

UNIVERSIDAD DE LOS HEMISFERIOS

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES Y ECONOMÍA

APLICACIÓN DEL MODELO DE VALORACIÓN DE OPCIONES FINANCIERAS,  
BLACK & SCHOLES, PARA LA MEDICIÓN DE RIESGO CREDITICIO DE LA  
CARTERA DE CONSUMO DE DINERS CLUB S.A. S.F.

PROYECTO FINAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
COMERCIAL CON ÉNFASIS EN MARKETING NEGOCIOS INTERNACIONALES

AUTOR:

SEBASTIÁN RICAURTE CALERO

DIRECTOR:

HERNÁN LÓPEZ

QUITO, ENERO 2013

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad de Los Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en éste ha sido redactado con entera sujeción al respecto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que se haga pública su disponibilidad para lectura, a la vez que cedo los derechos de publicación a la Universidad de Los Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee. Asimismo, no podré disponer del contenido de la presente investigación a menos que eleve por escrito el requerimiento para su evaluación a la Comisión Permanente de la Universidad de Los Hemisferios.

Sebastián Ricaurte Calero

## **Dedicatoria**

Este proyecto está dedicado a mis padres, por su confianza y apoyo incondicional en todo momento. A mi hija, por ser mi inspiración, razón de ser y por llenar mi vida de amor y alegría. A mi esposa, con quien he compartido y siempre compartiré grandes momentos.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2 OBJETIVO GENERAL	9
1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO	9
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.4.1 Justificación según la mención	9
1.4.2 Justificación según el aporte al desarrollo científico y/o social del país	9
1.4.3 Limitaciones del Estudio	10
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>11</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1 DERIVADOS FINANCIEROS	11
2.2 OPCIONES FINANCIERAS	15
2.3 MODELO BLACK & SCHOLES	17
2.3.1 Precio del ejercicio (K)	20
2.3.2 Precio de la acción (S)	20
2.3.3 Tiempo de vencimiento (t)	21
2.3.4 Volatilidad en el precio del activo subyacente ( $\sigma$ )	22
2.3.5 Tasa de interés (r)	23
2.4 RIESGO DE CRÉDITO – MARCO LEGAL DEL ECUADOR	25
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>29</b>
<b>3. APLICACIÓN MODELO BLACK &amp; SCHOLES</b>	<b>29</b>
3.1 APLICACIÓN DEL MODELO BLACK & SCHOLES PARA MEDIR EL RIESGO DE LA CARTERA DE CONSUMO DE DINERS CLUB SA SF	29
3.2 IMPLEMENTACIÓN DE VARIABLES PARA LA MEDICIÓN DE RIESGO CREDITICIO DE LA CARTERA DE CONSUMO DE DINERS CLUB SA SF	30
3.2.1 Deuda Total x (1-IP) (K)	30

3.2.2	Deuda Total (S)	30
3.2.3	Tiempo de Default (t)	31
3.2.4	Volatilidad IP (Índice de Pérdida) ( $\sigma$ )	32
3.2.5	Tasa de interés DCE (r)	32
3.3	ELABORACIÓN DEL MODELO	33
3.4	VALIDACIÓN DE RESULTADOS	33
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>36</b>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>36</b>
4.1	CONCLUSIONES	36
4.2	RECOMENDACIONES	36
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>38</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>39</b>
Anexo 1: Libro I, Título X, Capítulo II, de la Ley General de Instituciones Financieras		39
Anexo 2: Relación Score y Probabilidad de Incumplimiento		44

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla No.1</i>	<i>Valores de Renta Variable</i>	<i>12</i>
<i>Tabla No.2</i>	<i>Valores de Renta Fija</i>	<i>13</i>
<i>Tabla No.3</i>	<i>Opciones Financieras In the Money</i>	<i>16</i>
<i>Tabla No.4</i>	<i>Opciones Financieras Out the Money</i>	<i>16</i>
<i>Tabla No.5</i>	<i>Opciones Financieras At the Money</i>	<i>16</i>
<i>Tabla No.6</i>	<i>Variación en el precio de la opción (C), modificando (K)</i>	<i>20</i>
<i>Tabla No.7</i>	<i>Variación en el precio de la opción (C), modificando (S)</i>	<i>21</i>
<i>Tabla No.8</i>	<i>Variación en el precio de la opción (C), modificando (t)</i>	<i>22</i>
<i>Tabla No.9</i>	<i>Variación en el precio de la opción (C), modificando (<math>\sigma</math>)</i>	<i>23</i>
<i>Tabla No.10</i>	<i>Variación en el precio de la opción (C), modificando (r)</i>	<i>24</i>
<i>Tabla No.11</i>	<i>Categorías de Riesgo por Días de Morosidad</i>	<i>27</i>
<i>Tabla No.12</i>	<i>Porcentaje de Provisión de acuerdo a Calificación</i>	<i>28</i>
<i>Tabla No.13</i>	<i>Homologación de variables B&amp;S aplicado a riesgo crediticio</i>	<i>30</i>
<i>Tabla No.14</i>	<i>Tiempo de default + edad de cartera</i>	<i>31</i>
<i>Tabla No.15</i>	<i>Tasa por Edad de Cartera</i>	<i>32</i>
<i>Tabla No.16</i>	<i>Matriz de Migración</i>	<i>34</i>
<i>Tabla No.17</i>	<i>Composicion de Clientes por Calificación de Riesgo</i>	<i>34</i>

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

El mercado financiero en el país ha mantenido un importante crecimiento durante los últimos años, como lo muestran las cifras del Reporte Gerencial del 2007 y 2011, emitido por la Superintendencia de Bancos y Seguros. En el 2007 la cartera bruta del sistema fue US\$7'570.741 de la cual el 29,8% representa cartera de consumo (SBS, 2007). En Diciembre del 2011, el sistema registra en su cartera bruta un incremento del 81% (US\$13'677.338) en comparación al 2007. En cuanto a la cartera de consumo para el 2011, se tiene una participación del 36,7%. (SBS, 2011)

El gran incremento en la cartera de consumo se lo aprecia más al verlo en cifras absolutas. En el 2007, el sistema tuvo una cartera de consumo de US\$2'259.804, mientras que a diciembre del 2011, fue de US\$5'015.875, lo que representa un incremento del 122%. Este crecimiento de la cartera de consumo en los últimos cinco años demuestra el importante desarrollo que ha tenido el sistema financiero ecuatoriano. En el país los bancos, sociedades financieras, cooperativas y mutualistas están autorizadas a otorgar créditos de consumo. Sin embargo, las principales entidades en colocar este tipo de crédito son los bancos, sociedades financieras y cooperativas. (abpe, 2012). Las instituciones con un mayor volumen de crédito de consumo son Diners Club del Ecuador, Banco de Guayaquil y Banco Pichincha, con una participación de 16,1%, 13,9% y 9,3% respectivamente. (BCE, 2012)

Las cifras presentadas en el párrafo anterior demuestran que el nivel de bancarización en el país está incrementando, ya que al tener una cartera de consumo mayor se puede evidenciar que las personas tienen un mayor acceso a créditos y cuentan con otras formas de pago como es el uso de tarjetas de crédito.

Sin duda alguna un nivel más alto de bancarización conlleva a un incremento en el volumen crediticio, por lo cual a las instituciones se ven obligadas a tener niveles adecuados de riesgo para así mantener una cartera saludable con bajos índices de morosidad. Un nivel de riesgo adecuado depende netamente de la empresa y su estrategia, ya que si la entidad es

conservadora asumirá menos riesgo que una empresa más agresiva. Para lograr esto tanto las entidades financieras como los organismos de control se han centrado en fortalecer la gestión de riesgo.

En el país el ente controlador del Sistema Financiero, la Superintendencia de Bancos y Seguros (SBS), en el Libro I, Título X, Capítulo II, de la Ley General de Instituciones Financieras, trata específicamente sobre la administración de riesgo de crédito. En el texto mencionado el ente regulador establece los parámetros a los cuales las instituciones deben regirse. (ANEXO 1)

El riesgo crediticio se entiende como la probabilidad de incumplimiento de las obligaciones contraídas por parte del prestatario, lo que deriva en el no pago o pago parcial del monto adeudado. Es por esto que la aplicación de un modelo de riesgo es de suma importancia para que las entidades puedan medir, monitorear y limitar el nivel de riesgo al que están dispuestas a llegar.

En la actualidad la medición de riesgo crediticio está dada principalmente por el cálculo de la pérdida esperada, que se da al cuantificar la probabilidad de incumplimiento obtenida bajo la aplicación de modelos de riesgo. Los modelos más utilizados en el sistema financiero son los modelos de Credit Scoring, estos son algoritmos<sup>1</sup> que de forma individual y automática evalúan el riesgo de crédito de un cliente, otorgando una calificación (Score) al cliente evaluado. Este score está directamente relacionado con la probabilidad de incumplimiento del socio. Por lo general, en un modelo scoring un mayor puntaje representa una menor probabilidad de incumplimiento. Esto se puede observar de mejor manera en un gráfico que ilustre la relación entre el score y la probabilidad de incumplimiento. (ANEXO 2)

El gráfico presentado en el Anexo 2 utiliza un score ficticio de 0-100, los límites y agrupación del score dependen de la construcción del modelo y de los límites de riesgo que la institución pretende asumir. Existen distintas técnicas para desarrollar un modelo scoring, que permiten realizar una adecuada gestión de riesgo, por lo tanto la búsqueda de nuevas metodologías, que se ajusten al nivel de riesgo deseado y óptimo, es fundamental dentro del sistema financiero.

