



## RIESGO FISCAL Y VALOR AJUSTADO DE LA FIRMA POR ESCENARIOS DE CONTINUIDAD O DISOLUCIÓN: UN MODELO BASADO EN OPCIONES REALES<sup>1</sup>

Gastón Silverio Milanesi<sup>1</sup>; César Humberto Albornoz y Jorge Washington Barrientos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Sur-Departamento Ciencias de la Administración- Campus Universitario, San Andrés 800- Bahía Blanca Buenos Aires. Y Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Estudio para el Análisis Financiero – CEPAF

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Estudio para el Análisis Financiero – CEPAF-

[milanesi@uns.edu.ar](mailto:milanesi@uns.edu.ar).

### Resumen

<p>Recibido: 04/2018</p> <p>Aceptado: 10/2018</p>	<p>En la versión tradicional del modelo de descuento de flujos de fondo, no son considerados los valores contingentes de ahorros fiscales y escenarios de continuidad o liquidación de la firma. Este supone valores no contingentes, tanto para escudos fiscales como empresa en marcha. En tal sentido el trabajo propone un modelo que incorpore la naturaleza contingente de los ahorros fiscales y la probabilidad de continuidad de la empresa. Empleando la Teoría de Opciones como base, es desarrollado el modelo de valuación de ahorros fiscales y, adicionalmente, el modelo binomial de continuidad – liquidación de la firma. Seguidamente, mediante el análisis de caso y sensibilidad de resultados, se obtienen los principales resultados. El valor de la firma, se explica mediante una función exponencial introduciendo en el valor, la asimetría y curtosis de los escudos fiscales y resultados contingentes.</p>
<p><b>Palabras clave</b></p> <p>Modelo Binomial.</p> <p>Ahorros Fiscales.</p> <p>Liquidación.</p> <p>Continuidad.</p> <p>Valor Ajustado</p>	

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

<sup>1</sup> La compilación de trabajos del presente volumen de la Revista de Investigación en Modelos Financieros, del que forma parte este artículo, fue realizada por Gustavo Tapia.

## TAX RISK AND FIRM'S ADJUSTED VALUE BY CONTINUITY OR DISSOLUTION: REAL OPTIONS BASED MODEL

Gastón Silverio Milanesi<sup>1</sup>; César Humberto Alborno y Jorge Washington Barrientos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Sur-Departamento Ciencias de la Administración- Campus Universitario, San Andrés 800- Bahía Blanca Buenos Aires. Y Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Estudio para el Análisis Financiero – CEPAF

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Estudio para el Análisis Financiero – CEPAF-

*milanesi@uns.edu.ar*

### Abstract

<p><b>KEYWORDS</b></p> <p>Binomial Model.</p> <p>Tax Shield.</p> <p>Liquidation.</p> <p>Continuity.</p> <p>Adjusted Value.</p>	<p>The traditional version of discount cash flow model, doesn't consider tax shield's contingent value and continuity or liquidation scenarios. It supposes no contingent values for tax shields and firm continuity. It suggests a model that incorporates the contingent nature of tax shields and firm's continuity possibilities, relative with its financial leverage and profits. It's proposed a model that incorporates the tax shields' contingent nature and firm's continuity likelihood, related with its leverage and profits. With the Option Theory like basis, the valuation models of tax shields and firm's continuity – dissolution, are developed. Next, with case study and sensitive analysis, it is concluded that the firm's value is explained with an exponential function, introducing in the value, the skewness and kurtosis of tax shield and contingent profits.</p>
--	---

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

## INTRODUCCIÓN

El modelo de descuento de flujos de fondos constituye uno de los clásicos métodos de valuación de empresas. En función a como se considere el comportamiento de la estructura de capital, se puede clasificar en: a) Costo Capital Promedio Ponderado (*wacc*), b) Flujos de fondos a capital y c) Valor Presente Ajustado (*adjusted present value APV*); (Ruback, 2002); (Damodaran, 2006); (Booth, 2007); (Fernández, 2014). En su versión tradicional, el descuento de flujo de fondos presenta cuestiones controvertidas, en particular, aquellas vinculadas con la valuación de los ahorros fiscales producto del uso de la deuda financiera, como también el impacto en valor de la firma y del capital propio, debido a escenarios futuros condicionados a liquidación, producto de las potenciales dificultades financieras.

Proyectar sobre una base determinística el valor actual de los ahorros fiscales, poco tiene que ver con la realidad de los negocios. La aseveración precedente reside en que su existencia se encuentra condicionada por: a) resultados imponibles positivos, b) impuesto operativo a las ganancias mayor o igual que el valor de los ahorros fiscales, c) intangibilidad o variabilidad de las normas tributarias. Adicionalmente, para estimar el valor intrínseco de la firma y el capital propio el modelo debe reformularse e incorporar los escenarios contingentes de continuidad y liquidación. El primer escenario condicionado a que los flujos de fondos libres sean superiores a los pagos de deuda. El segundo, se presenta con la insuficiencia de flujos de fondos libres que deriva en la liquidación automática de la empresa y cancelación de los pasivos con los activos disponibles, descontados los costos de quiebra.

Atendiendo a los argumentos precedentes, el trabajo propone desarrollar un modelo de valuación de la firma, considerando el valor contingente de los ahorros fiscales condicionado a escenarios de continuidad y liquidación de la firma. En el caso de los ahorros fiscales, estos son valorados asemejando sus flujos a una cartera de opciones, (Velez Pareja, 2016). Respecto de la incorporación de los escenarios contingentes de continuidad – liquidación, son adaptados a partir de los modelos binomiales contenidos en los trabajos de Broadie y Kaya, (2007) y Milanesi, (2014).

### 1. EL VALOR ACTUAL DEL AHORRO FISCAL COMO UNA CARTERA DE OPCIONES

Tradicionalmente, el valor del ahorro fiscal para un periodo se estima de la siguiente manera.

$$V_T^{AF} = IF \times \tau \quad (1)$$

Donde  $IF$  representa la magnitud de intereses financieros computables y  $\tau$  la alícuota marginal del impuesto. El valor actual, de los sucesivos ahorros fiscales es igual a:

$$VA(V_T^{AF}) = \frac{IF \times \tau}{r} \quad (2)$$

En la ecuación  $r$  es la tasa de actualización para las corrientes futuras de ahorros fiscales. Respecto de cuál tasa es conveniente, existen dos posiciones extremas: a) Modigliani y Miller (1963) proponen actualizar los ahorros fiscales a la tasa libre de riesgo, b) Miles y Ezzell (1980,1985) proponen actualizar los ahorros en el primer año al costo de la deuda y los años subsiguientes a la tasa del costo del capital para una firma desapalancada  $k_u$ . Existen posiciones ecléticas al respecto (Taggart, 1991), (Inselbag y Kaufold, 1997), (Tham y Wonder, 2001), (Tham y Velez Pareja, 2001); (Tham y Wonder, 2002); (Booth, 2002), (Farber, Gillet y Szafarz, 2006) (Cooper y Nyborg, 2006), (Oded, y Michel, 2007), (Velez Pareja, 2016). La tesis de Modigliani y Miller (1963) supone que la empresa mantiene un valor de deuda fijo, la propuesta de Miles y Ezzell (1980) establece que el valor de la deuda a mantener depende del ratio deuda-capital a valores de mercado.

