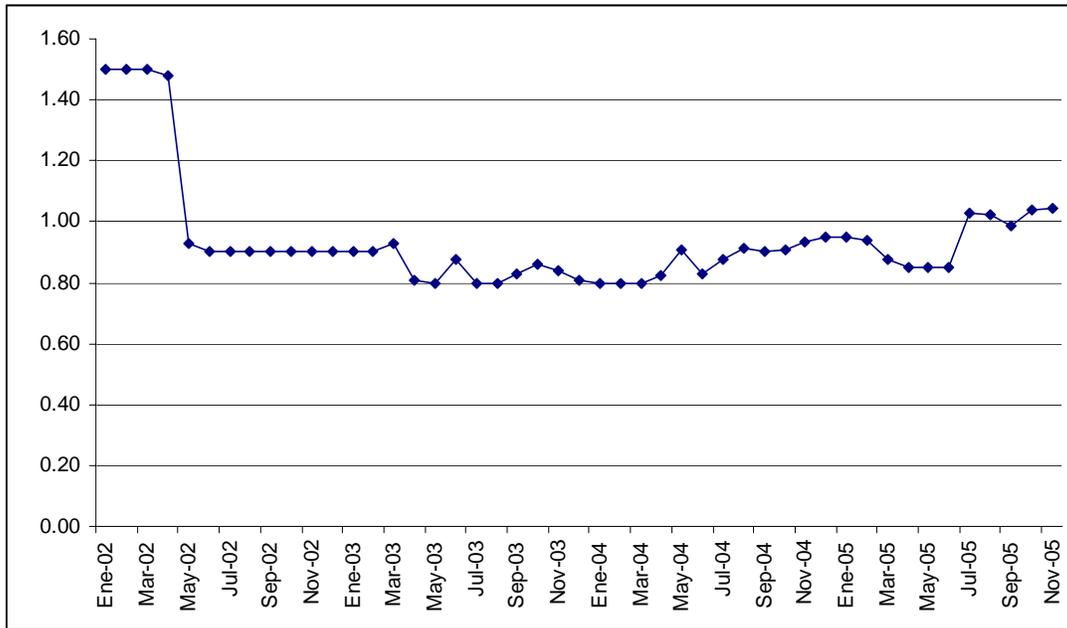
<b>Prueba</b>	<b>Serie</b>	<b>Tipo</b>	<b>Valores</b>	<b>Valores críticos ADF</b>	
ADF	CDS	Nivel	2.688534	1%	-4.001
ADF	S	Nivel	4.073305	5%	-3.4305
				10%	-3.1386
ADF	CDS	Primera diff.	-4.24796	1%	-4.0012
ADF	S	Primera diff.	-4.76552	5%	-3.4306
				10%	-3.1386
PP	CDS	Nivel	3.996020	1%	-4.0004
PP	S	Nivel	5.883521	5%	-3.4302
				10%	-3.1384
PP	CDS	Primera diff.	-10.06282	1%	-4.0012
PP	S	Primera diff.	-6.636855	5%	-3.4306
				10%	-3.1386