---

<sup>1</sup> Algoritmo: conjunto ordenado y finito de reglas u operaciones que permite hallar solución a un problema o que permite realizar una actividad paso a paso.



## **1.2 Objetivo general**

Medir riesgo crediticio aplicando el modelo para valoración de opciones de Black & Scholes.

## **1.3 Objetivo específico**

Aplicar el modelo de Black y Scholes para la medición de riesgo crediticio de la cartera de consumo de Diners Club SA SF.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### ***1.4.1 Justificación según la mención***

El modelo de Black & Scholes es un instrumento financiero utilizado para la valorización de opciones. Este fue publicado en 1973 y desde el momento de su publicación ha sido una herramienta fundamental al momento de tomar decisiones en los portafolios de inversión de diversas instituciones financieras a nivel mundial. El principal objetivo de este modelo es estimar el valor de la opción en una fecha futura, como se demostrará en el Capítulo II.

En este trabajo se utilizará el modelo de Black & Scholes como una herramienta que permita calcular el riesgo crediticio. Para lograr esto es importante poner en práctica los conocimientos académicos adquiridos en la vida universitaria, para así, poder contar con una herramienta confiable que permita medir, controlar y simular el riesgo crediticio de una persona, y de esta manera mantener los niveles de riesgo dentro de los aprobados por la organización.

### ***1.4.2 Justificación según el aporte al desarrollo científico y/o social del país***

Al enfocar el modelo de Black & Scholes como una herramienta para la medición de riesgo crediticio, se está proponiendo como una nueva forma de cálculo a la actualmente utilizada por la institución. Con esta nueva metodología el riesgo de crédito de un socio podrá ser medido, controlado, monitoreado y simulado de forma eficiente y rápida.

El mantener un nivel de riesgo controlado y adecuado es un proceso que sin duda alguna tiene un impacto muy importante en cualquier sistema financiero. En el país recientemente el gobierno anunció que aproximadamente 400 mil familias estarían sobre endeudadas, por lo cual, al realizar una medición de riesgo crediticio adecuada se mantiene una cartera de crédito

óptima y se evita que los clientes entren en un nivel de sobreendeudamiento, contribuyendo a la sanidad del sistema financiero.

### ***1.4.3 Limitaciones del Estudio***

El desarrollo de este modelo se verá limitado al análisis de riesgo crediticio de la cartera de consumo de Diners Club del Ecuador. Esto debido a que el giro de negocio de la Institución es la emisión de tarjetas de crédito para el otorgamiento de préstamos; cuya cartera está principalmente compuesta por cartera de consumo, la que representa más del 90% de la cartera total.

La información presentada en el desarrollo de este documento que pertenezca a la institución financiera se verá limitada a ser presentada en valores porcentuales, ya que cierta información es confidencial.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se realiza un estudio sobre el origen de las opciones financieras y los mercados en los que estas son negociadas. El entendimiento del origen y funcionamiento de estos derivados financieros, específicamente de las opciones financieras, es fundamental para entender el modelo de Black y Scholes, y posteriormente poder aplicarlo para la medición de riesgo de crédito.

#### **2.1 Derivados financieros**

Los derivados nacieron en Estados Unidos en el siglo XIX como una herramienta utilizada para evitar la incertidumbre en el precio del cereal. Fue entonces cuando los productores y compradores empezaron a negociar los precios por anticipado, el primer mercado organizado de contratos a futuro fue el Chicago Board of Trade (CBT) fundado en 1848. En un principio los derivados financieros fueron utilizados tan solo en materias primas. Sin embargo debido a la evolución económica mundial estos instrumentos financieros hoy en día se usan en diversos productos como tasas de interés, tipo de cambio, bonos e índices bursátiles, etc.

Al conocer cómo se originaron los derivados financieros, se los puede definir como un contrato a futuro sobre un activo financiero cuyo valor se deriva de otro activo. Este activo es conocido como activo subyacente, dicho activo puede ser commodities, tasas de interés, divisas, acciones y bonos, etc.

Estos instrumentos financieros son negociados tanto en mercados organizados como no organizados. Los mercados no organizados son conocidos como OTC (Over The Counter). Los mercados organizados donde se negocian derivados son los mercados de valores de los distintos países a nivel mundial. El mercado de valores es un segmento del mercado de capitales, en el cual se negocian títulos o valores de corto, mediano y largo plazo. La emisión,

colocación y negociación de valores tiene como objetivo canalizar de forma directa recursos hacia sectores que lo requieran. Por lo tanto podemos definir el mercado de valores como un segmento del mercado de capitales que permite la canalización de recursos. Es importante mencionar que en los mercados de valores se negocian valores de renta variable y valores de renta fija. Los valores de renta variable son aquellos cuyo rendimiento depende netamente del desempeño y resultado del emisor, otra característica de estos valores es que no tienen un vencimiento establecido y siempre deberán ser negociados en el mercado bursátil. El rendimiento de los valores de renta variable está dado principalmente por el pago de dividendos y los incrementos de capital. Por otra parte los valores de renta fija, al contrario de los de renta variable, no dependen en los resultados del emisor, y tanto su rendimiento como vencimiento están establecidos desde el momento de la emisión. La rentabilidad de estos valores se da por dos medios, el primero se da por el pago de intereses que están dados en función de la tasa y plazo de los valores. El pago de estos interés se lo puede hacer periódicamente en fechas determinadas, estos pagos se los hace por medio de cupones; también se puede realizar un solo pago al vencimiento, estos valores son conocidos como valores de cupones cero. El segundo medio se da por el pago de un descuento o premio en el precio de los valores al momento de la negociación (BVQ, 2012). A continuación se presenta las clases de valores de renta fija y variable en la Tabla No.1 y Tabla No.2.

Tabla No.1 Valores de Renta Variable

<b>VALORES DE RENTA VARIABLE</b>
Acciones
Cuotas de Participación

Fuente: (BVQ, 2012).

Tabla No.2 Valores de Renta Fija

<b>VALORES DE RENTA FIJA</b>
<b>Valores de Corto Plazo con Tasa de Interés (1-360)</b>
Pagares
Pólizas de Acumulación
Certificado de Deposito
Certificado de Inversión
Certificado de Ahorro
Certificados Financieros
Papel Comercial
<b>Valores de Corto Plazo con Descuento (1-360)</b>
Cupones
Letras de Cambio
Cartas de Crédito Domestica
Aceptaciones Bancarias
Certificado de Tesorería
Títulos del Banco Central (TBC)
<b>Valores de Largo Plazo (+ 360)</b>
Bonos del Estado
Cedulas Hipotecarias
Obligaciones
Valores de Titularizaciones

Fuente: (BVQ, 2012).

Los mercados organizados de derivados financieros más grandes, en términos del volumen de negociación se encuentran en Estados Unidos. La Bolsa Mercantil de Nueva York (NYMEX) es donde se negocia la mayor parte de futuros y opciones de materias primas en el mundo. En segundo lugar se encuentra la Bolsa Mercantil de Chicago (Chicago Mercantile Exchange), en

la cual se negocian derivados financieros no únicamente de materias primas, sino también de productos financieros. (CME Group Inc, 2012)

Si bien los derivados financieros nacieron de la necesidad de cubrir el riesgo inmerso en la fluctuación de los precios, hoy en día no solo se los utiliza como una cobertura de riesgo, sino también como una herramienta para la especulación. Actualmente, debido al gran crecimiento de este mercado, los derivados financieros pueden muchas veces tener un mayor riesgo que el que tiene los activos subyacentes, esto ha hecho que los mercados derivados sea muy atractivo para inversionistas, teniendo en cuenta que debido a su alta riesgo y volatilidad las ganancias tanto como pérdidas pueden ser muy grandes.

El constante crecimiento y evolución del mercado mundial ha fomentado la creación de varios tipos de derivados financieros, ente los principales y más conocidos se encuentran:

- Futuros: son contratos que se negocian en mercados regulados (bolsas de valores), que obliga a las partes comprar o vender un activo. Las condiciones de este contrato son previamente establecidas por lo que el precio y fecha de vencimiento se conocen de antemano. (Myers, 2003)
- Forwards: este instrumento financiero cumple con las mismas características que un futuro, es un contrato que obliga a las partes a realizar una compraventa de un activo con un precio establecido a una fecha futura. La diferencia entre los dos radica en que los forwards son negociados en mercados no organizados (OTC). (Myers, 2003)
- Swaps: los swaps son contratos donde se establece el intercambio de flujos de dinero en una fecha futura. Este contrato busca satisfacer las necesidades específicas de las partes, por lo que el contrato es hecho a la medida de los involucrados. Los swaps más utilizados en el mercado tienen como referencia las tasas de interés IRS (Internet Rate Swaps). (Hull, 2002)
- Opciones: es un contrato muy parecido al de los Futuros, sin embargo, su diferencia radica en que el comprador tienen el derecho, no la obligación, de ejercer el contrato. (Hull, 2002)

## 2.2 Opciones financieras

Las opciones financieras se definen como contratos a futuro que otorgan al comprador el derecho, más no la obligación a vender o comprar un activo subyacente. Los términos de este contrato, vencimiento y precio, son previamente definidos. El comprador obtiene este derecho por medio del pago de una prima, que sin duda alguna es menor al precio del activo subyacente, esta prima es el precio de la opción. Se debe mencionar que el comprador de una opción puede o no ejercerla, mientras que el vendedor tiene la obligación de hacerlo si el comprador decide ejercerla. (Myers, 2003)

Existen varios tipos de opciones, las cuales pueden ser categorizadas por su naturaleza o vencimiento. Al clasificar las opciones por su naturaleza, se encuentran opciones de compra (Call Options) y opciones de venta (Put Options). Las opciones call otorgan al comprador el derecho a comprar el activo subyacente a un precio (Strike Price) y plazo determinados. Las opciones put al contrario conceden al comprador la opción de vender el activo subyacente. (Hull, 2002)

Como se mencionó, las opciones pueden también ser categorizadas por su vencimiento. En este caso se tiene: Opciones Americanas, las cuales pueden ser ejercidas en cualquier fecha hasta su vencimiento. Existen también Opciones Europeas, cuya característica es que solo se las puede ejercer en su vencimiento.