Fernandez (2014) plantea un tercer camino: asumir un valor intermedio de deuda, suponiendo que la estructura de capital objetivo se fija considerando ratios calculados a valor de libros. Se apoya en evidencia empírica disponible, relativa al comportamiento constante de los ratios contables y de libros (Flannery y Rangan, 2006). No obstante, citando a Copeland, Koller y Murrin, (2000, p.482) “*la literatura financiera no provee una clara respuesta en relación a cual tasa de descuento para los ahorros fiscales de intereses es la teóricamente correcta*”

Por ello, el trabajo desarrolla un modelo para la estimación del valor del ahorro fiscal aplicando la teoría de opciones. Sus ventajas: a) capturar los estados contingentes de ahorro fiscal condicionado a la existencia de resultados positivos, y b) evitar el debate respecto de la tasa de actualización a ser utilizada. Esto último debido a que en el enfoque de opciones, el riesgo es tratado en los flujos de fondos, reservándose la tasa libre de riesgo simplemente para reflejar el valor tiempo del dinero.

Suponiendo que no se proyectan cambios proyectados en la legislación tributaria, con tasas de deuda fijas, la única fuente de riesgo la constituye la variabilidad de los resultados de la firma. Consecuentemente, la existencia de ahorros fiscales se encuentra sujeta a dos eventos: a) existencia de resultados operativos positivos, y b) los resultados superen o igualen el valor del ahorro fiscal, caso contrario su deducción opera hasta el valor de la ganancia operativa imponible. A continuación, las tres situaciones,

$$AF = \begin{cases} EBIT < 0; (0) \\ 0 < EBIT < IF; (EBIT) \times \tau \\ EBIT \geq IF; (IF) \times \tau \end{cases} \quad (3)$$

Es correcto aplicar las ecuaciones 1 y 2 siempre que se verifiquen las condiciones a) y b). Pero, para las situaciones contingentes, es menester usar la ecuación 3, mediante la teoría de opciones reales. Se replica con una cartera integrada por una posición larga y corta en una opción de compra americana. Es decir, una estrategia de *caps* (techos). El activo subyacente está compuesto por la base imponible del impuesto, o sea los resultados operativos  $S_t = EBIT_t$ . Entonces, el valor del ahorro fiscal es igual a la suma algebraica entre el valor de una posición larga entre un *call* americano  $C(0)_t$ , con precio de ejercicio  $X = 0$  y una posición corta sobre un *call*,  $C(IF)_t$  con ejercicio igual a ahorro fiscal computable  $X = IF \times \tau$ . Se supone que la empresa ejerce el *call* en la medida que los resultados sean mayor que cero (condición a, ecuación 3). Se activa el techo cuando le ejercen la posición corta, esto es, en el caso de que los resultados sean mayores que la carga financiera (condición b, ecuación 3). Es americana puesto que el ejercicio de la opción se debe realizar en todos los periodos de proyección, que simulan el cierre del ejercicio fiscal para la determinación del tributo. Los flujos de fondos asociados a los valores terminales ( $T$ ) de la cartera surgen de las siguientes condiciones:

*Flujo 1:* No ejercicio, inexistencia de ahorro fiscal:  $EBIT < 0; (0)$

*Flujo 2:* Ejercicio de la opción. Valor de la opción impuesto operativo a las ganancias:  $C(0)_T = \max(EBIT \times \tau; 0)$ . El ejercicio de la posición larga va desde  $0 < EBIT < IF; (EBIT) \times \tau$  hasta infinito.

*Flujo 3:* Venta de la opción de compra (ahorro fiscal):  $C(IF)_T = \min((EBIT) \times \tau; (IF) \times \tau)$ . El valor de la cartera de opciones, surge de la suma entre la prima que se gana por la posición corta, producto del ahorro fiscal (flujo 3) y el flujo que se pierde por no ejercicio de la posición larga (flujo 2). En términos de ecuación,  $C(AF)_T = C(0)_T - C(IF)_T$ , por lo tanto la expresión sintética correspondiente al valor terminal de la cartera de opciones es:

$$C(AF)_T = \min\{\max(EBIT) \times \tau; 0\}; (IF) \times \tau\} \quad (4)$$

Para proyectar *EBIT* se utiliza un proceso aritmético browniano<sup>2</sup> debido a que los resultados (*EBIT*) pueden adoptar un signo positivo o negativo. El modelo empleado es el binomial (Cox, Ross, Rubinstein, 1979)<sup>3</sup>, definido para todo periodo  $t = 1 \dots T$  y nodo  $(i, j)$ , de la rejilla binomial. La expresión correspondiente al valor actual de los ahorros fiscales,

$$V_{T-t}^{AF} = C(0)_{T-t} - C(IF)_{T-t} + V_{T-t+1}^{AF} e^{-rf} \quad (5)$$

Donde  $V_{T-t+1}^{AF} e^{-rf}$  representa el valor del ahorro fiscal del periodo  $T - t + 1$  actualizado a la tasa libre de riesgo. Para cada nodo, en el instante  $T$ , se supone la continuidad y determinismo del ahorro fiscal estimado mediante la ecuación 4. Desde los periodos  $T-t$ , el valor del ahorro fiscal se integra entre el valor de la opción  $C(AF)_T$  y el valor actual de los ahorros fiscales esperados en  $T-t+1$  para  $(i, j)$   $V_{T-t+1}^{AF}(i, j) e^{-rf}$ .

Con probabilidades neutrales al riesgo<sup>4</sup>, para cada nodo  $(i, j)$  de la rejilla, se determina el ahorro fiscal, con la lógica de un *cap* americano con techo igual a  $IF \times \tau$ ,

$$V_{T-t}^{AF}(i, j) = p \times (V_{T-t+1}^{AF}(i) \times e^{-rf}) + (1 - p) \times (V_{T-t+1}^{AF}(j) \times e^{-rf}) + C(0)_{T-t}(i, j) - C(IF)_{T-t}(i, j) \quad (6)$$

En aras de sintetizar la expresión anterior, si se procede a notar a la cartera de opciones como  $C(AF)_{T-t}(i, j) = C(0)_{T-t}(i) - C(IF)_{T-t}(i, j)$ , la ecuación final resulta ser,

$$V_{T-t}^{AF}(i, j) = C(AF)_{T-t}(i, j) + p \times (V_{T-t+1}^{AF}(i) \times e^{-rf}) + (1 - p) \times (V_{T-t+1}^{AF}(j) \times e^{-rf}) \quad (7)$$

## 2. EL MODELO BINOMIAL, POSIBILIDADES DE LIQUIDACIÓN Y EL VALOR DEL AHORRO FISCAL

En la presente sección, es expuesto el modelo binomial de valuación con posibilidades de liquidación (Broadie y Kaya, 2007); (Milanesi, 2014), incorporando la valoración de los ahorros fiscales. La lógica del modelo es la siguiente:

- Los flujos de fondos proyectados deben ser suficientes para atender los pagos de deuda, caso contrario se procede a cancelar los intereses de la deuda y se liquida el patrimonio neto.
- El valor de la firma es igual al valor actual del *EBIT*, condicionado a los escenarios de liquidación y valor actual de los ahorros fiscales futuros.
- El valor del patrimonio de los propietarios, es igual al valor actual de los flujos residuales condicionado a los escenarios de liquidación y valor actual de los ahorros fiscales futuros.
- En los escenarios de liquidación no se esperan ahorros fiscales, y se asume que no se pueden trasladar quebrantos tributarios a otros sujetos.

<sup>2</sup> En el presente trabajo, por cuestiones de simplicidad se supone un proceso del tipo browniano ya que el principal objetivo es analizar la cuestión de valorar los ahorros fiscales. El modelo es perfectamente adaptable a otros tipos de procesos estocásticos, por ejemplo de *Poisson*, con reversión positiva y negativa a la media (León, Mencia, y Sentaria, 2007), (Guimaraes Dias, 2015). Inclusive, se pueden incorporar momentos estocásticos de orden superior (asimetría y curtosis) para su proyección (Rubinstein, 1998); (Milanesi, 2013).

