



**BANCO DE GUATEMALA**

Documentos de Trabajo

**CENTRAL BANK OF GUATEMALA**

Working Papers

No.104

**MIDIENDO EL PASIVO CONTINGENTE DEL  
SEGURO DE DEPÓSITO GUATEMALTECO: DOS  
ENFOQUES ALTERNATIVOS DE VALUACIÓN DE  
OPCIONES**

**Año 2007**

Autores:

Juan Carlos Castañeda F.\*

Óscar Leonel Herrera V.\*

\*Departamento de Investigaciones Económicas  
Banco de Guatemala





## **BANCO DE GUATEMALA**

La serie de Documentos de Trabajo del Banco de Guatemala es una publicación que divulga los trabajos de investigación económica realizados por el personal del Banco Central o por personas ajenas a la institución, bajo encargo de la misma. El propósito de esta serie de documentos es aportar investigación técnica sobre temas relevantes, tratando de presentar nuevos puntos de vista que sirvan de análisis y discusión. Los Documentos de Trabajo contienen conclusiones de carácter preliminar, las cuales están sujetas a modificación, de conformidad con el intercambio de ideas y de la retroalimentación que reciban los autores.

La publicación de Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de los miembros de la Junta Monetaria del Banco de Guatemala. Por lo tanto, la metodología, el análisis y las conclusiones que dichos documentos contengan son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no necesariamente representan la opinión del Banco de Guatemala o de las autoridades de la institución.

\*\*\*\*\*©\*\*\*\*\*

The Central Bank of Guatemala Working Papers Series is a publication that contains economic research documents produced by the Central Bank staff or by external researchers, upon the Bank's request. The publication's purpose is to provide technical economic research about relevant topics, trying to present new points of view that can be used for analysis and discussion. Such working papers contain preliminary conclusions, which are subject to being modified according to the exchange of ideas, and to feedback provided to the authors.

The Central Bank of Guatemala Working Papers Series is not subject to previous approval by the Central Bank Board. Therefore, their methodologies, analysis and conclusions are of exclusive responsibility of their authors, and do not necessarily represent the opinion of either the Central Bank or its authorities.

**MIDIENDO EL PASIVO CONTINGENTE DEL SEGURO DE DEPÓSITO GUATEMALTECO: DOS  
ENFOQUES ALTERNATIVOS DE VALUACIÓN DE OPCIONES.**

Juan Carlos Castañeda F.  
Óscar Leonel Herrera V. <sup>⊕</sup>

**Junio 2007**

**RESUMEN**

En este trabajo se presenta una comparación sistemática de dos metodologías distintas para obtener una medición del monto de los pasivos contingentes del Fondo para la Protección del Ahorro -FOPA- (seguro de depósito guatemalteco) por medio del cálculo del precio hipotético de opciones de venta sobre los activos de los bancos. En particular, se comparan los resultados de aplicar dos alternativas metodológicas para el cálculo de tales opciones. La primera metodología deriva de la aplicación directa de la fórmula de Black & Scholes utilizada en el trabajo de Merton (1977), pero utilizando información proveniente de los balances de los bancos con el fin de obtener la volatilidad del precio de los activos bancarios. La segunda metodología, planteada en Castañeda y Herrera (2004), utiliza información acerca de los pasivos y las tasas de interés de los bancos, aplicando lo que en la literatura se conoce como la "Put- Call Parity Condition". De acuerdo con los resultados de aplicar las metodologías antes mencionadas, se obtienen las estimaciones del pasivo contingente del seguro de depósito.

Código JEL: G21, G22, G33, G38

---

\* El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva de sus autores y no necesariamente representa el punto de vista institucional del Banco de Guatemala.

⊕ Los autores agradecen a José Gonzalo Asturias Castellanos, por su valiosa ayuda como asistente de investigación, y a Juan Carlos Catalán Herrera, por sus valiosos comentarios y aportes a este documento; ellos, sin embargo, no son responsables por el contenido de este documento.

## **INTRODUCCIÓN**

**El principal objetivo de este trabajo es el de estimar el pasivo contingente del fondo de seguro de depósito de Guatemala. Los resultados que derivan de las estimaciones no solo tienen el objetivo de proveer información acerca de las pérdidas contingentes del fondo de seguro de depósito, sino también de proveer una medida de riesgo que permite diferenciar las pérdidas esperadas por banco, lo cual proporciona información relevante a la autoridad monetaria, tanto acerca del monto como también acerca de la naturaleza de las obligaciones contingentes.**

**En Guatemala, la función de seguro de depósitos está contemplada en la Ley de Bancos y Grupos Financieros, con la creación del Fondo para la Protección del Ahorro -FOPA-. Las disposiciones reglamentarias de dicho Fondo fueron aprobadas por la autoridad monetaria en 2002 y modificadas en el año de 2006. Los recursos del FOPA son administrados por el Banco de Guatemala, de acuerdo a lo establecido por la citada ley.**

**Recientemente, Guatemala experimentó el cierre de operaciones de dos bancos, uno de ellos el cuarto del sistema, durante los últimos nueve meses. Al respecto, el FOPA, con inyección de recursos de otras fuentes, cubrió la totalidad del monto de depósitos que tales bancos registraban a la fecha de cierre respectiva.**

**De acuerdo con la literatura acerca de las pérdidas contingentes de un seguro de depósito, la mayoría de metodologías utilizadas se construyen a partir del marco propuesto por Merton (1977), el cual plantea que las pérdidas esperadas de un seguro de depósito son análogas al valor de una opción de venta cuyo activo subyacente es el activo bancario y cuyo precio de ejercicio es el valor facial de los depósitos.**

**En la misma línea metodológica de Merton (1977), otros autores incorporan en el análisis, además, el enfoque de Ronn y Verma (1986, 1989), el cual utiliza información del valor de mercado de las acciones de los bancos para deducir el valor de los respectivos activos y sus correspondientes volatilidades.**

Otros estudios, como los planteados por Castañeda y Herrera (2004); Castañeda, Herrera & Alvarado (2005); Alvarado, Castañeda & Herrera (2006) y Alvarado, Castañeda & Herrera (2007), afirman que ante la falta de un mercado accionario y de activos bancarios, han encontrado el precio de una opción hipotética por medio de la denominada en la literatura “Put- call Parity condition”.

Para el propósito que persigue el presente trabajo, se utilizaron dos metodologías: la primera, basada en la aplicación de Merton (1977), quien deriva de forma explícita y directa la fórmula planteada por Black & Scholes (1973) para valuación de opciones sobre un activo. Ante la falta de un mercado accionario y de activos bancarios en Guatemala, al aplicar esta metodología se tomó la información de valuación de activos directamente de los balances de los bancos del sistema. La segunda metodología se basa en una solución alternativa para medir el precio de una opción de venta definida sobre el activo de un banco, solución que fue planteada por Castañeda y Herrera (2004). Para el cálculo del precio de una opción, esta solución se basa en la aplicación de la condición de paridad de las opciones de venta y de compra, denominada en la literatura “Put- call Parity Condition”, y tiene la virtud de requerir únicamente información acerca de los pasivos y de los intereses pagados de los bancos, información que suele ser pública y de mejor calidad que la relativa a los activos, a los patrimonios y a los ingresos bancarios. Además, esta solución tiene la ventaja de aplicar una tasa de interés más cercana a la tasa relacionada con el verdadero costo de los recursos de los bancos. Asimismo, dicha metodología puede ser aplicable a países carentes de mercados accionarios y de activos bancarios, como es el caso de Guatemala.

Los resultados de la medición permiten evaluar cada una de las metodologías entre sí y a la luz de las contingencias experimentadas por el FOPA recientemente.

La organización del trabajo se plantea de la manera siguiente: la primera parte expone la naturaleza del FOPA; la segunda parte describe las metodologías empleadas; el tercer apartado contrasta los resultados de cada una de las metodologías. Por último, se presentan las conclusiones del trabajo.

## **I. NATURALEZA DEL FOPA**

En Guatemala, la función de seguro de depósito está contemplada en la Ley de Bancos y Grupos Financieros, con la creación del Fondo para la Protección del Ahorro -FOPA-. Las disposiciones reglamentarias de dicho Fondo fueron aprobadas por la Junta Monetaria el 1 de junio de 2002 y modificadas el 10 de mayo de 2006.

El FOPA tiene como objeto garantizar al depositante la recuperación de sus depósitos hasta por un monto de US\$2,600.00 por persona individual o jurídica.

Los recursos del FOPA son administrados por el Banco de Guatemala, de acuerdo a lo establecido por la citada ley.

### **1.1 Fuentes de financiamiento**

Conforme lo previsto en el artículo 86 de la Ley de Bancos y Grupos Financieros, las fuentes de financiamiento del FOPA son las siguientes:

- § Las cuotas que obligatoriamente deben aportar los bancos nacionales y sucursales de bancos extranjeros;
- § Los rendimientos de las inversiones de sus recursos, multas e intereses;
- § Los recursos en efectivo que se obtengan en virtud del proceso de liquidación del banco de que se trate, con motivo de la subrogación de derechos;
- § Los recursos en efectivo que se obtengan de la venta de los activos que le hubieren sido adjudicados al FOPA, en virtud del proceso de liquidación del banco de que se trate;
- § Los aportes del Estado para cubrir deficiencias del FOPA o para ampliar su cobertura; y,
- § Otras fuentes que incrementen sus recursos.