El precio de las opciones, negociadas en mercados controlados, es definido por el mercado. Las principales variables que influyen en la prima de una opción son: el precio de mercado del activo subyacente, volatilidad, tasa de interés, vencimiento y precio del ejercicio (Strike Price).

El valor intrínseco de un opción está dado por la diferencia entre el precio de mercado y precio de ejercicio del activo subyacente. Tomando en consideración este valor intrínseco se obtiene tres posiciones diferentes, las cuales varían dependiendo de su naturaleza (call o put).

Tabla No.3 Opciones Financieras In the Money

<b>IN THE MONEY (DENTRO DEL DINERO)</b>			
<b>CALL</b>	Precio de Mercado	>	Precio de Ejercicio
<b>PUT</b>	Precio de Mercado	<	Precio de Ejercicio

Fuente: (Hull, 2002).

Tabla No.4 Opciones Financieras Out the Money

<b>OUT THE MONEY (FUERA DEL DINERO)</b>			
<b>CALL</b>	Precio de Mercado	<	Precio de Ejercicio
<b>PUT</b>	Precio de Mercado	>	Precio de Ejercicio

Fuente: (Hull, 2002).

Tabla No.5 Opciones Financieras At the Money

<b>AT THE MONEY (EN DEL DINERO)</b>			
<b>CALL</b>	Precio de Mercado	=	Precio de Ejercicio
<b>PUT</b>	Precio de Mercado	=	Precio de Ejercicio

Fuente: (Hull, 2002).

Las opciones financieras, al igual que otros derivados, se crearon para la cobertura de riesgo dado por la volatilidad en precios de los activos subyacentes. Este mercado de opciones paso de ser un instrumento netamente de cobertura a uno especulativo. Esto, junto con el gran crecimiento de mercado, llevó a realizar varios estudios que permitan valorar las opciones. Como resultado de dichos estudios los científicos Myron Scholes y Fisher Black desarrollaron el modelo que lleva su nombre y es actualmente la herramienta más utilizada para la valoración de opciones.



### 2.3 Modelo Black & Scholes

El modelo de valoración de opciones financieras Black y Scholes fue publicado en 1973 por Fisher Black y Myron Scholes. Su trabajo revolucionó el mercado de derivados financieros, específicamente el de opciones. Fue gracias a su investigación que la valoración de opciones estuvo al alcance de todos, es desde entonces que grandes corporaciones empezaron a utilizar este método para valorar opciones, y de esta manera invertir de forma más segura en los mercados de derivados.

El modelo de Black & Scholes toma como referencia el modelo matemático propuesto por Albert Einstein sobre el movimiento browniano. En 1827 Robert Brown, fue el primero en plantear el movimiento browniano al observar el movimiento irregular de partículas de polen suspendidas en agua. Posteriormente en 1900 Louis Bachelier en su trabajo “Teoría de la Especulación utiliza el movimiento browniano para modelar el comportamiento de los precios de acciones que eran cotizadas en bolsa. Bachelier fue el primero en comparar el movimiento de las partículas con los precios de las acciones y a partir de su estudio se desarrollan importantes investigaciones en el ámbito financiero. Posterior a los estudios de Bachelier, Albert Einstein en 1905, al observar el movimiento de partículas crea un modelo probabilístico que permite encontrar la probabilidad para la posición de la partícula. Este último aporte al movimiento browniano dado por Einstein es el origen primario del modelo creado por Scholes y Black.

La fórmula presentada por Fisher Black y Myron Scholes para obtener el precio de una opción de compra de tipo europeo, es la siguiente:

$$C = S \times N(x) - Ke^{-rt} \times N(x - \sigma\sqrt{t})$$

Donde:

$$x = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r + \sigma^2 / 2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

Esta ecuación contiene seis variables, de las cuales cinco son claramente identificables. Las variables utilizadas son las siguientes.

- $C$  = Precio de la opción de compra
- $S$  = Precio de la acción
- $K$  = Precio de ejercicio (Strike Price)
- $r$  = tasa de interés
- $t$  = tiempo de vigencia
- $\sigma$  = Volatilidad del precio del activo subyacente
- $N(x)$  = Valor de la función de probabilidad acumulada de una distribución normal estándar

Dentro de estas variables se encuentra  $N(x)$  la cual es la función de densidad acumulada de una distribución normal. Se sabe que  $N(x)$  es una integral que no tiene una solución explícita. Por lo tanto la forma más fácil de calcularla es utilizando la función de Excel de Distribución Normal Estándar (DIST.NORM.ESTAND). Una vez obtenido este valor la solución de la ecuación se da simplemente reemplazando los valores existentes.

Para entender de mejor manera la resolución de esta fórmula, a continuación se presenta un ejemplo de una opción de compra tipo europeo con vencimiento en tres meses, la opción tiene un precio de ejercicio de \$500. El precio de la acción hoy es de \$400 y presenta una volatilidad anual de 26%. El tipo de interés anualizado es de 12%.

Una vez que se conocen los valores de las variables, se procede a calcular el valor de la opción, paso a paso.

- $S = 400$
- $K = 500$
- $r = 12\%$
- $\sigma = 0,26$
- $t = \text{tres meses } (90/365 = 0,25)$

**Paso 1:** Calcular  $(x)$  y  $(x - \sigma \sqrt{t})$ . Para esto se necesita reemplazar los valores en la fórmula.

$$x = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + (r + \sigma^2 / 2)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$x = [\ln(400/500) + (1,12 + 0,26^2 / 2)0,25] / [0,26\sqrt{0,25}]$$

$$x = -1,42$$

$$x - \sigma\sqrt{t} = -1,42 - 0,26 \times \sqrt{0,25}$$

$$x - \sigma\sqrt{t} = -1,55$$

**Paso 2:** Encontrar  $N(x)$  y  $N(x - \sigma\sqrt{t})$ . En este paso se requiere utilizar una hoja de cálculo de Excel para calcular la distribución normal de los valores obtenidos en el paso 1.

$$N(x) \rightarrow N(-1,42) = 0,07$$

$$N(x - \sigma\sqrt{t}) \rightarrow N(-1,55) = 0,06$$

**Paso 3:** Remplazar todos los valores conocidos en la fórmula de Black & Scholes.

$$C = S \times N(x) - Ke^{-rt} \times N(x - \sigma\sqrt{t})$$

$$C = 400 \times 0,07 - 500e^{-1,12 \times 0,25} \times 0,06$$

$$C = 1,73$$

En este ejemplo se obtiene que el precio de la opción es USD\$1,73. Este valor es muy bajo puesto que el precio de ejercicio es mayor al precio de la acción, lo que significa que las probabilidades que esta se ejerza son mínimas, resultando en un precio de la opción muy bajo.

La fórmula de Black & Scholes “es de aspecto antipático, pero la encontrará, una vez que se familiarice con ella, excepcionalmente elegante y útil.” (Brealey, Myers, 2003) Este modelo es muy flexible y puede adaptarse para valorar opciones sobre diversos activos subyacentes como divisas, obligaciones, materias primas, etc.

El valor actual de la opción varía acorde se muevan las cinco variables por las que está compuesta la fórmula. Haciendo uso del ejemplo citado anteriormente, se analiza el

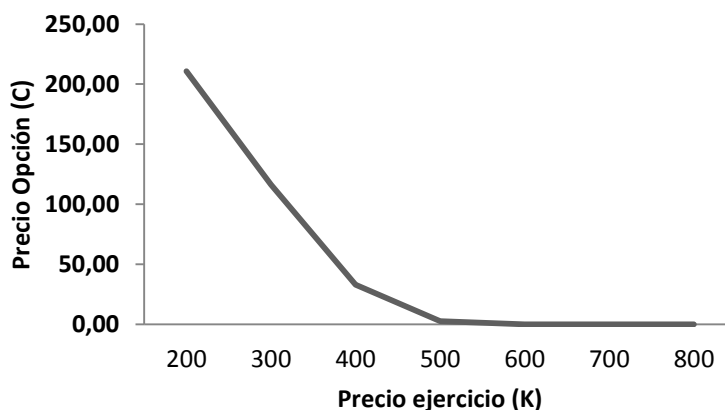
comportamiento del precio de una opción en su fecha de vencimiento modificando cada una de sus variables, evidenciando la información en tablas y gráficos respectivamente.