<sup>3</sup> Existen diversas derivaciones del modelo binomial, en función a como se especifiquen sus parámetros (Chance, 2007). En línea con la nota precedente no es objeto del presente trabajo abordar dicho tema, por cuestiones de simplicidad se utiliza el clásico modelo binomial.

<sup>4</sup> Un excelente tratamiento sobre las probabilidades neutrales al riesgo, su significado y correcta interpretación se pueden encontrar en (Gisiger, 2010)

*Proyección del valor no apalancado de la firma:* el primer paso consiste en proyectar el valor no apalancado de la firma. Para ello se deben proyectar los *EBIT*, suponiendo un proceso aritmético. Seguidamente, se proyecta el valor de la firma sin apalancamiento ( $V_u$ )<sup>5</sup>, suponiendo que este sigue un proceso geométrico browniano. El valor proyectado de la firma  $V_{i,j,t-1}$ , correspondiente al periodo anterior se ajusta por el ratio de flujo de fondos esperados *RFF*, siguiendo a Brandao, Dyer y Hahn, (2005) y (Smith, 2005). La expresión queda planteada de la siguiente manera,

$$[V_{i,t-1} \times (1 - RFF)] \times u; [V_{j,t-1} \times (1 - RFF)] \quad (8)$$

*Rejilla binomial para estimar el valor de la deuda:* Se supone que la empresa emite un bono con pagos periódicos (*IF*), compuesto por intereses y cancelación del principal al final de la vida del bono (*D*).

$$IF = i \times D \quad (9)$$

A diferencia del modelo propuesto en Milanesi (2014), se suma el valor del ahorro fiscal a través de la ecuación 8.

*Valor del capital propio, deuda y valor de los activos no condicionada a escenarios de insolvencia o continuidad:* En esta etapa, son calculados los valores del capital propio (*E*); deuda (*D*) y valor total de la firma no apalancada neto del *EBIT* (*V*), sin condicionamiento a escenarios de insolvencia. Para el último periodo (*T*), el valor del capital propio ( $E_T$ ) surge de la diferencia entre: a) la suma del valor final de la firma sin deuda (ec.8) más el valor proyectado del *EBIT* menos el valor del flujo de fondos de la deuda (ec.9). El conjunto de ecuaciones para la resolución recursiva con coeficientes equivalentes ciertos (*p*)<sup>6</sup> son:

$$E = e^{-rf} (pE_{(i,t)} + 1 - pE_{(j,t)}) \quad (10)$$

$$D = e^{-rf} (pD_{(i,t)} + 1 - pD_{(j,t)}) \quad (11)$$

$$V = e^{-rf} (pV_{(i,t)} + 1 - pV_{(j,t)}) \quad (12)$$

Las ecuaciones posibilitan calcular el valor del capital propio (*E*) y el valor de la firma no apalancada (*V*) en  $t=0$ , no condicionados por los posibles estados de insolvencia.

*Valor de la firma, capital propio y ahorros fiscales condicionados a escenarios de insolvencia o continuidad:* En el presente apartado, son expuestos los pasos para estimar el valor total de los activos apalancados, deuda y capital de los propietarios, condicionado a la generación de flujos de fondos en cada escenario proyectado. El modelo segrega el horizonte de proyección en tres momentos: (I) horizonte final de proyección de la rejilla (*T*); (II) nodos intermedios ( $0 < t < T$ ) y (III) momento inicial ( $t=T \rightarrow 0$ ). La condición a la cual se sujeta el valor es: a) *EBIT* mayor a intereses de deuda por lo tanto se presume continuidad ( $EBIT \geq IF$ ); b) estado potencial de liquidación de la firma producto del fracaso financiero ( $EBIT < IF$ ). A continuación el conjunto de ecuaciones para cada segmento de valuación:

*I-Conjunto de ecuaciones para estimar los valores condicionados en el horizonte final (T):*

a) *Continuidad de la empresa (T):* Si el valor de la firma, más el flujo de fondos libres es superior o igual al pago de la deuda (interés más capital):  $V_{(i,j)T} + EBIT_{(i,j)T} \geq IF_{(i,j)T} + D$ , el conjunto de ecuaciones es el siguiente:

<sup>5</sup> Valor de los activos operativos totales de la empresa independientemente de su estructura de capital.

<sup>6</sup> Se supone que los coeficientes equivalentes ciertos (*p*) surgen de la volatilidad del subyacente. Estos son adoptados para valorar activos y se suponen aplicables a valorar pasivo y capital propio.

$$E_{(i,j)T} = [V_{(i,j)T} + EBIT_{(i,j)T} - IF_{(i,j)T} - D] + V_{(i,j)T}^{AF} \quad (13)$$

$$D_{(i,j)T} = IF_{(i,j)t} + D \quad (14)$$

$$V_{(i,j)T} = [V_{(i,j)T} + EBIT_{(i,j)T}] + V_{(i,j)T}^{AF} \quad (15)$$

El valor del ahorro fiscal se computa por separado, a partir de la cartera de opciones que lo integra utilizando la ecuación 5, en el caso del valor terminal.

*b) Liquidación (T):* en este caso el valor de la firma más el flujo de fondos libres es insuficiente para el pago de la deuda (interés más capital). Entonces la expresión es  $V_{(i,j)T} + EBIT_{(i,j)T} < IF_{(i,j)T} + D$ . Frente a la liquidación, los costos de transacción ( $\alpha$ ) son incorporados a la solución del modelo. Las expresiones que resultan son:

$$E_{(i,j)T} = 0 \quad (16)$$

$$D_{(i,j)T} = (1 - \alpha)(V_{(i,j)T} + EBIT_{(i,j)T}) \quad (17)$$

$$V_{(i,j)T} = (1 - \alpha)(V_{(i,j)T} + EBIT_{(i,j)T}) \quad (18)$$

El valor actual de los ahorros fiscales no es considerado al no existir base imponible.

*II-Conjunto de ecuaciones para estimar el valor de los nodos intermedios condicionados ( $t < T$ ;  $t > 0$ ):* La ecuación 10 es el punto de partida, ya que esta brinda el valor del capital propio, de ahora en más ( $\tilde{E}_t$ ); no condicionado al evento de insuficiencia en la generación de fondos. Continuando con la lógica del modelo se tienen dos escenarios posibles:

*a) Continuidad de la empresa ( $t < T$ ;  $t \geq 1$ ):* No existe riesgo de liquidación de la firma si la suma del *EBIT* y el valor actual del patrimonio neto es suficiente para atender los servicios corrientes de la deuda. En este caso la expresión es  $\tilde{E}_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t} \geq IF_{(i,j)t}$ . El conjunto de ecuaciones para valorar son las siguientes:

$$E_{(i,j)t} = [\tilde{E}_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t} - C_{(i,j)t}] + V_{T-t(i,j)}^{AF} \quad (19)$$

$$D_{(i,j)t} = IF_{(i,j)t} + e^{-rf}(pD_{(i,j)u} + 1 - pD_{(i,j)d}) \quad (20)$$

$$V_{(i,j)t} = [EBIT_{(i,j)t} + e^{-rf}(pV_{(i,j)u} + 1 - pV_{(i,j)d})] + V_{T-t(i,j)}^{AF} \quad (21)$$

En las ecuaciones 19 y 21 el valor del ahorro fiscal es calculado por separado, aplicando la ecuación 7 supeditado a la existencia de escenario propicio para su existencia conforme reza en la ecuación 3.