**TABLA A7**  
**PRUEBA DE CAUSALIDAD DE GRANGER MULTIVARIADA**

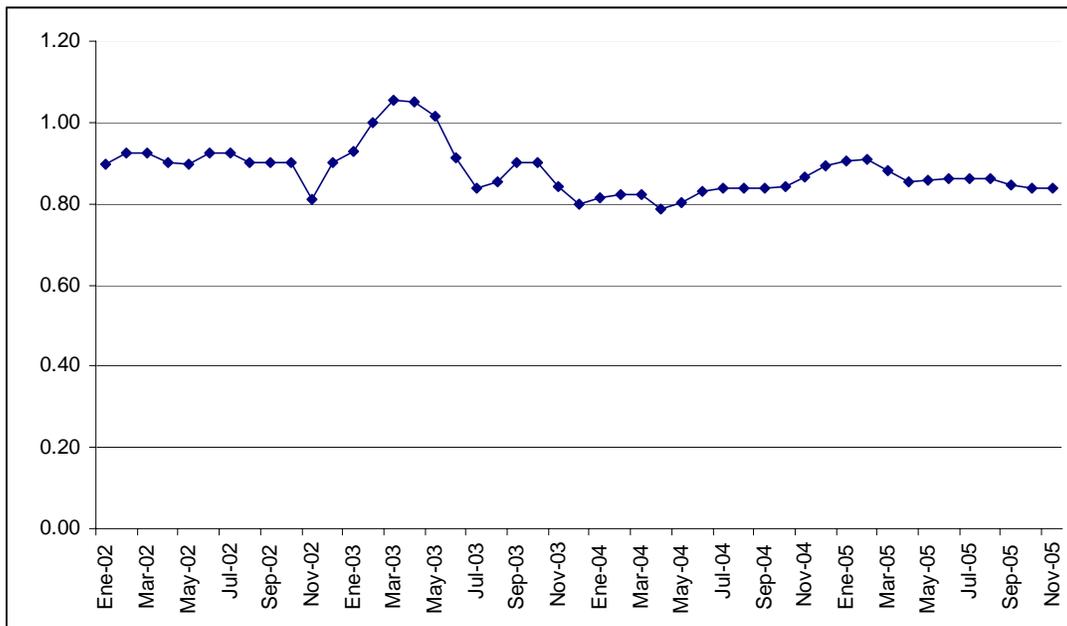
<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Obs.</b>	<b>Estadístico-F</b>	<b>Probabilidad</b>
DIFF2 does not Granger Cause DIFF1	232	2.93968	0.0549
DIFF1 does not Granger Cause DIFF2		0.6843	0.50548
DIFF3 does not Granger Cause DIFF1	232	9.73784	8.80E-05
DIFF1 does not Granger Cause DIFF3		12.0181	1.10E-05
DIFF4 does not Granger Cause DIFF1	232	10.0982	6.30E-05
DIFF1 does not Granger Cause DIFF4		13.8744	2.10E-06
DIFF5 does not Granger Cause DIFF1	232	2.59186	0.0771
DIFF1 does not Granger Cause DIFF5		9.12449	0.00015
DIFF3 does not Granger Cause DIFF2	232	0.90218	0.40713

DIFF2 does not Granger Cause DIFF3		4.53089	0.01176
DIFF4 does not Granger Cause DIFF2	232	0.54064	0.58312
DIFF2 does not Granger Cause DIFF4		0.12962	0.87849
DIFF5 does not Granger Cause DIFF2	232	7.54171	0.00067
DIFF2 does not Granger Cause DIFF5		13.9845	1.90E-06
DIFF4 does not Granger Cause DIFF3	232	0.82141	0.44111
DIFF3 does not Granger Cause DIFF4		25.1073	1.40E-10
DIFF5 does not Granger Cause DIFF3	232	3.45338	0.03331
DIFF3 does not Granger Cause DIFF5		31.7276	7.10E-13
DIFF5 does not Granger Cause DIFF4	232	1.48316	0.22911
DIFF4 does not Granger Cause DIFF5		2.63052	0.07424