### 2.3.1 Precio del ejercicio (K)

En la tabla que se muestra a continuación se observa como el precio de la acción tiene una relación inversa con el precio del ejercicio (K). Esto se da debido a que mientras más alto sea el precio de ejercicio (K), el precio de la opción (C) será menor.

Tabla No.6 Variación en el precio de la opción (C), modificando (K)

<b>K</b>	<b>S</b>	<b>t</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>R</b>	<b>C</b>
200	400	0.25	0.26	1.12	205.91
300	400	0.25	0.26	1.12	108.97
400	400	0.25	0.26	1.12	26.87
500	400	0.25	0.26	1.12	1.73
600	400	0.25	0.26	1.12	0.04
700	400	0.25	0.26	1.12	0.00
800	400	0.25	0.26	1.12	0.00



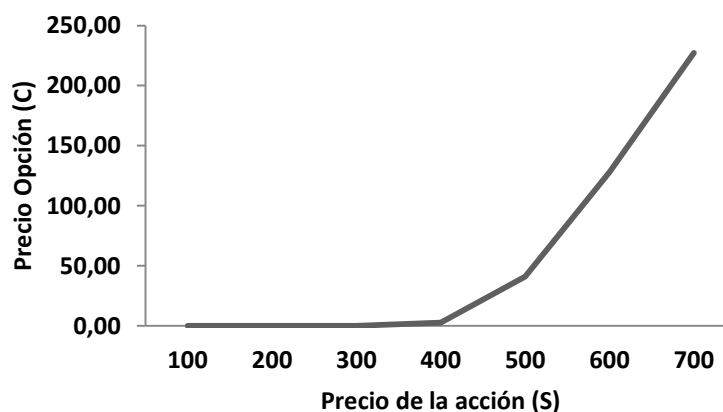
### 2.3.2 Precio de la acción (S)

Las variaciones que puede tener el precio de la acción mantienen una relación directa con el precio de la opción. Esto se puede explicar, ya que si el valor de una acción tiende a cero,

significa que la empresa está al borde de la quiebra por lo que la opción sobre esa acción deberá tender también hacia cero. Por otro parte si el precio de las acciones de una empresa mantienen una tendencia hacia infinito existe una mayor probabilidad que el precio de las mismas siga subiendo, por lo tanto el precio de la opción también aumentara. El comportamiento mencionado se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla No.7 Variación en el precio de la opción (C), modificando (S)

K	S	T	$\sigma$	R	C
500	100	0.25	0.26	1.12	0.00
500	200	0.25	0.26	1.12	0.00
500	300	0.25	0.26	1.12	0.00
500	400	0.25	0.26	1.12	1.73
500	500	0.25	0.26	1.12	33.59
500	600	0.25	0.26	1.12	116.28
500	700	0.25	0.26	1.12	214.83

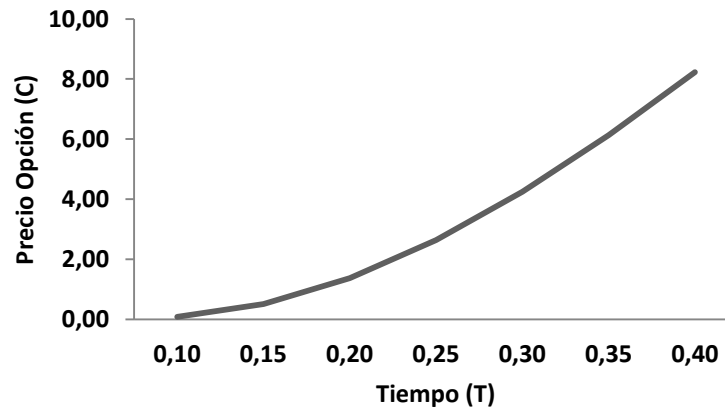


### 2.3.3 Tiempo de vencimiento (t)

El precio de una opción se ve afectado de forma directa con relación al tiempo de vigencia de la misma. Esto se da ya que al tener un mayor plazo de vencimiento sobre la opción los cambios en el precio del activo subyacente tienen una mayor probabilidad de cambio por lo que el riesgo es mayor, subiendo así el precio de la opción como se demuestra a continuación.

Tabla No.8 Variación en el precio de la opción (C), modificando (t)

<b>K</b>	<b>S</b>	<b>t</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>R</b>	<b>C</b>
500	400	0.10	0.26	1.12	0.06
500	400	0.15	0.26	1.12	0.34
500	400	0.20	0.26	1.12	0.91
500	400	0.25	0.26	1.12	1.73
500	400	0.30	0.26	1.12	2.76
500	400	0.35	0.26	1.12	3.95
500	400	0.40	0.26	1.12	5.26

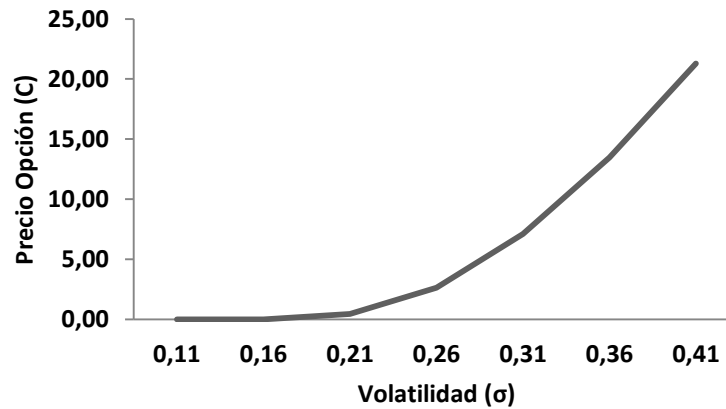


#### 2.3.4 Volatilidad en el precio del activo subyacente ( $\sigma$ )

En el cuadro presentado a continuación se puede observar como el precio de la opción se incrementa a medida que la volatilidad sube. Esto se debe a que una mayor volatilidad en el precio de la acción significa que existe más probabilidad de obtener valores altos o valores bajos en el precio de la acción, por consecuencia el valor de la opción será mayor.

Tabla No.9 Variación en el precio de la opción (C), modificando ( $\sigma$ )

<b>K</b>	<b>S</b>	<b>t</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>R</b>	<b>C</b>
500	400	0.25	0.11	1.21	0.00
500	400	0.25	0.16	1.12	0.00
500	400	0.25	0.21	1.12	0.25
500	400	0.25	0.26	1.12	1.73
500	400	0.25	0.31	1.12	5.08
500	400	0.25	0.36	1.12	10.21
500	400	0.25	0.41	1.12	16.78

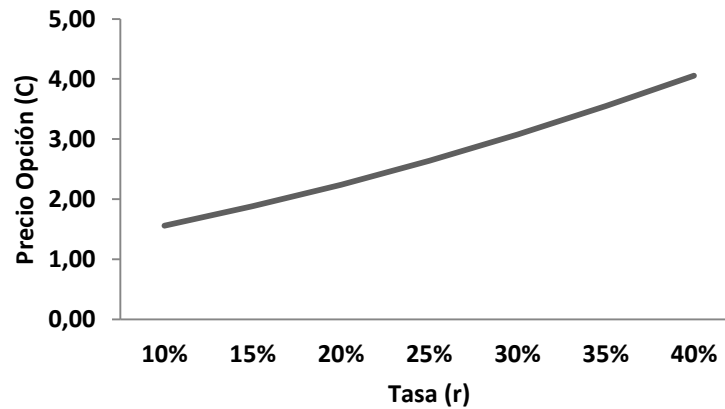


### 2.3.5 Tasa de interés ( $r$ )

La tasa de interés tiene un efecto principalmente sobre el precio del ejercicio (K), mientras exista una tasa mayor, el valor actual neto precio del ejercicio (K) será menor; como se demostró anteriormente mientras existe un precio de ejercicio menor, el precio de la opción será mayor.

Tabla No.10 Variación en el precio de la opción (C), modificando (r)

<b>K</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>R</b>	<b>C</b>
500	400	0.25	0.26	1.03	1.17
500	400	0.25	0.26	1.06	1.34
500	400	0.25	0.26	1.09	1.52
500	400	0.25	0.26	1.12	1.73
500	400	0.25	0.26	1.15	1.96
500	400	0.25	0.26	1.18	2.22
500	400	0.25	0.26	1.21	2.50



Posterior a la publicación de la fórmula de Black & Scholes, diversos científicos dedicaron su tiempo para comprobarla o modificarla si fuera el caso. Sin embargo, pese a los estudios realizados por otros científicos o matemáticos las recomendaciones realizadas sobre el método no significaron un mayor aporte al original, por lo que este no ha sido modificado.

La metodología de Black & Scholes ha sido principalmente utilizada en el mercado de derivados financieros, no obstante es importante mencionar que esta puede ser usada para otros fines. Si bien es cierto, existen algunas aplicaciones para el modelo de Black & Scholes, se puede destacar la aplicación de este para la valuación de proyectos de inversión, como lo



demuestra María Luisa Saavedra García<sup>2</sup> en su trabajo “Evaluación contingente de proyectos de inversión”. Esto es posible al estudiar las variables utilizadas en la fórmula original y homologarlas acorde al fin planteado. Con este trabajo se pretende dar otra finalidad a la fórmula de Black & Scholes y utilizarla para la medición de riesgo crediticio.