*b) Liquidación ( $t < T$ ;  $t > 0$ ):* Se produce la liquidación de la firma si la suma del *EBIT* más el valor presente del capital propio es insuficiente para atender los servicios corrientes de la deuda. La expresión es  $\tilde{E}_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t} < IF_{(i,j)t}$ , siendo las expresiones

$$E_{(i,j)t} = 0 \quad (22)$$

$$D_{(i,j)t} = (1 - \alpha)(V_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t}) \quad (23)$$

$$V_{(i,j)t} = (1 - \alpha)(V_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t}) \quad (24)$$

El valor actual del ahorro fiscal no se computa producto de la liquidación de la firma y no traslación de quebrantos.

### III-Conjunto de ecuaciones para estimar el valor inicial condicionado ( $t=1 \rightarrow 0$ )

El valor de la firma y capital propio en  $t=0$  se obtiene una vez calculados los valores finales ( $T$ , punto (I)) e intermedios ( $t < T$ ;  $t > 0$  punto (II)). Estos, condicionados por los escenarios (continuación-liquidación) para cada nodo y computados los eventuales ahorros fiscales. Se procede a trabajar partiendo desde el periodo de tiempo  $t=1$  hasta  $t=0$ ; ( $t=1 \rightarrow 0$ ). El conjunto de ecuaciones es:

$$E_0 = e^{-rf} \{ [p(\tilde{E}_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t} - C_{(i,j)t} + V_{T-t}^{AF})] + [1 - p(\tilde{E}_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t} - C_{(i,j)t} + V_{T-t}^{AF})] \} \quad (25)$$

$$D_0 = e^{-rf} (pD_{(i,j)t} + 1 - pD_{(i,j)t}) \quad (26)$$

$$V_0 = e^{-rf} \{ [p(\tilde{E}_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t} + V_{T-t}^{AF})] + [1 - p(\tilde{E}_{(i,j)t} + EBIT_{(i,j)t} + V_{T-t}^{AF})] \} \quad (27)$$

Finalmente, en esta instancia se obtiene el valor esperado de la firma y del capital propio condicionado a situaciones de insolvencia e incorporando contingentemente valores de ahorro fiscal.

## 3. ANÁLISIS DE CASO Y APLICACIÓN DEL MODELO

### 3.1-El valor del ahorro fiscal como una canasta de opciones

Una primera aproximación para cuantificar el valor del ahorro fiscal consiste en analizar el perfil de beneficios de la canasta de opciones que lo componen. En la siguiente tabla se presentan el resultado de la opción, en función a los distintos valores que adopta el *EBIT*. Adicionalmente se supone: el costo financiero de la deuda fijo del 10%, valor actual de la deuda de \$100 y alícuota marginal de impuesto a las ganancias es del 35%.

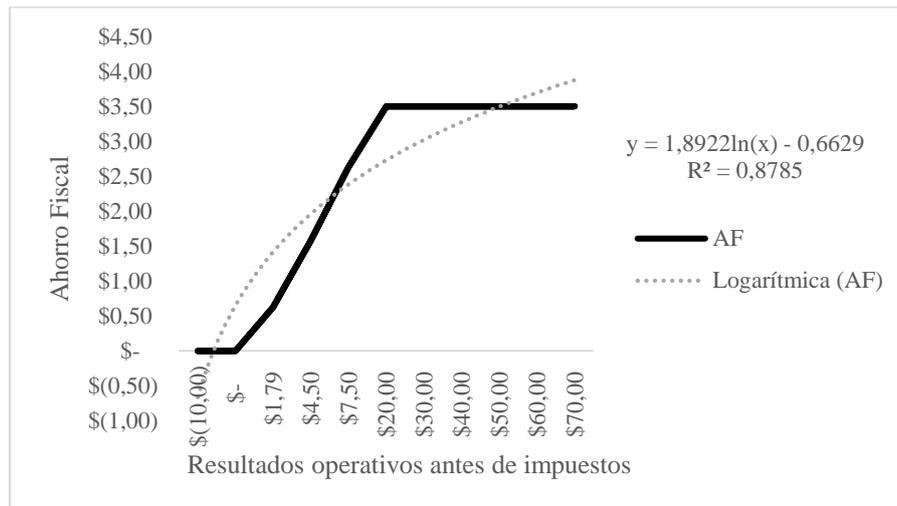
Tabla 1. Resultados de la opción de valoración de ahorro fiscal

Escenarios	EBIT	IF	Pay off 1		Pay off 2		$C(AF) = C(0) - c(IF)$
			$c = \max(EBIT * t, 0)$	$c = \text{si}(EBIT > IF, \min(EBIT * t, IF * t))$			
1	\$ -10,00	\$ 10,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	\$ -	\$ 10,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ 1,79	\$ 10,00	\$ 0,63	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,63
4	\$ 4,50	\$ 10,00	\$ 1,58	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,58
5	\$ 7,50	\$ 10,00	\$ 2,63	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2,63
6	\$ 20,00	\$ 10,00	\$ 7,00	\$ 3,50	\$ 3,50	\$ 3,50	\$ 3,50
7	\$ 30,00	\$ 10,00	\$ 10,50	\$ 3,50	\$ 7,00	\$ 3,50	\$ 3,50
8	\$ 40,00	\$ 10,00	\$ 14,00	\$ 3,50	\$ 10,50	\$ 3,50	\$ 3,50
9	\$ 50,00	\$ 10,00	\$ 17,50	\$ 3,50	\$ 14,00	\$ 3,50	\$ 3,50
10	\$ 60,00	\$ 10,00	\$ 21,00	\$ 3,50	\$ 17,50	\$ 3,50	\$ 3,50
11	\$ 70,00	\$ 10,00	\$ 24,50	\$ 3,50	\$ 21,00	\$ 3,50	\$ 3,50

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 las tres últimas columnas integran el flujo de pagos de la cartera de opciones que replica el valor del ahorro fiscal. La tercer columna representa los posibles valores de la primer opción,  $C(0)_T = \max(EBIT \times \tau; 0)$ . La cuarta columna representa la posición corta en el *call* con ejercicio igual al valor de los intereses,  $C(IF)_T = \min((EBIT) \times \tau; (IF) \times \tau)$ .<sup>7</sup> Finalmente, la sexta columna expone los posibles resultados producto del ahorro fiscal, ahora como combinación entre una posición larga y corta sobre un *call*, con diferentes precios de ejercicio  $X_1 = 0; X_2 = IF$ . Cabe destacar que el techo de la cartera es activado por la posición corta.

Ilustración 1. Perfil de resultados correspondiente a la canasta de opciones que replica el valor del ahorro fiscal



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se ilustra el funcionamiento del proceso recursivo propuesto en las ecuaciones 6 y 7. Se parte de una empresa hipotética, cuyo *EBIT* asciende a un valor actual de \$100, con un costo del capital ( $k_u$ ) del 10%, volatilidad del resultado ( $\sigma$ ) del 35%, tasa libre de riesgo ( $r$ ), 5%. El ratio de endeudamiento se supone fijo en términos absolutos, siendo del 45% del valor intrínseco de la empresa en el instante inicial, consecuentemente ( $V=\$1000$ ), siendo  $D = \$450$ . Para estimar el valor de los ahorros fiscales, en primer lugar deben proyectarse la evolución del *EBIT* asumiendo un proceso aritmético browniano. Esto a lo largo del horizonte de proyección aplicando el tradicional modelo binomial.

En este caso, los valores correspondientes a los coeficientes de ascenso y descenso son  $u = e^{\sigma t} = 1,4190$  y  $d = e^{-\sigma t} = 0,7046$ . La ecuación empleada para proyectar la variable aleatoria es la siguiente<sup>8</sup>,

$$EBIT_{t(i,j)} = EBIT_{t-1(i,j)} + (\Delta u), EBIT_{t-1(i,j)} - (\Delta d) \quad (10)$$

En la ecuación precedente, las variaciones  $\Delta u = u \times EBIT_0$  y  $\Delta d = d \times EBIT_0$  son constantes a lo largo de todo el intervalo de proyección. Los resultados son presentados en la siguiente tabla.