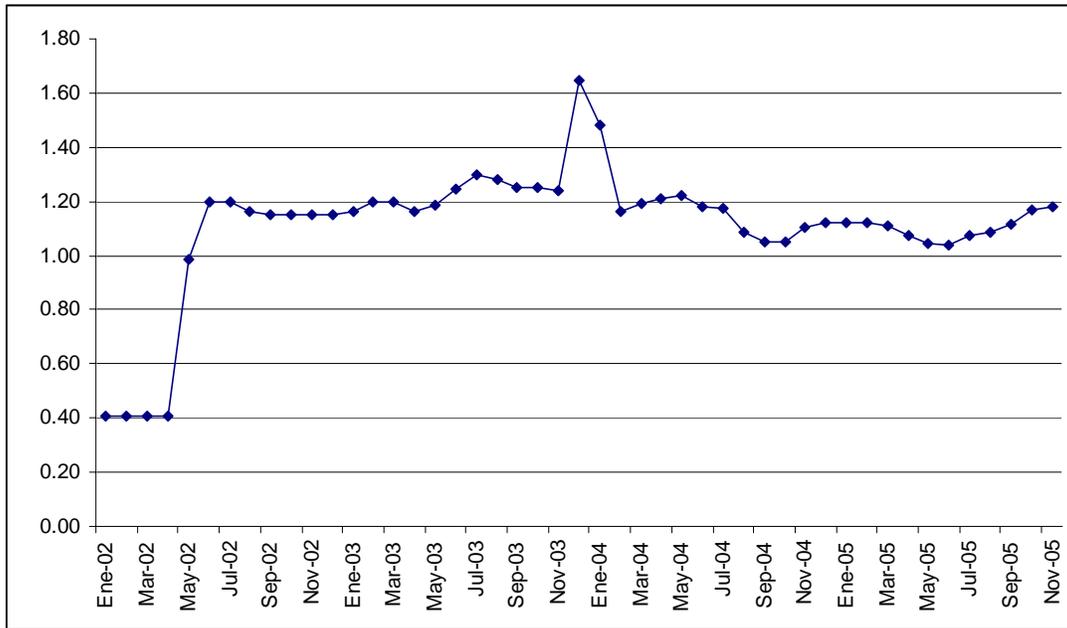
**GRAFICA A1**  
**DCDS AMX1**



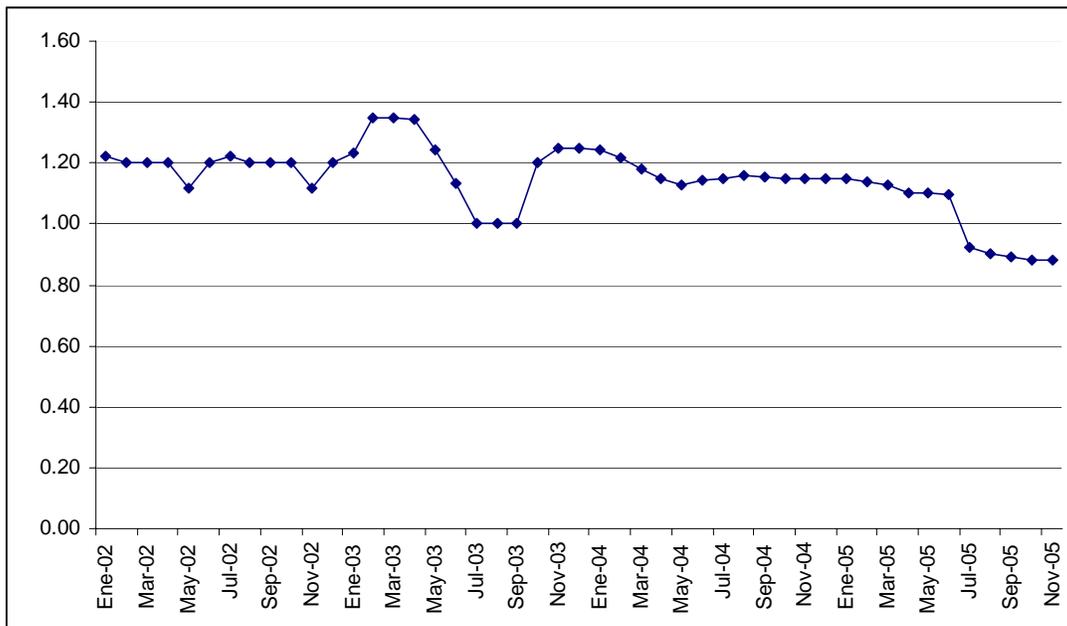
**GRAFICA A2**  
**DCDS BIMBO2**



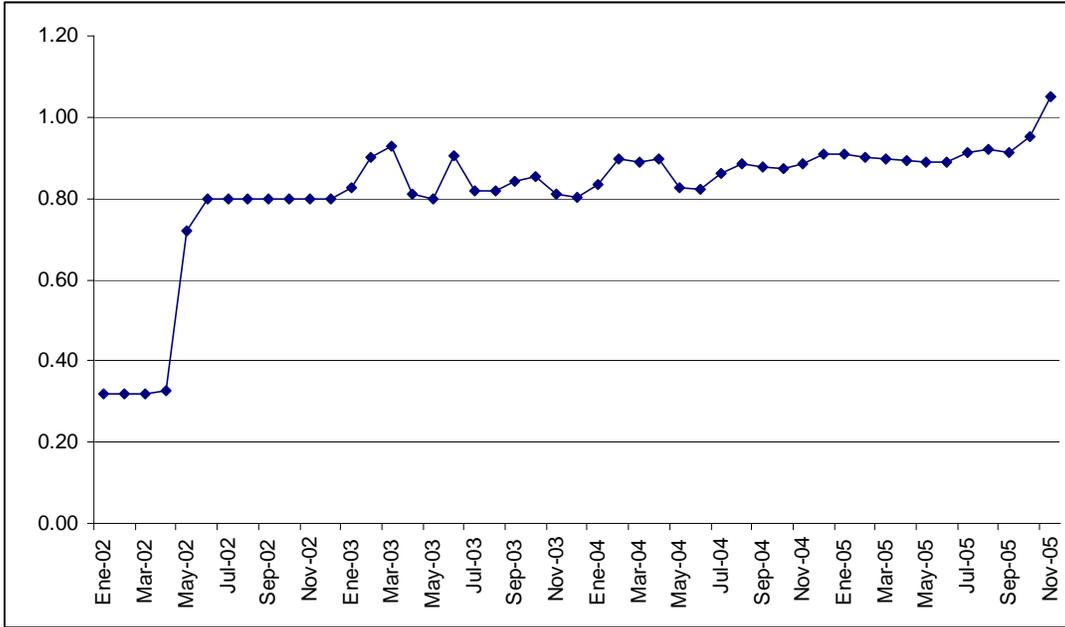
**GRAFICA A3**  
**DCDS CEMEX1**



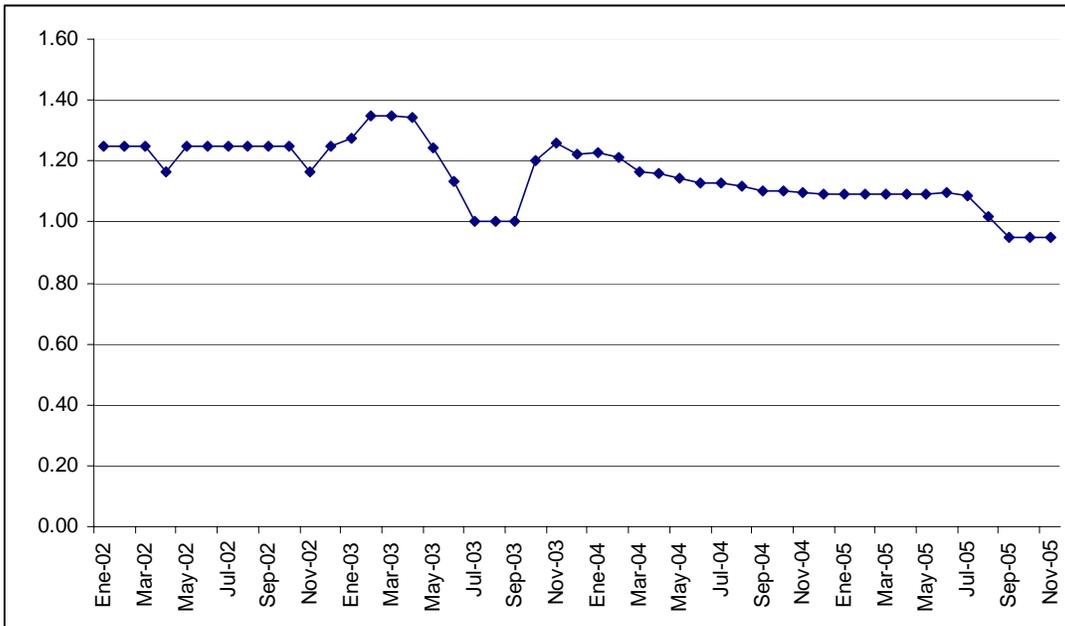
**GRAFICA A4**  
**DCDS GCARSO2**



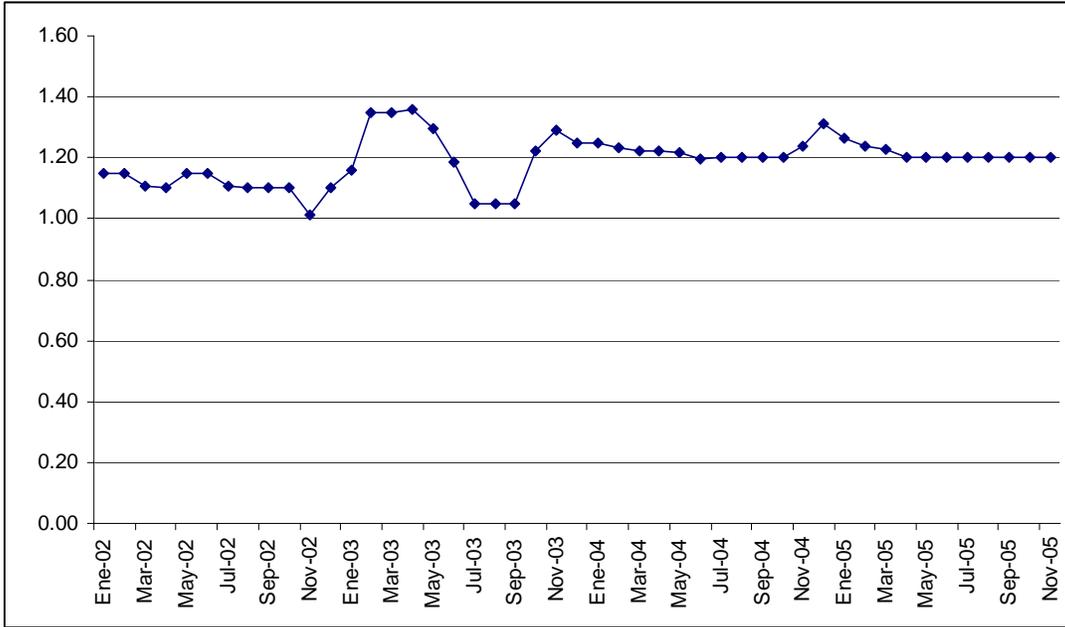