#### **2.4 Riesgo de crédito – Marco legal del Ecuador**

La Superintendencia de Bancos y Seguros es la entidad encargada de controlar a todas las instituciones financieras públicas y privadas del país, incluyendo al Banco Central del Ecuador (BCE). El organismo de control la Superintendencia de Bancos y Seguros en el Libro I, Título X, Capítulo II, hace referencia específica sobre la administración del riesgo de crédito, dejando en claro el alcance y definición de los temas tratados en la normativa. De acuerdo a lo estipulado en el mencionado documento, se da a conocer que el riesgo de crédito es “la posibilidad de pérdida debido al incumplimiento del prestatario o contraparte en operaciones directas o indirectas...que conlleve al no pago, el pago parcial...de las obligaciones pactadas.” (SBS, 2012)

Dejando en claro la definición de riesgo de crédito, en el Anexo1, se define las funciones y obligaciones que tienen las instituciones financieras en la administración del riesgo de crédito. En el documento mencionado se señala que las instituciones del sistema financiero deben establecer esquemas eficientes de administración y control del riesgo de crédito, dejando en claro que cada institución dependiendo del mercado al que se dirige y productos que ofrece, tiene perfil de riesgo diferente, por lo que cada entidad debe desarrollar su propio esquema para la administración de riesgo. (SBS, 2012)

Las metodologías desarrolladas por las instituciones financieras deben permitir identificar, medir, mitigar y monitorear la exposición de riesgo<sup>3</sup>, pérdida esperada sobre la probabilidad

---

<sup>2</sup> Doctora en Administración. Maestra en Administración. Especialista en Finanzas. Docente investigadora de tiempo completo de la Universidad La Salle México y tutora del Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración, de la Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>3</sup> Exposición de riesgo: “el valor presente (al momento de producirse el incumplimiento) de los flujos que se espera recibir de las operaciones crediticias.” (SBS, 2012)

de incumplimiento<sup>4</sup>, para cada modalidad de crédito con la finalidad de mantener una adecuada cobertura de provisiones.

La Superintendencia de Bancos y Seguros, en el Libro I, Título IX, Capítulo II que trata sobre la calificación de activos de riesgo, establece que para la calificación de cartera de las instituciones financieras los créditos se dividirán en seis modalidades.

- Créditos Comerciales: “...todos los créditos otorgados a personas naturales o jurídicas destinados al financiamiento de actividades de producción o comercialización de bienes o servicios...” (SBS, 2012) Estos créditos se dividen en tres subsegmentos los cuales se definen por el nivel de ventas.
  - Comerciales Corporativos: Créditos otorgados a personas naturales o jurídicas cuyo ingreso por ventas sea igual o superior a US\$5'000.000'00. (SBS, 2012)
  - Comerciales Empresariales: Créditos otorgados a personas naturales o jurídicas cuyo ingreso por ventas sea mayor o igual a US\$1'000.000,00 y menor a US\$5'000.000,00. (SBS, 2012)
  - Comerciales PYMES: Créditos otorgados a personas naturales o jurídicas cuyo ingreso por ventas sea mayor o igual a US\$100.000,00 y menor a US\$1'000.000,00. (SBS, 2012)
- Microcrédito: se entiende por microcrédito a todo crédito otorgado a personas naturales o jurídicas, no superior a US\$20.000,00 y cuyas ventas no superen los US\$100.000,00. (SBS, 2012)
- Créditos de Vivienda: son otorgados únicamente a personas naturales para la adquisición, construcción, reparación, remodelación y mejoramiento de su vivienda propia. Dentro de este segmento se incluye también a créditos otorgados para la adquisición de terrenos siempre y cuando sea para construir su vivienda. En todo crédito de vivienda se deberá constituir una garantía hipotecaria. (SBS, 2012)
- Crédito Educativo: tienen como destino “financiar el desarrollo del talento humano a fin de promover el desarrollo de la educación de los ecuatorianos.” (SBS, 2012)

---

<sup>4</sup> Probabilidad de incumplimiento: “es la probabilidad de que ocurra el incumplimiento total o parcial de una obligación...en un periodo determinado.” (SBS, 2012)

- Crédito de Inversión Pública: “es el destinado a financiar programas, proyectos, obras y servicios encaminados a la provisión de servicios públicos, cuya prestación es responsabilidad del Estado...” (SBS, 2012)
- Créditos de Consumo: son otorgados a personas naturales con el fin de financiar el pago de bienes, servicios, o gastos, que no tienen relación con la actividad productiva.

Una vez definidos todos los segmentos de créditos que deben ser calificados por las instituciones financieras, se analiza a detalle la calificación de créditos de consumo que es el segmento al que este trabajo se dirige.

La SBS establece que los créditos de consumo deben ser divididos en nueve categorías de riesgo, las cuales se definen por los días de morosidad. La tabla No.11 muestra la calificación de acuerdo a los días de morosidad.

Tabla No.11 Categorías de Riesgo por Días de Morosidad

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DÍAS DE MOROSIDAD</b>
<b>A-1</b>	0
<b>A-2</b>	1 - 18
<b>A-3</b>	9 - 15
<b>B-1</b>	16 - 30
<b>B-2</b>	31 - 45
<b>C-1</b>	46 - 70
<b>C-2</b>	71 - 90
<b>D</b>	90 - 120
<b>E</b>	+ 120

Fuente: (SBS, 2012)

La calificación de la deuda de cada cliente es permanente y como se mencionó se aplica sobre el vencimiento de las cuotas a pagar. Sin embargo, la calificación obtenida debe ser extendida a la totalidad de la deuda, lo que significa que afecta tanto a cartera por vencer, cartera vencida y cartera que no devenga intereses. La calificación de la deuda contraída por cada persona corresponde al tipo de crédito y riesgo. El riesgo inmerso en los créditos es cuantificado por

medio del valor de las pérdidas esperadas y esto se verá reflejado en el nivel adecuado de provisiones específicas o regulatorias. (SBS, 2012)

Las provisiones regulatorias son aquellas provisiones que surgen del análisis individual de cada deudor como estimación de pérdida. El nivel de provisiones regulatorias se detallan en la Tabla No.12.

Tabla No.12 Porcentaje de Provisión de acuerdo a Calificación

CATEGORÍAS	PORCENTAJE DE PROVISIÓN	
	MÍNIMO	MÁXIMO
A-1	1%	
A-2	2%	
A-3	3%	5%
B-1	6%	9%
B-2	10%	19%
C-1	20%	39%
C-2	40%	59%
D	60%	99%
E	100%	

Fuente: (SBS, 2012)

Las instituciones financieras que mantengan cartera de microcrédito, créditos educativos y de consumo deberán constituir y mantener provisiones genéricas sin importar las provisiones regulatorias ya constituidas. Las provisiones genéricas surgen para cubrir riesgos no identificados en las operaciones directas o indirectas, riesgos generados en el nivel de exposición o severidad de la pérdida<sup>5</sup>. Toda institución deberá mantener una provisión genérica de hasta 3% de la cartera total de microcrédito, crédito de consumo o educativo.

---

<sup>5</sup> Severidad de la Pérdida: “Es la medida de la pérdida que sufrirá la institución controlada después de haber realizado todas las gestiones para recuperar los créditos que han sido incumplidos, ejecutar las garantías o recibirlas como dación en pago” (SBS, 2012)

## CAPÍTULO III

### 3. APLICACIÓN MODELO BLACK & SCHOLES

#### 3.1 Aplicación del modelo Black & Scholes para medir el riesgo de la cartera de consumo de Diners Club SA SF

Diners Club del Ecuador es una institución financiera que ha atendido el negocio de tarjetas de crédito desde su constitución hace más de 40 años. Su gran trayectoria y experiencia le ha permitido posicionarse como la Sociedad Financiera más grande del país. Diners Club del Ecuador, es la empresa líder en el mercado de tarjetas de crédito medido tanto por su volumen de activos como por su red comercial. En el año 2011 la entidad reportó una cartera total de USD \$ 940'363.000, de la cual más del 90% es cartera de consumo. (SBS, 2011)

Para realizar la aplicación del modelo sobre la cartera de consumo de la institución, se debe comparar a cada crédito con una opción de compra. Al valorar opciones utilizando la fórmula de Black & Scholes lo que obtenemos es el valor de la misma en un futuro, por lo tanto al ver la deuda contraída por un socio hoy, aplicando la fórmula de B&S lo que obtenemos es el valor de la deuda en un futuro determinado, este valor representa para la entidad el monto en dólares que el cliente dejaría de pagar, en otras palabras este valor es la pérdida esperada.

La medición de riesgo crediticio aplicando el modelo se realiza con información obtenida al cierre del mes de Septiembre del presente año. El modelo es aplicado a una muestra de 232.650 socios para obtener el valor de pérdida esperada de forma individual. La sumatoria del resultado obtenido por cada uno de los socios, nos arroja el monto total a provisionar, respetando las regulaciones emitidas por la Superintendencia de Bancos y Seguros, mencionadas en el Capítulo II.