<sup>7</sup> La cuarta columna representa el impuesto neto a pagar y la quinta es el valor de la opción que surge por diferencia entre el impuesto operativo (tercera columna) y el impuesto neto (cuarta columna).

<sup>8</sup> En el caso de un proceso geométrico browniano la expresión es  $EBIT_{t(i,j)} = EBIT_{t-1(i,j)} \times u, EBIT_{t-1(i,j)} - d$

Tabla 2. Proyección del EBIT según proceso aritmético browniano

	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
\$	100,00	\$ 141,91	\$ 183,81	\$ 225,72	\$ 267,63	\$ 309,53
		\$ 70,47	\$ 112,38	\$ 154,28	\$ 196,19	\$ 238,10
			\$ 40,94	\$ 82,84	\$ 124,75	\$ 166,66
				\$ 11,41	\$ 53,31	\$ 95,22
					\$ -18,12	\$ 23,78
						\$ -47,66

Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes tablas son los insumos que el modelo necesita para aplicar las ecuaciones 6 o 7, con el fin de calcular el valor del ahorro fiscal. La tabla 3 permite calcular los valores terminales ( $t=5$ ) de la posición larga en el *call*, con precio de ejercicio  $X=0$ .

Tabla 3. Proyección de los valores terminales en cada nodo para la posición larga en el *call*

	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
\$	35,00	\$ 49,67	\$ 64,33	\$ 79,00	\$ 93,67	\$ 108,34
		\$ 24,66	\$ 39,33	\$ 54,00	\$ 68,67	\$ 83,33
			\$ 14,33	\$ 29,00	\$ 43,66	\$ 58,33
				\$ 3,99	\$ 18,66	\$ 33,33
					\$ -	\$ 8,32
						\$ -

Fuente: elaboración propia.

La tabla 4 expone la rejilla con los valores terminales, correspondientes a la posición corta en el *call*, con precio de ejercicio  $X=IF$ ,

Tabla 4. Proyección de los valores terminales en cada nodo para la posición corta en el *call*

	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
\$	12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60
		\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60
			\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60
				\$ -	\$ 12,60	\$ 12,60
					\$ -	\$ -
						\$ -

Fuente: elaboración propia.

Las tablas precedentes presentan, en cada uno de los nodos correspondientes a la rejilla binomial, el evento contingente de manera desagregada. En este caso, la rejilla presenta el impuesto a pagar proyectado en cada nodo,

Tabla 5. Proyección de los valores terminales correspondientes al impuesto a pagar proyectado

	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
\$	22,40	\$ 37,07	\$ 51,73	\$ 66,40	\$ 81,07	\$ 95,74
		\$ 12,06	\$ 26,73	\$ 41,40	\$ 56,07	\$ 70,73
			\$ 1,73	\$ 16,40	\$ 31,06	\$ 45,73
				\$ 3,99	\$ 6,06	\$ 20,73
					\$ -	\$ 8,32
						\$ -

Fuente: Elaboración propia

El valor contingente del ahorro fiscal terminal en cada nodo ( $C(AF)_{T-t(i,j)} = C(0)_{T-t(i)} - C(IF)_{T-t(i,j)}$ ), es la diferencia entre los valores proyectados correspondientes al impuesto operativo (tabla 3) y el impuesto a pagar proyectado estimado (tabla 5).

Tabla 6. Proyección de los valores terminales correspondientes al ahorro fiscal

	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
\$	12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60
		\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60
			\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60	\$ 12,60
				\$ -	\$ 12,60	\$ 12,60
					\$ -	\$ -
						\$ -

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 sirve de antesala para calcular el valor actual contingente de las corrientes de ahorros fiscales aplicando las ecuaciones 6 y 7. Los coeficientes equivalentes ciertos,  $\mathbf{p} = (e^{rt} - \mathbf{d}) / (\mathbf{u} - \mathbf{d})$  y su complemento  $\mathbf{1} - \mathbf{p}$ , son  $p=0,4851$  y  $1-p=0,5148$ . Uno de los supuestos fuertes, consiste suponer que el valor del ahorro fiscal en  $t(i,j)=T(i,j)$  es una perpetuidad sin crecimiento  $V_{T(i,j)}^{AF} = C(AF)_{T(i,j)} / r$ .

Tabla 7. Estimación del valor del ahorro fiscal

	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
\$	210,65	\$ 238,66	\$ 252,88	\$ 252,60	\$ 252,31	\$ 252,00
		\$ 179,51	\$ 223,28	\$ 252,60	\$ 252,31	\$ 252,00
			\$ 130,41	\$ 192,16	\$ 252,31	\$ 252,00
				\$ 59,48	\$ 128,90	\$ 252,00
					\$ -	\$ -
						\$ -

Fuente: elaboración propia.

En el ejemplo, el valor actual de los ahorros fiscales asciende a \$210,65, una cifra sensiblemente superior a su estimación determinística \$157,5 (ecuación 2). El resultado con un enfoque de opciones permite capturar la totalidad de escenarios contingentes proyectados. El análisis de

sensibilidad permite ilustrar el funcionamiento del modelo y las principales diferencias con los resultados que arrojan las ecuaciones 1 y 2. Se sensibilizan la razón de endeudamiento y la tasa de interés (ecuaciones 6 y 7) (ahorro fiscal con opciones, AFO)

Tabla 8. Resultados del análisis de sensibilidad ecuaciones 6 y 7

\$	210,65	20%	30%	45%	50%	70%	100%
4%	\$ 54,57	\$ 81,37	\$ 122,05	\$ 135,61	\$ 163,84	234,06	234,057211
8%	\$ 108,49	\$ 140,43	\$ <b>210,65</b>	\$ 234,06	\$ 318,73	441,614962	
12%	\$ 140,43	\$ 210,65	\$ 307,35	\$ 341,50	\$ 453,93	377,356408	
20%	\$ 234,06	\$ 341,50	\$ 486,36	\$ 365,28	\$ 425,23	194,85528	

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla sensibiliza las ecuaciones 1 y 2 (determinístico (AFD)). La tasa de actualización empleada es la libre de riesgo, mientras que los intereses reconocen el costo de deuda ( $k_i$ ) del 8%

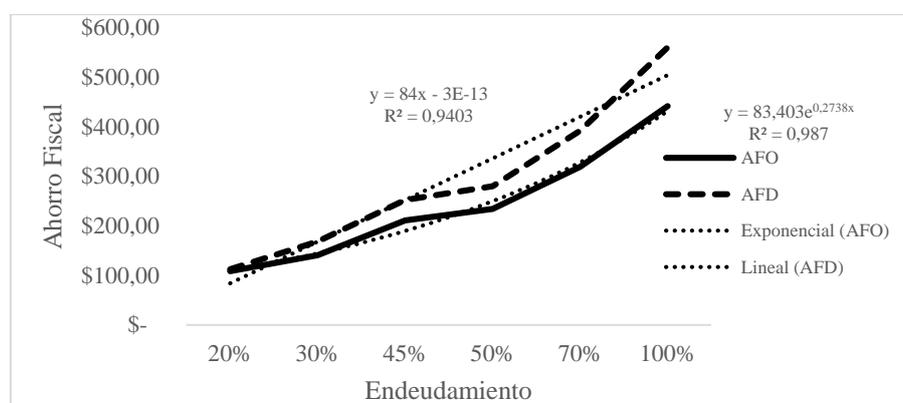
Tabla 9. Resultados del análisis de sensibilidad ecuaciones 1 y 2