**GRAFICA A5**  
**DCDS TELMEX2**



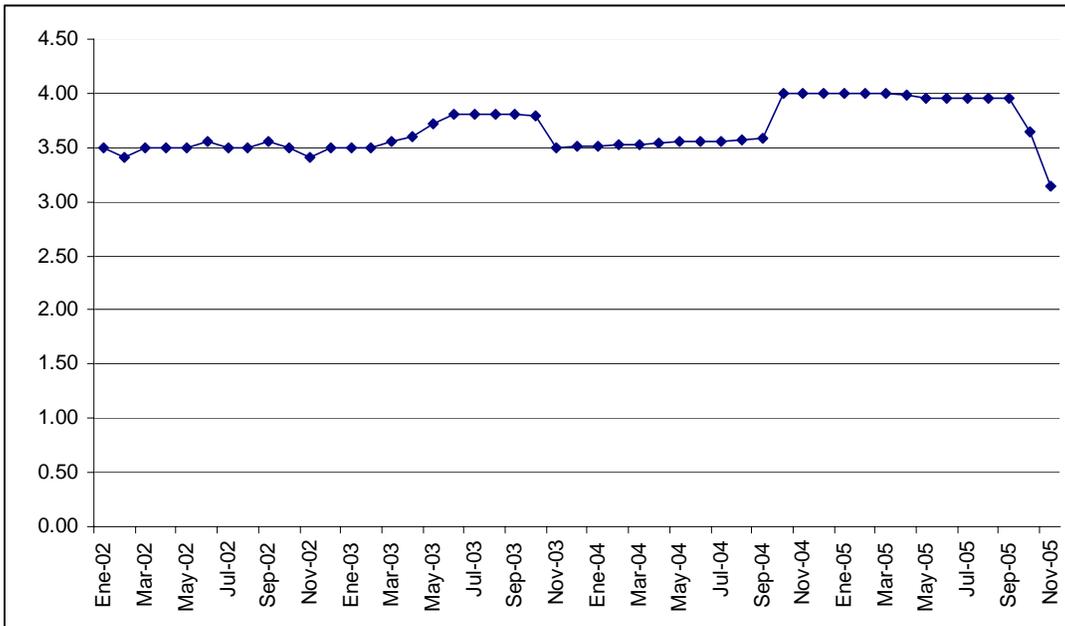
**GRAFICA A6**  
**DCDS TELECOM2**



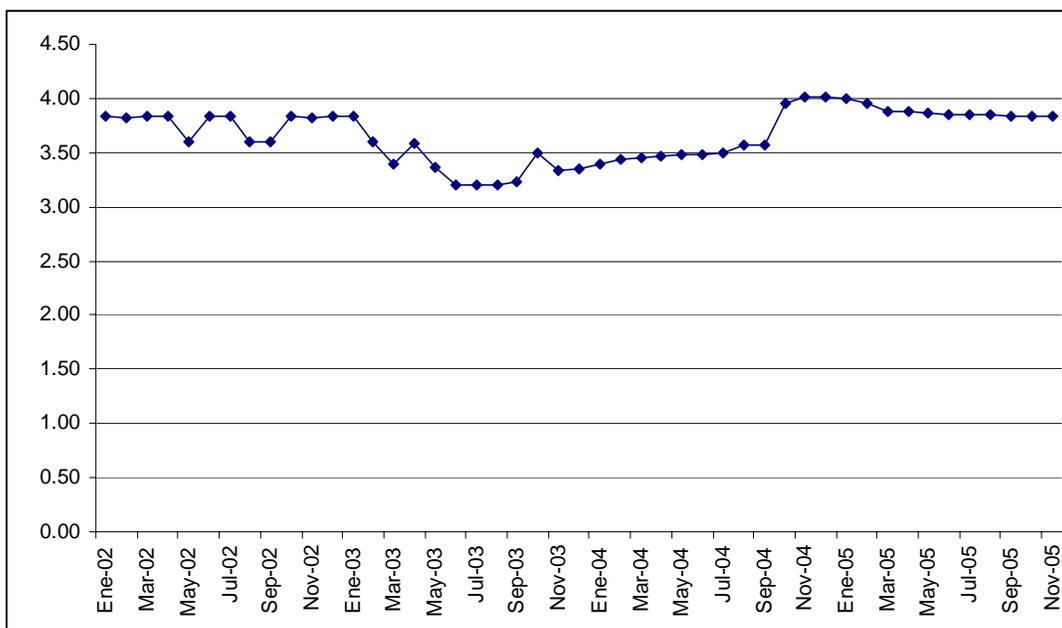
**GRAFICA A7**  
DCDS IMSA2



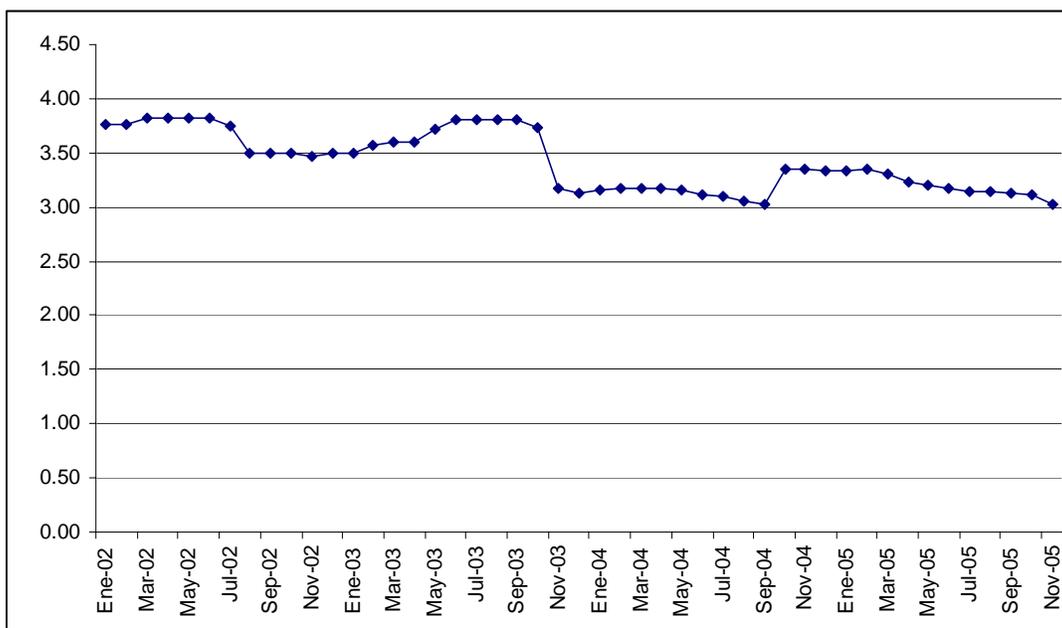
**GRAFICA A8**  
DCDS LAMOSAS2



**GRAFICA A9**  
**DCDS VITRO2**



**GRAFICA A10**  
**DCDS POSADAS2**



---

**TABLA A8**  
**CODIGO EN GAUSS PARA ESTIMAR EL MODELO M-GARCH-M**

---

```
new;
output file = bi-g11-f.out reset;
"**** Bivariate Garch(1,1) model for two variables ****";
"**** (Constant correlation is assumed) ****";

/* mean equation is VAR(2) */

/* sample period still to be specified */

load dat[492,2] = variables.prm;

/* generating var1 growth*/
dat2 = ln(dat[:,2]);
dat21 = lag(dat2);
xxdat = (dat2 - dat21)*1200;

/* generating var2 growth */
dat1 = ln(dat[:,1]);
dat11 = lag(dat1);
yydat = (dat1 - dat11)*1200;

clear dat1, dat2, dat11, dat21;

/* generating 2 lags for var1 growth */
y1 = lag(yydat);
y2 = lag(y1);
/* generating 2 lags for var2*/
x1 = lag(xxdat);
x2 = lag(x1);

ini = 4;
fin = 492;

/* taking only valid observations */
yy = yydat[ini:fin];
yy1 = y1[ini:fin];
yy2 = y2[ini:fin];
print;

clear yydat,y1,y2;
```