## **1.2 Mecanismos para hacer efectiva la cobertura**

De acuerdo con la Ley de Bancos y Grupos Financieros, una vez que la Junta Monetaria resuelva suspender las operaciones de una institución bancaria, procede a nombrar la Junta de Exclusión de Activos y Pasivos, como cuerpo colegiado, la cual será conformada por tres miembros. Dicha Junta de Exclusión tiene dentro de sus atribuciones la de requerir al FOPA el pago de la cobertura de depósitos, en cualquiera de los términos siguientes: a) realizando aportes al fideicomiso a constituirse para la exclusión de activos de la entidad bancaria de que se trate, aun sin contraprestación; b) comprando a valor facial los certificados de participación en dicho fideicomiso; o, c) efectuando pagos directamente a los depositantes del banco de que se trate. Cabe indicar que en ningún caso el total de las erogaciones que efectúe el FOPA podrá superar el monto de los depósitos cubiertos por la garantía.

Conviene mencionar que el fideicomiso al que se ha hecho referencia, debe constituirse en una entidad propuesta por el ente supervisor del sistema bancario, entidad que tiene como propósito administrar los activos que se excluyan del balance de la entidad suspendida. Dichos activos deben tomarse de acuerdo a normas contables, a su valor en libros, neto de provisiones, reservas y ajustes.

Los recursos que se obtengan de la realización de los activos mencionados en el párrafo anterior, deben utilizarse, en primera instancia, para amortizar los certificados de participación que emita el fideicomiso constituido para la exclusión de activos, a la orden de las instituciones bancarias que reciban los pasivos laborales y la obligaciones depositarias que se excluyan del balance de la entidad suspendida y, en segunda instancia, para reintegrar al FOPA el monto aportado al fideicomiso; si existiera algún remanente debe trasladarse a la liquidación judicial.

### **1.3 Historia reciente del FOPA**

En octubre de 2006, la autoridad monetaria del país resolvió suspender las operaciones del cuarto banco más grande del sistema, conforme lo dispuesto en la legislación vigente. A la fecha de la suspensión de operaciones, dicho banco registraba depósitos en moneda nacional y extranjera que ascendían al equivalente en US\$ de 891.6 millones, para lo cual la Junta de Exclusión de Activos y Pasivos solicitó al Banco de Guatemala, como administrador de los recursos del FOPA, realizar un aporte al fideicomiso que se constituyó para excluir los activos de dicha institución bancaria, por un monto de US\$210.5 millones, con el propósito de hacer efectiva dicha cobertura. Derivado del tal situación, al 31 de diciembre de 2006 el patrimonio del FOPA se situó en 10.5 millones, monto inferior en US\$189.5 al registrado el año anterior (US\$200.0 millones)

Posteriormente, En enero de 2007, la autoridad monetaria resolvió suspender las operaciones de otro banco menos importante del sistema bancario. A la fecha de la suspensión de operaciones, tal banco registraba depósitos en moneda nacional y extranjera que ascendían a US\$124.1 millones.

El saldo del FOPA registrado al 31 de diciembre de 2006, fue el resultado neto de los ingresos por concepto de cuotas de formación aportadas por los bancos del sistema por US\$31.8 millones; de aportes del Estado, en efectivo por US\$74.8 millones y en Bonos del Tesoro de la República de Guatemala -Bonos Paz-, por US\$71.1 millones; del traslado de recursos del Estado según decreto ley por US\$4.1 millones; y, de resultados por aplicar por US\$39.6 menos la variación de diferenciales cambiarias (US\$0.3 millones) y el aporte mencionado anteriormente (US\$210.5 millones).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ver Anexo 3



## II. METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LAS PERDIDAS CONTINGENTES DEL FOPA

### 2.1 Enfoque de Merton

La mayoría de metodologías utilizadas en los trabajos alrededor de las pérdidas contingentes de un seguro de depósito se construyen a partir del marco propuesto por Merton (1977), en el cual las pérdidas esperadas de un seguro de depósito serían equivalente al valor de una opción de venta y al costo que podría representar para un banco central ser el garante implícito de los depósitos del sistema financiero como un todo. Al respecto, la metodología de Merton parte de la fórmula seminal planteada por Black & Scholes (1973), a partir de la cual los inputs requeridos por la fórmula corresponden a variables directamente observables o fácilmente estimadas.

El planteamiento parte de la idea de que el costo de un seguro de depósito es análogo al valor de una opción europea sobre un stock de acciones a partir del cual el propietario de la misma tiene el derecho a vender, previo contrato establecido con la contraparte, el activo subyacente a un cierto precio acordado (precio de ejercicio) y a una fecha de vencimiento establecida. De la misma manera, quien vende la opción tiene la obligación de comprar el activo. El derecho de venta del propietario de la opción tiene un precio calculado a partir de la fórmula de Black & Scholes (1973), escrita como,

$$P = E \cdot e^{-iT} \cdot N(f_1) - A_0 \cdot N(f_2) \quad (2.1)$$

de la cual,

$$f_1 = \frac{\left[ \left\langle \ln \left( \frac{E}{A_0} \right) - \left\langle i - \left( \frac{s^2}{2} \right) \right\rangle \cdot T \right\rangle \right]}{s_A \sqrt{T}} \quad (2.2)$$

y,

$$f_2 = \frac{\left[ \ln\left(\frac{E}{A_0}\right) - \left( i + \left( \frac{\sigma_A^2}{2} \right) \right) \cdot T \right]}{\sigma_A \sqrt{T}} \quad (2.3)$$

donde:

**P** = precio de la opción de venta,

**E** = precio de ejercicio de la opción (valor en libras de los depósitos),

**i** = Tasa de interés libre de riesgo anualizada (para nuestro caso se utilizó la tasa de interés anual aplicada a las operaciones de mercado abierto a 364 días plazo),

**T** = Tiempo de expiración de la opción de venta, expresada en años, para el caso de esta metodología se utilizó T=1.

**N(.)**= Función de densidad acumulada de la normal,

**ln** = Logaritmo natural,

**A<sub>0</sub>** = Precio spot del activo subyacente (valor en libras del activo bancario),

**σ<sub>A</sub>** = Volatilidad del valor del activo (desviación estándar anualizada del activo bancario)

La intuición detrás de la fórmula de Black & Scholes (1973) es que si al final del período pactado el valor del activo bancario (activo subyacente),  $A_0$ , es mayor que el valor de los depósitos (precio de ejercicio),  $E$ , entonces el propietario de la opción de venta no ejerce la opción. Por el contrario, si al finalizar el período de expiración el valor del activo bancario es menor que el precio de ejercicio, entonces el propietario de la opción de venta podrá ejercer su derecho y el valor de dicha opción consistiría en la diferencia entre el precio de ejercicio y el valor del activo subyacente,  $(E - A_0)$ .

Dado que el precio de la opción depende del precio del activo subyacente, su valor antes de la fecha de expiración dependerá de la distribución de probabilidad del valor del activo en cuestión.

El resultado final de acuerdo con Merton (1977) deberá ser el costo contingente (pérdidas contingentes) de un seguro de depósito cuya semejanza con la opción de venta radica en que el seguro de depósito emitiría dicha opción y los bancos la comprarían, con lo cual, los bancos tendrían el derecho a venderle al seguro de depósito sus activos a un precio de ejercicio (el valor de los depósitos al momento de consolidar el contrato).

La estimación de la prima agregada que un seguro de depósito debiese tener como contingencia (pérdida contingente) por cada uno de los bancos en caso este quiebre, depende del precio de la opción correspondiente a cada uno de los bancos del sistema.

## 2.2 Enfoque *put-call parity condition*

La aplicación directa de la fórmula de Black & Scholes (1973) o de la de Merton (1977) para encontrar el precio de la opción de venta y, consiguientemente, la pérdida contingente de un seguro de depósito, tiene la desventaja de que requiere del conocimiento de la volatilidad del activo subyacente (activo del banco), porque dicha volatilidad requiere tener acceso a series históricas de los precios de dichos activos, los que, por lo general, no se comercian en los mercados, y consecuentemente sus precios no pueden ser directamente observables, de manera que los precios de los activos bancarios suelen inferirse a partir los datos contables.

Por su parte, la metodología de Ronn y Verma (1986), infiere la volatilidad de tales activos a partir del comportamiento de los precios de las acciones de los bancos respectivos. Esta solución es ingeniosa, pero no aplicable a países cuyos mercados de capitales son poco desarrollados y, por tanto, en ellos no se

comercian activamente las acciones de los bancos. Este es, por cierto, el caso de Guatemala.

El cálculo del valor de la opción de venta planteado en este apartado, surge como una solución alternativa planteada por Castañeda y Herrera (2004). Esta solución se basa en la aplicación de la condición de paridad de las opciones de venta y de compra (*put-call parity condition*) y tiene la virtud de que sólo requiere información contable acerca de los pasivos y de los gastos financieros de los bancos, información que suele ser pública y de mejor calidad que la información contable relativa a los activos, a los patrimonios y a los ingresos bancarios. Además, esta solución tiene la ventaja de ser aplicable en países carentes de mercados activos para las acciones de los bancos, como es el caso de Guatemala.