\$	252,00	20%	30%	45%	50%	70%	100%
4%	\$ 56,00	\$ 84,00	\$ 126,00	\$ 140,00	\$ 196,00	\$ 280,00	\$ 280,00
8%	\$ 112,00	\$ 168,00	\$ <b>252,00</b>	\$ 280,00	\$ 392,00	\$ 560,00	\$ 560,00
12%	\$ 168,00	\$ 252,00	\$ 378,00	\$ 420,00	\$ 588,00	\$ 840,00	\$ 840,00
20%	\$ 280,00	\$ 420,00	\$ 630,00	\$ 700,00	\$ 980,00	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre los enfoques reside justamente en el carácter contingente que tiene el ahorro fiscal. En el enfoque de opciones reales, el valor obtenido es un resumen de los posibles futuros no determinísticos (ecuación 3). La concepción clásica supone determinismo en la estimación del valor del ahorro fiscal (ecuación 2). Esta no resuelve el problema de fijar postura frente al riesgo dependiendo de la tasa empleada (Modigliani y Miller, 1963); (Miles y Ezzell, 1985), (Fernández, 2014). Además pierde de vista que, *ceteris paribus*, existen un conjunto de variables macroeconómicas para explicar ahorros fiscales, condicionados a la existencia de resultados imponibles. La ilustración 2 presenta la relación entre ahorros fiscales y evolución del endeudamiento,

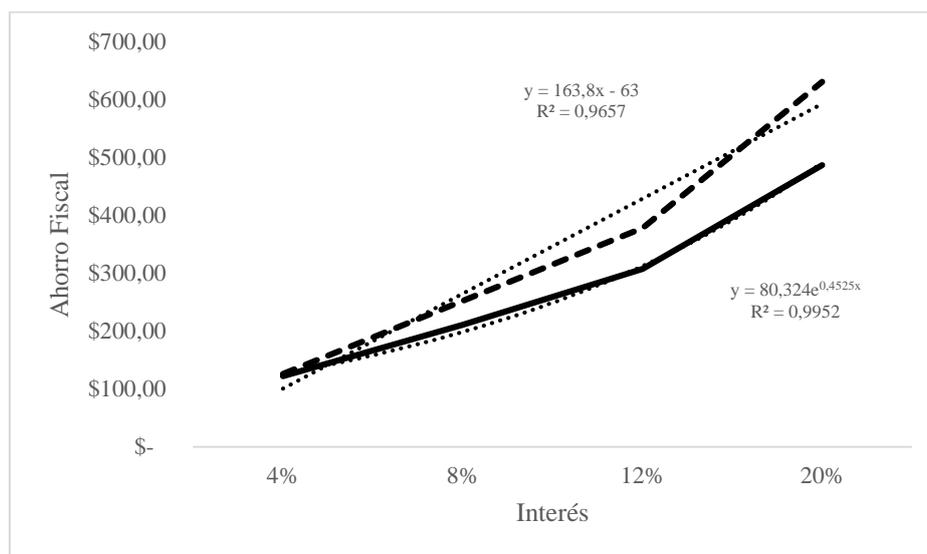
Ilustración 2. Evolución del ahorro fiscal en relación al endeudamiento de la firma enfoques AFO y AFD



Fuente: Elaboración propia.

La curva exponencial es la que mejor ajusta datos en el modelo AFO y la lineal para explicar la evolución del AFD, en relación a la deuda. Sin considerar riesgos de insolvencia, el incremento del apalancamiento financiero presenta una relación positiva con los ahorros fiscales. En el modelo AFO esta es exponencial, producto de la asimetría positiva de las opciones reales ante variaciones positivas de variables directamente relacionadas con la prima<sup>9</sup>. En el caso de AFD su carácter determinístico ajusta a relaciones lineales. La ilustración 3 supone fijo el nivel de endeudamiento (45% del valor del activo) y se concentra en la relación que existe entre el ahorro y la tasa de interés. Igual que en el caso anterior, la tendencia en AFO se ajusta perfectamente a un modelo exponencial y en AFD a un modelo logarítmico.

Ilustración 3. Evolución del ahorro fiscal en relación a la tasa de interés AFO y AFD



Fuente: Elaboración propia

### 3.2 El modelo binomial, liquidación de la firma y ahorros fiscales

Continuando con el ejemplo, es desarrollado el modelo integral, donde se proyecta el valor de la firma y su correspondiente valor de escudo fiscal, suponiendo que en el caso de liquidación los costos de quiebra ( $a$ ) ascienden al 3% del valor de los activos. La siguiente tabla presenta la primera rejilla binomial. La primera fila de cada nodo proyecta el valor de la firma ( $V$ ) según ecuación 8. Se supone un ratio de flujo de fondos del 10% y volatilidad para la firma, similar a la supuesta para los resultados ( $\sigma$ ), del 35%. Los parámetros correspondientes a los coeficientes de ascenso y descenso son los mismos, diferenciándose por el hecho de que el valor de la firma sigue un proceso geométrico y no aritmético. La segunda fila de cada nodo, proyecta el *EBIT* bajo un proceso aritmético browniano (tabla 2). La tercera fila del nodo presenta el valor de la deuda según ecuación 9.

<sup>9</sup> En este caso, la variable es el endeudamiento y la prima el valor del ahorro fiscal.

Tabla 10. Rejilla binomial valores proyectados V, EBIT y D

	0	1	2	3	4	5	
\$ 900,00	\$ 1.149,44	\$ 1.468,03	\$ 1.874,90	\$ 2.394,56	\$ 3.058,23		V
\$ 100,00	\$ 141,91	\$ 183,81	\$ 225,72	\$ 267,63	\$ 309,53		EBIT
\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 36,00		D
	\$ 570,80	\$ 729,00	\$ 931,05	\$ 1.189,10	\$ 1.518,67		V
	\$ 70,47	\$ 112,38	\$ 154,28	\$ 196,19	\$ 238,10		EBIT
	\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 486,00		D
		\$ 362,01	\$ 462,35	\$ 590,49	\$ 754,15		V
		\$ 40,94	\$ 82,84	\$ 124,75	\$ 166,66		EBIT
		\$ -	\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 486,00		D
			\$ 229,59	\$ 293,23	\$ 374,50		V
			\$ 11,41	\$ 53,31	\$ 95,22		EBIT
			\$ 36,00	\$ 36,00	\$ 486,00		D
				\$ 145,61	\$ 185,97		V
				-\$ 18,12	\$ 23,78		EBIT
				\$ 36,00	\$ 486,00		D
					\$ 92,35		V
					-\$ 47,66		EBIT
					\$ 486,00		D

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente rejilla estima los valores resultantes de aplicar las ecuaciones 10, 11 y 12, esto es el valor del capital propio ( $E$ ), deuda ( $D$ ) y empresa ( $V$ ) no condicionado a ningún evento de liquidación.