### 3.2 Implementación de variables para la medición de riesgo crediticio de la cartera de consumo de Diners Club SA SF

Para lograr utilizar el modelo de valoración de opciones financieras B&S, como una herramienta para la medición de riesgo crediticio, se analizaron distintas variables las cuales pueden mantener un comportamiento similar a las utilizadas en el modelo original.

La tabla No.11 muestra las variables utilizadas para la medición de riesgo crediticio utilizando el modelo de B&S.

Tabla No.13 Homologación de variables B&S aplicado a riesgo crediticio

OPCIÓN DE COMPRA	VARIABLE	RIESGO DE CRÉDITO
Precio de opción	C	Pérdida Esperada
Precio de ejercicio	K	Deuda total x (1- IP)
Precio de acción	S	Deuda total
Tiempo de vigencia	t	Tiempo de default + edad de cartera
Volatilidad del precio de la acción	$\sigma$	Volatilidad IP (Índice de Pérdida)
Tasa de interés	r	Tasa de interés DCE

Fuente: (Hull, 2002)

#### 3.2.1 Deuda Total x (1-IP) (K)

En el modelo original para la valoración de opciones la variable K representa el precio de ejercicio de la opción y mantiene una relación inversa en cuanto al precio de la opción (C). Esto significa que si tenemos un precio de ejercicio que tiende a cero, el precio de la opción mantendrá una tendencia hacia el infinito. Es por este motivo que en esta variable, al aplicar el modelo para la medición de riesgo de crédito, se utiliza la deuda total de un cliente, y a esta se le resta el IP (Índice de Pérdida) obtenido por el cliente. Al utilizar esta la deuda total menos el IP por cliente se incluye el riesgo de cada cliente al momento de valorizar su deuda.

#### 3.2.2 Deuda Total (S)

Al aplicar el modelo de Black y Scholes para la medición de riesgo crediticio, las variables S, precio de la acción, utilizada originalmente es remplazada por la deuda total contraída por un

cliente. En este caso (S) es la Deuda Total del cliente ya que al tratar sobre créditos la, Pérdida Esperada del mismo dependerá de su valor total y del comportamiento de las otras variables.

### 3.2.3 *Tiempo de Default (t)*

La variable (t) es dada por el tiempo de default. Esto se debe a que la probabilidad de incumplimiento o que un socio caiga en default es sumamente alta al tener cartera vencida en tiempo definido.

Para la realización del modelo se considera que un crédito que llegue a una morosidad de 150 días es prácticamente incobrable, esto significa que el crédito entra en default. Se establece un plazo de 150 días en base a un estudio estadístico e histórico del comportamiento de los créditos.

Si bien el tiempo de default (150 días) se aplica a todos los socios, es importante realizar una diferenciación en cuanto a los socios que mantienen cartera vencida. Esto se debe realizar ya que la pérdida esperada de un socio que tiene una cartera vencida de 30 días es mayor que la de un socio que se encuentra al día, de igual manera una cartera vencida de 90 días tiene una mayor probabilidad de incumplimiento que una cartera de 30 días. Para reflejar esto en el modelo de Black & Scholes aplicado a riesgo de crédito se definió la variable (t) como el tiempo de default más la edad de cartera de la deuda. Realizando esta diferenciación el tiempo aplicado a los créditos queda estructurado de la siguiente manera como lo muestra la Tabla No.12.

Tabla No.14 Tiempo de default + edad de cartera

<b>TIEMPO DE DEFAULT</b>	<b>EDAD DE CARTERA</b>	<b>(t)</b>
150 días	0 días	150
150 días	30 días	180
150 días	60 días	210
150 días	90 días	240
150 días	120 días	270

Fuente: (Diners Club del Ecuador, 2012)

Nótese que en la Tabla No.12 se considera créditos con edad de cartera hasta 120 días, esto se debe a que conforme con lo estipulado en la ley, los créditos que tengan un vencimiento mayor a 120 días tendrán una calificación de E, lo que implica que se debe provisionar el 100% del monto adeudado por el socio. Es por esto que en la variable de tiempo no afecta a los créditos con un vencimiento mayor a 120 días.

### 3.2.4 Volatilidad IP (Índice de Pérdida) ( $\sigma$ )

El IP se obtiene con el estudio estadístico de distintas variables de cada socio. Entre las variables que nos permiten obtener este índice tenemos datos del socio como, edad, género, estado civil, deuda total, pagos, etc. Por lo tanto un nivel de IP alto significa que el socio tiene un mayor riesgo.

La volatilidad de cada crédito se calcula en base a las variaciones mensuales registradas en el Índice de Pérdida (IP) desde Enero del 2011. Después de obtener la volatilidad mensual de cada socio se debe anualizarla para poder ser utilizada en la fórmula, para esto el valor obtenido se multiplica por la raíz cuadrada de doce ( $\sqrt{12}$ ).

### 3.2.5 Tasa de interés DCE ( $r$ )

En la aplicación del modelo a la cartera de consumo de Diners Club del Ecuador, se utilizaron tres tasas distintas. Esto se debe a que los socios que mantienen cartera vencida no pueden ser tratad igual que los socios que se mantienen al día. La razón de esto es que un socio con cartera vencida tiene una mayor probabilidad de incumplimiento por lo tanto su pérdida esperada es mayor.

Tabla No.15 Tasa por Edad de Cartera

EDAD DE CARTERA	(r) TASA	
Actuales	5.60%	Tasa de Interés DCE
30 días	8.17%	Tasa Legal BCE
=>60 días	16.30%	Tasa Máxima Consumo

Fuente: (Diners Club del Ecuador, 2012)



### **3.3 Elaboración del modelo**

Después de definir las variables que son utilizadas en el modelo para la medición de riesgo de crédito, se procede a realizar el modelo sobre una muestra de 232.650 clientes activos al mes de Septiembre del 2012.

Dentro de la construcción del modelo se deben implementar algoritmos que permitan cumplir con las condiciones que tienen las variables, presentadas anteriormente y también condiciones que deben ser implementadas para el cumplimiento de las regulaciones emitidas por la Superintendencia de Bancos y Seguros.

La pérdida esperada calculada mediante el modelo de B&S es utilizada para otorgar al crédito una calificación de riesgo manteniendo los parámetros estipulados en el reglamento señalado en el Capítulo II, donde se indican las provisiones requeridas según la calificación obtenida. Al utilizar el modelo de B&S primero se obtiene el porcentaje de provisión con relación al crédito y después se le otorga la calificación.

### **3.4 Validación de resultados**

Los resultados obtenidos en el modelo deben tener concordancia con los resultados obtenidos por la metodología sugerida por la Superintendencia de Bancos y Seguros utilizada actualmente por la organización. Para verificar la confiabilidad del modelo se utiliza una matriz de migración donde se analiza el número de clientes que migran de una calificación de crédito a otra. Para que el modelo sea confiable el 90% de clientes deben mantenerse dentro de la doble diagonal, esto significa que el 90% de los socios deben migrar máximo una categoría hacia arriba o abajo. En segundo lugar se realiza una comparación en cuanto a la composición por calificación de riesgo del total de clientes analizados. Como tercera y última validación se compara el monto de la provisión regulatoria total con la sumatoria de la pérdida esperada de cada cliente. Este resultado no deberá tener una diferencia mayor al 5%.

Tabla No.16 Matriz de Migración

CALIFICACIÓN BLACK & SCHOLES							
CALIFICACIÓN ACTUAL		A	B	C	D	E	Total
	A	218.603	888	23	1	15	219.530
	B	3.495	1.786	14	3	1	5.299
	C	628	2.429	29	4	11	3.101
	D	50	764	5	.	12	831
	E	13	337	14	2	3.523	3.889
	Total	222.789	6.204	85	10	3.562	232.650

Fuente: (Diners Club del Ecuador, 2012)

La Tabla No.14 muestra la matriz de migración aplicando el modelo de Black & Scholes, al observar el número total de clientes por calificación de riesgo se ve claramente que la composición de clientes según su calificación es muy similar a la actualmente utilizada. De igual manera se verifica la validez del modelo al contar el número de clientes que se mantienen en la diagonal principal (sombreado azul oscuro) más los clientes que se encuentran en la segunda diagonal (sombreado celeste). El total de clientes en la doble diagonal es de 230.790 lo que representa un 99,20% de confiabilidad por parte del nuevo modelo.

Tabla No.17 Composición de Clientes por Calificación de Riesgo

		ACTUAL	DIFERENCIA	B & S
CALIFICACIÓN DE RIESGO	A	94,36%	1,40%	95,76%
	B	2,28%	0,39%	2,67%
	C	1,33%	-1,30%	0,04%
	D	0,36%	-0,35%	0,00%
	E	1,67%	-0,14%	1,53%

Fuente: (Diners Club del Ecuador, 2012)

En la Tabla No.15 se evidencia que la composición por calificación de riesgo actual y la composición aplicando el modelo de valoración de opciones financieras es muy similar ya que

tiene diferencia muy pequeñas, demostrando la validez de los resultados obtenidos aplicando Black & Scholes para la medición de riesgo de crédito. Como tercera y última validación tenemos que el modelo de Black & Scholes requiere una provisión de US\$31'919.966,95 superior en US\$425.664,14 a la provisión regulatoria, que en septiembre del 2012 fue de US\$31'491.302,76.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

En base al trabajo realizado se obtuvieron varias conclusiones las cuales se listan a continuación.