Para determinar el precio de la opción de venta, Castañeda y Herrera (2004) proponen una aplicación de la denominada *put-call parity condition*. De acuerdo con esta condición de paridad, el precio de un cierto activo, los precios de dos opciones europeas (una opción de compra y una opción de venta, ambas definidas con respecto al referido activo como activo subyacente y con un mismo precio de ejercicio) y el precio de un bono sin riesgo (cuyo valor facial es igual al precio de ejercicio de las opciones de compra y de venta mencionadas) están directamente relacionados por la siguiente ecuación:

$$\text{BOND} = A + \text{PUT} - C \quad (2.4)$$

donde:

- BOND** = precio del bono sin riesgo.
- A** = precio del activo subyacente.
- PUT** = precio de la opción de venta.
- C** = precio de la opción de compra.

La relación de paridad indicada se fundamenta en el hecho de que el patrón de pagos generado por el portafolio de activos representado por el lado derecho de la

ecuación (2.4) es idéntico al patrón de pagos generado por el bono sin riesgo. Por condición de no- arbitraje en los mercados financieros, dos portafolios que generan idéntico patrón de pagos deben tener idéntico precio. Por tanto, el precio del portafolio representado por el lado derecho de (2.4) debe ser idéntico al precio del bono sin riesgo.<sup>2</sup>

Al utilizar la ecuación (2.4) para determinar el precio de las opciones de venta de depósitos bancarios, se aplicaría la intuición original de Merton (1977) expuesta en el apartado anterior. A partir de la condición de paridad (2.4) puede hallarse el valor de la opción de venta en cuestión:

$$\text{PUT} = \text{BOND} - A + C \quad (2.5)$$

En este contexto, PUT es el valor de la opción de venta cuyo activo subyacente es el activo del banco y cuyo precio de ejercicio es igual al valor facial del pasivo (depósitos) del banco, BOND representa un bono sin riesgo cuyo valor facial es igual al valor facial del pasivo del banco, A es el valor del activo del banco y C es el valor de una opción de compra cuyo activo subyacente es el activo del banco y cuyo precio de ejercicio es igual al valor facial del pasivo del banco. Para determinar el valor de la opción de venta en cuestión, se necesita hallar contrapartes empíricas para los términos del lado derecho de la ecuación (2.5).

En el caso del bono sin riesgo, la contraparte empírica podría estar constituida por algún título público de corto plazo que se cotice regularmente en el mercado. En cambio, en el caso del activo bancario y de la opción de compra, no hay contrapartes empíricas directamente observables, pues no hay mercados para tales instrumentos financieros. Sin embargo, el valor de la opción de compra, C, puede interpretarse como el valor del patrimonio del banco, puesto que el patrimonio de cualquier sociedad anónima puede siempre interpretarse como una opción de compra cuyo activo subyacente es el activo de la sociedad anónima y cuyo precio

---

<sup>2</sup> Véase Grinblatt y Titman (1998) pp. 278 – 287 y Knoll (2002).

de ejercicio es el valor facial del pasivo de dicha sociedad.<sup>3</sup> Con esta interpretación, el valor de mercado del pasivo (depósitos) del banco es igual, por identidad contable, a la diferencia entre el valor de su activo y el valor de la opción de compra en cuestión:

$$D = A - C \quad (2.6)$$

Donde:

D = el valor de mercado del pasivo (depósitos) del banco.

Sustituyendo (2.6) en (2.5), obtenemos:

$$PUT = BOND - D \quad (2.7)$$

De manera que podemos conocer el precio de la opción de venta que buscamos si conocemos el precio del bono sin riesgo y el valor del pasivo del banco. El precio del bono sin riesgo puede determinarse descontando el valor facial del pasivo del banco, utilizando como tasa de descuento la tasa de interés que pagan determinados títulos públicos carentes de riesgo. Por su parte, el valor de los depósitos del banco puede determinarse descontando el valor facial de los mismos, utilizando como tasa de descuento la tasa de interés que paga el banco en cuestión sobre tales depósitos.

Para el cálculo de la ecuación (2.7), se utilizaron las siguientes variables, obtenidas de los respectivos estados financieros:

§ **Gastos Financieros (FS):** comprende el total de gastos financieros registrados en el Estado de Resultados.

---

<sup>3</sup> Esto se debe a la característica de responsabilidad limitada inherente a las acciones emitidas por una sociedad anónima. Véase Grinblatt y Titman (1998, p. 285 y 286).

- § **Depósitos Bancarios (L):** comprende el total de depósitos registrado en el Balance General.
- § **Capital o Patrimonio (K):** capital registrado en el Balance General del banco.
- § **Activo Bancario (BVS):** comprende el valor en libros de los activos bancarios.
- § **Encaje bancario computable (CBR):** monto depositado por los bancos del sistema en el banco central como depósitos de inmediata disponibilidad o en otras cuentas autorizadas por la autoridad monetaria.
- § **Tasa de Reportos (RPs):** promedio ponderado de las diferentes tasas de interés en quetzales correspondientes al mercado de reportos.
- § **Tasa de Interés Libre de Riesgo ( $rf_t$ ):** tasa de interés pagada por el banco central sobre los excesos de encaje.
- § **Superíndice “i”:** denota que la variable corresponde al banco “i”.
- § **Superíndice “t”:** denota que la variable corresponde al período “t”.

A partir de los datos anteriores, se computaron las variables siguientes necesarias para el cálculo de la opción de venta:

- Ø **Tasa Estructural (SR):** resulta de la relación entre los gastos financieros y la sumatoria de los depósitos totales mas las líneas de créditos obtenidas mas las obligaciones financieras (bonos emitidos por los bancos). Dicha tasa está determinada por la siguiente formula:

$$SR_{i,t} = \frac{FS_{i,t}}{TD_{i,t} + CL_{i,t} + FO_{i,t}} \quad (2.8)$$

donde:

**FS = Gastos financieros**

**TD = total de depósitos**

**CL = líneas de crédito**

**FO = obligaciones financieras**

Ø **X**: variable que indica la volatilidad del encaje bancario computable.

**Definida como:**

$$X_{i,t} = \frac{CBR_{i,t} - CBR_{i,t-1}}{CBR_{i,t} + CBR_{i,t-1}} \quad (2.9)$$

Ø **Valor facial de los pasivos bancarios (FVL):**

$$FVL_{i,t} = [L_{i,t} \cdot (1 + SR_{i,t})] \quad (2.10)$$

Ø **Tasa de interés implícita de fondeo (IIR):** Resulta de ponderar la RPs por una función  $f(x)$  que estima la necesidad de recursos en el margen por parte de los bancos. Se la puede estimar de la siguiente manera:

$$IIR_{i,t} = RPs_t \cdot f(X_{i,t}) \quad (2.11)$$

**donde:**

$$f(X_{i,t}) = e^{X_{i,t}^2} - 1 \quad (2.12)$$

La ecuación (2.11) determina la tasa de interés a la cual un banco se fondea en el margen. Consecuentemente, es la tasa de interés a la cual el valor facial de los depósitos bancarios (FVL) se descuenta para obtener el valor de mercado de tales depósitos bancarios, denominada "D" en la ecuación (2.7). Consecuentemente, IIR representa el costo financiero marginal del banco, lo cual permite que los datos de



balance no sean los únicos que se relacionen con el grado de exposición al riesgo de los bancos.

Acorde con la ecuación (2.11), el costo financiero marginal de los bancos resulta de multiplicar RPs<sup>4</sup> por el factor de riesgo calculado por [f(X)], el cual es una función del comportamiento del encaje computable de los bancos..<sup>5</sup> El factor de riesgo fluctúa entre 0 y e<sup>-1</sup>.<sup>6</sup>

La especificación de la tasa de descuento relevante para cada banco (IIR) implica que el nivel de riesgo del banco se incrementa con la volatilidad del encaje computable del banco, es decir, mientras más alta sea la volatilidad del encaje del banco mayor será el riesgo de su portafolio (por lo tanto, se requiere que el banco pague una tasa de interés más alta para la obtención de los fondos necesarios).

Además, las variables nominales fueron normalizadas, dividiéndolas entre el valor de mercado de los depósitos (L). La normalización es necesaria para interpretar que los cambios observados en los valores normalizados del activo y del patrimonio del banco se derivan de cambios en su nivel de riesgo y son independientes del volumen de sus operaciones.

Ø Valor Normalizado del Bono Libre de riesgo (B):

$$B_{i,t} = \frac{BOND_{i,t}}{L_{i,t}} = \frac{L_{i,t} \cdot (1 + SR_{i,t})}{L_{i,t} \cdot (1 + rf_t)} = \frac{1 + SR_{i,t}}{1 + rf_t}, \quad (2.13)$$

Si se asume que  $rf_t = 0$ , se obtiene:

$$B_{i,t} = 1 + SR_{i,t}, \forall t \quad (2.14)$$

Ø Valor Normalizado del Activo Bancario (S): es el valor de mercado del portafolio de activos bancarios (A) dividido sobre los depósitos:

<sup>4</sup> El Mercado de Reportos es utilizado por los bancos guatemaltecos para transar recursos líquidos (excesos de reservas bancarias legales).