Tabla 11. Rejilla binomial valores proyectados E, D y V no condicionados

	0	1	2	3	4	5	
\$	459,67	\$ 700,47	\$ 1.042,15	\$ 1.520,46	\$ 2.191,96	\$ 3.133,77	E
\$	320,93	\$ 375,06	\$ 414,74	\$ 439,75	\$ 462,30	\$ 486,00	D
\$	780,60	\$ 1.075,53	\$ 1.456,88	\$ 1.960,21	\$ 2.654,26	\$ 3.619,77	V
		\$ 278,54	\$ 448,25	\$ 695,20	\$ 1.039,10	\$ 1.522,77	E
		\$ 301,87	\$ 375,03	\$ 432,47	\$ 462,30	\$ 486,00	D
		\$ 580,41	\$ 823,28	\$ 1.127,67	\$ 1.501,40	\$ 2.008,77	V
			\$ 146,36	\$ 260,18	\$ 440,37	\$ 686,81	E
			\$ 262,99	\$ 358,26	\$ 447,42	\$ 486,00	D
			\$ 409,34	\$ 618,44	\$ 887,79	\$ 1.172,81	V
				\$ 53,67	\$ 116,30	\$ 252,00	E
				\$ 199,40	\$ 309,91	\$ 455,63	D
				\$ 253,07	\$ 426,21	\$ 707,63	V
					\$ -	\$ -	E
					\$ 115,13	\$ 203,46	D
					\$ 115,13	\$ 203,46	V
						\$ -	E
						\$ 43,35	D
						\$ 43,35	V

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior constituye el insumo para determinar el valor de la firma condicionado a las probabilidades de insolvencia, y computando valor del ahorro fiscal. Con dicha información, se está en condiciones de construir la tercera rejilla expuesta en la tabla 12. En efecto, primero se debe estimar el valor de la firma en el horizonte  $T$ . En las notas se indican los argumentos empleados en la planilla de cálculo para estimar las ecuaciones. Los pares de ecuaciones que se activan por fila son: capital propio<sup>10</sup> (ec.13-continuidad); (ec.16-liquidación); deuda<sup>11</sup> (ec.14-continuidad; 17-liquidación); empresa<sup>12</sup> (ec.15-continuidad; 18-liquidación).

Los valores estimados recursivamente en el segmento intermedio  $1 < t < T$  son: capital propio<sup>13</sup> (ec.19-continuidad; 22-liquidación); deuda<sup>14</sup> (ec.20-continuidad; 23-liquidación); empresa<sup>15</sup> (ec.21-continuidad; 24-liquidación).

Finalmente, en  $t=1 \rightarrow 0$ ; las ecuaciones 24 (capital propio), 25 (deuda) y 26 (valor de la empresa) se aplican de manera recursiva. Los valores obtenidos se presentan en la siguiente rejilla,

<sup>10</sup> La función lógica empleada en el aplicativo Microsoft Excel ® es para  $T$  es  $E=+SI(V+EBIT>=D;(V+EBIT-D);0)+AF$

<sup>11</sup> La función lógica empleada en el aplicativo Microsoft Excel ® es para  $T$  es  $D=+SI(V+EBIT>=D;D;(1-a)*(V+EBIT))$

<sup>12</sup> La función lógica empleada en el aplicativo Microsoft Excel ® es para  $T$  es  $V=+SI(V+EBIT>=D;V+EBIT;(1-a)*(V+V))+AF$

<sup>13</sup> La función lógica empleada en el aplicativo Microsoft Excel ® es para  $t$ , es  $E=+SI(V+I>=D;V+EBIT+AF-D;0)$

<sup>14</sup> La función lógica empleada en el aplicativo Microsoft Excel ® es para  $t$  es  $D=+SI(V+EBIT>=D;D+IF;(1-a)*V+EBIT)$

<sup>15</sup> La función lógica empleada en el aplicativo Microsoft Excel ® es para  $t$  es  $V=+SI(V+EBIT>=IF;V+EBIT+AF;(1-a)*(V+EBIT))$

Tabla 12. Rejilla binomial valores proyectados E, D y V condicionados

	$t=0$	$t<t<T$				$T$	
	0	1	2	3	4	5	
\$	987,29	\$ 1.045,03	\$ 1.442,84	\$ 1.962,78	\$ 2.675,90	\$ 3.133,77	E
\$	389,41	\$ 411,06	\$ 450,74	\$ 475,75	\$ 498,30	\$ 486,00	D
\$	1.376,70	\$ 1.456,09	\$ 1.893,58	\$ 2.438,54	\$ 3.174,20	\$ 3.619,77	V
		\$ 492,52	\$ 747,91	\$ 1.066,09	\$ 1.451,60	\$ 1.522,77	E
		\$ 337,87	\$ 411,03	\$ 468,47	\$ 498,30	\$ 486,00	D
		\$ 830,39	\$ 1.158,94	\$ 1.534,56	\$ 1.949,90	\$ 2.008,77	V
			\$ 317,71	\$ 499,19	\$ 781,43	\$ 686,81	E
			\$ 262,99	\$ 394,26	\$ 483,42	\$ 486,00	D
			\$ 580,70	\$ 893,45	\$ 1.264,85	\$ 1.172,81	V
				\$ 88,56	\$ 262,50	\$ 252,00	E
				\$ 89,67	\$ 152,30	\$ 455,63	D
				\$ 323,96	\$ 608,42	\$ 707,63	V
					\$ -	\$ -	E
					\$ 123,12	\$ 203,46	D
					\$ 123,66	\$ 203,46	V
						\$ -	E
						\$ 43,35	D
						\$ 43,35	V

Fuente: Elaboración propia

Al sensibilizar los resultados y suponiendo la tasa de interés constante, el tradicional MM<sup>16</sup> evidencia un comportamiento creciente, a medida que aumenta el apalancamiento financiero de la firma. Mientras que el modelo propuesto mantiene el valor constante, presentando una leve tendencia negativa producto del incremento de la probabilidad de insolvencia

Tabla 13: Sensibilidad de valores modelos VB y MM en relación con el apalancamiento

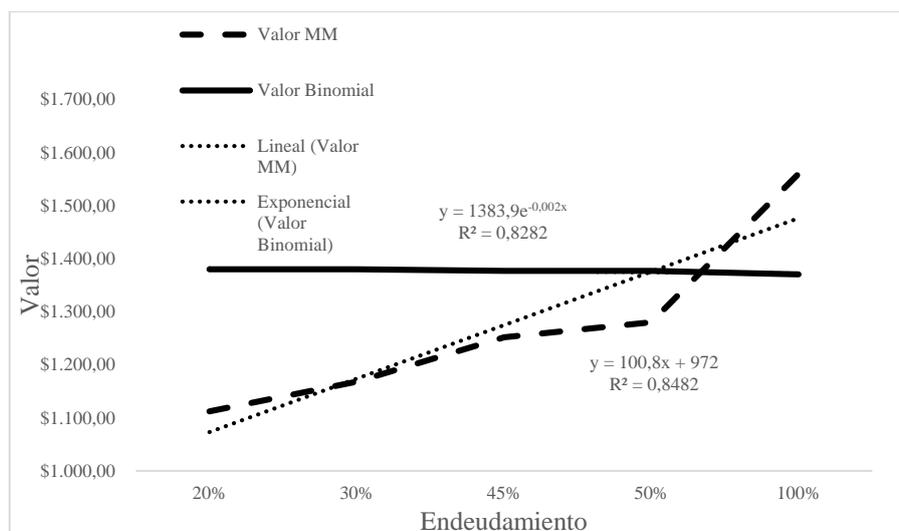
	$k_i=8\%$	20%	30%	45%	50%	100%
MM	\$ 1.112,00	\$ 1.168,00	\$ <b>1.252,00</b>	\$ 1.280,00	\$ 1.560,00	
VB	\$ 1.380,22	\$ 1.380,22	\$ <b>1.376,70</b>	\$ 1.376,70	\$ 1.370,19	

Fuente: Elaboración propia

El siguiente gráfico presenta el comportamiento aludido, donde una función exponencial del tipo  $V_l = V_u e^{-bD}$  ajusta el modelo propuesto. En el caso del modelo tradicional, la tendencia la explica una curva del tipo  $V_l = V_u + bD$ .

<sup>16</sup> En este caso se utilizó el modelo *VPA* (valor presente ajustado) en donde el valor de la firma apalancada es igual  $V_u + AF$ . El ahorro fiscal se estimó con la ecuación 2, utilizando la tasa  $k_i$  para estimar el interés y descontando al tipo sin riesgo la perpetuidad.