- Los resultados obtenidos al aplicar el modelo de Black & Scholes a la cartera de consumo de Diners Club del Ecuador son satisfactorios y tienen concordancia con la metodología utilizada, manteniendo un nivel de coincidencia de 99,20%.
- La metodología utilizada actualmente propuesta por la Superintendencia de Bancos y Seguros, recoge únicamente la morosidad del cliente, al aplicar el modelo de B&S los resultados reflejan no solamente la morosidad actual, sino también el comportamiento histórico y nivel de riesgo de cada cliente.
- El cálculo de Pérdida Esperada con la metodología propuesta es una estimación del valor de la deuda a futuro (150 días), lo que permite a la organización tener una visión más amplia del riesgo y comportamiento de los clientes.
- Con esta metodología se puede observar la migración de categorías de un cliente y de acuerdo a la migración que tenga el cliente se pueden tomar decisiones crediticias, ya sea para restringir el crédito, mantener o aumentar el crédito.

#### **4.2 Recomendaciones**

La aplicación del modelo de Black & Scholes para la medición de riesgo de crédito para la cartera de consumo de Diners Club del Ecuador, arroja resultados apegados a la realidad, sin embargo esta metodología debe ser revisada constantemente y de ser necesario actualizada.

Por otra parte se debe mencionar que la aplicación del modelo de B&S no es estandarizado ya que éste debe apegarse a la realidad, políticas y características de la organización y sus clientes. Por lo tanto para obtener resultados coherentes que reflejen el verdadero comportamiento y riesgo de la cartera se deben realizar ciertas consideraciones y ajustes.

## BIBLIOGRAFÍA

- abpe. (01 de Enero de 2012). *Asociacion de Bancos Privados del Ecuador*. Recuperado el 05 de Octubre de 2012, de [www.asobancos.org.ec](http://www.asobancos.org.ec)
- BCE. (01 de Enero de 2012). *Banco Central del Ecuador*. Recuperado el 07 de Octubre de 2012, de [www.bce.fin.ec](http://www.bce.fin.ec)
- BVQ. (2012). *Bolsa de Valores Quito*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2012, de <http://www.bolsadequito.com>
- CME Group Inc. (2012). *CME Group Inc*. Recuperado el 16 de Octubre de 2012, de <http://www.cmegroup.com>
- Congreso Nacional: Plenario de las Comisiones Legislativas. (28 de Mayo de 1993). Ley de Mercado de Valores. *Titulo X: De Las Bolsas de Valores*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Hull, J. C. (2002). *Options, Futures & Other Derivates*. New Jersey: Prentice Hall.
- Myers, B. (2003). *Principles of Corporate Finance*. New York: McGraw-Hill.
- SBS. (31 de Diciembre de 2007). *Informe Gerencial Diciembre 2007*. Quito.
- SBS. (31 de Diciembre de 2011). *Informe Gerencial Diciembre 2011*. Quito.
- SBS. (01 de Enero de 2012). *Superintendencia de Bancos y Seguros*. Recuperado el 03 de Octubre de 2012, de [www.sbs.gob.ec](http://www.sbs.gob.ec)

## ANEXOS

Anexo 1: Libro I, Título X, Capítulo II, de la Ley General de Instituciones Financieras

### **LIBRO I.- NORMAS GENERALES PARA LA APLICACIÓN DE LA LEY GENERAL DE INSTITUCIONES DEL SISTEMA FINANCIERO**

#### **TÍTULO X.- DE LA GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS CAPÍTULO II.-**

##### **DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO**

(Incluido con resolución No JB-2003-602 de 9 de diciembre del 2003)

##### **SECCIÓN I.- ALCANCE Y DEFINICIONES**

**ARTÍCULO 1.-** Las disposiciones de la presente norma son aplicables al Banco Central del Ecuador, a las instituciones financieras públicas y privadas, a las compañías de arrendamiento mercantil, a las compañías emisoras y administradoras de tarjetas de crédito, y a las corporaciones de desarrollo de mercado secundario de hipotecas, cuyo control compete a la Superintendencia de Bancos y Seguros y que en el texto de este capítulo se las denominará como instituciones controladas.

**ARTÍCULO 2.-** Se considerarán las siguientes definiciones para efecto de la aplicación de las disposiciones contenidas en este capítulo:

- 2.1 Riesgo de crédito.-** Es la posibilidad de pérdida debido al incumplimiento del prestatario o la contraparte en operaciones directas, indirectas o de derivados que conlleva el no pago, el pago parcial o la falta de oportunidad en el pago de las obligaciones pactadas;
- 2.2 Incumplimiento.-** Es no efectuar el pago pactado dentro del período predeterminado; o, efectuarlo con posterioridad a la fecha en que estaba programado, o, en distintas condiciones a las pactadas en el contrato;
- 2.3 Probabilidad de incumplimiento (pi).-** Es la posibilidad de que ocurra el incumplimiento parcial o total de una obligación de pago o el rompimiento de un acuerdo del contrato de crédito, en un período determinado;
- 2.4 Nivel de exposición del riesgo de crédito (E).-** Es el valor presente (al momento de producirse el incumplimiento) de los flujos que se espera recibir de las operaciones crediticias;
- 2.5 Tasa de recuperación (r).-** Es el porcentaje de la recaudación realizada sobre las operaciones de crédito que han sido incumplidas;
- 2.6 Severidad de la pérdida (1 - r ).-** Es la medida de la pérdida que sufriría la institución controlada después de haber realizado todas las gestiones para recuperar los créditos que han sido incumplidos, ejecutar las garantías o recibirlas como dación en

pago. La severidad de la pérdida es igual a (1 - Tasa de recuperación);

- 2.7 Pérdida esperada (PE).**- Es el valor esperado de pérdida por riesgo crediticio en un horizonte de tiempo determinado, resultante de la probabilidad de incumplimiento, el nivel de exposición en el momento del incumplimiento y la severidad de la pérdida:

$$PE = E * pi * (1 - r)$$

- 2.8 Sistemas de selección.**- Son los procesos que apoyan la toma de decisiones crediticias, constituidos por un conjunto de reglas de decisión, a través de las cuales se establece una puntuación crediticia, utilizando información histórica y concreta de variables seleccionadas;
- 2.9 Sistemas de medición de riesgo.**- Son los procesos de revisión permanente de los portafolios de crédito o inversiones para pre-identificar modificaciones en determinadas variables que pueden derivar en mayores probabilidades de incumplimiento o debilitamiento de la calidad crediticia;
- 2.10 Sistemas de información.**- Son los procesos que permiten realizar un seguimiento de los activos, de los riesgos, de modo que puedan describir situaciones en forma sistemática con Frecuencias establecidas, en función de indicadores de comportamiento de variables determinadas;
- 2.11 Provisiones específicas.**- Son las que surgen del análisis individual de cada sujeto de crédito como estimaciones de pérdida, o que la Superintendencia de Bancos y Seguros dispone sean constituidas sobre un segmento del portafolio, en aplicación de la normatividad vigente;
- 2.12 Provisiones genéricas.**- Son las que surgen como estimaciones de pérdida que se constituyen para cubrir riesgos no identificados con relación a las operaciones directas e indirectas, generados en el proceso de administración del riesgo de crédito; y,
- 2.13 Segmentaciones.**- Son las opciones de clasificación utilizadas por la institución controlada para definir, identificar y analizar adecuadamente los grupos de sus clientes en relación con la gestión del riesgo de crédito.

## **SECCIÓN II.- ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO**

**ARTÍCULO 3.-** Las instituciones controladas deben establecer esquemas eficientes de administración y control del riesgo de crédito al que se expone en el desarrollo del negocio.

Cada institución controlada tiene su propio perfil de riesgo según las características de los mercados en los que opera y de los productos que ofrece; por lo tanto, al no existir un modelo único de administración del riesgo de crédito, cada entidad debe desarrollar su propio esquema.



Las instituciones controladas deberán contar con un proceso formalmente establecido de administración del riesgo de crédito que asegure la calidad de sus portafolios y además permita identificar, medir, controlar / mitigar y monitorear las exposiciones de riesgo de contraparte y las pérdidas esperadas, a fin de mantener una adecuada cobertura de provisiones o de patrimonio técnico.

**ARTÍCULO 4.-** El proceso de administración del riesgo de crédito deberá incluir las fases de identificación, medición, control y monitoreo del riesgo de contraparte, para lo cual en el ámbito del riesgo crediticio aplicará los criterios establecidos en los artículos 4, 5, 6 y 7 del capítulo I “De la gestión integral y control de riesgos”.