<sup>5</sup> Ver ecuación (2.12)

<sup>6</sup>  $e^{-1} = 1.71828182845905\dots$

$$S_{i,t} = \frac{A_{i,t}}{L_{i,t}} \quad (2.15)$$

Ø **Valor facial normalizado de los depósitos bancarios (VND):**

$$VND_{i,t} = \frac{FVL_{i,t}}{L_{i,t}} = 1 + SR_{i,t} \quad (2.16)$$

Ø **Valor de Mercado normalizado de los depósitos bancarios (VMD):** es el VND descontado a la tasa IIR:

$$VMD_{i,t} = \frac{VND_{i,t}}{(1 + IIR_{i,t})} = \frac{1 + SR_{i,t}}{1 + IIR_{i,t}} \quad (2.17)$$

Ø **Valor Normalizado de la Opción de Venta (P<sub>i,t</sub>):** de la ecuación (2.7), P<sub>i,t</sub> se obtiene de la diferencia entre B<sub>i,t</sub> y VMD<sub>i,t</sub>, cuya expresión final es la siguiente:

$$P_{i,t} = \frac{PUT_{i,t}}{L_{i,t}} = B_{i,t} - VMD_{i,t} = (1 + SR_{i,t}) - \left( \frac{1 + SR_{i,t}}{1 + IIR_{i,t}} \right) = (1 + SR_{i,t}) \left( \frac{IIR_{i,t}}{1 + IIR_{i,t}} \right) \quad (2.18)$$

### 2.3 Estimación de la distribución de pérdidas contingentes del FOPA

La estimación propuesta en el presente trabajo de la prima agregada que un seguro de depósito debiese tener como contingencia (pérdida contingente) por cada uno de los bancos en caso éstos quiebren y por cada una de las metodologías, depende del precio de la opción (que resulta de la exposición al riesgo de cada uno de los bancos), descontada a una tasa de interés libre de riesgo y ponderada por la

distribución de probabilidad de que un banco no quiebre. La distribución de pérdidas para cada banco puede ser representada por la siguiente ecuación:

$$PCE_{i,t} = P_{i,t}(\Psi_i) \quad (2.19)$$

y,

$$\Psi_{i,t} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(P_{i,t})(\Omega_i)^n}{(1+rl)^n} \quad (2.20)$$

para  $\infty < \Psi < e^{-10}$

donde,

$PCE_{i,t}$  = Pérdida contingente esperada del FOPA correspondientes al banco “i” en el momento “t”.

$\Psi_i$  = sumatoria de los valores descontados de la opción de venta ponderados por la probabilidad independiente,  $\Omega_i$ , de que el banco “i” no quiebre.

$rl$  = Tasa libre de riesgo (para el presente trabajo se utilizó la tasa líder de política monetaria).

La probabilidad normal estándar,  $z$ , dada una media representada por el valor del activo normalizado en cada momento “t”<sup>7</sup>,  $\bar{\omega}$ , un punto crítico igual a uno<sup>8</sup> y la desviación estándar de dicho activo,  $\sigma_{i,A}$ , tenemos que:

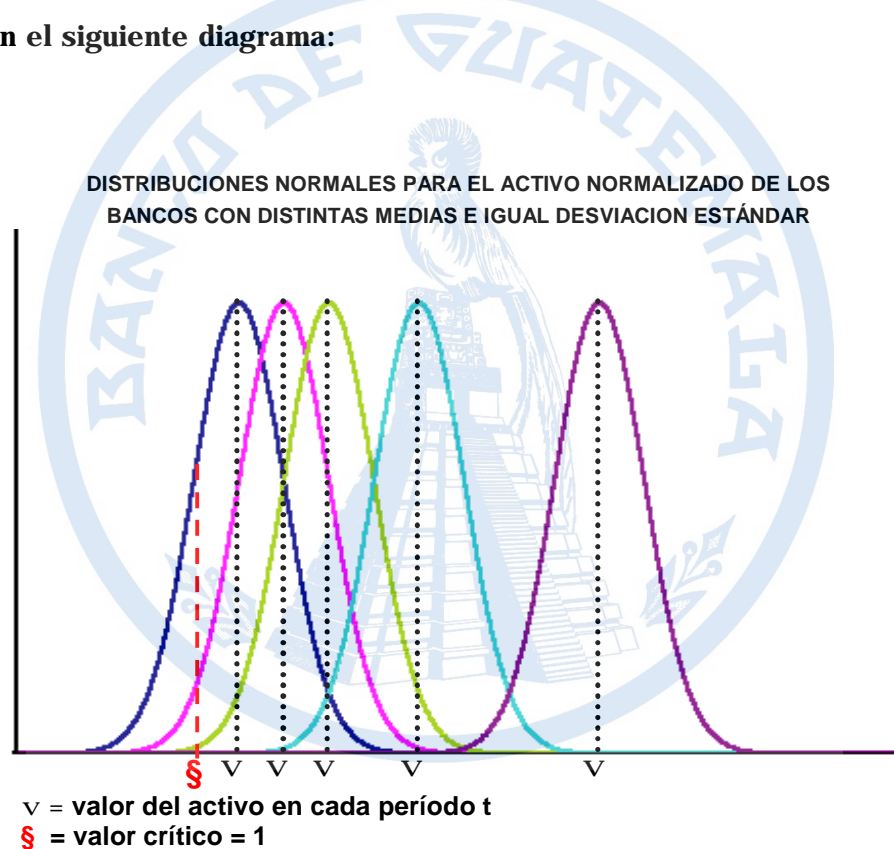
<sup>7</sup> Se escoge esta media debido a que la media cambia período a período ya que es sensible al valor de la opción de venta en cada uno de los períodos t.

<sup>8</sup> 1 es el punto crítico, dado que sería el valor normalizado del activo al cual se ejercería la opción, es decir, al precio de ejercicio representado por el valor normalizado de los depósitos que es igual a uno.

$$z = \frac{(1 - v)}{\sigma_A} \quad (2.21)$$

entonces, la probabilidad de quiebra,  $p$ , de un banco será el valor correspondiente a  $z$  de la función acumulada de densidad estándar, por lo que  $W = 1 - p$ .

La distribución PCE del FOPA se construyó a partir del cálculo de la probabilidad de no quiebra de un banco,  $\Omega_i$ , asumiendo una distribución normal del valor de los activos, cuya media  $\bar{\omega}_i$ , punto crítico igual a uno y  $\sigma_A$  constante, de acuerdo con el siguiente diagrama:



Como se observa, mientras más cercano esté del punto crítico el valor de  $\bar{\omega}$ , mayor será la probabilidad,  $p$ , de quiebra de un banco, puesto que  $\Omega = 1 - p$ .

Para efectos de cálculo de la PCE, la volatilidad representada por  $\sigma_A$  se calculó dentro del período comprendido de enero de 2001 a febrero de 2007, esta última

fecha es la fecha de corte para el propósito de cálculo de la PCE, tomando en cuenta el valor  $\bar{w}$ ,  $P_{it}$  y  $rl$ .

De esa cuenta, la PCE en el período  $t$  es la sumatoria de las PCE's de los  $n$  bancos que conforman el sistema, así:

$$PCE_t = \sum_{i=1}^n PCE_{i,t} \quad (2.22)$$

Para el caso de la metodología utilizada por Merton (1973),  $\sigma_A$  de cada banco viene directamente del cálculo de la desviación estándar del valor en libros del activo bancario durante el periodo de la muestra, del cual también se obtiene  $\bar{w}$ , ambas, variables necesarias para el cálculo de  $z$ .

En tanto que para la metodología *put-call parity condition*, habiendo encontrado  $P_{i,t}$ , se estimó la volatilidad implícita del activo del banco,  $\sigma_A^\tau$ , utilizando para el efecto la fórmula (2.1). Posteriormente, habiendo encontrado el valor implícito  $\sigma_A^\tau$ , se utilizó la misma fórmula para encontrar el activo implícito,  $A^\tau$ , para cada uno de los bancos, pero con la variante de que la volatilidad utilizada como input dentro de dicha fórmula es la volatilidad implícita rezagada un período,  $\sigma_{A,t-1}$ , asumiendo que dicha volatilidad rezagada, es una buena aproximación del verdadero valor de la volatilidad de estos activos en el período  $t$ , entonces la variante en el input  $\sigma$  de la fórmula (2.1) y el precio de la opción de venta  $P_t$  calculado para el período  $t$  son consistentes con un valor particular (normalizado) de los activos bancarios en el período  $t$ ,  $A^\tau$ , el cual, en general, es diferente del valor contable normalizado de los activos bancarios. Entonces, a partir de  $A^\tau$  y  $\sigma_A$  se encontraron los valores  $(\bar{w})$  y  $(A)$  respectivos, necesarios para el cálculo de  $z$ .<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Para el caso de esta metodología se asumió un vencimiento de la opción igual a un mes, sienten entonces  $T=1/12$ .

### III. RESULTADOS

En algunos países, empresas especializadas, como Standar & Poor's y Moody's, han calculado la probabilidad de quiebra para los sistemas bancarios y por consiguiente las pérdidas esperadas con base en dichas probabilidades. En Guatemala no existe información acerca de las pérdidas esperadas en el sistema bancario en caso de quiebra. Para tal efecto, el presente trabajo realizó estimaciones de pérdidas esperadas con base en las metodologías planteadas por Merton (1977), de aquí en adelante metodología de Merton, y Castañeda & Herrera (2004), de aquí en adelante metodología C&H.