---

---

```

xx = xxdat[ini:fin];
xx1 = x1[ini:fin];
xx2 = x2[ini:fin];

clear xxdat,x1,x2;

library optimum; optset;

/* starting values */
bi={4.25, 0.2, 0.13, -0.01, -0.37, 1.13, -0.001, 0.01, 0.5, 0.24,
25.6, 0.42, 0.24, 4.5, 0.05, 0.43, -0.1};

bi[11]=ln(bi[11]);
bi[14]=ln(bi[14]);

{bi,ll,grad,retcode} = optimum(&llproc,bi);

"ll=";-ll;
"bi"; bi[1:10]; exp(bi[11]);bi[12:13]; exp(bi[14]); bi[15:rows(bi)];
bb = bi[1:10]|exp(bi[11])|bi[12:13]|exp(bi[14])|bi[15:rows(bi)];

output off;

call se(bi);

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
proc llproc(bi);
local i,j,t,ll,cct,zzt,yym,cct1,cvm;

ll=zeros(rows(yy),1); cct=zeros(cols(dat),cols(dat));
zzt=zeros(rows(yy),cols(dat));

bi[11]=exp(bi[11]);
bi[14]=exp(bi[14]);

t = 1; do while t <= rows(yy);

if t==1;
cvm=vcx((yy-bi[1]-bi[2]*yy1-bi[3]*yy2-bi[4]*xx1-bi[5]*xx2)~
(xx-bi[6]-bi[7]*yy1-bi[8]*yy2-bi[9]*xx1-bi[10]*xx2));

cct = cvm;

else;
yym=(yy[t-1]-bi[1]-bi[2]*yy1[t-1]-bi[3]*yy2[t-1]-bi[4]*xx1[t-1]-bi[5]*xx2[t-1])~
(xx[t-1]-bi[6]-bi[7]*yy1[t-1]-bi[8]*yy2[t-1]-bi[9]*xx1[t-1]-bi[10]*xx2[t-1]);

```

---

---

---

@Calculating the variables for the GARCH equation and initializing it@

```
cct[1,1] = bi[11]+bi[12]*cct1[1,1]+bi[13]*yym[1]^2;
cct[2,2] = bi[14]+bi[15]*cct1[2,2]+bi[16]*yym[2]^2;
cct[1,2] = bi[17]*sqrt(cct[1,1]*cct[2,2]);
cct[2,1] = cct[1,2];endif;
```

@ bi-GARCH equation for each t@

```
cct1 = cct; /* used for garch(1,1) */
```

```
zzt[t,.]=(yy[t]-bi[1]-bi[2]*yy1[t]-bi[3]*yy2[t]-bi[4]*xx1[t]-bi[5]*xx2[t])~
(xx[t]-bi[6]-bi[7]*yy1[t]-bi[8]*yy2[t]-bi[9]*xx1[t]-bi[10]*xx2[t]);
```

```
ll[t] = (-cols(dat)/2)*(ln(2*pi)) - (1/2)*ln(det(cct))
        -(1/2)*(zzt[t,]*invswp(cct)*zzt[t,]');
```

```
t = t+1; endo;
```

```
retp(-(sumc(ll))); endp;
```

```
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
```

```
proc se(bi);
```

```
local i,info,se,ss;
```

```
optset;
```

```
info=gradcd(&se1,bi);
```

```
info=invswp(info); se=sqrt(diag(info));
```

```
output on;
```

```
"se=";
```

```
se[1:10];(exp(bi[11]).*se[11]);se[12:13];(exp(bi[14]).*se[14]);se[15:rows(bi)];
```

```
ss=se[1:10]|(exp(bi[11]).*se[11])|se[12:13]|(exp(bi[14]).*se[14])|
```

```
se[15:rows(bi)];
```

```
"t-ratios = "; bb./ss;
```

```
"p-values = ";cdfnc(abs(bb./ss))*2;
```

```
output off;
```

```
retp(info); endp;
```

---

---

---

---

```
proc sel(bi);  
local info;  
  
optset; info=gradcd(&llproc,bi);  
  
retp(info'); endp;  
  
end;
```

---

---

## BIBLIOGRAFIA

Aunon-Nering, Daniel, Cossin Didier, Tomas Hricko, Zhijiang Huang. “Exploring for the Determinants of Credit Risk in Credit Default Swap Transaction Data: Is Fixed –Income Markets’ Information Sufficient to Evaluate Credit Risk”. *International Center for Financial Asset Management and Engineering*. Research Paper No. 65. (2002).

Belanger, Alain, Steven E. Shreve, Dennis P. Wong. “A General Framework for Pricing Credit Risk”. *Mathematical Finance*. 14.3 (2004): 317-350.

Bielecky, T.R. y Jeanblanc, M y M. Rutkowski. “Pricing and hedging of credit risk: replication and mean-variance approaches”. *Contemporary Mathematics*: 2003.

Brigo, Damiano. “Constant Maturity Credit Default Swap Pricing with Market Models”. *Social Science Research Network*. (2004).

Cochrane, John. *Asset Pricing*. Princeton University Press, 2005.