**ARTÍCULO 5.-** El proceso que se implante en la institución controlada para la administración del riesgo de crédito deberá ser revisado y actualizado en forma permanente. Una adecuada administración de este riesgo debe incluir al menos lo siguiente, de acuerdo con la complejidad y tamaño de cada institución:

- 5.1** Estrategia de negocio que incluirá los criterios de aceptación de riesgos en función del mercado objetivo determinado y de las características del portafolio de productos diseñados. Dicha estrategia deberá contar con fundamentos teóricos y empíricos adecuados y estará debidamente documentada;
- 3.2** Las instituciones controladas a través de su directorio o del organismo que haga sus veces deberán definir los límites de exposición de riesgo crediticio, acorde con el patrimonio técnico de respaldo de la entidad y con el nivel de rentabilidad esperado bajo distintos escenarios. Esta política debe establecer el nivel inicial y potencial de riesgo para cada mercado objetivo; producto; sector económico; industria; zona geográfica; características del sujeto de crédito y del grupo económico; segmento de la población; destino del crédito; emisor; tipo de papel; características financieras y demás que considere cada institución controlada; y,
- 5.3** Las políticas emanadas del directorio o del organismo que haga sus veces deben ser consistentes con sus límites de exposición y se referirán a:
  - 5.3.1** Metodologías y procesos para identificar, medir, controlar y monitorear el riesgo de crédito;
  - 5.3.2** Otorgamiento de crédito que incluirá criterios o características básicas para definir los sujetos de crédito; criterios para aceptación de garantías; constitución de provisiones, específicas y genéricas; criterios de calificación; recuperaciones; tratamiento de castigos; reestructuraciones; y, revelación de información sobre los niveles de riesgo del portafolio de crédito a nivel externo e interno;
  - 5.3.3** Límites de tolerancia de cartera vencida para cada tipo de producto; esquema de fijación de tasas, montos y plazos para cada uno de ellos; y, concentraciones en función de diferentes variables;
  - 5.3.4** Una estructura organizacional que defina claramente los procesos, las responsabilidades y el grado de dependencia e interrelación entre las diferentes áreas de la institución controlada que participen en el proceso de crédito y en la

administración del riesgo de crédito.

Dicha estructura debe contemplar la separación de funciones entre las áreas de evaluación, de decisión de negocio, asunción de riesgos y las de seguimiento y control;

**5.3.5** Sistemas de información que establezcan los mecanismos para elaborar e intercambiar información oportuna, confiable y fidedigna, tanto interna como externamente; y,

**5.3.6** Tratamiento de excepciones a los límites de exposición y a las políticas.

La suficiencia de capacidad patrimonial para asumir la exposición a riesgo de crédito que se presente como consecuencia del negocio, se determinará en consideración a lo señalado en el presente artículo.

### **SECCIÓN III.- METODOLOGÍA Y PROCESOS DE ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO**

**ARTÍCULO 6.-** Las instituciones controladas deberán contar con un sistema para monitorear los niveles del riesgo de crédito en forma permanente a través de las diferentes metodologías adoptadas por cada entidad para cada modalidad de crédito (comercial, consumo, vivienda y microcrédito), dentro de las cuales se determinarán los principios y criterios generales para la evaluación del riesgo de crédito.

**ARTÍCULO 7.-** Las metodologías implantadas deben considerar la combinación de criterios cuantitativos y cualitativos, de acuerdo con la experiencia y las políticas estratégicas de la entidad; deben permitir monitorear y controlar la exposición crediticia de los diferentes portafolios. Esta metodología debe ser evaluada periódicamente a fin de garantizar la idoneidad de la misma, al igual que la relevancia de las variables utilizadas.

La administración del portafolio de crédito incluye las siguientes etapas fundamentales: el otorgamiento que incluye las fases de evaluación, aprobación, instrumentación y desembolso; seguimiento; recuperación; y, control, para lo cual es necesario que las entidades establezcan:

**7.1** Criterios, metodologías y sistemas internos de evaluación crediticia para la selección y otorgamiento de los créditos, que se ajusten al perfil de riesgo de la entidad, los que deben ser consistentes con la naturaleza, tamaño y complejidad de las operaciones de la institución controlada; y, estar basados en el análisis de los estados financieros, flujos de caja del proyecto, calidad de la gerencia, entre otros, para los clientes de los que se dispone de suficiente información financiera (créditos comerciales); y, en sistemas de evaluación crediticia, por ejemplo: “credit scoring” para créditos a la microempresa y a las personas naturales (créditos de consumo y créditos para la vivienda);

**7.2** Un sistema de seguimiento y control del riesgo de crédito de los diferentes portafolios, lo que implica un proceso continuo de calificación de los sujetos y operaciones coherente con el proceso de otorgamiento, que incluya un esquema para realizar el

seguimiento del nivel de riesgo de cada sujeto y operación, sin perjuicio de lo dispuesto en el capítulo II “Calificación de activos de riesgo y constitución de provisiones por parte de las instituciones controladas por la Superintendencia de Bancos y Seguros”, título IX. Adicionalmente, el control del riesgo incorpora la adopción de medidas para mitigar los riesgos, cuando se identifican debilidades potenciales o reales en un cliente, tales como: reducción o transferencia de exposición, nuevas garantías, entre otras;

- 7.3** Metodologías y técnicas analíticas basadas en el comportamiento histórico de los portafolios de inversión y de las operaciones de crédito y contingentes, que permitan determinar la pérdida esperada sobre la base de la probabilidad de incumplimiento, el nivel de exposición y la severidad de la pérdida. Para el cálculo de estos componentes se deberá disponer de una base de datos mínima de tres años inmediatos anteriores, que deberá contener elementos suficientes para el cálculo de los aspectos señalados en este numeral; y,
- 7.4** Un sistema de información basado en reportes objetivos, con información suficiente para satisfacer las necesidades de la institución, apoyar los procesos de toma de decisiones de la administración del riesgo de crédito y asegurar una revisión oportuna de las posiciones de riesgo y de las excepciones.

La información debe ser permanente, oportuna y consistente; y, ser distribuida a los niveles administrativos correspondientes para asegurar que se tomen acciones correctivas.

**ARTÍCULO 8.-** Las funciones y responsabilidades del directorio o del organismo que haga sus veces, así como del comité de administración de riesgos y de la unidad de riesgos, en cuanto a la responsabilidad en la administración del riesgo de crédito se regirán por lo dispuesto en la sección III “Responsabilidad en la administración de riesgo”, del capítulo I “De la gestión integral y control de riesgos”.

#### **SECCIÓN IV.- DISPOSICIONES GENERALES**

**ARTÍCULO 9.-** El desarrollo de lo previsto en la sección II “Administración del riesgo de crédito” debe incorporarse en el manual señalado en el artículo 15 del capítulo I “De la gestión integral y control de riesgos”.

**ARTÍCULO 10.-** La información que la Superintendencia de Bancos y Seguros requiera para una adecuada supervisión del riesgo de crédito de las instituciones controladas, se comunicará a través de circular.

**ARTÍCULO 11.-** Cuando las instituciones controladas presenten debilidades en la administración del riesgo crediticio, el Superintendente de Bancos y Seguros podrá disponer la adopción de medidas adicionales a las previstas en este capítulo, con el propósito de atenuar la exposición a los riesgos que enfrentan las instituciones.

**ARTÍCULO 12.-** En caso de incumplimiento de las disposiciones contenidas en este capítulo, la Superintendencia de Bancos y Seguros aplicará las sanciones correspondientes, de conformidad con lo establecido en el capítulo I “Normas para la

aplicación de sanciones pecuniarias”, del título XVI.

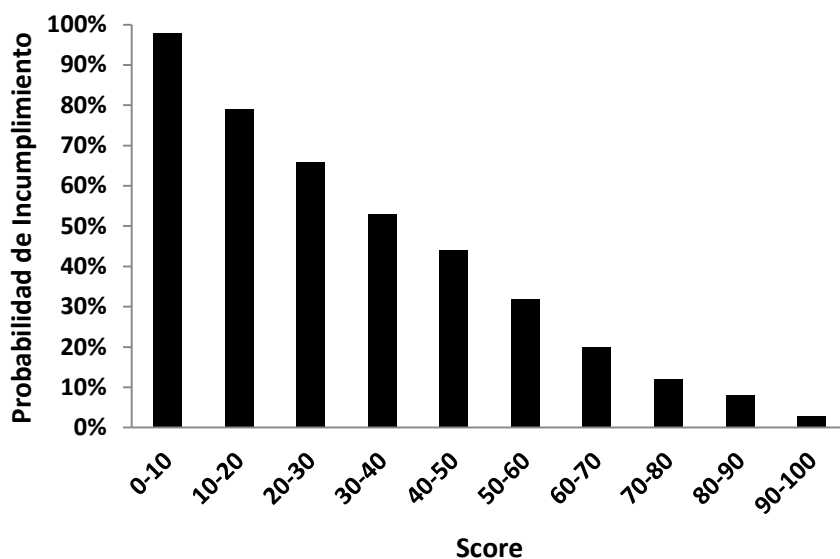
**ARTÍCULO 13.-** Los casos de duda y los no contemplados en el presente capítulo, serán resueltos por Junta Bancaria o el Superintendente de Bancos y Seguros, según el caso.

### **SECCIÓN V.- DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

**PRIMERA.-** A partir del 1 de enero del 2004, las instituciones controladas iniciarán la conformación de una base de datos que contenga los elementos suficientes para la administración del riesgo de crédito, para cumplir lo dispuesto en el numeral 7.3 del artículo 7.

**SEGUNDA.-** El auditor interno de la institución del sistema financiero informará en forma mensual a la Superintendencia de Bancos y Seguros los avances efectuados por las entidades en la implantación de un sistema de administración del riesgo de crédito. La Superintendencia de Bancos y Seguros hará seguimiento para verificar su aplicación. (SBS, 2012)

Anexo 2: Relación Score y Probabilidad de Incumplimiento



Fuente: (Diners Club del Ecuador, 2012)

Grafico No.1: Relación Score y Probabilidad de Incumplimiento