Al realizar las estimaciones, utilizando cada una de las metodologías, los resultados fueron los siguientes:

**TABLA 3.1**  
**PÉRDIDAS CONTINGENTES ESPERADAS**  
**DEL SISTEMA BANCARIO GUATEMALTECO**  
**AL MES DE FEBRERO DE 2007**

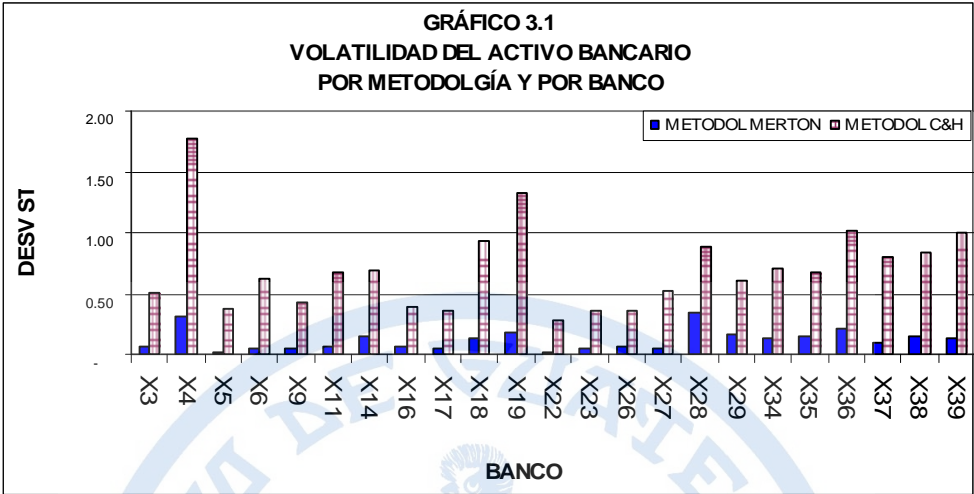
METODOLOGÍA	MILES DE QUETZALES	MILES DE US DÓLARES	SEVERIDAD 1/
MERTON	257,668.10	33,594.28	0.33%
C & H	901,307.48	117,510.75	1.15%

1/ Medida que resulta de la relación entre pérdidas contingentes esperadas y depósitos totales del sistema bancario.

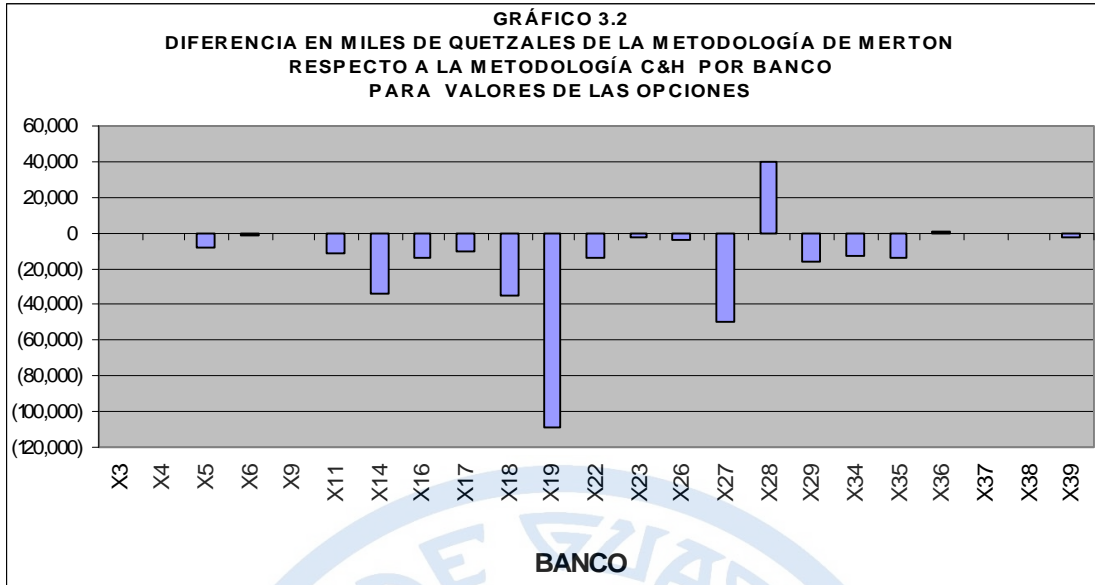
Como puede observarse, la severidad de la PEC del sistema bancario como un todo, fue estimada más alta por la metodología de C&H que por la de Merton, en efecto, esta última representó un 28.6% respecto de la primera.

A la luz de la información de la que parte cada una de las metodologías, es importante mencionar que parece lógica la sustancial diferencia entre ambas metodologías, ya que la metodología de Merton parte directamente de la información contable de los bancos, lo cual permite inferir cierta subestimación, principalmente en lo referente a los datos del activo, ya que tal como se observa en las tablas de los anexos 1 y 2, y en el gráfico 3.1, la volatilidad del activo

observada en la metodología de Merton es claramente menor, para todos los bancos del sistema, que la observada en la metodología de C&H.

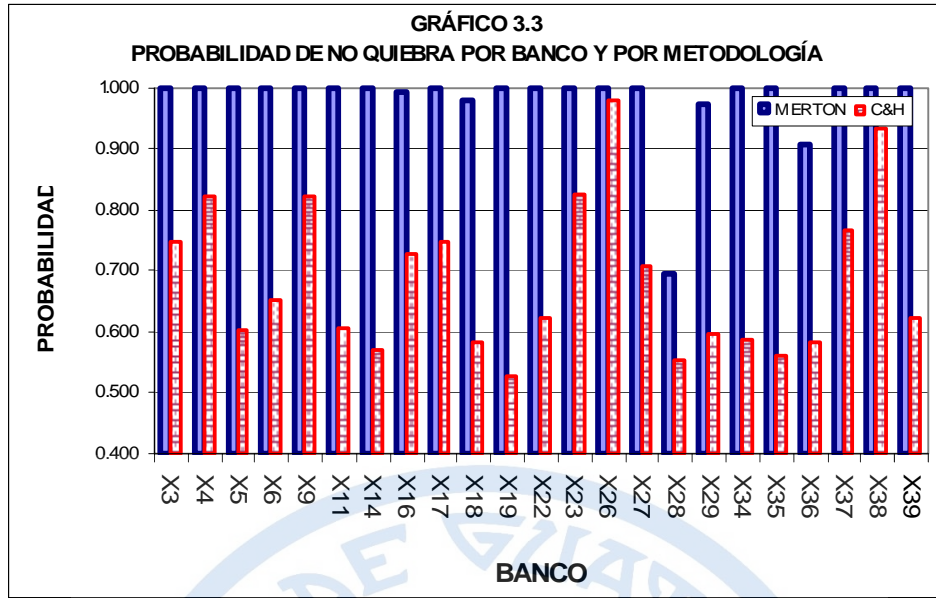


Por otra parte, conviene resaltar que el cálculo indirecto del valor de la opción de venta en la metodología C&H permite identificar una mayor exposición al riesgo por parte del banco, principalmente por el efecto que tiene dentro del cálculo de la opción de venta la ecuación (2.11). Sin embargo, es de reconocer que dicha ecuación es susceptible de un mejor ajuste, debido a que para el cálculo de la IIR no se tomo el verdadero costo de los recursos al cual los bancos están expuestos en el margen cuando enfrentan una situación de iliquidez. Por lo mismo, consideramos que aunque la metodología rescata factores que implican un mayor nivel de riesgo bancario, el cálculo del monto de la PCE subestima las pérdidas. No obstante, la diferencia entre ambas metodologías es contundente cuando observamos los valores estimados que cada una de las mismas realiza acerca de las opciones de venta, según se observa en el Gráfico 3.2. En la mayoría de los casos (91%) el valor de las opciones venta con la metodología de Mentón ha sido considerablemente menor al valor estimado con la metodología C&H.



Otro elemento a considerar es el de la probabilidad de quiebra, la que por cierto está muy relacionada con los valores del activo que por construcción propia de la probabilidad esta se ve influenciada fuertemente por la volatilidad. De acuerdo con los resultados y al observar las diferencias importantes de la volatilidad de cada uno de los bancos por ambas metodologías, se puede observar a partir del siguiente gráfico que la probabilidad de quiebra es mucho más alta (o lo que es lo mismo, la probabilidad de no quiebra es más baja) al utilizar la metodología C&H que al utilizar la metodología de Merton. Es fácil establecer que la diferencia entre una y otra metodología radica básicamente en la información de la volatilidad del activo que sirvió de base para el calculo de tal probabilidad.





Con respecto a la dimensión de las pérdidas, es lógico suponer que aunque los valores que resultan de las estimaciones suponen una obligación contingente del cien por ciento para un seguro de depósito hipotético, es necesario contrastarlo con la realidad del seguro de depósito guatemalteco. De acuerdo con la información recabada alrededor de la intervención reciente del FOPA, se puede deducir que, cubriendo el cien por ciento de los depósitos como en la práctica se observó, dicho seguro no hubiese podido cubrir tales contingencias al inferir por el patrimonio reportado a finales de 2006 (ver Anexo 3). Al contrastar dicha situación con las estimaciones, podemos deducir que sin los aportes externos al FOPA, el mismo sería insuficiente para cubrir las contingencias estimadas por ambas metodologías.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se contrastaron las estimaciones de las pérdidas esperadas del seguro de depósito de Guatemala a una fecha determinada, aplicando la metodología de Merton (1977) y la de Castañeda & Herrera (2004), con la limitante, en ambos casos, de no contar con una serie histórica para los precios de mercado de los activos bancarios.