Cossin, D. y H. Pirotte. “Advanced credit risk analysis”. John Wiley & Sons, Wiley Series in Financial Engineering. 2001

Duffee, Gregory R. “Estimating the Price of Default Risk”. *The Review of Financial Studies*. 12.1 (1999): 197-226.

Duffie, Darrel. “Credit Swap Valuation”. *Financial Analyst’s Journal*. (1999): 73-87.

Ericsson, Jan, Kris Jacobs, Rodolfo Oviedo-Helfenberger. “The Determinants of Credit Default Swap Premia”. Working Paper. (2004).  
<<http://www.mfrc.mcgill.ca/documents/ejo.pdf>>

- Graziano, Giuseppe Di y L.C.G Rogers. "A new approach to the modelling and pricing of correlation credit derivatives". Working Paper. Cambridge University (2005).
- Greene, William H. *Econometric Analysis*. Prentice Hall, 2002
- Grier, Kevin y Fausto Hernandez-Trillo, "The Real Exchange Rate Process and its Real Effects: The Cases of Mexico and the USA". *Journal of Applied Economics*. 17.1 (2004): 1-25.
- Hull, John. *Options, Futures and Other Derivatives*. Prentice Hall, 2005.
- Hull, John y Alan White. "The Perfect Copula". Working Paper. University of Toronto (2005). <<http://www.rotman.utoronto.ca/~hull/DownloadablePublications/PerfectCopula.pdf>>.
- Hull, John. y Alan White. "The Valuation of Credit Default Swap Options". *Journal of Derivatives*. 10.3 (2003): 29-40.
- Hull, John C. y Alan White. "Valuing Credit Default Swaps I: No Counterparty Default Risk". *Journal of Derivatives*. 8.1 (2000): 29-40.
- Hull, John C. y Alan White. "Valuing Credit Default Swaps II: Modeling Default Correlations". *Journal of Derivatives*. 8.3 (2001): 12-21.
- Hull, John, Mirela Pedrescu, y Alan White. "The Relationship between Credit Default Swaps Spreads, Bond Yields, and Credit Rating Announcements". *Journal of Banking and Finance*. 28 (2004): 2789-2811.

- Hull, John, Mirela Pedrescu, y Alan White. "The Valuation of Correlation-Dependent Credit Derivatives Using a Structural Model". Working Paper. University of Toronto (2005). <<http://www.rotman.utoronto.ca/~hull/DownloadablePublications/StructuralModel.pdf>>.
- Jamshidian, Farshid. "Valuation of credit Default Swap and Swapations" *Finance and Stochastics*. 8 (2004): 343-371.
- Jarrow, Robert y Yildiray Yildirim. "A Simple Model for Valuing Default Swaps when both Market and Credit Risk are Correlated". Working Paper. Cornell University (2001).
- Jarrow, Robert y Philip Protter. "Structural Versus Reduced Form Models: A new information based perspective". *Journal of Investment Management*. 2.2 (2004): 1-10.
- Joshi, Mark S. y Alan M. Stacey. "Intensity Gamma: A New Approach to Pricing Portfolio Credit Derivatives." *Royal Bank of Scotland Isaac Newton Institute*. (2005).
- JP Morgan. "The J.P. Morgan Guide to Credit Derivatives". RiskMetrics Group. 2002.
- Li, Y. "Treasury yields, equity returns and credit spread dynamics", Working Paper. University of Toronto (2003).
- Longstaff, Francis A. y Eduardo S. Schwartz. "Valuing Credit Derivatives". *The Journal of Fixed Income*. 5, Junio (1995): 6-12.

---

Longstaff, Francis A., Sanjay Mithal, Eric Neis. "Corporate Yields Spreads: Default Risk or Liquidity? New Evidence of Interest rate Swap Spreads". Working Paper. UCLA Anderson (2004).  
<<http://www.anderson.ucla.edu/x4115.xml>>

Mashal, Roy y Marco Naldi. "Pricing Multiname Credit Derivatives: Heavy Tailed Hybrid Approach". Working Paper. University of Columbia (2002).

Naifar, Nader y Fathi Abid. "The determinants of credit default swap rates: An explanatory study". Working Paper. University of Sfax (2005).

Schonbucher, Phillip J. *Credit Derivatives Pricing Models: Model, Pricing and Implementation*. John Wiley & Sons, 2003.

Schonbucher, Phillip J. "Pricing Credit Risk Derivatives". Working Paper. London School of Economics (1998).  
<<http://www.schonbucher.de/papers/crfo.pdf>>

Schonbucher, Phillip J. "The Pricing of Credit Risk and Credit Derivatives". Working Paper. London School of Economics (2000).  
<<http://www.schonbucher.de/papers/bookfo.pdf>>