Ilustración 3. Evolución del valor modelo binomial y tradicional



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el modelo se comporta ajustando el valor en función a la evolución del EBIT y la capacidad de repago de la deuda. Además, se condiciona a las probabilidades de insolvencia y consecuente liquidación, ajustando el impacto positivo valor contingente del ahorro fiscal a los potenciales escenarios. La siguiente tabla muestra el impacto porcentual del ahorro fiscal sobre el valor de la firma, a medida que aumenta el apalancamiento.

Tabla 14. Relación ahorro fiscal-valor de la firma

$AF/V$	20%	30%	45%	50%	100%
MM	11,2%	16,8%	<b>25,2%</b>	28,0%	56,0%
VB	7,9%	10,2%	<b>15,3%</b>	17,0%	23,3%

Fuente. Elaboración propia.

La tabla confirma que el impacto del ahorro fiscal es menor en el modelo, ya que el comportamiento es exponencial pero decreciente, producto de la reducción de la base imponible e incremento de posibilidades de insolvencia.

## CONCLUSIONES

El trabajo presentó un modelo numérico experimental, que pretende describir con mayor realismo el valor de la firma condicionado a escenarios de continuidad o liquidación. Respecto de los ahorros fiscales, se condicionan por variables como: magnitud y presencia de resultados impositivos, valor del impuesto a las ganancias operativo y la intangibilidad de las normas tributarias. Adicionalmente, se propuso estimar el valor del ahorro fiscal suponiendo que este se comporta como una canasta de opciones. Las ventajas del enfoque son las siguientes:

- Asignar un tratamiento contingente a los ahorros fiscales futuros, condicionados a la existencia de escenarios que permitan la deducibilidad de intereses.

- b) Evitar el debate sobre la tasa de actualización, debido a que el enfoque de opciones utiliza la tasa libre de riesgo y el ajuste se practica en los flujos.

Paralelamente, se utilizó un modelo binomial numérico experimental para la valuación de la firma y el capital propio, condicionado a escenarios de continuidad y liquidación. Al comparar los resultados obtenidos en el modelo propuesto y el tradicional, el primero expone un impacto atenuado del valor actual del ahorro fiscal sobre el valor actual de la firma. Esto, debido a considerar los estados contingentes esperados, tanto para aplicar la deducción de intereses como para suponer la continuidad de la firma, siendo el principal aporte del modelo. No se debe perder de vista que valorar una empresa constituye un trabajo intelectual, donde su complejidad y futuros escenarios se reducen a variables para la toma de decisiones. Atendiendo a dichas circunstancias, el modelo utilizado debe incorporar el factor contingente o condicional, de los posibles futuros que impactan en el valor de la firma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Booth, L. (2002). Finding Value Where None Exists: Pitfalls in Using Adjusted Present Value. *Journal of Applied Corporate Finance*, 15(1), 8-17.
- Booth, L. (2007). Capital Cash Flow, APV and Valuation. *European Financial Management*, 13(1), 29-48.
- Brandao, L., Dyer, J. y Hahn, W. (2005). Using Binomial Decision Trees to Solve Real Options Valuations Problems. *Journal of Decision Analysis*(2), 69-88.
- Broadie, M. y Kaya, O. (2007). A Binomial Lattice Method for Pricing Corporate Debt and Modelling Chapter 11 Proceedings. *Journal of Finance and Quantitative Analysis*, 42(2), 279-312.
- Chance, D. (2007). A Synthesis of Binomial Option Pricing Models for Lognormally Distributed Assets. SSRN <http://ssrn.com/abstract=1523548>, 1-25.
- Cooper, I. y Nyborg, K. (2006). The Value of Tax Shields IS Equal to the Present Value of Tax Shields. *Journal of Financial Economics*, 81, 215-225.
- Copeland, T., Koller, K. y Murrin, J. (2000). *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies* (3 ed.). New York: Wiley.
- Cox, J., Ross, S. y Rubinstein, M. (1979, Septiembre). Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, 7, 229-263.
- Damodaran, A. (2006). *Damodaran on Valuation* (Second ed.). New York, United State: John Wiley & Sons.
- Farber, A., Gillet, R. y Szafarz, A. (2006). A General Formula for the WACC. *International Journal of Business*, 11(2), 211-218.
- Fernández, P. (2014). *Valoración de Empresas y Sensatez* (Tercera ed.). Barcelona : IESE Business School-Universidad de Navarra .
- Flannery, M. y Rangan, K. (2006). Partial Adjustment Toward Target Capital Structures. *Journal of Financial Economics*, 79, 469-506.

- Gisiger, N. (2010). Risk-Neutral Probabilities Explained . *Social Science Research Network*, SSRN-id1395390.pdf.
- Guimaraes Dias, M. (2015). *Análise de Investimentos com Opcoes Reais*. Rio de Janeiro, Brasil: Editora Interciencia Ltda.
- Inselbag, I. y Kaufold, H. (1997). Two DCF Approaches for Valuing Companies under Alternative Financing Strategies and How to Choose between Them. *Journal of Applied Corporate Finance*, 10, 114-122.
- León, A. , Mencia, J. y Sentaria, E. (2007). Parametric Properties of Semi-Nonparametric Distributions, with application to Options Valuation. *Documento de Trabajo 0707 Banco de España*, 9-30.
- Milanesi, G. (2013). Asimetría y Curtosis en el Modelo Binomial para valora Opciones Reales: caso de aplicación para empresas de base tecnológica. *Estudios Gerenciales Journal of Management and Economics for Iberoamerica*, 29(128), 368-378.
- Milanesi, G. (2014). Modelo Binomial para la Valoración de Empresas y los efectos de la Deuda: Escudo Fiscal y Liquidación de la Firma. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 19(36), 2-10.
- Miles, J. y Ezzell, J. (1980). The Weighted Average Cost of Capital, Perfect Capital Markets and Project Life: A Clarification. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 15, 719-730.
- Miles, J. y Ezzell, J. (1985). Reformulation Tax Shield Valuation: A note. *Journal of Finance*, 40, 1485-1492.
- Modigliani, F. y Miller M. (1963, Junio). Corporate Taxes and Cost of Capital. *American Economic Review*, 433-443.
- Oded, J,y Michel,A. (2007). Reconciling Valuation DCF Methodologies. *Journal of Applied Finance*, 17(2), 21-32.
- Pareja, I. (2016). Tax shields, financial expenses and losses carried forward. *Cuadernos de Economia*, 35(69), 663-689.
- Ruback, R. (2002). Capital Cash Flows: A simple approach to valuing risky cash flows. *Financial Management*, 31(2), 85-103.
- Rubinstein, M. (1998). Edgeworth Binomial Trees. *Journal of Derivatives*(5), 20-27.
- Smith, J. (2005). Alternative Approach for Solving Real Options Problems. *Decision Analysis*(2), 89-102.
- Taggart, R. (1991). Consistent Valuation and Cost of Capital Expressions with Corporate and Personal Taxes. *Financial Management*, 20, 8-20.
- Tahn; J. yVelez Pareja, I. (2011). Will the deflated WACC please stand up?And the real WACC should sit down. *SSRN id1617669*., 1-17.

- Tham, J. y Wonder, N. (2001). Unconventional wisdom on PSI, the appropriate discount rate for the tax shield. *SSRN: <http://ssrn.com/abstract=282149>*.
- Tham, J. y Velez Pareja, I. (2001). The Correct Discount Rate for the Tax Shield: the N-Period Case. *Working Paper submitted to the European Financial Management Association*.
- Tham, J. y Wonder, N. (2002). Inter-temporal resolution of risk: The case of the tax shield. *SSRN: <http://ssrn.com/abstract=308039>*.