Se pudo determinar que la estimación de las pérdidas esperadas con la aplicación directa de la fórmula de Merton resulta sustancialmente menor que aquella efectuada con la metodología C&H; de hecho, la primera representó únicamente el 28.6% comparada con la segunda.

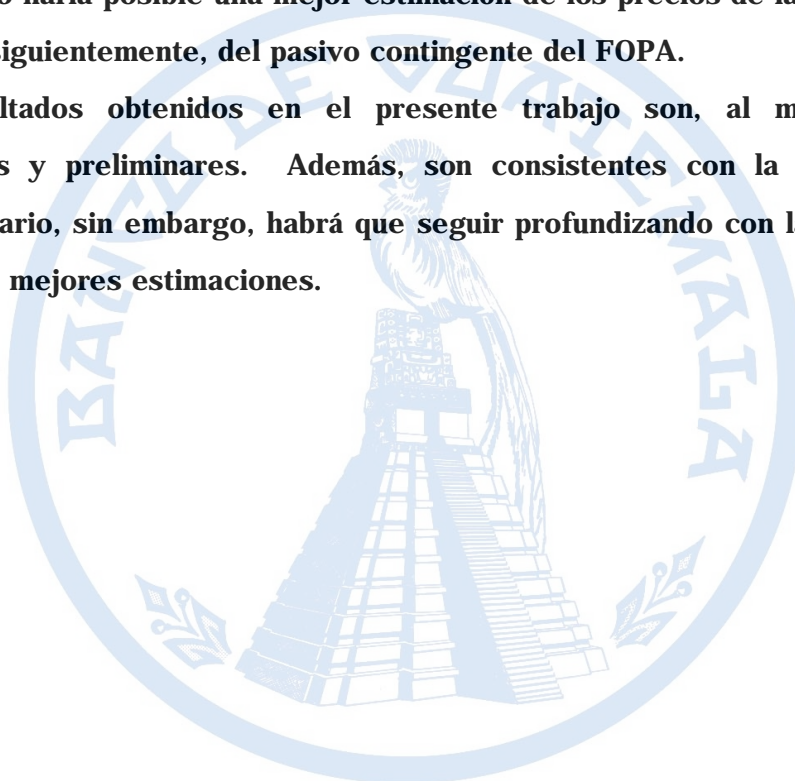
A pesar de que ambas metodologías pretenden capturar el nivel de riesgo de los bancos, como resultado de observar la volatilidad de los activos bancarios, existen diferencias sustanciales entre ambas, las cuales pueden ser resumidas a continuación:

- § La aplicación directa de la fórmula de Merton utiliza directamente los datos de balance, los que no necesariamente reflejan la verdadera condición de riesgo de un banco, en tanto que con la metodología C&H es posible medir mejor el nivel de riesgo al utilizar datos que no provienen directamente de los balances (tal es el caso de la posición de encaje).
- § Como resultado de lo anterior, tanto los valores de las opciones de venta como los de las volatilidades del activo son menores al aplicar la fórmula de Merton que al aplicar la metodología de C&H.
- § Con base en el mismo argumento, la probabilidad de quiebra de un banco es mayor al aplicar la metodología de C&H que al aplicar directamente la fórmula de Merton.

**Al comparar las estimaciones del pasivo contingente del FOPA, arrojadas por las dos metodologías estudiadas, con los desembolsos que el referido fondo hizo en el último año, parece evidente que ambas metodologías subestiman el valor del pasivo contingente en cuestión. Sin embargo, la subestimación es menor en el caso de la metodología de C&H.**

**Por tanto, la metodología C&H puede constituir un valioso aporte. Sin embargo, es necesario mejorar la calidad de la información utilizada, para medir de mejor manera el costo marginal que enfrentan los bancos para financiarse en casos de iliquidez. Ello haría posible una mejor estimación de los precios de las opciones de venta y, consiguientemente, del pasivo contingente del FOPA.**

**Los resultados obtenidos en el presente trabajo son, al mismo tiempo, prometedores y preliminares. Además, son consistentes con la evidencia del sistema bancario, sin embargo, habrá que seguir profundizando con la intención de encontrar las mejores estimaciones.**





# ANEXO 1

## METODOLOGÍA PUT-CALL PARITY EN MILES DE Q

No.	BANCO	DEPÓSITOS COMO		VOLATILIDAD DEL		PROBABILIDAD DE NO QUIEBRA	PUT	PÉRDIDAS	
		DEPÓSITOS = D	% DEL SISTEMA	ACTIVO	ACTIVO NORMALIZADO			CONTINGENTES ESPERADAS =PCE	PCE / D
1	X3	5,665,083.00	7.2%	7,520,708.00	0.51	0.7480	285.80	993.61	0.02%
2	X4	67,670.00	0.1%	210,460.00	1.77	0.8221	222.15	1,023.40	1.51%
3	X5	507,841.00	0.6%	648,054.00	0.37	0.6023	8,094.70	18,987.00	3.74%
4	X6	1,990,887.00	2.5%	2,656,209.00	0.62	0.6528	996.17	2,633.20	0.13%
5	X9	336,821.00	0.4%	431,256.00	0.43	0.8244	16.99	79.07	0.02%
6	X11	4,388,066.00	5.6%	6,330,755.00	0.68	0.6055	11,684.00	27,596.00	0.63%
7	X14	1,889,256.00	2.4%	2,878,952.00	0.68	0.5709	33,814.00	74,108.00	3.92%
8	X16	14,145,249.00	18.1%	16,486,795.00	0.39	0.7274	14,494.00	47,171.00	0.33%
9	X17	1,743,357.00	2.2%	2,370,271.00	0.36	0.7474	10,476.00	36,345.00	2.08%
10	X18	2,060,350.00	2.6%	2,609,552.00	0.94	0.5843	36,218.00	81,659.00	3.96%
11	X19	603,389.00	0.8%	1,103,584.00	1.33	0.5276	108,900.00	218,900.00	36.28%
12	X22	597,817.00	0.8%	793,833.00	0.27	0.6222	13,735.00	33,712.00	5.64%
13	X23	3,448,752.00	4.4%	4,172,768.00	0.36	0.8266	2,917.60	13,710.00	0.40%
14	X26	12,886,568.00	16.4%	17,663,014.00	0.36	0.9813	3,320.80	50,736.00	0.39%
15	X27	20,100,689.00	25.7%	28,597,978.00	0.52	0.7079	49,873.00	153,090.00	0.76%
16	X28	797,803.00	1.0%	939,634.00	0.88	0.5540	6,315.50	13,369.00	1.68%
17	X29	1,894,378.00	2.4%	2,509,497.00	0.61	0.5973	19,007.00	44,088.00	2.33%
18	X34	1,212,782.00	1.5%	1,686,618.00	0.70	0.5882	12,612.00	28,675.00	2.36%
19	X35	589,482.00	0.8%	857,119.00	0.67	0.5608	13,420.00	28,802.00	4.89%
20	X36	968,279.00	1.2%	1,253,960.00	1.01	0.5833	7,673.30	17,263.00	1.78%
21	X37	2,024,811.00	2.6%	3,020,624.00	0.80	0.7670	522.66	1,939.40	0.10%
22	X38	188,638.00	0.2%	351,967.00	0.84	0.9337	123.77	1,117.70	0.59%
23	X39	253,668.00	0.3%	386,035.00	1.00	0.6235	2,157.00	5,310.10	2.09%
<b>TOTALES</b>		<b>78,361,636.00</b>		<b>105,479,643.00</b>				<b>Q901,307.48</b>	
								<b>\$117,510.75</b>	
								<b>PCE / DT (SISTEMA)</b>	<b>1.2%</b>
								<b>TIPO DE CAMBIO FEB 07</b>	<b>7.67</b>

## ANEXO 2

### METODOLOGÍA BLACK & SCHOLES EN MILES DE Q

No.	BANCO	DEPÓSITOS COMO		VOLATILIDAD DEL		PROBABILIDAD DE		PÉRDIDAS		PCE / D
		DEPÓSITOS = D	% DEL SISTEMA	ACTIVO	ACTIVO NORMALIZADO	NO QUIEBRA	PUT	CONTINGENTES ESPERADAS =PCE		
1	X3	5,665,083.00	7.2%	7,520,708.00	0.06	1.0000	0.00	0.04	0.0%	
2	X4	67,670.00	0.1%	210,460.00	0.30	1.0000	0.33	6.84	0.0%	
3	X5	507,841.00	0.6%	648,054.00	0.02	1.0000	0.00	0.00	0.0%	
4	X6	1,990,887.00	2.5%	2,656,209.00	0.06	1.0000	0.00	0.00	0.0%	
5	X9	336,821.00	0.4%	431,256.00	0.05	1.0000	0.00	0.00	0.0%	
6	X11	4,388,066.00	5.6%	6,330,755.00	0.06	1.0000	0.00	0.00	0.0%	
7	X14	1,889,256.00	2.4%	2,878,952.00	0.15	0.9998	50.75	1,061.50	0.1%	
8	X16	14,145,249.00	18.1%	16,486,795.00	0.07	0.9934	188.86	3,503.80	0.0%	
9	X17	1,743,357.00	2.2%	2,370,271.00	0.04	1.0000	0.00	0.00	0.0%	
10	X18	2,060,350.00	2.6%	2,609,552.00	0.13	0.9798	1,137.40	17,018.00	0.8%	
11	X19	603,389.00	0.8%	1,103,584.00	0.17	1.0000	2.34	49.05	0.0%	
12	X22	597,817.00	0.8%	793,833.00	0.02	1.0000	0.00	0.00	0.0%	
13	X23	3,448,752.00	4.4%	4,172,768.00	0.05	1.0000	0.01	0.12	0.0%	
14	X26	12,886,568.00	16.4%	17,663,014.00	0.06	1.0000	0.00	0.00	0.0%	
15	X27	20,100,689.00	25.7%	28,597,978.00	0.06	1.0000	0.00	0.00	0.0%	
16	X28	797,803.00	1.0%	939,634.00	0.35	0.6943	46,133.00	136,170.00	17.1%	
17	X29	1,894,378.00	2.4%	2,509,497.00	0.17	0.9730	2,827.00	38,544.00	2.0%	
18	X34	1,212,782.00	1.5%	1,686,618.00	0.13	0.9984	85.59	1,742.10	0.1%	
19	X35	589,482.00	0.8%	857,119.00	0.15	0.9990	43.76	901.49	0.2%	
20	X36	968,279.00	1.2%	1,253,960.00	0.22	0.9091	7,873.70	58,655.00	6.1%	
21	X37	2,024,811.00	2.6%	3,020,624.00	0.09	1.0000	0.01	0.27	0.0%	
22	X38	188,638.00	0.2%	351,967.00	0.15	1.0000	0.02	0.51	0.0%	
23	X39	253,668.00	0.3%	386,035.00	0.13	1.0000	0.73	15.38	0.0%	
<b>TOTALES</b>		<b>78,361,636.00</b>		<b>105,479,643.00</b>				<b>Q257,668.10</b> <b>\$33,594.28</b>		
<b>PCE / DT (SISTEMA)</b>									<b>0.3%</b>	
<b>TIPO DE CAMBIO FEB 07</b>									<b>7.67</b>	

# ANEXO 3

## Anexo 1

### FONDO PARA LA PROTECCIÓN DEL AHORRO ESTADO DE ACTIVOS, PASIVOS Y PATRIMONIO CONDENSADO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2006 - En quetzales -


ACTIVO		PASIVO Y PATRIMONIO	
<b>DISPONIBLE EN DEPÓSITOS BANCO DE GUATEMALA</b>	<b>52.56</b>	<b>PATRIMONIO DEL FONDO</b>	<b>79,919,407.34</b>
En moneda nacional	52.56	Recursos generados Dtos. Nos. 315 y 04-2002	31,402,814.45
<b>INVERSIONES A CORTO PLAZO</b>	<b>16,512,709.12</b>	Cuotas de formación	241,775,108.83
En moneda nacional	12,392,100.00	Aportes del Estado en efectivo	568,192,865.00
En moneda extranjera	4,120,609.12	Aportes del Estado en Bonos Paz	540,235,512.00
<b>INVERSIONES A LARGO PLAZO</b>	<b>63,048,045.00</b>	Cuenta de diferenciales cambiarias	(2,478,043.63)
En moneda extranjera	63,048,045.00	Aporte a fideicomisos de exclusión de activos	(1,600,000,000.00)
<b>CUENTAS POR COBRAR</b>	<b>358,600.66</b>	<b>RESULTADOS POR APLICAR</b>	<b>300,791,150.69</b>
Intereses por cobrar en moneda nacional	12,559.57	Años anteriores	232,583,605.78
Intereses por cobrar en moneda extranjera	346,041.09	Año actual	68,207,544.91
<b>SUMA DEL ACTIVO</b>	<b>79,919,407.34</b>	<b>SUMA DEL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b>79,919,407.34</b>

Tipo de cambio de referencia, vigente al 31 de diciembre de 2006 (Q7.59615= US\$1.00) Guatemala, 11 de enero de 2007

Cuentas de orden 270,559,238.92 (ANEXO)

  
Jorge Efraín Char Gómez  
Contador

  
Erwin Roberto Camposeco Córdova  
Subauditor Interno

  
Manuel Augusto Alonzo Araujo  
Gerente General

## ANEXO 4

### PROGRAMA EN MATLAB DEL CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS CONTINGENTES ESPERADAS DEL SISTEMA BANCARIA POR BANCO CON LA METODOLOGÍA DE MERTON (1977)

%ÓSCAR LEONEL HERRERA VELÁSQUEZ  
%Departamento de Investigaciones Económicas  
%Banco de Guatemala

%Primera versión: 06/06/07  
%Actualización: 06/06/07

%Archivo: Mis Documentos\RED DE INVESTIGADORES\RED 2007\CALCULOS\BLACK AND  
%SCHOLESPut.m

%CÁLCULO CON LA TOOLBOX DE BLACK AND SCHOLES

```
clear;  
clear global;  
format short g;  
disp( blanks(2) )  
disp( datestr(now) )  
disp( blanks(2) )
```

```
disp('BANCO DE GUATEMALA')  
disp('Departamento de Investigaciones Económicas')  
disp( blanks(1) )  
disp('OSCAR LEONEL HERRERA VELÁSQUEZ')  
disp( blanks(1) )  
disp('PRUEBA TOOLBOX BLACK AND SCHOLES')  
disp( blanks(2) )
```

%A = VALOR EN LIBROS DEL ACTIVO DEL BANCO  
AX3 = xlsread('Base de Datos Merton.xls', 'activo', 'D7:D80');

%DT = DEPÓSITOS TOTALES = precio de ejercicio  
DTX3 = xlsread('Base de Datos Merton.xls', 'DepTot', 'D7:D80');

%i = Tasa de interés mensual promedio ponderado OMA's A 364 días  
i = xlsread('Base de Datos Merton.xls', 'OMAS364', 'E3:E76');

T = 1;

%ACTIVO NORMALIZADO POR DEPÓSITOS  
ANX3 = AX3./DTX3;

%DEPÓSITOS NORMALIZADOS POR DEPÓSITOS  
STRIKE = ones(74,1);



### %CÁLCULO DE LA VOLATILIDAD DEL ACTIVO

```
SigmaActivoX3 = std(ANX3);
```

### %CÁLCULO DE LA PUT

```
[CallX3, PutX3] = blsprice(ANX3, STRIKE, i, T, SigmaActivoX3);  
PUTxDTX3 = PutX3.*DTX3;
```

```
Tlider = xlsread('Base de Datos Merton.xls', 'TASA LIDER', 'D44');  
LASTDAT = 74;
```

### %CÁLCULO DEL PÁSIVO CONTINGENTE BANCO X3

### %CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE NO QUIEBRA

```
FIX3 = ANX3;  
MEANFIX3 = ANX3(LASTDAT, 1);  
DESVFIX3 = std(FIX3);
```

### %Cálculo de la probabilidad de Z:

```
ZX3 = (1-MEANFIX3)/DESVFIX3;  
PROBZX3 = normcdf(ZX3);
```

### %calculando 1 - la probabilidad de quiebra = probabilidad de no quiebra:

```
PROBZZX3 = 1-PROBZX3;
```

### %Cálculo del pasivo CONTINGENTE DEL FOPA por el Banco X3

```
LASTDTX3 = DTX3(LASTDAT,1);  
LASTPUTX3 = PutX3(LASTDAT,1);  
poptionX3 = LASTPUTX3*LASTDTX3;  
prX3 = PROBZZX3;  
n=1;  
PCONTX3 = poptionX3;  
SUMATX3 = (poptionX3*(prX3)) / (1+Tlider);  
while SUMATX3 > 1.00E-10;  
SUMATX3 = (poptionX3*(prX3)^n) / ((1+Tlider)^n);  
PCONTX3 = [PCONTX3; SUMATX3];  
n = n+1;  
end
```

### %PC SUMA EL VALOR ACTUAL DEL PASIVO CONTINGENTE EN MILES DE Q

### %EN MILES DE Q. HASTA QUE EL ÚLTIMO TÉRMINO SEA MAYOR A e-10

```
PCX3 = sum(PCONTX3);
```

## ANEXO 5

### PROGRAMA EN MATLAB DEL CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS CONTINGENTES ESPERADAS DEL SISTEMA BANCARIA POR BANCO CON LA METODOLOGÍA DE CASTAÑEDA & HERRERA (2004,2007)

%ÓSCAR LEONEL HERRERA VELÁSQUEZ  
%Departamento de Investigaciones Económicas  
%Banco de Guatemala

%Fecha: 25/Abril/2007  
%Primera versión:  
%Archivo: Mis Documentos\Red de Investigadores\Red 2007\CALCULOS\pcontingentePutCallSB.m

%CÁLCULO DEL PASIVO CONTINGENTE DEL FOPA SISTEMA BANCARIO  
%METODOLOGÍA PUT-CALL

%CÁLCULO DE LA PUT

clear;  
clear global;  
format short g;  
disp( blanks(2) )  
disp( datestr(now) )  
disp( blanks(2) )

disp('BANCO DE GUATEMALA')  
disp('Departamento de Investigaciones Económicas')  
disp( blanks(1) )  
disp('ÓSCAR LEONEL HERRERA VELÁSQUEZ')  
disp( blanks(1) )  
disp('PASIVO CONTINGENTE DEL FOPA SISTEMA BANCARIO')  
disp('METODOLOGÍA PUT CALL PARITY')  
disp( blanks(2) )

%CÁLCULO DE Z PARA ENCONTRAR PROBABILIDAD DE NO QUIEBRA

%GF = GASTOS FINANCIEROS  
GFX3 = xlsread('Base de Datos.xls', 'Gastos Financieros Desacum', 'D78:D151');

%DT = DEPÓSITOS TOTALES  
DTX3 = xlsread('Base de Datos.xls', 'Depositos Totales', 'D78:D151');

%CO = CRÉDITOS OBTENIDOS  
COX3 = xlsread('Base de Datos.xls', 'Creditos obtenidos', 'D78:D151');

%OF = OBLIGACIONES FINANCIERAS  
OFX3 = xlsread('Base de Datos.xls', 'Obligaciones Financieras', 'D78:D151');

```
%TRPPM = Tasa de reportos promedio ponderado mensual
TRPPM = xlsread('Base de Datos.xls', 'TRPP MENSUAL', 'C75:C148');
```

```
%EC = encaje computable
ECX3 = xlsread('Base de Datos.xls', 'ENCAJE COMP', 'D75:D149');
```

```
%A = VALOR EN LIBROS DEL ACTIVO DEL BANCO
AX3 = xlsread('Base de Datos.xls', 'Activo', 'D77:D150');
```

```
%BANCO X3
```

```
%TE = tasa estructural
TEX3 = [(GFX3)/(DTX3+COX3+OFX3)];
```

```
%S = VALOR NORMALIZADO DEL ACTIVO DEL BANCO
SX3 = (AX3./DTX3);
```

```
%B = Valor facial del bono sin riesgo
BX3 = (1+TEX3);
```

```
%DEC = diferencial del encaje computable
%ECDP = sumatoria del encaje computable de dos periodos (t + t-1)
```

```
for n = 2:75
    KX3 = ECX3(n)-ECX3(n-1);
    DECX3(n-1,1) = KX3;
    LX3 = ECX3(n)+ECX3(n-1);
    ECDPX3(n-1,1) = LX3;
```

```
end
```

```
XX3 = abs(DECX3./ECDPX3);
```

```
for j = 1:74
    X1X3 = XX3(j,1);
    Z = TRPPM(j,1);
    YX3 = exp(X1X3^2)-1;
    FuncionB(j,1) = YX3;
    WX3 = Z*YX3;
    IIRX3(j,1) = WX3;
```

```
end
```

```
for r = 1:74
    B1X3 = BX3(r,1);
    IIR1X3 = IIRX3(r,1);
    p1X3 = B1X3*IIR1X3/(IIR1X3+1);
    pX3(r,1) = p1X3;
```

```
end
```

```
TT = (1/12);
```

%VOL=volatilidad implícita  
 %X=primer argumento de la integral para encontrar la normal de la formula de B&S

```
for i = 1:74
  BBX3 = BX3(i,:);
  SSX3 = SX3(i,:);
  PUTX3 = pX3(i,:);
  FUNX3 = @(VOLX3)((BBX3*(-
7186705221432913/36028797018963968*pi^(1/2)*2^(1/2)*erf(1/4*2^(1/2)*(-
VOLX3^2*TT+2*log(SSX3/BBX3))/VOLX3/TT^(1/2))+7186705221432913/36028797018963968*2^(
1/2)*pi^(1/2)))-(SSX3*(-
7186705221432913/36028797018963968*pi^(1/2)*2^(1/2)*erf(1/4*2^(1/2)*(VOLX3^2*TT+2*log(SS
X3/BBX3))/VOLX3/TT^(1/2))+7186705221432913/36028797018963968*2^(1/2)*pi^(1/2)))-PUTX3);
  VOLX3 = fzero(FUNX3, [0.0001 100]);
  VIX3(i,:) = VOLX3;
end
```

```
%figure(2)
%plot(VI), grid, title('BANCO X2: VOLATILIDAD IMPLÍCITA-DC ENE1995-FEB2001
pruebaBnuevaPUT')
```

%Promedio de la Volatilidad Implícita:  
 MX3 = mean(VIX3);

```
for i = 2:74
  BBX3 = BX3(i,:);
  VOLATX3 = VIX3(i-1,:);
  PUTX3 = pX3(i,:);
  FUNX3 = @(SSX3)((BBX3*(-
7186705221432913/36028797018963968*pi^(1/2)*2^(1/2)*erf(1/4*2^(1/2)*(-
VOLATX3^2*TT+2*log(SSX3/BBX3))/VOLATX3/TT^(1/2))+7186705221432913/36028797018963
968*2^(1/2)*pi^(1/2)))-(SSX3*(-
7186705221432913/36028797018963968*pi^(1/2)*2^(1/2)*erf(1/4*2^(1/2)*(VOLATX3^2*TT+2*log(
SSX3/BBX3))/VOLATX3/TT^(1/2))+7186705221432913/36028797018963968*2^(1/2)*pi^(1/2)))-
PUTX3);
  SSSX3 = fzero(FUNX3,[0.1 10]);
  ASX3(i,:) = SSSX3;
end
```

MUX3 = mean(ASX3);

%B2=valor del último dato del BONO

```
LASTDAT = 74;
LASTBX3 = BX3(LASTDAT,1);
LASTASX3 = ASX3(LASTDAT,1);
%Cálculo de la probabilidad de Z:
ZX3 = (LASTBX3-LASTASX3)./MX3;
PROBZX3 = normcdf(ZX3);
```

```
%calculando 1 - la probabilidad de quiebra:
PROBZZX3 = 1-PROBZX3;
```

```
%Cálculo del pasivo CONTINGENTE DEL FOPA por el Banco X3
%format long
```

```
LASTDTX3 = DTX3(LASTDAT,1);
LASTPUTX3 = pX3(LASTDAT,1);
poptionX3 = LASTPUTX3*LASTDTX3;
prX3 = PROBZZX3;
Tlider = xlsread('Base de Datos.xls', 'TASA LIDER', 'D44');
n=1;
PCONTX3 = poptionX3;
SUMATX3 = (poptionX3*(prX3)) / (1+Tlider);
while SUMATX3 > 1.00E-10;
    SUMATX3 = (poptionX3*(prX3)^n) / ((1+Tlider)^n);
    PCONTX3 = [PCONTX3; SUMATX3];
    n = n+1;
end
```

```
%PC SUMA EL VALOR ACTUAL DEL PASIVO CONTINGENTE EN MILES DE Q
%EN MILES DE Q. HASTA QUE EL ÚLTIMO TÉRMINO SEA MAYOR A e-10
PCX3 = sum(PCONTX3);
REL1X3 = PCX3/LASTDTX3;
```



## REFERENCIAS

- Ø Alvarado, Carlos A.; Juan Carlos Castañeda & Óscar L. Herrera (2007): *“Measuring Banks’ Risk in Guatemala: An Option–Valuation Approach”*. Economic Research Department. Banco de Guatemala.
- Ø Black, Fischer & Myron Scholes (1973): *“The Pricing of Options and Corporate Liabilities”*. Journal of Political Economy, pp.637-654.
- Ø Castañeda, Juan Carlos & Oscar L. Herrera (2004): *“Opciones de Venta de Depósitos Bancarios: Una Modalidad Eficiente de Seguro de Depósito para Guatemala”*. IX Reunión Anual de la Red de Investigadores de Bancos Centrales del Continente Americano. San José de Costa Rica.
- Ø FDIC Staff Study (2007): *“The FDIC’s Policies and Practices 1992-2004”*. Federal Deposit Insurance corporation. Washington D.C.
- Ø Grinblatt, Mark & Sheridan Titman (1998), *Financial Markets and Corporate Strategy*. McGraw-Hill.
- Ø Jarrow, R.; Bennett, R.; Fu, M.; Nuxoll, D; & Zhang H (2003): *“A General Martingale Approach to Measuring and Valuing the Risk to the FDIC Deposit Insurance Funds”*. Federal Deposit Insurance corporation. Washington D.C.
- Ø Knoll, Michael S. (2002): *“Put-Call Parity and the Law”*. USC Working Paper No. 94-12, School of Law, Real Estate Department; University of Pennsylvania.
- Ø Merton, Robert C. (1977): *“An Analytic Derivation of Deposit Insurance Loan Guarantees”*. Journal of Banking and Finance, pp. 3-11.
- Ø Merton, Robert C. (1998). *“Applications of Option-Pricing Theory: Twenty-Five Years Later”*. American Economic Review 88, no. 3, pp. 323-349.
- Ø Ronn, Ehud I. & Avinash K. Verma (1989): *“Risk – Based Capital Adequacy Standard for a Sample of 43 Major Banks”*. Journal of Banking and Finance, pp. 21-29.